|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ** | | |
|  | **национальныЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** | **ГОСТ Р**  *(проект, первая редакция)* |

**ОБОРУДОВАНИЕ УЧЕБНОЕ**

**Общие требования безопасности**

***Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его принятия***

**Предисловие**

1 РАЗРАБОТАН Ассоциацией предприятий индустрии детских товаров «АИДТ» (Ассоциация «АИДТ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 181 «Игрушки и товары для детcтва»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от №

4 Настоящий стандарт является неэквивалентным по отношению к стандарту GB 21746-2008 «Требования безопасности к учебному оборудованию. Общие принципы».

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона* *от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «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 (www.rst.gov.ru)*

Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 202Х

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](#_Toc198228169)

[2 Нормативные ссылки](#_Toc198228170)

[3 Термины и определения](#_Toc198228171)

[4 Классификация учебного оборудования](#_Toc198228172)

[5 Принципы безопасности](#_Toc198228173)

[6 Общие требования к конструкции приборов и оборудования](#_Toc198228174)

[7 Требования к методам испытаний](#_Toc198228175)

[8 Требования пожарной безопасности](#_Toc198228176)

[9 Знаки безопасности](#_Toc198228177)

[10 Требования к инструкциям и маркировке](#_Toc198228178)

[11 Оценка безопасности](#_Toc198228179)

[12 Требования к пользователю](#_Toc198228180)

[13 Требования к утилизации](#_Toc198228181)

[14 Требования по использованию вторичного сырья при производстве](#_Toc198228182)

[15 Требования циркулярной экономики](#_Toc198228183)

[Приложение А](#_Toc198228184) [(справочное)](#_Toc198228185) [Меры безопасности для устранения опасностей](#_Toc198228186)

[Библиография](#_Toc198228187)

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

|  |
| --- |
| **ОБОРУДОВАНИЕ УЧЕБНОЕ**  **Общие требования безопасности**    Educational equipment. General safety requirements |

**Дата введения – 202**

**1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на учебное оборудование и приборы, используемые в общем (начальном, основном и среднем) и профессиональном образовании [1].

В настоящем стандарте определены принципы безопасности, общие требования к конструкции, знаки безопасности, требования к инструкциям и знакам, оценка безопасности и требования к пользователям учебного оборудования.

# **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

ГОСТ 12.0.004-2015 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.0.230-2007 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования

ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 28139 Оборудование школьное. Общие требования безопасности

ГОСТ 31581 Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий

ГОСТ IEC 60335-1 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 1. Общие требования

ГОСТ IEC 60950-1 Оборудование информационных технологий. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р 52241 Источники ионизирующего излучения радионуклидные закрытые. Классы прочности и методы испытаний

ГОСТ Р 54816-2011 Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Учебная техника. Общие положения

ГОСТ Р 55195 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжение от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции

ГОСТ Р 71345-2024 Средства обучения. Устройства учебные электронные для детей. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 61326-1 Оборудование электрическое для измерения, управления и лабораторного применения. Требования электромагнитной совместимости. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р ХХХ – 2025 Идентификация учебного оборудования. Общие требования.

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

# **3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **учебное оборудование:** Материальные средства обучения, используемые в образовательной деятельности для проведения лабораторных, практических и демонстрационных занятий**.**

3.2 **демонстрационное оборудование (демонстрационный прибор):** Учебное оборудование, предназначенное для демонстрации определенных процессов, явлений или принципов, как правило преподавателем или обучающим лицом перед аудиторией учащихся. Демонстрационное оборудование обычно используется фронтально (перед классом) и не передается в руки каждого учащегося, за исключением случаев, когда это безопасно и предусмотрено программой обучения.

3.3 **лабораторное учебное оборудование (оборудование для практических работ):** Учебное оборудование, предназначенное для проведения лабораторных и практических занятий, которое используется непосредственно учащимися (под наблюдением преподавателя). Такое оборудование рассчитано на многократное непосредственное взаимодействие учащихся (например, лабораторные приборы по химии, физике, биологии, измерительные приборы, экспериментальные установки и учебные наборы для практических работ).

3.4 у**чебно-производственное оборудование (учебные станки, тренажеры):** Оборудование, имитирующее или представляющее собой реальные производственные или технические устройства, используемое в образовательном процессе для отработки практических навыков учащихся среднего профессионального и высшего образования. К этой категории относятся, например, учебные металло- и деревообрабатывающие станки, сварочные тренажеры, аппараты для лабораторных работ по инженерным специальностям, симуляторы (тренажеры) вождения и т.п. Это оборудование по характеристикам близко к промышленному и требует особого внимания к обеспечению безопасности учащихся-операторов.

3.5 **коллективное использование (оборудования):** Одновременное использование одного экземпляра учебного оборудования группой учащихся (двумя и более человек) в ходе учебного занятия. Коллективное использование может выражаться в одновременном наблюдении демонстрации либо в совместном выполнении опыта/упражнения на одном устройстве.

3.6 **безопасность учебного оборудования:** Состояние учебного оборудования, при котором риск причинения вреда жизни или здоровью учащихся, преподавателей или иных лиц, а также ущерба имуществу или окружающей среде, минимизирован до приемлемого уровня при предусмотренных изготовителем условиях применения и хранения, включая случаи разумно предполагаемого неправильного использования. Безопасность обеспечивается комплексом конструктивных мер защиты, выбором безопасных материалов, соответствием оборудования требованиям настоящего стандарта, а также соблюдением пользователями условий безопасной эксплуатации.

3.7 **оператор** – сотрудник, который отвечает за сохранность, техническую исправность, бесперебойную работу закрепленных за ним аппаратуры, приборов и оборудования, правильное их использование, своевременное обслуживание и проведение текущего ремонта.

3.8 ц**иркулярная экономика (замкнутый цикл экономики):** Экономическая модель и принцип проектирования продукции, при котором ресурсы используются многократно и эффективно, а количество отходов минимизируется за счет долговечности изделий, возможности их ремонта, модернизации, повторного использования и переработки. В контексте учебного оборудования требования циркулярной экономики включают использование переработанных материалов, модульность и ремонтопригодность конструкции, а также возможность безопасной утилизации и вторичной переработки компонентов по окончании срока службы изделия.

# **4 Классификация учебного оборудования**

4.1 Классификация по назначению и условиям использования

В зависимости от функционального назначения и условий применения учебное оборудование подразделяется на следующие основные категории:

4.1.1 Демонстрационное оборудование преподавателя

К этой категории относятся приборы, аппараты и модели, предназначенные для показа явлений и процессов перед всем классом. Как правило, такое оборудование используется преподавателем или под его непосредственным контролем. Примеры: демонстрационные опыты по физике (электрофорная машина, маятники, оптические установки), наглядные модели (модель сердца человека, модель молекулы), приборы для демонстрации химических реакций и пр. Демонстрационное оборудование часто имеет крупные размеры или специальные эффекты для обозримости всей аудиторией. Некоторые виды демонстрационных приборов могут иметь потенциально опасные элементы (например, источники высокого напряжения, лазеры и т.п.), поэтому обычно не предполагаются для самостоятельного использования учащимися.

4.1.2 Лабораторное и практическое оборудование учащегося.

Оборудование, предназначенное для применения самими учащимися (индивидуально или группой) при выполнении лабораторных работ, практических опытов, упражнений. Обычно рассчитано на относительно безопасное непосредственное взаимодействие студентов соответствующей возрастной группы (с учётом их знаний и навыков). Примеры: лабораторные наборы по химии (с простыми реактивами и посудой), физические приборы для фронтальных лабораторных (динамометры, лабораторные электропитания низкого напряжения, учебные осциллоскопы), языковые лаборатории, компьютерные рабочие места учащихся и т.п. Такое оборудование должно быть безопасно при обращении учащихся при условии соблюдения инструкций и обычно имеет встроенные защиты, исключающие тяжёлые травмы даже при ошибках пользователей.

4.1.3 Учебно-производственные (технические) станки и тренажеры.

Специализированное оборудование, используемое главным образом в учреждениях среднего профобразования, колледжах, техникумах, вузах для освоения технических профессий и навыков. Характеризуется повышенной сложностью и потенциальной опасностью, аналогично промышленному оборудованию, поэтому применение учащимися осуществляется под строгим надзором преподавателя и после соответствующего инструктажа. Примеры: токарные и фрезерные станки, сверлильные установки, учебные стенды по электротехнике, тренажеры автомобилей или авиа, оборудование учебных мастерских. Безопасность таких устройств должна соответствовать как настоящему стандарту, так и отраслевым нормам для соответствующего вида техники. Конструкция учебно-производственных станков обычно включает ограждения движущихся частей, блокировки, аварийные отключатели и другие средства защиты, аналогичные промышленным аналогам, но с учётом использования неквалифицированными операторами.

4.1.4 Наглядные пособия и статические модели.

Это подгруппа демонстрационного оборудования, включающая объёмные модели, макеты, стенды, учебные таблицы и аналогичные средства, не содержащие активных технических частей. Они служат для визуализации учебного материала. Примеры: макеты геометрических тел, муляжи растений и животных, учебные плакаты с нанесёнными схемами, разрезные модели механизмов (без действующего привода) и пр. Основные риски связаны с прочностью и материалами (отсутствие токсичности, острых краёв, мелких отделяющихся деталей). Безопасность таких пособий в основном обеспечивается выбором безопасных материалов и конструкцией, исключающей травмирование.

4.2. Классификация по возрастному уровню пользователей.

Учебное оборудование может быть также условно классифицировано по возрастным категориям обучающихся, для которых оно предназначено, поскольку возраст влияет на требования безопасности (например, допустимый вес и габариты, требования к отсутствию мелких деталей, эргономика):

4.2.1 Для дошкольного возраста – оборудование и пособия, предназначенные для использования в детских садах и развивающих центрах детьми до 6–7 лет. Требуют самых строгих мер безопасности: отсутствие острых углов, чрезвычайно прочные и крупные детали (исключение проглатывания), нетоксичные материалы, минимальный уровень возможного травмирования. Многие изделия для этой группы одновременно подпадают под определение игрушек, поэтому должны соответствовать требованиям безопасности игрушек (см. ГОСТ Р ИСО 8124-1 и ГОСТ ISO 8124-3) наряду с требованиями настоящего стандарта.

4.2.2 Для школьников (младший и средний школьный возраст) – оборудование, используемое в начальной и средней школе (примерно 7–14 лет). Требует учета повышенной активности и подвижности детей, но уже допускает несколько более сложные приборы. Безопасность обеспечивает прочная конструкция, невозможность случайного получения доступа к опасным частям, наличие блокировок. Вес оборудования должен быть посилен для переноса или исключать необходимость подъема детьми. Отдельные элементы, потенциально опасные при неправильном обращении, должны использоваться только под контролем учителя.

4.2.3 Для старшеклассников и студентов – оборудование для старших классов школы (15–17 лет), средних специальных и высших учебных заведений (18+). Предполагается более высокий уровень ответственности пользователей, поэтому допускается использование более сложного и потенциально опасного оборудования, но с соответствующими средствами защиты и при условии обучения безопасным методам работы. К примеру, электротехнические учебные стенды в колледжах могут работать с повышенным напряжением, если учащиеся обучены мерам электробезопасности, а конструкция стенда предусматривает экранирование токоведущих частей. Тем не менее, и для этой группы оборудования остаются обязательными все базовые меры обеспечения безопасности, изложенные в стандарте.

4.3. Прочие классификационные признаки. Учебное оборудование также может различаться по ряду других признаков, которые могут учитываться при оценке безопасности:

- По энергетическим источникам: оборудование неэлектрическое; электрическое оборудование низковольтное (до 50 В); электрическое оборудование сетевое (220/230 В); оборудование, работающее на сжатом воздухе, газе или химических реактивах; лазерное и радиационное оборудование и т.д. (каждый тип требует специфических мер безопасности).

- По мобильности: стационарно устанавливаемое оборудование (напольное, настольное) и переносное (портативное) оборудование. Переносные приборы должны иметь повышенную устойчивость и прочность при переноске и случайных ударах.

- По наличию электронных компонентов: традиционные "аналоговые" приборы и оборудование с микропроцессорным управлением или подключением к компьютеру. Для последнего дополнительно важны требования электромагнитной совместимости и информационной безопасности, хотя они вне сферы данного стандарта, но могут влиять на конструкцию.

# **5 Принципы безопасности**

**5.1 Общие принципы проектирования и изготовления учебного оборудования**

5.1.1 При проектировании учебных приборов и оборудования все учебные приборы, оборудование, устройства и комплектующие должны соответствовать требованиям безопасности. Общие требования безопасности по ГОСТ 28139. Организация обучения безопасности труда должна соответствовать ГОСТ 12.0.004 и ГОСТ 12.0.230. Если технические меры по охране труда и технике безопасности вступают в противоречие с производительностью оборудования, то приоритет следует отдать техническим требованиям по охране труда и технике безопасности, а показатели по охране труда и технике безопасности следует выбирать в следующем порядке:

а) Прямые меры по обеспечению безопасности и охраны здоровья. Учебное оборудование должно обладать внутренними характеристиками безопасности и санитарными характеристиками, чтобы гарантировать, что оборудование не станет причиной возникновения какой-либо опасности или вредного воздействия даже в нештатных ситуациях;

б) Косвенные меры по обеспечению безопасности и охраны труда. Если прямые технические меры по обеспечению безопасности и охраны здоровья не могут быть реализованы или не могут быть реализованы в полном объеме, на этапе проектирования учебных приборов и оборудования следует разработать устройства для обеспечения безопасности и охраны здоровья, эффекты которых соответствуют сложному характеру предмета. Разработка и изготовление мер безопасности и охраны здоровья не должны быть возложены на пользователя.

в) Ориентировочные меры безопасности и охраны здоровья. Если прямые и косвенные меры по охране труда и технике безопасности не могут быть реализованы или не могут быть реализованы в полном объеме, условия и меры предосторожности для безопасного использования оборудования должны быть разъяснены в руководстве по эксплуатации и путем размещения знаков на соответствующих частях оборудования.

5.1.2 При проектировании учебного оборудования должны быть приняты следующие меры по обеспечению его безопасности и гигиены:

а) Рассмотреть меры безопасности в соответствии с особенностями детей или новичков и требованиями, чтобы пользователи не были профессионалами;

б) Конструкция учебных приборов и оборудования должна отражать принципы эргономики и сводить к минимуму физические и умственные нагрузки, а также психологический стресс, вызываемый учебными приборами и оборудованием у операторов;

в) выбрать наилучшее проектное решение и провести оценку безопасности и охраны труда;

г) принимать эффективные меры защиты от возможных опасных и вредных факторов;

д) Требования безопасности и охраны труда должны быть четко изложены в технической документации по транспортировке, хранению, установке, эксплуатации и техническому обслуживанию;

5.1.3 Требования к средствам защиты и безопасности

Устройства защиты и безопасности должны соответствовать следующим требованиям:

а) Должны быть безопасными при любых условиях, и в случае их отказа или отключения, оборудование должно автоматически немедленно останавливаться;

б) Должны обеспечивать защиту персонала в случае отказа устройства безопасности;

в) При работе оборудования защитные и предохранительные устройства должны быть способны предотвратить вход оператора в опасную зону или выдать предупреждение;

г) Не должны налагать ограничений на людей, создавая неудобства или трудности для операторов;

д) Должна быть предусмотрена возможность его автоматической фиксации на месте или перемещения на место;

е) Должны быть спроектированы для определенного типа оборудования, определенного вида работ и имеющихся опасностей;

ж) Не должны требовать сложной регулировки во время использования или легко поддаваться неправильной регулировке;

з) Устройства безопасности должны быть способны выдерживать возможные ошибочные операции во время использования и оставаться эффективными в течение всего срока службы оборудования;

и) Оператор не должен иметь возможности обойти или отключить оборудование без его отключения (за исключением случаев подачи, заправки или тестирования оборудования, требующих непрерывной работы оборудования);

к) Все компоненты системы безопасности должны легко поддаваться осмотру и обслуживанию. Должно требоваться минимальное техническое обслуживание;

л) Ручное управление не должно приводить к потере защитной функции устройства безопасности;

м) Не должно быть опасным.

5.1.4 Учебные приборы и оборудование, а также их компоненты должны обладать достаточной прочностью, жесткостью, устойчивостью и надежностью и не должны представлять опасности для персонала при транспортировке, хранении, установке и использовании в указанных условиях.

5.1.5 Элементы управления и регулировки должны быть прочными и надежными и не должны причинять вреда пользователю в рабочем состоянии.

5.1.6 Учебные приборы и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности и гигиены в течение всего установленного срока их использования. Для компонентов и устройств, которые могут повлиять на безопасную эксплуатацию и управление, должны быть указаны показатели надежности, соответствующие требованиям стандартов на продукцию. Для оборудования, которое может иметь опасные факторы или может представлять угрозу безопасности и здоровью на более поздних стадиях использования продукта, должен быть указан нормальный срок эксплуатации оборудования, а срок его безопасной эксплуатации должен быть меньше срока старения или усталости его материалов в условиях эксплуатации.

5.1.7 При обнаружении небезопасных факторов следует выявить основные причины проблем и изучить меры по их решению.

Примечание – Например, для устранения следующих неисправностей: низковольтный источник питания использует поворотный переключатель для высокочастотных сигналов → когда определенный поворотный переключатель вращается, нож переключателя мгновенно закоротит два соседних броска → вторичная обмотка силового трансформатора мгновенно закоротится → первичный предохранитель силового трансформатора сломается, это не просто вопрос замены предохранителя, и не допускается произвольное увеличение тока отключения предохранителя. Вместо этого следует найти первопричину и заменить его силовым преобразователем.

5.1.8 При определении требований безопасности к учебным приборам и оборудованию, если имеются аналогичные стандарты, из этих стандартов следует выбирать более строгие требования, чем для населения, исходя из характеристик учебных приборов и оборудования. Если пользователями являются несовершеннолетние, следует выбирать также требования безопасности, применимые к ним.

Для учебных приборов и оборудования, имеющих схожие стандарты безопасности, если они применимы (используемое оборудование имеет в основном одинаковый принцип работы, структуру, компоненты, материалы, функции и производительность, а пользователи в основном одинаковы по возрасту и структуре знаний, но название оборудования или социальная идентичность пользователей различны), следует заимствовать детали с одинаковым техническим содержанием полностью или частично, насколько это возможно.

5.1.9 Безопасность приборов и оборудования должна соответствовать ГОСТ IEC 60335-1.

5.1.10 Учебные приборы и оборудование во время использования не должны выделять вредных веществ в окружающую среду сверх установленных национальными стандартами, а также не должны создавать шум, вибрацию, радиацию или иное загрязнение сверх установленных национальными стандартами. При проектировании следует принять эффективные меры для предотвращения возможных вредных факторов.

**5.2 Использование учебного оборудования**

5.2.1 Правила техники безопасности и охраны труда должны быть разработаны для любого учебного оборудования, использование которого может нанести ущерб безопасности и здоровью персонала или привести к материальному ущербу.

Гигиенические нормы. Эти устройства обычно несут в себе следующие опасности:

1. Механические (высокая скорость, острые предметы, поломка, порезы, разрывы, истирание и т. д.);
2. Высокая температура (ожоги или ошпаривания);
3. Низкая температура;
4. Высокое давление (или интенсивность);
5. Высокое напряжение;
6. Поражение электрическим током;
7. Сильный свет;
8. Ионизирующее излучение;
9. Радиоактивность;
10. Могут подвергаться воздействию токсичных или опасных веществ (газообразных, жидких или твердых);
11. Возможное воздействие вредных микроорганизмов;
12. Легковоспламеняющиеся и взрывоопасные материалы;
13. Глотание, вдыхание;
14. Летающие части;
15. Удушение;
16. Падение;
17. Громкий шум и слух
18. Травма
19. Другие.

5.2.2 Стандарты безопасности и охраны труда должны определять конкретное содержание следующих факторов:

а) опасные и вредные факторы при эксплуатации;

б) требования к персоналу,

в) организация и осуществление процесса использования;

г) монтаж и наладка приборов и оборудования;

д) процесс использования операционные процедуры;

е) защитные технические меры;

ж) меры управления;

з) в соответствии с характеристиками опасных и вредных источников четко определить соответствующие безопасные и защитные расстояния или защитные зоны;

и) другие.

# **6 Общие требования к конструкции приборов и оборудования**

**6.1 Адаптивность**

6.1.1 Учебные приборы и оборудование должны полностью соответствовать эксплуатационным требованиям, быть простыми в эксплуатации, стабильными в работе и надежными в эксплуатации. Требования к использованию приборов и оборудования не должны превышать возможностей рядовых операторов.

6.1.2 В течение указанного периода оборудование должно соответствовать экологическим требованиям, особенно требованиям коррозионной стойкости, износостойкости, усталостной стойкости, стойкости к старению и отказоустойчивости.

6.1.3 Учебные приборы и оборудование должны соответствовать требованиям по взаимному соответствию и не должны вызывать возникновения небезопасных факторов из-за неправильного соответствия.

6.1.4 Приборы и оборудование, предназначенные для детей, должны в полной мере учитывать психологические и физиологические особенности детей соответствующей возрастной группы и полностью исключать небезопасные факторы.

6.1.5 Следует избегать дефектов конструкции, которые могут вызваны человеческими ошибкам:

а) привычки, которые не учитывают общественное поведение;

б) требования превышают пределы физиологической и психологической выносливости человека;

Примечание – Например, проект может потребовать от персонала наличия тональных или визуальных способностей, превосходящих сенсорные возможности человека.

в) Конструкция не должна требовать от пользователя приложения больших усилий, чем обычно;

Примечание – Например, недостаточное освещение может вызвать утомление глаз и заставить людей чувствовать себя утомленными, а чрезмерный шум на рабочем месте может усилить утомляемость.

г) Из-за нехватки средств или сигналов операторы вынуждены управлять оборудованием, основываясь на субъективных ощущениях, при отсутствии инструментов и соответствующей информации или при неполном оборудовании для мониторинга;

e) Эксплуатационные процедуры разработаны таким образом, чтобы быть нежелательными или чрезмерно сложными;

Примечание – Например, если два механизма регулировки в изделии взаимосвязаны, для получения правильного значения требуются точные и многократные регулировки, которые сложнее настроить на требуемое правильное значение, чем два независимых устройства регулировки.

е) Подвергать пользователя воздействию опасной рабочей среды.

**6.2 Материалы**

**6.2.1 Срок действия**

Безопасный срок службы приборов и оборудования, а также их компонентов, которые могут представлять опасные факторы, должен быть короче периода старения или усталости их материалов в условиях эксплуатации; оборудование и его компоненты, подверженные коррозии или кавитации, должны быть изготовлены из коррозионно-стойких или кавитационно-стойких материалов, должны быть приняты защитные меры, а также должны быть установлены циклы проверки и замены.

**6.2.2 Устойчивость**

6.2.2.1 Материалы, используемые при изготовлении учебных приборов и оборудования, должны быть только такими, которые могут выдерживать различные физические, химические и биологические воздействия, которые могут возникнуть в определенных условиях в течение определенного периода времени.

6.2.2.2 При нормальных условиях эксплуатации при изготовлении приборов и оборудования не следует использовать материалы, которые могут быть вредны для организма человека после длительного старения. Если его использование необходимо, следует принять надежные технические меры по обеспечению безопасности и охраны здоровья. Для частей учебных приборов и оборудования, где старение материалов может снизить производительность оборудования и повлиять на безопасность, следует выбирать материалы с достаточной устойчивостью к старению.

6.2.2.3 Для изготовления приборов и оборудования не должны использоваться материалы, которые могут вступить в реакцию с рабочей средой и причинить вред.

Примечание – Например, взрыв или образование опасных веществ.

6.2.2.4 Основание и корпус оборудования, работающего с горючими газами, горючими и горючими жидкостями (или твердыми веществами), должны быть изготовлены из негорючих материалов.

**6.2.3 Сила**

6.2.3.1 Прочность и запас прочности материала несущих деталей должны быть выше, чем у соответствующих деталей аналогичных промышленных изделий.

6.2.3.2 При проектировании приборов и оборудования материалы следует выбирать с учетом эксплуатационных требований и условий эксплуатации приборов и оборудования, а также принимать меры по устранению или уменьшению факторов, вызывающих ухудшение качества материалов, продлению срока службы приборов и оборудования и их компонентов или обоснованному определению срока службы и цикла замены приборов и оборудования и их компонентов.

Основные факторы, которые следует учитывать:

- Металл постепенно теряет необходимую для конструкции прочность из-за коррозии;

- Трение вызывает износ материала;

Примечание – Например, солнечный свет, ультрафиолетовое и инфракрасное излучение могут вызвать разложение полимеров и других синтетических материалов.

- Температурные воздействия могут вызывать внутренние напряжения, которые могут привести к растрескиванию или постоянной деформации. Высокая температура может постоянно или временно изменять физические свойства материалов. Нагревание приводит к диффузии слоя гальванопокрытия в кристаллическую границу, что приводит к образованию напряжений в металле и изменению физических свойств основного металла. Прочность металлических материалов изменяется из-за ползучести и релаксации; внутри органических материалов происходят химические изменения, такие как молекулярная перестройка, полимеризация, растрескивание и высокотемпературное разложение. Некоторые неметаллические материалы размягчаются, текут и становятся желеобразными при длительном воздействии высоких температур или потерять свою клейкость.

- Металлы, резины и пластмассы подвергаются механическим повреждениям при низких температурах;

- Изменения влажности приводят к расширению и сжатию древесины, бумаги, текстиля, древесноволокнистых плит и гидрофильных пластиков. Избыточное содержание воды приводит материал в негодность и теряет физическую прочность;

- Сушка делает некоторые материалы хрупкими и менее прочными или горючими;

- Радиация также может привести к разрушению материалов;

- Адсорбция приводит к ржавлению черных металлов или образованию батарей между точками контакта различных металлов, что приводит к коррозии;

- микробное повреждение или изменение;

Примечание – К примерам относятся бетон, древесина, электроматериалы, стекло, оптические приборы, фотопродукция, жиры, нефть, воски, минералы, металлы, краски, нефтяное топливо, масла, смазки, асфальт, пластмассы, резина, смолы, остатки очистки сточных вод, шерсть, лен, хлопчатобумажные ткани, искусственный текстиль, целлюлозная масса, бумага и пробка

- Дым может ускорить разрушение резиновых изделий;

- Соленый воздух может ускорить коррозию некоторых металлических материалов;

- Загрязнители воздуха повреждают материалы: истирание (твердые частицы достаточно большого размера при столкновении с объектами на высокой скорости вызывают разрушительные истирания), осаждение и очистка загрязнений, вызывающих износ материалов, прямая химическая коррозия (некоторые загрязнители воздуха являются химически активными веществами, которые напрямую реагируют с материалами), косвенная химическая коррозия (некоторые материалы могут поглощать загрязняющие вещества, и когда загрязняющие вещества претерпевают химические изменения, материалы повреждаются) и электрохимическая коррозия;

- воздействие на материал насекомых, грызунов, птиц и других видов животных.

Примечание – Это может привести к серьезным несчастным случаям, таким как пожар и взрыв.

**6.2.4 Изоляционные материалы**

6.2.4.1 При выборе и применении изоляционных материалов для учебных приборов и оборудования следует учитывать требования электрической, температурной и механической прочности, рабочего напряжения, частоты и условий эксплуатации (температура, давление, влажность и загрязнение).

6.2.4.2 Натуральный каучук, гигроскопичные материалы и материалы, содержащие асбест, не должны использоваться в качестве изоляционных материалов.

**6.2.5 Опасные вещества в материалах**

6.2.5.1 Учебные приборы и оборудование не должны использовать материалы, которые являются легковоспламеняющимися, взрывоопасными или могут стать радиоактивными после бомбардировки высокоэнергетическими частицами. Если такие материалы используются в функциональных целях, должны быть приняты соответствующие меры предосторожности и должны быть предупреждающие знаки об опасности при использовании, хранении и хранении.

6.2.5.2 Оборудование для детей и учебные материалы не должны содержать токсичных материалов, пигментов, растворителей или клеев. Запрещены материалы с высокими аллергическими реакциями и потенциальные канцерогены. Максимальные пределы переносимых элементов в учебных материалах для детей и учащихся начальной школы должны соответствовать пункту 4.3.1.

6.2.5.3 При выборе материалов для учебных приборов и оборудования следует в полной мере учитывать опасность порошкообразных веществ для организма человека.

6.2.5.4 Пищу нельзя смешивать с учебными материалами (например, для дегустации).

**6.3 Механическая безопасность**

**6.3.1 Механическая устойчивость**

6.3.1.1 Для нестационарного оборудования следует учитывать следующие аспекты:

а) Приборы и оборудование без механического движения не должны опрокидываться при размещении на наклонной поверхности в 10° в любом направлении;

б) Приборы и оборудование с механическим движением не должны падать при размещении на наклонной плоскости под углом 10° в любом направлении при максимальной нагрузке и при приложении к верхней части внешней силы, в два раза превышающей максимально возможную, в направлении, перпендикулярном поверхности размещения.

6.3.1.2 Временное крепежное оборудование должно учитывать следующие аспекты:

а) Приложите к верхней части устройства трехкратное максимально возможное внешнее усилие, при этом оно не должно ослабнуть;

б) Он должен работать в условиях максимально возможной вибрации в течение времени, вдвое превышающего нормальное время испытания, и не должен быть ослаблен.

**6.3.2 Кромки, углы и острые точки поверхности**

6.3.2.1 Легкодоступные края, выступы, углы, отверстия, перегородки и т.п. внешнего корпуса учебных приборов и оборудования не должны иметь острых углов, заусенцев, шероховатостей и заусенцев. Если это неизбежно, следует обеспечить защиту; открытые края должны быть притуплены, а углы закруглены (включая металлические и неметаллические, такие как дерево и пластик).

6.3.2.2 Если в зонах, подверженных напряжению и находящихся на поверхности инструментов и оборудования, используются хрупкие материалы, где материалы могут сломаться и образовать острые края, которые могут травмировать людей, следует принять защитные меры или не использовать хрупкие материалы.

**6.3.3 Движущиеся части**

6.3.3.1 Движущиеся части, которые могут нанести травму пользователям (например, шестерни, вентиляторы, ремни, опорные рамы или другие движущиеся компоненты), должны быть надлежащим образом защищены. Если это невозможно по функциональным причинам, на приборе должна быть предупреждающая этикетка, а в инструкции по эксплуатации должны быть указаны факторы опасности.

6.3.3.2 Высокоскоростные вращающиеся части должны быть снабжены защитными кожухами, имеющими достаточную прочность, жесткость и соответствующую форму и размер. Должна быть плотность защитного покрытия.

Не допускайте летящих предметов. Периодичность проверки и стандарты замены таких деталей должны быть указаны в инструкции по эксплуатации. Если это невозможно по функциональным причинам, следует принять другие меры предосторожности, а также разместить на приборе предупреждающие знаки и указать опасные факторы в инструкции по эксплуатации.

**6.3.4 Шум и вибрация**

6.3.4.1 Учебные приборы и оборудование должны предотвращать и стараться избегать возникновения шума выше 60 дБ и сильной вибрации во время использования. Если это неизбежно из-за использования продукта, на продукте должны быть очевидные знаки безопасности и защитные меры. Оборудование, которому присущ сильный шум и сильная вибрация, следует максимально ослабить или изолировать.

6.3.4.2 Вибрация учебных приборов и оборудования во время работы не должна достигать уровня, вызывающего дискомфорт у людей. Резонансных частот следует избегать путем правильного проектирования.

**6.4 Высокая температура, низкая температура и высокое напряжение**

Высокотемпературные, низкотемпературные и высоковольтные части учебных приборов должны иметь надежную защитную оболочку. Если это невозможно по функциональным причинам, на частях должны быть нанесены явные знаки опасности и индикаторы рабочего состояния.

**6.5 Система управления**

6.5.1 Эксплуатация учебных приборов и оборудования должна быть простой, эффективной и удобной.

6.5.2 Аварийные органы управления на манипуляторе должны быть расположены в месте, к которому можно легко и быстро получить доступ, и которое нельзя спутать с обычными органами управления и к которому нельзя будет случайно прикоснуться в обычных обстоятельствах.

6.5.3 Манипуляторы в ключевых местах, как правило, должны быть оборудованы электрическими или механическими блокировочными устройствами. Необходимо принять необходимые меры защиты для манипуляторов, которые могут выйти из строя или неправильно эксплуатироваться.

6.5.4 Система управления должна гарантировать, что не возникнет никакой опасности в случае возникновения неисправностей в электроснабжении, или должна автоматически переключаться на резервный источник питания.

6.5.5 Автоматические или полуавтоматические системы управления должны иметь защитные устройства, исключающие сбой команд управления, и вспомогательные устройства для раздельного ручного управления.

6.5.6 Сложные приборы и оборудование должны иметь устройства автоматического контроля.

6.5.7 Устройство управления должно быть установлено в таком месте, чтобы оператор мог видеть всю работу оборудования. Если при запуске невозможно увидеть все оборудование, следует настроить сигнал предупреждения о запуске, причем сигнал предупреждения должен иметь достаточное время срабатывания.

6.5.8 Система управления должна обладать достаточной надежностью, чтобы не выйти из строя при повреждении оборудования. Если это невозможно, оборудование должно иметь возможность автоматически прекращать работу немедленно при отказе системы управления.

6.5.9 Отладочное устройство должно иметь автоматическую блокировку, позволяющую при отладке оборудования переходить в ручной режим и надежно предотвращать ложные срабатывания, а также включать автоматическую настройку.

6.5.10 Если для управления оборудованием с механическим движением используются электронные схемы, должно быть предусмотрено неэлектронное вспомогательное управление на случай выхода из строя электронного контроллера.

6.5.11 Система управления должна использовать источник питания, независимый от управляемого оборудования.

6.5.12 На манипуляторе должны быть предусмотрены соответствующие сигналы индикации состояния. Положение установки сигнала индикации состояния не должно легко блокироваться оператором.

**6.6 Сигналы и дисплеи**

6.6.1 Сигналы и дисплеи должны быть четкими, легко различимыми, точными, без бликов и мерцания, а также располагаться на соответствующем расстоянии и под соответствующим углом от оператора.

6.6.2 При размещении нескольких визуальных сигналов и дисплеев вместе цвет, яркость и контрастность между каждым сигналом и фоном, а также между собой должны быть соответствующими.

6.6.3 Зоны, подверженные отказам или представляющие повышенную опасность, должны быть оснащены комбинированной звуковой и световой сигнализацией. Если существует вероятность возникновения более чем одной аварии, сигнал об аварии должен указывать на тип и место аварии. Сигналы опасности должны быть четко отличим от других сигналов и иметь достаточную силу.

6.6.4 Индикаторные лампы панели должны использовать безопасное напряжение.

6.6.5 При отключении основного электропитания оборудования, по крайней мере, дисплей, отображающий состояние оборудования и сигналы опасности, должен оставаться работоспособным.

**6.7 Рабочее положение**

6.7.1 Рабочее место оператора, эксплуатирующего приборы и оборудование, должны быть безопасными и надежными. Рабочее положение должно обеспечивать достаточное пространство для движения головы, рук, ног и ступней оператора во время обычных экспериментальных операций.

6.7.2 В опасных точках эксплуатации следует оставлять достаточно места для эвакуации.

**6.8 Предотвращение несчастных случаев**

6.8.1 Конструкция учебных приборов и оборудования должна в полной мере учитывать предотвращение несчастных случаев во время использования.

- Несчастные случаи, вызванные небезопасными факторами, существующими при нормальной работе оборудования;

Примечание – Например, в пункте 4.2.1 есть определенные факторы риска. Эти факторы могут существовать из-за дефектов конструкции или из-за того, что оборудование превысило свой срок службы.

- несчастные случаи, вызванные небезопасными факторами при выходе из строя оборудования;

- несчастные случаи, вызванные старением и ухудшением качества материалов;

- несчастные случаи, вызванные прогнозируемым и обоснованным расширением функций использования;

- несчастные случаи, вызванные совместным использованием нескольких устройств;

- несчастные случаи, произошедшие при вводе в эксплуатацию и обслуживании оборудования;

- вторичные аварии происходят при авариях оборудования.

Примечание – Например, в случае пожара может быть повреждена линия электропередачи, что может привести к возгоранию и поражению людей электрическим током.

- аварии, вызванные ошибками в сигналах, путаницей или неясностью сигналов по какой-либо причине;

- несчастные случаи, вызванные неправильной или отсутствующей разметкой;

- несчастные случаи, вызванные отказом системы управления, неисправностью или потерей шага;

- несчастные случаи, вызванные небезопасными факторами окружающей среды;

Примечание – К небезопасным факторам окружающей среды относятся ненормальное электроснабжение, воздействие чрезмерного шума на персонал, отказ оборудования, вызванный температурой окружающей среды, воздействие вибрации на персонал и оборудование, воздействие окружающего света и электромагнитного излучения, а также ионизирующего излучения на оборудование.

- несчастные случаи, вызванные неправильной или ошибочной эксплуатацией.

6.8.2 При проектировании учебных приборов и оборудования следует учитывать различные факторы риска, исходя из наиболее неблагоприятных возможных ситуаций. Такими наиболее неблагоприятными факторами могут быть:

- из-за неправильной эксплуатации приборов и оборудования операторов;

- условия эксплуатации оборудования отклоняются от проектных требований;

- в связи с расширением экспериментов и свободным планированием экспериментов приборы и оборудование эксплуатируются в неисходном проектном состоянии или даже перегружаются или используются сверхурочно;

- условия эксплуатации могут представлять угрозу безопасной эксплуатации оборудования, например, вокруг электрооборудования может находиться вода;

- влияние отказа вспомогательного оборудования, например, перегрузки, отсутствия нагрузки и изменения согласующего сопротивления оборудования;

- неправильные действия оператора, такие как короткое замыкание, обрыв цепи и конфликт оборудования, вызванные человеческим фактором.

6.8.3 При проектировании многоцелевых или комплексных приборов и оборудования следует учитывать безопасность каждого варианта использования:

- безопасность и надежность не должны снижаться из-за полноты. Общие компоненты полностью функциональны и могут использоваться для любых целей;

- компоненты, используемые только для определенной цели, не должны мешать удобству использования всего оборудования в других целях, а безопасность не должна снижаться из-за наличия таких компонентов;

Примечание – Такое снижение безопасности может возникнуть, например, из-за того, что наличие этого компонента сужает пространство для других операций, или из-за наличия этого компонента могут произойти различные несчастные случаи.

- компоненты комплексных приборов и оборудования, которые временно не используются, но не могут быть изъяты с места использования, должны быть способны выдерживать повреждения, которые могут возникнуть во время использования в других аспектах.

-различные воздействия окружающей среды проверяются в самых суровых условиях;

- при совместном использовании различных компонентов не возникает никаких небезопасных факторов.

6.8.4 Во время хранения оборудование не должно самопроизвольно создавать опасности из-за старения или ухудшения состояния, такие как утечка, возгорание, самовозгорание, самопроизвольное срабатывание и т. д.

6.8.5 Механическое оборудование не должно опрокидываться или выходить за пределы допустимого диапазона из-за вибрации или других прогнозируемых внешних нагрузок. Если уровень вибрации превышает установленные пределы, сиденье оператора должно быть оборудовано демпфирующим виброизолирующим креплением.

6.8.6 В местах скопления большого количества операторов и возможного наличия летящих предметов каждое рабочее место персонала должно иметь взаимный защитный экран. Защитный экран должен соответствовать 5.3.3.2.

**6.9 Безопасность в условиях неисправности**

6.9.1 Аварийный выключатель

6.9.1.1 Если существует любая из следующих возможностей, оборудование должно быть оснащено аварийным выключателем:

- В случае аварии или неисправности оборудования опасная операция не может быть быстро прекращена с помощью парковочного переключателя;

- Несколько опасных рабочих процессов невозможно быстро прервать одним выключателем;

- Отключение только одного блока или одного устройства может привести к другим опасностям;

- Невозможность увидеть все элементы управления на консоли;

-Когда в лаборатории возникает опасность.

6.9.1.2 Аварийные выключатели следует устанавливать в местах, где они легкодоступны во всех точках управления и где к ним невозможно случайно прикоснуться. Форма аварийного выключателя должна отличаться от других выключателей, а цвет, как правило, ярко-красный.

6.9.1.3 Аварийные выключатели на механическом оборудовании должны быть оборудованы устройствами быстрого торможения и блокировки обратного хода после остановки оборудования аварийным выключателем.

6.9.2 Осмотр и техническое обслуживание

При проектировании учебных приборов и оборудования следует учитывать безопасность и удобство осмотра, обслуживания и замены деталей. При необходимости вместе с оборудованием должны предоставляться специальные инструменты или устройства для проверки и обслуживания.

**6.10 Требования, предъявляемые к конкретным пользователям**

6.10.1 При проектировании оборудования следует учитывать антропометрические данные основных пользователей, такие как возраст, пол, вес, сила, рост и досягаемость различных частей тела, а также прогнозируемое неправильное использование детьми этого возраста или другими детьми.

6.10.2 При проектировании учебных пособий и оборудования следует учитывать психологические особенности и поведение, способы реагирования, уровень знаний и восприимчивость детей разного возраста, а также принимать различные меры безопасности или устанавливать различные предохранительные устройства.

При необходимости в стандартах на продукцию следует указать применимые возрастные ограничения и ограничения по использованию. Оборудование и учебные пособия, а также оборудование для детей и учащихся начальной школы не должны делать продукцию небезопасной из-за дефектов конструкции, дизайна и материалов.

Примечание – Например, отверстия не должны быть слишком маленькими, чтобы ребенок не мог защемить пальцы, и слишком большими, чтобы ребенок мог легко получить доступ к подвижным частям предмета. Детям запрещается вытаскивать руками или кусать зубами вставленные в оборудование детали, собранные из отдельных частей.

6.10.3 Для демонстрационного оборудования для учителей следует в полной мере учитывать безопасность оборудования, принимая во внимание, что учителя не обязательно являются профессионалами в технической области, и что оборудование используется учащимися, и что учащиеся также могут им управлять.

6.10.4 Если прибор или оборудование не подходят для работы с ними учащихся, это должно быть четко указано и должен быть установлен предупреждающий знак.

**6.11 Безопасность электрооборудования**

6.11.1 Требования электробезопасности к учебным приборам и оборудованию должны основываться на положении обычных непрофессиональных техников (потребителей), и должны быть выбраны соответствующие стандарты безопасности.

6.11.2 При выборе норм электробезопасности для учебных приборов и оборудования следует учитывать наиболее неблагоприятную ситуацию и принимать соответствующий ей уровень серьезности.

6.11.3 Требования электробезопасности для учебных приборов и оборудования могут основываться на ГОСТ IEC 60335-1, в зависимости от конкретного продукта. Требования безопасности к информационно-технологическому оборудованию для обучения могут основываться на ГОСТ IEC 60950-1.

Примечание – «Применимо» означает, что тип продукта применим, структура продукта и принятые меры безопасности соответствуют требованиям или требования к использованию продукта соответствуют одному из условий.

6.11.4 Для электрооборудования, защищенного корпусом, соблюдайте требования ГОСТ Р 55195.

6.11.5 Учебные приборы и оборудование должны предотвращать поражение электрическим током, вызванное утечкой, отказом защитных устройств, незащищенными оголенными проводами и т. д.

6.11.6 Открытое экспериментальное оборудование, использующее сетевое напряжение, как правило, не должно использоваться в обучении (например, открытые электропечи не должны использоваться в лабораториях). При необходимости использования оборудования в учебных целях (например, для измерения состояния включенного оборудования и т. д.) следует использовать изолирующий трансформатор (однофазный или трехфазный), а само оборудование следует размещать вдали от опасных мест.

Опасные токоведущие части должны быть максимально экранированы (например, следует оставить только те измерительные отверстия, в которые нельзя вставить пальцы).

6.11.7 Электроприборы, используемые учащимися, должны иметь безопасное напряжение не более 24 В. Максимальное значение не должно превышать 36 В.

Детали внутри оборудования, требующие частого осмотра, должны быть оборудованы осветительными приборами или розетками, соответствующими требованиям по безопасному напряжению.

6.11.8 Оборудование, которым пользуются учащиеся и которое может соприкасаться с электросетью, должно быть оснащено изолирующим трансформатором или устройством защитного отключения.

**6.12 Радиация и радиоактивная защита**

6.12.1 Ионизирующее излучение и электромагнитное излучение

6.12.1.1 Учебные приборы и оборудование, генерирующие ионизирующее излучение, должны соответствовать соответствующим положениям ГОСТ Р 52241, а учебные приборы и оборудование, генерирующие электромагнитное излучение, должны соответствовать соответствующим положениям ГОСТ Р МЭК 61326-1.

6.12.1.2 Учебные приборы, которые могут генерировать опасное излучение (такое как рентгеновские лучи, ультрафиолетовые лучи, видимый свет высокой яркости и мощные инфракрасные лучи), должны быть защищены соответствующими барьерами. Если защита не может быть применена по функциональным причинам, интенсивность излучения должна быть максимально ограничена, и должны быть предупреждающие об опасности знаки и инструкции.

6.12.2 Радиоактивность

Учебные приборы и оборудование, использующие радиоактивные источники в экспериментальных целях, должны соответствовать санитарным правилам и нормативам, которые устанавливают требования к оборудованию, использующему радиоактивные источники [2], [3] .

6.12.3 Лазерное излучение

6.12.3.1 Демонстрационные лазерные изделия, используемые для школьного обучения и т. д., должны соответствовать всем соответствующим требованиям ГОСТ 31581 для лазерных изделий класса 1 или класса 2. Мощность лазерного излучения, используемого в учебных приборах и оборудовании, обычно должна быть менее 2 мВт.

Примечание – Вышеуказанное «как правило» относится к использованию в экспериментах по физической оптике и геометрической оптике, а также в ситуациях, когда лазеры используются для передачи информации.

**6.13 Защита от токсичных или вредных газов и жидкостей**

6.13.1 В лаборатории должны быть приняты меры защиты от токсичных и вредных газов. Место установки вытяжного шкафа не должно влиять на ход эксперимента. Уровень шума, создаваемого системой вентиляции в лаборатории, не должен превышать 55 дБ. Сбросы токсичных или вредных жидкостей должны очищаться и соответствовать национальным требованиям по выбросам.

6.13.2 Испытательные коробки или контейнеры, используемые для химических экспериментов, должны иметь соответствующую коррозионную стойкость и не должны иметь трещин или течей.

6.13.3 Помещения с прецизионными приборами следует располагать вдали от источников едких газов.

# **7 Требования к методам испытаний**

Настоящий раздел устанавливает методы испытаний и контроля, которые применяются для проверки соответствия учебного оборудования требованиям безопасности, изложенным в стандарте. Ниже приведены основные методы испытаний по группам требований.

7.1 Визуальный осмотр и измерения

Проводится визуальная проверка общего состояния изделия и качества изготовления: отсутствие видимых острых кромок, заусенцев, выступающих гвоздей или винтов; проверяется полнота и правильность маркировки (наличие всех надписей и знаков согласно 5.13); наличие необходимой документации. Инструментально измеряются габаритные размеры, радиусы закругления углов (при необходимости шаблонами), размеры мелких деталей (для оценки риска проглатывания – применяется калибр в форме цилиндра диаметром 31,7 мм по ГОСТ Р ИСО 8124-1 или аналогичный шаблон для мелких частей). При визуальном осмотре также проверяется комплектность изделий, наличие всех предусмотренных защитных устройств (экраны, кожухи, ручки и т.д.). Результат осмотра: изделие должно соответствовать конструкторской документации, не иметь заметных дефектов, влияющих на безопасность, и содержать все предупреждающие маркировки.

7.2 Испытания на прочность и устойчивость

Прочностные испытания включают статические и динамические нагрузки на конструкцию. Например, на горизонтальные поверхности изделия (крышку, полку), которые могут служить опорой для предметов, прикладывается статическая нагрузка равномерно (например, груз 2 кг на площадь 100 см²) – не должно быть необратимых деформаций. Для проверяемых ручек для переноски – статическая нагрузка в 1,5 раза превышающая вес изделия, в течение 5 минут (ручка не должна треснуть или оторваться). Испытание на опрокидывание: оборудование устанавливают на наклонную плоскость, угол которой медленно увеличивают. Фиксируют угол, при котором изделие начинает терять устойчивость (опрокидываться). Этот угол должен быть не менее 25°docs.cntd.ru для переносных приборов и не менее 10–15° для напольных установок (если они выше и тяжелее). Альтернативный метод – опрокидывающее усилие: к верхней части изделия прикладывают горизонтальную сила (например, 50 Н для настольного прибора, 100 Н для напольного) – прибор не должен перевернуться. Результаты считаются удовлетворительными, если изделие не опрокидывается до достижения предельных углов/усилий. Испытание на падение (ударопрочность): портативные и небольшие приборы должны выдерживать случайное падение с высоты стола. Испытание: отпустить изделие (в нерабочем состоянии) с высоты 0,75 м на твердую поверхность (деревянный пол или аналог) в наиболее неблагоприятном положении. После падения изделие не должно расколоться на опасные осколки; допускаются трещины и повреждения, не влияющие на безопасность (например, косметические). Если прибор разбился на части, то осколки не должны иметь острых режущих граней или, как минимум, их размер должен быть достаточно крупным, чтобы легко собрать (не образуя мелких острых кусочков). Для изделий весом более 5 кг испытание на падение можно заменять ударным воздействием: наносится удар молотком 0,5 кг с высоты 0,5 м по выступающей части – эффект аналогично не должен приводить к образованию опасных элементов.

7.3 Испытания на отсутствие острых кромок.

Для объективной проверки отсутствия острых кромок и заусенцев используется стандартный метод по ГОСТ Р ИСО 8124-1: проводят специальным шаблоном или тканью по краям конструкции. Лоскут хлопчатобумажной ткани определенного стандарта протягивают с усилием ~5 Н вдоль кромок; ткань не должна порваться. Также можно применять твердый калибр-имитатор пальца, проводя им по кромкам – не должно оставаться царапин на чувствительной индикаторной ленте. Если обнаруживаются острые грани, изделие не проходит испытание до их устранения или покрытия защитными накладками.

7.4 Испытания электрической безопасности

На образце электрического учебного оборудования проводят следующие тесты (согласно ГОСТ IEC 61010-1 и ГОСТ 12.2.007.0):

- Проверка электрической прочности изоляции. Все цепи, разделенные изоляцией, испытываются повышенным напряжением. Обычно прикладывают испытательное переменное напряжение промышленной частоты 50 Гц: для изоляции между сетевой частью и корпусом (землей) – 1000 В (если изделие класса I) или между сетевой и низковольтной частями – 1500 В, в течение 1 минутыdocs.cntd.ru. Для дополнительной и усиленной изоляции – 2750 В и 3750 В соответственноdocs.cntd.ru. Не должно произойти пробоя или пробивного тока выше 5 мА. Для удобства, допускается применять сокращенное время (например, 5 с) при повышенном напряжении по согласованию методики.

- Измерение сопротивления изоляции. Измеряют мегомметром сопротивление изоляции между основными токоведущими частями и доступными металлическими частями/корпусом. При напряжении 500 В постоянного тока сопротивление должно быть не менее 2 МΩ (для основной изоляции) и не менее 7 МΩ для двойной/усиленной.

- Проверка цепи заземления (для класса I). Прибор подключается к источнику токов ~25 А (низким напряжением) между заземляющим контактом вилки и доступными металлическими частями корпуса. В течение 1 минуты пропускают ток – падение напряжения не должно превышать 2 В, что эквивалентно сопротивлению цепи заземления < 0,1 Ω (точное значение по стандартам на электрооборудование). Это гарантирует, что защитное заземление эффективно.

- Проверка утечки тока. В рабочем режиме измеряют ток утечки на корпус или на внешние доступные части при номинальном напряжении питания. Для класса I (с защитным земляным проводником) ток утечки на землю не должен превышать, например, 0,5–1 мА (в зависимости от класса прибора по ГОСТ IEC 61010-1), а ток утечки на доступные части при разомкнутом проводнике заземления – не более 0,5 мА. Для класса II – ток утечки на любые доступные части не более 0,25 мА.

- Функциональные испытания электрических защит. Имитируют определенные аварийные ситуации: например, короткое замыкание на выходе вторичной цепи – должен сработать предохранитель; отключение вентилятора охлаждения – прибор не должен перегреться до опасной температуры (или должен отключиться по датчику перегрева). Также проверяется работа УЗО, если оно встроено: подают дифференциальный ток определенной величины и убеждаются, что отключение происходит за требуемое время.

7.5 Испытания нагревом (тепловые)

Изделие подвергают длительному испытанию в наиболее тяжелом тепловом режиме: при максимальном напряжении питания, с наихудшей вентиляцией (например, в тепловой камере или в условиях, когда естественное охлаждение затруднено, если это оговорено). Выявляют стабильную температуру нагрева ключевых узлов: обмоток трансформаторов, резисторов, транзисторов, корпуса снаружи. Температуру измеряют термопарами или инфракрасным термометром. Критерии: температура на поверхности корпуса, доступной для прикосновения, не должна превышать значений, указанных в 5.10 (ориентировочно 50–55 °C для металлических, 60 °C для пластмассовых при длительном контакте). Температура внутри корпуса не должна превышать максимально допустимую для изоляционных материалов и электронных компонентов (например, изоляция класса A – 105 °C, класс B – 130 °C; полупроводники обычно до 70–80 °C безопасно). Если прибор имеет системы охлаждения, проверяется их эффективность: температура достигает плато и не выходит за границы. При превышении – конструкция должна быть доработана (лучшее охлаждение, снижение мощности и т.п.).

7.6 Испытания на огнестойкость

Испытания материалов на воспламеняемость проводятся по методикам, соответствующим ГОСТ 12.1.044 или международным аналогам (UL94 и др.). Например, образцы пластмассовых деталей корпуса вырезаются и подвергаются воздействию пламени определенной высоты в течение 10 секунд – время самозатухания фиксируется. Материал должен соответствовать категории не ниже V-2 (пламя гаснет не более чем через 30 с, образующиеся капли могут гореть) либо, в худшем случае HB (горение по горизонтали с ограниченной скоростью). Также можно проводить испытание готового изделия: внутри корпуса имитируется возгорание (поджигается небольшой ватный тампон, смоченный спиртом) – проверяется, что огонь не выходит наружу корпуса и сам гаснет после выгорания топлива. Испытание проводов на огнестойкость: согласно ГОСТ, провода с изоляцией проверяются на нераспространение горения – например, групповая прокладка проводов подвергается пламени 30 секунд, и они не должны гореть более 60 сек. после удаления пламени, а длина повреждения не более 60 см. Все результаты фиксируются, и при несоответствии материалы заменяются на более огнестойкие.

7.7 Механические испытания движущихся частей

Если в оборудовании есть движущиеся части, проверяют работу защитных устройств. Например, попытаться запустить станок при открытом защитном кожухе – он не должен начать вращение (блокировка работает). Измеряют усилие, необходимое для открытия кожуха (оно должно быть значительным, если кожух не предназначен для частого открытия без инструмента). Проводят испытание на защемление: вставляется эталонный палец (модель) в предполагаемую щель – устройство не должно его травмировать (либо останавливается, либо усилие ограничено определенным минимальным значением). Если есть аварийный стоп, проверяется, что при его нажатии все опасные движения останавливаются не позднее допустимого времени (например, вращающиеся части – за < 10 сек, если большой инерции, или немедленно, если возможно).

7.8 Химический анализ материалов

Для контроля содержания вредных веществ проводится отбор образцов материалов (пластмассы, покрытия, краски) и их лабораторный анализ. В частности, на соответствие ГОСТ ISO 8124-3: определение миграции элементов – свинца, кадмия, мышьяка, ртути и др. Образцы выдерживают в модельной среде (кислотной) и измеряют концентрацию элементов в растворе методами ААС или ИСП–МС. Концентрации не должны превышать установленных норм (в мг/л или мг/кг). Анализ полимеров на содержание фталатов (методы ГХ/МС) – для изделий для дошкольников, где допустимые пределы согласно техническому регламенту на игрушки. Если результаты превышают нормы, материалы должны быть заменены на безопасные. Кроме миграции, проверяется общее санитарно-химическое поведение материалов: например, проба воздуха в закрытом объеме с изделием (тест на летучие вещества) – измеряются концентрации летучих органических соединений (толуол, стирол, формальдегид и т.п.) по газовой хроматографии. В нашем случае критерии – соответствие гигиеническим нормативам для воздуха учебных помещений.

7.9 Испытания на устойчивость покрытий и маркировки

Это испытания на качество защитных и декоративных покрытий, а также долговечность маркировки. На образцах изделий проводят: тест на коррозионную стойкость (например, выдержка в камере соляного тумана 24 часа – металлические части не должны покрыться ржавчиной или пузырями краски); испытание на истирание маркировки – по надписям проводят 15 раз кусочком ткани, смоченным водой, и 15 раз – этанолом (или изопропанолом) с нажимом ~5 Н. Надписи должны остаться разборчивыми, не смазаться. Если на изделии есть наклейки, их края не должны отклеиться. Также проверяют стойкость пластиков к моющим растворам: корпус протирают тканью, смоченной мыльным раствором, потом чистой водой – поверхность не должна потерять блеск, липкость или окраситься. Для текстильных элементов (например, если есть мягкие детали) – испытание на стирку или чистку, согласно рекомендациям производителя.

7.10 Функциональные испытания в условиях, имитирующих реальное использование

В дополнение к отдельным тестам, может проводиться комплексное испытание: модельный урок или лабораторная работа с использованием данного оборудования, чтобы убедиться, что при штатном применении не возникает неожиданных опасностей. Например, группа из N учащихся выполняет эксперимент с прибором – наблюдается, не мешают ли они друг другу, не происходит ли перегрузки от одновременных действий, понятны ли все предупреждающие знаки. По результатам могут вноситься коррективы: например, добавить дополнительный держатель, если заметили риск уронить какой-то элемент. Такое испытание особенно полезно для оценки коллективного использования (раздел 10) – смоделировать ситуацию с максимальным числом участников.

7.11 Специальные испытания

В зависимости от специфики оборудования могут понадобиться дополнительные тесты: для лазерных устройств – измерение мощности лазерного излучения классом безопасности (по ГОСТ R 50723 или IEC 60825) чтобы удостовериться, что класс соответствует заявленному; для радиационных учебных источников (например, в наборах по физике) – измерение уровней излучения и проверки экранировки; для высокочастотных генераторов – измерение уровней электромагнитных излучений (по ГОСТ 12.1.006 или СанПиН) и т.п. Также, если оборудование предполагает эксплуатацию на открытом воздухе (например, астрономическая установка для школы), проверяется влагозащищенность и работоспособность при пониженной/повышенной температуре. Все специальные методы должны соответствовать отраслевым стандартам или, при их отсутствии, разрабатываться отдельно с учётом принципа обеспечения того же уровня безопасности, что и в смежных областях.

7.12 Обработка результатов испытаний

Если образцы учебного оборудования успешно прошли все указанные проверки, это подтверждает соответствие требованиям настоящего стандарта. В случае неудовлетворительных результатов по любому из пунктов, допускается повторное испытание на новых образцах после устранения выявленных недостатков (доработки конструкции или материалов). Протокол испытаний должен содержать: идентификацию образца, перечень проведенных тестов, условия проведения, полученные значения и заключение о соответствии/несоответствии требованиям соответствующих пунктов стандарта (с ссылкой на пункты). Для сертификации безопасности учебного оборудования данный протокол является основой. Эксплуатационные проверки (например, ежегодная проверка электрооборудования в школе) могут выполняться выборочно по ключевым параметрам – сопротивление изоляции, заземление, осмотр на повреждения. Результаты таких проверок фиксируются в журнале технического состояния и при выявлении отклонений оборудование выводится из эксплуатации до устранения неисправности.

# **8 Требования пожарной безопасности**

8.1 Общие положения

Учебное оборудование должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, обеспечивающим минимальный риск возникновения и распространения пожара при эксплуатации оборудования в учебных помещениях. Это включает как конструктивные меры (использование негорючих или трудногорючих материалов, наличие предохранителей и блокировок от перегрева), так и требования к эксплуатации (непревышение допустимой нагрузочной способности электрических сетей, наличие средств пожаротушения вблизи при проведении опасных опытов). Настоящий раздел сосредоточен на требованиях к самому оборудованию; организационные меры (ответственность персонала, обучение пожарной безопасности) устанавливаются иными документами, но производитель оборудования должен учитывать их возможность.

8.2 Применение негорючих материалов

В конструкциях учебного оборудования по возможности применяются материалы, не поддерживающие горение. Металлы и стекло являются негорючими и предпочтительны для корпусов и каркасов, особенно вокруг потенциальных источников тепла. При использовании пластмасс или древесины должны применяться материалы с пропитками или добавками, повышающими огнестойкость. Горючие полимерные материалы следует использовать только там, где это функционально оправдано, и обеспечивать им защиту от непосредственного воздействия открытого пламени или сильного нагрева. Древесные детали должны быть покрыты огнезащитным лаком или краской. Текстильные элементы (например, экран проекционный на тканевой основе) – пропитаны огнебиозащитным составом. Классы материалов по горючести и воспламеняемости должны быть документально подтверждены (например, справкой о соответствии ГОСТ 30244, ГОСТ 30402 для строительных материалов или протоколом испытаний по методам UL94 для пластиков). Рекомендуемый уровень: пластик корпуса – Г2 (умеренно горючий) или лучше по ГОСТ 30244, либо категория В (трудногорючий) в соответствии с техническими условиями производителя.

8.3 Ограничение нагревательных элементов

Если учебное оборудование содержит источники значительного тепла (нагревательные спирали, электронагреватели, лампы накаливания большой мощности, реактивы с экзотермической реакцией), должны быть предусмотрены средства контроля температуры и предотвращения возгорания окружающих предметов. Нагревательные элементы снабжаются термостатами или термовыключателями, разрывающими цепь при достижении определенной температуры. Поверхность нагревателя (например, плиты) проектируется такой, чтобы вокруг не было зазоров, куда могли бы попасть легковоспламеняющиеся материалы (бумага, ткань). Желательно наличие индикатора нагрева (например, лампочка "Горячо, не трогать"). В инструкции по эксплуатации должны быть указаны меры пожарной безопасности: устанавливать прибор на негорючую поверхность, удалять горючие материалы в радиусе, не оставлять без присмотра во включенном состоянии и т.п.

8.4 Исключение источников возгорания в конструкции

Все потенциальные источники искр, открытого пламени или перегрева внутри оборудования должны быть оценены и по возможности устранены. Например: механические реле, способные искрить, размещаются в закрытом негорючем корпусе; высоковольтные части, где возможна электрическая дуга, экранируются и находятся вдали от пластмасс; применяются схемы плавного пуска для электродвигателей, чтобы избежать искрения щеток. Электронные компоненты (транзисторы, резисторы), которые при выходе из строя могут сильно нагреться, должны быть установлены на негорючем основании и вдали от сгораемых частей. Если используется литий-ионный аккумулятор в составе оборудования, необходимо иметь защиту от перегрева и короткого замыкания (балансиры, контроллер заряда) во избежание воспламенения аккумулятора. Корпуса аккумуляторов предпочтительно металлические или огнестойкие пластиковые.

8.5 Локализация и препятствие распространению огня

Конструкция оборудования должна препятствовать распространению огня от него на окружающую обстановку. Например, внутри корпуса могут быть перегородки, разделяющие отсеки, выполняющие роль противопожарных преград – чтобы пламя не перекинулось с электронной части на отделение с документами или расходниками. Выходные отверстия вентиляции, если через них может вылетать пламя или искры при аварии, должны быть оборудованы металлической сеткой или искрогасителем. В идеале, при возгорании внутри корпуса пламя должно погаснуть из-за нехватки кислорода (то есть корпус почти герметичен). Материалы скапливаемой пыли (например, опилки в станках) – особый момент: по ГОСТ 28139-89 требовалось предусматривать устройства для защиты от пыли и опилокdocs.cntd.ru, что актуально и для пожарной безопасности (скопившиеся опилки могут воспламениться). Поэтому учебные станки и тренажеры, образующие горючую пыль или стружку, должны иметь аспирационные устройства (вытяжку, пылесборники), исключающие накопление горючих отходов внутри оборудования.

8.6 Пожарная безопасность при использовании горючих веществ

В образовательно-демонстрационных целях могут применяться горючие жидкости, газы, открытое пламя (опыты по химии, физике). Стандарт требует, чтобы в самом оборудовании, которое используется для таких целей, были предусмотрены все возможные меры безопасности. Например, демонстрационная горелка должна иметь устойчивое основание и регулируемый пламегаситель; сосуды под давление (если демонстрируется взрыв, реакция) – снабжены предохранительным клапаном. Если эксперимент проводится внутри аппарата (типа калориметра или бомбочки) – он должен выдерживать давление и иметь направленный выход для безопасного стравливания газов. При использовании электрических искровых разрядников (например, демонстрация воспламенения смеси) – конструкция исключает утечку искр наружу. Оборудование, предназначенное для работы с открытым пламенем, должно сопровождаться средствами пожаротушения (например, крышка-заглушка, чтобы накрыть горелку и потушить). Все детали, держащие горючие жидкости, проверяются на герметичность. Шланги газовые – только сертифицированные, с хомутами или обжимом на соединениях.

8.7 Испытания по пожарной безопасности

Изделия проходят специальные испытания на пожаробезопасность (см. раздел 7.6): проверка материалов на горючесть, испытания электрических частей на нагрев, испытание предохранителей на срабатывание. Дополнительно могут проводиться полунатурные испытания: например, перегрузка прибора до выхода из строя какого-либо компонента – проверяется, что возникшая неисправность не приводит к воспламенению. Если результаты неудовлетворительны (например, пластик загорелся), изделие должно быть доработано. Пожарная безопасность является одним из ключевых аспектов для сертификации; соответствие общим требованиям (например, ГОСТ 12.1.004) должно быть подтверждено.

8.8 Эксплуатационная документация по пожаробезопасности

В инструкции по эксплуатации обязательно включаются раздел или указания, касающиеся пожарной безопасности: перечень огнеопасных ситуаций (перегрев, наличие горючих жидкостей и пр.), меры по их предупреждению, порядок действий в случае возгорания. Должно быть указано, какими средствами пожаротушения можно тушить данный прибор (например, электрооборудование – только углекислотным или порошковым огнетушителем, ни в коем случае не водой под напряжением). Указывается необходимость отключения питания при любом подозрении на возгорание. Если оборудование требует наличия поблизости огнетушителя при использовании (например, эксперимент с пламенем), это прямо должно быть написано перед описанием эксперимента. Также рекомендуется указать требование проводить обучение преподавателей и лаборантов обращению с оборудованием в аспекте пожарной безопасности.

# **9 Знаки безопасности**

**9.1 Установление принципов**

9.1.1 Учебное оборудование, на котором реализованы косвенные и предполагаемые меры безопасности, должно быть оборудовано знаками безопасности. На соответствующих частях изделия должны быть размещены знаки безопасности.

9.1.2 При наличии опасных факторов и несоблюдении прямых или косвенных мер безопасности и охраны труда на оборудовании возле каждого компонента опасного фактора должны быть размещены предупреждающие знаки с соответствующими рекомендательными требованиями безопасности и охраны труда. Предупреждающие знаки должны быть размещены вблизи мест с соответствующими опасными факторами. Если их невозможно разместить вблизи опасных факторов, их также можно разместить на видном месте в месте эксплуатации оборудования.

Зоны вокруг опасных токоведущих частей электрооборудования должны быть обозначены красным цветом. При использовании предупреждающих знаков, если факторы риска сосредоточены в определенной части, область вокруг этой части должна быть обозначена красным цветом.

9.1.3 При эксплуатации приборов и оборудования ношение средств индивидуальной защиты должно соответствовать требованиям правил эксплуатации, а на соответствующем оборудовании в соответствующих и хорошо заметных местах должны быть размещены инструктивные знаки.

9.1.4 При необходимости предоставления определенной информации по безопасности (например, указания средств безопасности или направлений в безопасные места и т.п.) могут быть установлены предупреждающие знаки. Предупреждающие знаки следует размещать на видных местах. Предупреждающие знаки должны иметь аварийное освещение, которое может автоматически включать аварийное освещение после прекращения подачи электроэнергии в электросеть и поддерживать аварийное освещение в течение как минимум времени, необходимого для нормальной и безопасной эвакуации всего персонала.

9.1.5 Текст на знаках безопасности должен быть на русском языке. Для выделения информации используйте шрифт большего размера или другого размера, а также специальные символы. Знаки безопасности на детском оборудовании и учебных пособиях для младших классов начальной школы должны быть понятны детям разных возрастных групп.

9.1.6 Размеры знаков безопасности должны соответствовать ГОСТ 12.4.026. Знаки безопасности должны быть изготовлены из прочных материалов, которые не выцветают. В среде, которая легко загрязняется, знаки безопасности могут быть снабжены прозрачным защитным слоем. Маркировка безопасности должна оставаться четкой и разборчивой в течение всего срока службы прибора. Знаки безопасности должны быть выполнены в виде постоянных конструкций.

Примечание – Долговечность подразумевает соответствие требованиям различных условий эксплуатации, например, использование прочных и водонепроницаемых материалов и отказ от использования материалов, которые легко обесцвечиваются и воспламеняются под воздействием света.

9.1.7 Знаки безопасности должны быть четкими и привлекающими внимание.

9.1.8 Знаки безопасности освещения должны соответствовать ГОСТ 12.4.026.

**9.2 Подготовка знаков безопасности для учебных приборов и оборудования**

9.2.1 Знаки безопасности для учебных приборов и оборудования должны в первую очередь соответствовать знакам по ГОСТ 12.4.026. Если требования ГОСТ 12.4.026 не могут быть выполнены, можно разработать новый знак безопасности.

9.2.2 Новые знаки безопасности должны составляться на основе обязательных отраслевых стандартов и строго контролироваться.

9.2.3 Требования к изготовлению знаков безопасности

- Рисунок яркий, простой и понятный, его можно понять без профессиональной или специальной подготовки;

- Знаки безопасности не должны легко путаться с существующими знаками безопасности.

# **10 Требования к инструкциям и маркировке**

**10.1 Основные требования**

10.1.1 Помимо соответствия другим соответствующим национальным стандартам, инструкции по использованию продукции с опасными факторами должны включать подробную информацию о типах опасных факторов, причинах возникновения, мерах безопасности, предупреждениях, рекомендациях по безопасному использованию и т. д.

10.1.2 Инструкции по применению должны напоминать пользователям о следующих уровнях и предупреждающих терминах:

- «Опасность» означает готовность к высокой опасности;

- «Предупреждение» означает готовность к умеренной опасности;

- «Осторожно» означает, что следует обратить внимание на незначительные опасности.

10.1.3 Содержание предупреждения о безопасности должно быть выражено более крупным шрифтом или другим шрифтом либо выделено специальными символами или цветами.

**10.2 Основная информация о безопасности**

10.2.1 Для любого продукта, имеющего факторы риска (независимо от того, были ли приняты прямые меры по обеспечению безопасности и охраны здоровья, косвенные меры по обеспечению безопасности и охраны здоровья или предполагаемые меры по обеспечению безопасности и охраны здоровья), в инструкциях должно быть четко указано следующее:

- Причины возникновения факторов риска;

- Возможные факторы риска;

- Условия безопасного использования (или пределы технических показателей), меры предосторожности, защитные меры, а также рабочие процедуры и методы предотвращения опасности;

- В ситуациях, когда существует опасность для детей, следует указать методы решения этой ситуации.

10.2.2 Для продуктов, разработанных с прямыми мерами безопасности и охраны здоровья, инструкции должны содержать подробное описание принципов и процессов внедрения, которые были приняты во время проектирования продукта, чтобы гарантировать, что продукт имеет внутренние характеристики безопасности и охраны здоровья и что оборудование не будет представлять никакой опасности или оказывать никакого вредного воздействия даже в ненормальных обстоятельствах. Инструкции также должны содержать подробное описание периода времени, в течение которого такое оборудование не будет представлять опасности в ненормальных обстоятельствах, а также возможных опасностей во время обслуживания и того, как их избежать.

10.2.3 Для изделий, разработанных с учетом косвенных мер безопасности и охраны здоровья, в дополнение к сведениям, указанным в п. 7.2.1, должны быть подробно описаны принципы, конструкции, эксплуатационные характеристики, нормальные условия работы и срок службы защитных устройств, а также оценка отказа защитных устройств и аварийные меры при отказе защитных устройств, а также меры предосторожности при техническом обслуживании.

10.2.4 Для изделий, в которых используются рекомендуемые меры безопасности и охраны здоровья, в дополнение к сведениям, указанным в п. 7.2.1, также должны быть даны подробные описания защитных мер и мер предосторожности во время использования, а также мер предосторожности во время технического обслуживания.

10.2.5 Части продукта, включающие опасные факторы в руководстве по продукту, должны быть показаны с помощью схемы. Схема должна быть полной, ясной и точной, и должна четко указывать применимые модели.

10.2.6 Если неправильный выбор уязвимых деталей может привести к возникновению опасных факторов, в руководстве по эксплуатации изделия должны быть приведены подробные описания спецификаций деталей, требуемых характеристик и методов идентификации, а также модели деталей, которые можно заменить.

10.2.7 Для изнашиваемых деталей, которые могут представлять опасность после повреждения, в руководстве по эксплуатации изделия должен быть указан срок службы или цикл замены изнашиваемых деталей.

10.2.8 Для инструментов и оборудования, предназначенных для использования детьми, применимые возрастные и эксплуатационные ограничения должны быть четко указаны и изложены в инструкциях.

10.2.9 Руководство по продукту должно соответствовать ситуации с продуктом, и руководство должно быть незамедлительно заменено новой версией после внесения изменений в продукт.

10.2.10 Для продуктов с ограничениями по безопасности или сроками годности необходимо указать дату производства, дату истечения срока годности и срок хранения продукта.

10.2.11 Для продукции, связанной с окружающей средой, в инструкциях по применению должна быть указана необходимая информация по охране окружающей среды.

10.2.12 Инструкции по эксплуатации изделия должны также включать специальные требования безопасности при обращении, хранении, установке, вводе в эксплуатацию, ремонте и техническом обслуживании учебного оборудования

# **11 Оценка безопасности**

**11.1 Факторы риска**

11.1.1 Оценка безопасности должна включать факторы риска, указанные в ГОСТ 12.0.003.

11.1.2 Оценка безопасности должна также основываться на характеристиках преподавания и включать факторы риска, которые были обнаружены или приняты во внимание.

**11.2 Идентификация опасности**

При выявлении и оценке опасностей следует учитывать как минимум следующее:

а) Опасные компоненты (факторный состав);

Примечание – Например, топливо, лазеры, взрывчатые вещества, яды, опасные конструкционные материалы, системы давления и другие источники энергии.

б) Интерфейсы безопасности между различными частями общей системы продукта (координация и разрешение элементов управления для обеспечения безопасности);

Примечание – Например, совместимость материалов, электромагнитные помехи, непреднамеренный запуск, пожар, возникновение и распространение взрыва, аппаратные и программные средства управления.

в) Экологические ограничения (ограничения), в том числе по среде использования;

Примечание – Например, падение, удар, вибрация, экстремальные температуры, шум, воздействие ядов, опасности для здоровья, пожар, статическое электричество, удары молнии, электромагнитные воздействия окружающей среды, ионизирующее и неионизирующее излучение.

г) Эксплуатация, испытания, техническое обслуживание и аварийные процедуры (планы);

Примечание – Например, эргономика, функции оператора, анализ человеческих ошибок при выполнении задач и требований, компоновка оборудования, требования к освещению, возможность воздействия токсичных веществ, влияние шума или радиационных факторов на поведение человека, требования к жизнеобеспечению и их связь с безопасностью в пилотируемых системах, безопасность при столкновении, аварийные выходы, спасение, выживание и восстановление.

д) Средства и оборудование обеспечения безопасности (повышения безопасности);

Примечание – Например, он может содержать токсичные, легковоспламеняющиеся, взрывоопасные, едкие или криогенные жидкие компоненты, оборудование для хранения, сборки, проверки, испытаний, излучение или шум, передатчики, источники питания и обучение (например, обучение и оценка по безопасному использованию и обслуживанию).

е) Оборудование, обеспечивающее безопасность, меры безопасности и возможные альтернативные варианты.

Примечание – Например, блокировка, резервирование системы, отказоустойчивость аппаратного и программного обеспечения, защита подсистем, системы пожаротушения, средства индивидуальной защиты, промышленная вентиляция и носители шума или излучения.

**11.3 Серьезность и вероятность опасности**

11.3.1 Классификация и оценка уровней серьезности опасности

11.3.1.1 В зависимости от возможного вреда и потерь, которые опасность может причинить обучающимся, оборудованию, сооружениям и окружающей среде, ее серьезность подразделяется на четыре уровня.

Категория I: Катастрофическая. Последствиями могут стать смерть или серьезные травмы, а также потеря всей системы.

Класс II: Опасно. Последствием этого являются травмы или серьезное повреждение оборудования, требующие немедленного принятия мер по контролю.

Класс III: Пограничный. Следствием этого является снижение производительности системы или выход оборудования из строя, но серьезную опасность можно контролировать, или можно сказать, что фактический ущерб не был причинен.

Класс IV: Неопасные. Не будет никаких травм или повреждений оборудования из-за человеческой ошибки, дефектов или отказа оборудования.

Примечание – Например, если используется безопасное напряжение, оно не вызовет никакой опасности даже при прикосновении.

11.3.1.2 Качественная оценка наихудших последствий на основе степени, в которой они в конечном итоге могут привести к травмам, профессиональным заболеваниям, потере активов или повреждению оборудования или объектов.

11.3.2 Классификация вероятности опасности

По учебным характеристикам, опасным свойствам и использованию она качественно делится на четыре уровня.

а) Уровень А (частый). Существует высокая вероятность возникновения опасности при использовании инструментов и оборудования.

Примечание – Вероятность возникновения единичного отказа во время эксплуатации превышает 20 % от общего числа отказов.

б) Класс В (вероятный). Инструменты и оборудование таят в себе большую скрытую опасность. Хотя опасность еще не наступила, она, скорее всего, возникнет.

Примечание – Вероятность возникновения единичного отказа во время эксплуатации составляет от 10 % до 20 % от общей частоты отказов.

в) Класс С (возможный). В конструкции прибора и оборудования имеются дефекты, которые могут привести к несчастным случаям в процессе эксплуатации или по экологическим причинам.

Примечание – Вероятность возникновения единичного отказа во время эксплуатации составляет от 1 % до 10 % от общей частоты отказов.

г) Степень D (встречается редко). В оборудовании имеются конструктивные недостатки, которые в редких случаях могут стать причиной несчастных случаев.

Примечание – Вероятность возникновения единичного отказа во время эксплуатации составляет от 0,1 % до 1 % от общего числа отказов.

д) Уровень E (крайне маловероятно). Опасности, возникающие при соблюдении строгих мер безопасности при работе с приборами и оборудованием.

Примечание – Вероятность возникновения единичного отказа во время эксплуатации составляет менее 0,1 % от общего числа отказов.

11.3.3 Оценка серьезности и вероятности опасности представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Таблица оценки серьезности и вероятности опасности

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровень серьезности | | Уровень вероятности | | | | |
| Класс А | Класс Б | Класс С | Класс D | Класс Е |
| частый | вероятный | возможный | Встречается редка | Крайне маловероятно |
| Класс I | Катастрофический | Х | Х | Х | Х | О |
| Класс II | Опасный | Х | Х | Х | Х | О |
| Класс III | Критический | Х | Х | Х | Х | О |
| Класс IV | Безопасный | О | О | О | О | О |
| Примечание – Символ х в таблице обозначает неприемлемое значение, а О – приемлемое. | | | | | | |

**11.4 Меры по устранению опасностей и контролю безопасности**

Меры контроля безопасности для устранения опасностей см. в приложении А.

**11.5 Реализация оценки безопасности**

11.5.1 Сроки оценки безопасности

11.5.1.1 Перед тем, как завершить проектирование продукта, сформулировать стандарты, организовать оценку и начать серийное производство, необходимо провести оценку безопасности.

11.5.1.2 Оценки безопасности могут быть объединены на одном и том же этапе разработки продукта.

Примечание – Например, можно объединить оценку безопасности при завершении проектирования и экспертизу проекта; можно объединить оценку безопасности при разработке стандартов предприятия на продукцию и массовом производстве.

11.5.1.3 Пользователи могут запросить оценку безопасности перед покупкой важных продуктов.

11.5.2 Орган оценки безопасности

11.5.2.1 Оценка безопасности может быть поручена специализированному агентству или организована соответствующими экспертами.

11.5.2.2 Оценка безопасности может быть также поручена профессиональному техническому комитету по стандартизации.

11.5.3 Требования к организации соответствующих экспертов для проведения оценки безопасности

11.5.3.1 Эксперты должны быть представителями различных профессий:

а) Различные профессии, которые может задействовать продукт;

б) Проектирование, процесс и производство продукции;

в) Использование продукта.

11.5.3.2 Эксперты, участвующие в оценке безопасности, несут ответственность за выводы оценки.

# **12 Требования к пользователю**

**12.1 Меры безопасности и охраны здоровья**

12.1.1 Перед использованием оборудования пользователь должен внимательно прочитать руководство по эксплуатации, чтобы понять конструкцию, принцип работы, рабочие процедуры, наличие каких-либо небезопасных факторов и какие меры были приняты (включая прямые, косвенные или предполагаемые меры). Ознакомиться с рабочими процедурами и соответствующими мерами предосторожности.

12.1.2 Полностью понимать рабочую среду, нормальные условия эксплуатации и необходимые вспомогательные средства, требуемые для приборов и оборудования. Не следует использовать инструменты и оборудование, если рабочая среда и вспомогательные помещения не полностью соответствуют требованиям.

12.1.3 Обращать особое внимание на возможность возникновения несчастных случаев, вызванных человеческим фактором при использовании приборов и оборудования.

Примечание – Человеческая ошибка — это любая человеческая деятельность, которая не соответствует признанному нормальному поведению или любая деятельность, которая отличается от предписанных процедур, то есть ошибки, которые отражают присущие людям реакции и слабости. К человеческим ошибкам относятся: забывание выполнить задачу, неправильное выполнение задачи, выполнение задачи, которую делать не нужно, невыполнение задачи в предписанной последовательности, невыполнение задачи в предписанное время и неадекватная реакция на непредвиденные события.

12.1.4 Полностью понимать причины человеческих ошибок.

Примечание: Причинами человеческих ошибок являются: дефекты конструкции, неправильный выбор оборудования, операторов или обслуживающего персонала, отсутствие надлежащей подготовки операторов и обслуживающего персонала, халатность, психологические факторы, отсутствие управления или ненадлежащее управление, недостаточный контроль или надзор и т. д.

12.1.5 При работе с приборами и оборудованием следует надевать (или не надевать) соответствующие средства индивидуальной защиты в зависимости от возможных небезопасных факторов. Например:

- При проведении экспериментов, которые могут вызвать разбрызгивание твердых веществ или жидкостей, сильный свет или лазеры, оператор должен надевать соответствующие защитные очки или маски;

- При работе с сетевым источником питания операторы должны носить изолирующую обувь и т. п.;

- При проведении химических и биологических экспериментов экспериментатор должен надевать защитные очки или защитные маски, противогазы, защитную одежду, защитные - Операторам не следует надевать перчатки при работе на станках.

**12.2 Меры безопасности и гигиены**

**12.2.1 Система управления**

12.2.1.1 Для инструментов и оборудования (или химикатов), которые необходимо хранить в определенных условиях для обеспечения безопасного хранения, должна быть установлена строгая система управления.

Назначьте обязанности конкретным людям и проводите регулярные проверки и техническое обслуживание.

12.2.1.2 Пользователям необходимо привлекать специальный персонал для проведения регулярных проверок каждого прибора и оборудования, чтобы обеспечить нормальное использование оборудования. При обнаружении проблемы, которая может представлять угрозу безопасности, оборудование следует отключить перед проведением ремонта. Запрещается эксплуатировать оборудование, если возникла проблема.

12.2.1.3 Ремонт оборудования, имеющего опасные факторы и в отношении которого приняты прямые или косвенные меры безопасности, должен осуществляться техническим персоналом производственного подразделения.

Оператор несет полную ответственность за безопасность и санитарное состояние ремонтируемого оборудования.

12.2.1.4 Ремонт оборудования, имеющего опасные факторы и для которого приняты рекомендуемые меры безопасности, должен выполняться персоналом, имеющим соответствующую квалификацию.

12.2.1.5 Ремонт оборудования, не связанного с опасными факторами, может выполняться компетентным персоналом школы.

12.2.2 Пользователи должны соблюдать системы безопасности и охраны труда.

12.2.3 Персонал

12.2.3.1 Профессиональные операторы должны пройти обучение и оценку, прежде чем они смогут приступить к работе.

12.2.3.2 Операторы лабораторий должны пройти обучение и оценку по эксплуатации приборов и оборудования, прежде чем они смогут ими управлять.

12.2.3.3 Обучающиеся должны получить соответствующее образование перед началом работы с приборами и оборудованием, имеющими опасные факторы.

12.2.3.4 Персонал, находящийся в опасной зоне, должен строго соблюдать правила техники безопасности и производственные инструкции во избежание нарушений и несчастных случаев на производстве.

12.2.3.5 Руководители организаций должны стремиться к улучшению понимания рабочих процедур и рабочих инструкций персоналом в опасных зонах, постоянно повышать квалификацию операторов, развивать и поощрять персонал к развитию здорового психического состояния и создавать хорошую рабочую среду.

**12.3 Требования к факторам, влияющим на безопасность и гигиену при использовании**

Уделять особое внимание различным человеческим факторам, которые влияют на безопасность и гигиену процесса использования.

# **13 Требования к утилизации**

13.1 Общие положения по утилизации

По окончании срока службы или при выходе учебного оборудования из употребления (моральное старение, несоответствие требованиям, невозможность ремонта) необходимо осуществить его утилизацию (обращение с отходами) безопасным для окружающей среды и людей способом. Стандарт устанавливает требования к утилизации, чтобы минимизировать вред от отходов учебного оборудования и, по возможности, вернуть часть материалов во вторичный оборот. Производитель обязан информировать пользователей о правильных методах утилизации, а организации – соблюдать установленные правила при списании оборудования.

13.2 Классификация отходов

Учебное оборудование может содержать различные компоненты, относящиеся к разным классам отходов: электронные платы (отходы электронного оборудования), батареи (опасные отходы с тяжелыми металлами), пластмассовые и металлические детали (вторсырье), химические реагенты (опасные химотходы), ртутьсодержащие лампы и т.п. При утилизации необходимо разделение оборудования на основные составляющие фракции: металл, пластик, электронные компоненты, опасные вещества. Стандарт требует, чтобы производитель указал состав продукта и наличие опасных веществ, чтобы облегчить эту классификацию. Например, символы и надписи на изделии: перечеркнутый мусорный контейнер (знак, что не выбрасывать с бытовым мусором, а сдавать в пункт переработки электроники)​[iso.org](https://www.iso.org/sectors/environment/circular-economy#:~:text=Circular%20economy%20,and%20recyclability%2C%20safety%20and%20efficiency); знак Hg – если есть ртуть, Pb – свинец в аккумуляторах и т.д. Пользователь (школа) должна отнести отработавшее оборудование к соответствующей категории отходов согласно нац. классификатору отходов (например, электронное оборудование - отход 4 класса опасности).

13.3 Демонтаж и разборка

Утилизация обычно подразумевает предварительный демонтаж (снятие с места установки) и разборку оборудования для выделения отдельных материалов. Конструкция оборудования должна, по возможности, допускать относительно простую разборку для сортировки материалов – это относится к принципам циркулярной экономики (раздел 15). Например, крепеж вместо несъемных соединений облегчает разборку; маркировка материалов (пластиков) упрощает сортировку. В стандарте можно указать: "Конструкция оборудования должна обеспечивать возможность раздельного удаления основных узлов и материалов при его утилизации. Компоненты, подлежащие особой утилизации (батареи, лампы, катриджи), должны быть доступны для извлечения." Производитель обязан в руководстве описать процедуру безопасной разборки или утилизации: какие шаги выполнить, какие меры предосторожности принять. Например: "Перед утилизацией отключите питание, снимите аккумулятор и сдайте его отдельно как батарею. Слейте остатки масла из станка, нейтрализуйте химреактивы, при наличии ртутных ламп – извлеките и сдайте в спецприемник." Если разборка сложная и требует специальных инструментов или квалификации, лучше рекомендовать передать весь прибор на специализированное предприятие по переработке электронного лома, чем пытаться разобрать дилетантски (могут пострадать люди или часть полезных материалов смешается).

13.4 Опасные компоненты

Особое внимание при утилизации уделяется опасным компонентам учебного оборудования:

- Ртутьсодержащие элементы: могут быть в термометрах, лампах, датчиках. Они должны извлекаться целиком и передаваться на обезвреживание (например, в бюро по переработке люминесцентных ламп). Разбивать их категорически нельзя – риск испарения ртути. Инструкция: "не разбирайте ртутные лампы, сдайте их целиком".  
- Батареи и аккумуляторы: содержат свинец, кадмий, литий и пр. – их нельзя выбрасывать на свалку. Требуется сдача в пункты приема батареек. Большие аккумуляторы (например, от ИБП или электрокара) – вернуть поставщику или переработчику. Стандарт: "Все аккумуляторы перед утилизацией оборудования извлекаются и утилизируются согласно Федеральному классификационному каталогу отходов как опасные отходы 1-2 класса.

- Радиоактивные источники: редко, но могут быть в обучающих наборах (мини-источники для физических опытов). Их утилизация строго регламентирована – возвращение лицензированной организации или захоронение через госслужбы. Производитель обязан принять их обратно или указать конкретный путь. В стандарте: "Радиоактивные учебные источники, исчерпавшие ресурс, подлежат возврату изготовителю или сдаче в специализированное хранилище, самостоятельно утилизировать запрещено.

- Химические реагенты: просроченные или неиспользованные реагенты из учебных наборов должны быть нейтрализованы либо сданы как хим. отходы. Например, кислоты – нейтрализовать содой и слить в канализацию (если небольшое количество и разрешено), тяжелые металлы – собрать в емкость и отправить на утилизацию. Инструкции: "Наденьте СИЗ (перчатки, очки), разбавьте остатки реактивов большим количеством воды и нейтрализуйте по возможности. Твердые остатки и реактивы, не подлежащие обезвреживанию на месте, герметично упакуйте и сдайте как отходы лабораторных химикатов." Учебному заведению надо сотрудничать со спецорганизациями для этого.

- Электронные платы и приборы: как правило, 3-4 класс опасности, можно сдавать на электронный лом, где извлекут металлы (медь, золото) и обезвредят остальное. Нежелательно сжигать или закапывать. Стандарт: "Электронные блоки сдавать организациям, имеющим лицензию на обращение с электронными отходами."

13.5 Соблюдение законодательства

Утилизация должна выполняться в соответствии с требованиями законодательством РФ об отходах [4].

13.6 Отметка о переработке

После утилизации часть материалов пойдет на переработку (металлолом, пластик). По возможности, пластиковые детали должны иметь маркировку типа материала (например, >ABS<, >PVC<), чтобы переработчики могли их сортировать.. На самом оборудовании должны быть указатели для утилизации: например, знак «перечеркнутый контейнер». Это визуально сигнализирует: не бросать в обычный мусор.

13.7 Обратный прием производителем

В духе расширенной ответственности производителя некоторые производители берут на себя организацию утилизации своих изделий. Если производитель декларирует такую возможность, должно быть описано, как – например, через дилера, на склад.

13.8 Документация по утилизации

Производитель должен включить в паспорт раздел "Утилизация", где перечислить все опасные части и дать указания. Например:

- "Изделие содержит следующие материалы: сталь – ~5 кг, пластик (полистирол) – ~2 кг, электронные компоненты – ~0,5 кг, литиевый аккумулятор – 1 шт 7,4В. Для утилизации: извлечь аккумулятор и сдать как батарею; металлические части – в лом; пластик – к переработке марки PS, если возможно; электронный блок – к сдаче в пункт утилизации электроники; отработавшая лампа – как отход 1 класса."

13.9 Безопасность при разборке

Разборка (демонтаж) должна выполняться с соблюдением мер безопасности для персонала, осуществляющего ее. Как правило, это техник или работники обслуживающей службы. "При разборке используйте те же средства индивидуальной защиты, что и при эксплуатации: если есть риск осколков – очки, при работе с реагентами – перчатки. Обесточьте оборудование, разрядите конденсаторы (если высокое напряжение было) перед началом разборки. Используйте соответствующий инструмент, не пытайтесь разламывать вручную то, что можно открутить (чтобы не пораниться)." Если разборка связана с термическими или другими методами (резка, пайка), нужно следить за вентиляцией, ибо могут выделяться вредные вещества (например, при пайке – свинец, при резке пластика – дым). Лучше механические способы разборки. Если привлекаются сторонние организации, убедиться, что у них есть необходимые лицензии.

13.10 Особые случаи: реутилизация в учебных целях

Иногда устаревшее оборудование можно разобрать и использовать части в обучении (например, магнит из старого динамика для лаборатории, моторчик для проекта). Это похвально с точки зрения вторичного использования. "Допускается использование отдельных узлов и деталей выведенного из эксплуатации оборудования в учебных или демонстрационных целях, если они не потеряли своих свойств и их применение безопасно. Например, можно использовать оптику, корпуса, крепеж. При этом должны выполняться требования безопасности: все опасные части исходного изделия утилизируются, а оставшиеся компоненты проверяются на отсутствие дефектов перед внедрением в новый контекст.

**14 Требования по использованию вторичного сырья при производстве**

14.1. Общие положения.

В соответствии с принципами устойчивого развития и перехода к цикличной экономике, рекомендуется максимальное использование вторичного сырья (переработанных материалов) при производстве учебного оборудования, при условии что это не ухудшает его безопасность и качество. Настоящий стандарт устанавливает требования и рекомендации по применению вторичных материалов для изготовления компонентов учебного оборудования, а также фиксирует контроль таких материалов на соответствие всем необходимым нормам безопасности.

14.2. Допустимость применения вторсырья.

Использование вторично переработанных материалов не должно приводить к снижению прочности, токсикологической безопасности или огнестойкости изделия. Производитель обязан убедиться, что вторичное сырье по своим характеристикам эквивалентно первичному. Например, переработанный пластик ABS, полученный из электронных отходов, должен пройти очистку от опасных примесей (галогенов, тяжелых металлов) и иметь стабильные механические свойства. Если такие условия выполняются, применение вторсырья приветствуется. Стандарт допускает: "В конструкции допускается использовать материалы с долей вторичного сырья, сертифицированного по качеству, не менее X%", где X может определяться отраслевыми возможностями (скажем, 20-30% без ущерба). Некоторые компоненты особенно подходят для вторсырья: металлические части (сталь, алюминий) – практически без ограничений могут быть из переплавленного металла; пластмассы – при наличии соответствующей технологии рециклинга; стекло – также может содержать долю стеклобоя.

14.3. Контроль качества вторичного сырья.

Производитель должен обеспечить входной контроль вторичных материалов. Например, если закупается регранулят пластика для корпуса прибора, необходимо испытать его на горючесть, прочность, отсутствие вредных выделений. Безопасность превыше экологичности: если вторичное сырье содержит, например, превышение по тяжелым металлам (что возможно, если исходно перерабатывались неигрушечные пластики с добавками), то использование такого сырья в оборудовании для детей запрещено. Может потребоваться сертификат соответствия вторсырья санитарным нормам (содержание свинца, кадмия и др.). Стандарт требует: "Все материалы, содержащие вторичное сырье, должны соответствовать тем же нормативам, что и первичные (см. 5.7, 6.2 про токсичность и пр.)." В случае сомнений нужно проводить лабораторные испытания каждой партии. Особенно касается пластмасс и резины – в них могут быть посторонние включения.

14.4. Маркировка компонентов с вторичным сырьем.

Для прозрачности и отслеживания доли переработки производитель может маркировать изделия или их упаковку знаком «Содержит переработанные материалы: XX%».

14.5. Предпочтительные материалы.

Рекомендовать к использованию те материалы, которые легко поддаются переработке и уже доступны как вторсырье:

- Металлы (сталь, алюминий, медь): широко перерабатываются, применение вторичного металла никак не снижает характеристик при правильной переработке. Например, корпус прибора может быть из стали с высоким содержанием лома.  
- Пластмассы: полипропилен (PP), полиэтилен (PE), ABS, полистирол (PS): эти термопласты собираются и регранулируются. Желательно использовать чистые потоки – напр., переработанный ABS из электронного лома, у которого хорошие свойства. ПВХ – тоже перерабатывается, но может содержать добавки, осторожно. ПЭТ реже используется в приборах (чаще в бутылках, но можно нити и т.д.).  
- Древесина и материалы из нее: переработанная древесина (например, отходы, стружки) может использоваться при производстве ДСП или ДВП для стендов, если они удовлетворяют по эмиссии формальдегида.

- Стекло: лабораторное стекло можно частично делать из боя, хотя в оптике нужно высокочистое. Но например, защитные экраны или контейнеры – легко из вторичного стекла.

14.6. Недопустимые вторичные материалы. Есть случаи, когда вторсырье лучше не применять, потому что риск превышает пользу:

- Материалы с неопределенным составом. Например, пластмассовая смесь без точного контроля, особенно если изделие для маленьких детей (лучше первичный пищевой пластик).  
- Переработанная резина (шины) – иногда добавляют в ударыпрочные части, но в школьном оборудовании вряд ли применимо, да и может выделять PAH (ароматические углеводороды).  
- Электронные компоненты: нельзя использовать бывшие в употреблении микросхемы, конденсаторы и прочее, т.к. их надежность неизвестна. Вторичное сырье касается в основном конструкционных материалов, а не компонентной базы – электронику ставить нужно новую или заводского восстановления с гарантией.

Неразрешается применение переработанных материалов, если невозможно гарантировать их безопасность или если они изначально содержат опасные вещества, которые труднополностью удалить.

14.7. Дизайн с учетом переработанных материалов.

Производитель при проектировании должен учитывать особенности вторсырья: например, переработанный пластик может быть только темного цвета (т.к. смешанный, обычно делает серый или черный гранулят). Значит, не требовать белоснежный корпус, а спроектировать дизайн под серый, либо использовать вторсырье внутри или в структурных элементах, а наружу тонкий слой первичного для цвета. Также, вторичный пластик может иметь чуть ниже прочность – можно заложить чуть большую толщину стенки в ответственных местах. Стандарт может рекомендовать: "При разработке конструкции закладывайте допуска на использование материалов с несколько более вариативными свойствами (которые характерны для вторичного сырья), либо при использовании вторсырья увеличивайте запас прочности." То же с огнестойкостью: если переработанный пластик имеет класс горючести чуть хуже, компенсировать конструктивно (экраны, меньше нагрузка теплом).

14.8. Сертификация вторсырья.

В тех случаях, когда законодательство требует сертификации на материал, содержащий вторичное сырье (например, санитарно-эпидемиологическое заключение на пластмассовые изделия для детей), производителю надо получить его.

Наличие вторсырья не освобождает от обязательных оценок соответствия.

14.9. Документация и отчетность.

Производитель крупного оборудования может указывать процент переработанных материалов в паспорте или декларации экологических характеристик. Это не строго стандарт безопасности, но возможно для прозрачности. В контексте национального стандарта – могут требоваться показатели использования вторичных ресурсов. Например: "Рекомендуемая минимальная доля вторичного сырья в пластмассовых деталях оборудования – 15% (по массе)".

14.10. Влияние на образовательный процесс.

Производителям рекомендуется информировать образовательные учреждения о применении вторичных материалов, что может быть использовано педагогами в экологическом просвещении учащихся.

**15 Требования циркулярной экономики**

15.1 Концепция циркулярной экономики.

Циркулярная (замкнутая) экономика подразумевает, что продукты проектируются и используются таким образом, чтобы максимизировать срок их службы, возможность ремонта, модернизации, повторного использования и переработки, минимизируя образование отходов. Учебное оборудование, как часть этой концепции, должно быть разработано с учетом всего жизненного цикла – от производства до утилизации – с целью уменьшения экологического следа. Настоящий раздел формулирует требования к учебному оборудованию в контексте циркулярной экономики: долговечность, ремонтопригодность, модульность, повторное использование, переработка. Эти требования дополняют ранее изложенные требования безопасности и не противоречат им, а развивают их в направлении устойчивого развития.

15.2 Долговечность и надежность.

Учебное оборудование должно служить как можно дольше, чтобы отсрочить момент превращения его в отход. Производитель обязан стремиться к высокой надежности своих изделий: выбирать материалы и компоненты с длительным ресурсом, закладывать конструкторские запасы, защищать от преждевременного износа. Срок службы, заложенный в технических условиях, рекомендуется не менее 5–10 лет активной эксплуатации (в зависимости от типа оборудования), при условии надлежащего обслуживания.

Учебное оборудование должно проектироваться с расчетом на длительный срок службы при интенсивном использовании. Чем дольше изделие служит без необходимости замены, тем меньше новых ресурсов требуется и тем меньше отходов образуется. Производителю следует выбирать износостойкие материалы и комплектующие, обеспечивать антикоррозионную защиту, использовать конструктивные решения, препятствующие усталостному разрушению деталей. Следование требованиям раздела 12 (регулярный уход и обслуживание) также критично для достижения максимальной долговечности. Увеличение срока службы непосредственно способствует целям циркулярной экономики, снижая частоту обновления оборудования и, соответственно, уменьшая объем производства новых приборов и количества утилизируемых стары​[iso.org](https://www.iso.org/sectors/environment/circular-economy#:~:text=Circular%20economy%20,and%20recyclability%2C%20safety%20and%20efficiency)】. Например, прочный металлический штатив, рассчитанный на 15–20 лет эксплуатации, предпочтительнее хрупкого пластикового, который треснет через 3 года. Производителям рекомендуется декларировать ожидаемый срок службы своих изделий и прилагать усилия, чтобы он достигался или превышался.

15.3 Ремонтопригодность.

Конструкция учебного оборудования должна обеспечивать возможность ремонта в случае поломки, вместо прямой замены всего изделия. Для этого необходимо: разборное соединение основных узлов (винты вместо необратимых заклепок или клея там, где возможно), удобный доступ к сменным элементам (лампам, предохранителям, батареям, приводам) без повреждения остальных частей. Производитель должен предоставлять эксплуатационную и ремонтную документацию, включая электрические схемы, чертежи ключевых узлов, перечни деталей, чтобы специалисты в образовательном учреждении или сервисном центре могли диагностировать и устранить неисправность. Наличие запасных частей – обязательное условие: изготовитель обязан в течение разумного времени (например, не менее 5–10 лет с момента выпуска модели) обеспечивать поставку необходимых запчастей и расходников. Если используются стандартные комплектующие (подшипники, винты, лампы), их параметры должны быть указаны, чтобы можно было подобрать аналог при отсутствии оригинала. Ремонтопригодность включает и программную составляющую: если оборудование содержит микропрограмму, должна быть возможность ее обновления или перепрошивки, а не «запаянный» код, при сбое которого весь блок приходится менять. Хорошим показателем ремонтопригодности служит наличие модульной конструкции: при выходе из строя модуля (скажем, блока питания) его можно заменить новым, не утилизируя весь прибор. Таким образом, ремонтопригодность напрямую поддерживает продление жизни изделия и уменьшение отходов.

15.4 Модульность и возможность модернизации

Учебное оборудование следует проектировать модульным, по возможности. Модульность означает, что функциональные части изделия выполнены как самостоятельные блоки с стандартными интерфейсами между ними. Это облегчает как ремонт (см. 15.3), так и модернизацию – замену или обновление отдельных модулей для улучшения характеристик или адаптации к новым требованиям, без списания всего устройства. Например, учебный микроскоп может иметь модуль осветителя: вместо того чтобы покупать новый микроскоп при переходе на LED-подсветку, достаточно заменить старый модуль лампы накаливания на современный LED-модуль. Или в электронном лабораторном комплекте интерфейсный модуль с USB можно заменить на модуль с беспроводным подключением, сохранив остальную часть комплекта. Стандарт предусматривает, что обновление оборудования должно быть предусмотрено изготовителем: если выходят новые совместимые модули или аксессуары, они по возможности совместимы с предыдущими версиями изделий. Это защищает инвестиции образовательных учреждений и снижает накопление устаревшей техники. В связи с этим, предпочтительно использование открытых стандартов и интерфейсов: например, если прибор передает данные на компьютер, лучше применить распространенный протокол (USB, Bluetooth, Wi-Fi) – тогда через годы его легче подключить к новым компьютерам, чем если бы использовался проприетарный разъем и ПО. Модернизация может касаться и программного обеспечения: производитель должен выпускать обновления ПО, добавляющие новый функционал или совместимость, чтобы продлить актуальность оборудования без замены.

15.5 Повторное использование и перераспределение

В духе циркулярной экономики учебное оборудование по окончании его использования в одном месте должно, по возможности, находить применение в другом, а не отправляться сразу в отходы. Это особенно актуально для случаев, когда техника морально устарела для передовых задач, но еще вполне функциональна для более простых нужд. Стандарт рекомендует практику передачи бывшего в употреблении учебного оборудования: например, из вузов – в колледжи, из городских школ – в сельские, или в центры допобразования. Для облегчения такой передачи производитель должен обеспечивать поддержку своих изделий даже после окончания их продаж: например, хранить документацию, инструкции в открытом доступе, чтобы новый пользователь мог ими воспользоваться. Конструкция оборудования должна быть рассчитана на многократный монтаж/демонтаж и транспортировку, чтобы перенос из одной организации в другую не приводил к повреждениям. Например, использовать разъемные крепления, многоразовые упаковочные кейсы. Кроме того, на этапе производства полезно закладывать нейтральность дизайна и универсальность: оборудование с логотипом/символикой конкретного проекта труднее передавать дальше, поэтому лучше минимизировать привязку к индивидуальным особенностям первоначального заказчика. Если оборудование прошло модернизацию или ремонт, его можно снова использовать (возможно, с немного другим функционалом). Производителям следует поощрять такие практики: например, предлагать программы trade-in (обмен старого оборудования на скидку на новое с последующим восстановлением старого и его передачей другим пользователям).

15.6 Проектирование для переработки

После окончательного вывода из эксплуатации (когда ремонт или повторное использование уже нецелесообразны) изделие должно быть максимально пригодно для эффективной переработки материалов. В соответствии с разделом 13, конструкция должна допускать разборку на однородные фракции. Требование циркулярной экономики: минимизировать использование трудноразделимых комбинированных материалов. Следует по возможности избегать сращивания разнородных материалов (например, залитые компаундом металлические детали с пластиком, необратимая вулканизация резины на металл и т.п.) – или применять такие сочетания только там, где это абсолютно необходимо для безопасности. Пластиковые детали должны иметь маркировку типа полимера (в треугольнике или иным образом), чтобы перерабатывающие предприятия могли их сортировать по видам. Если в пластик добавлены усилители или антипирены, нужно выбирать те, которые не препятствуют вторичной переработке. Отсутствие токсичных примесей в материалах (см. 5.7) важно не только для безопасности пользователя, но и для безопасной переработки: материалы, содержащие, например, бромированные антипирены или тяжёлые металлы, сложно перерабатывать и они ухудшают качество вторсырья. Поэтому предпочтение – экологичным добавкам. Металлические части лучше крепить механически, а не клеить к пластикам, чтобы потом металл и пластик могли быть разделены. Электронные блоки проектировать так, чтобы ценные элементы (например, медь из катушек, редкоземельные магниты) можно было относительно просто извлечь при промышленной переработке.

15.7. Обратная ответственность производителя.

Элемент циркулярной экономики – расширенная ответственность производителя за судьбу товара после продажи. Стандарт рекомендует производителям учебного оборудования внедрять программы возврата и рециклинга: например, принимать вышедшие из строя устройства обратно для разборки на запчасти или переработки материалов. Это может быть реализовано через сеть сервисных центров или при поставках новой партии оборудования (забор старого). Такой подход стимулирует производителей делать товары более долговечными и ремонтопригодными, ведь им самим потом придется иметь дело с отходами. Кроме того, производитель, имея доступ к возвращенным изделиям, может восстановить некоторые из них (рефабрикация) и снова предложить рынку как обновленные или для менее требовательных нужд, что продлевает цикл жизни продукта. Стандарт не обязывает, но поощряет такие инициативы как часть общенациональной стратегии по переходу к циркулярной экономике. В тендерных требованиях заказчики могут даже отдавать приоритет тем поставщикам, которые обеспечивают замкнутый цикл (take-back).

15.8 Мониторинг жизненного цикла

Производителям рекомендуется проводить анализ жизненного цикла своего оборудования, чтобы количественно оценивать эффекты внедрения перечисленных мер. Например, отслеживать, какая доля изделий после списания была переработана, сколько удалось вернуть материалов, сколько лет в среднем служит прибор до списания. Такие данные могут использоваться для улучшения конструкции (если большинство отказов происходит из-за определенного узла через 3 года – усилить его) и для экологической отчетности.

Внедрение требований данного стандарта по вторичному сырью (раздел 14) и настоящего раздела (15) позволит производителям образовательного оборудования быть готовыми к ужесточению экологических норм и одновременно снизит расходы на сырье за счет повторного использования материалов.

В целом, реализация принципов циркулярной экономики в проектировании и обращении с учебным оборудованием приводит к многоразовому использованию ресурсов и существенному уменьшению нагрузки на окружающую среду. Стремление к долговечности, ремонту, модернизации и переработке делает учебное оборудование не только безопасным, но и экологически ответственным, что особенно важно при воспитании подрастающего поколения в духе бережного отношения к природе.

# **Приложение А**

# **(справочное)**

# **Меры безопасности для устранения опасностей**

А.1 Статус безопасности

А.1.1 Приемлемый основной статус безопасности

- Конструкция должна быть такой, чтобы авария могла произойти только при возникновении как минимум двух независимых неисправностей, двух независимых ошибок или одной независимой неисправности и одной независимой ошибки. Независимость должна быть обеспечена посредством анализа. Для проектов, имеющих чрезвычайную важность с точки зрения безопасности и способных привести к крупным катастрофическим авариям, для возникновения аварии требуется более двух независимых отказов или ошибок.

- Критической точкой безопасности является устранение ошибок, выявленных в ходе анализа. Любые ошибки при сборке, установке, подключении или эксплуатации должны быть предотвращены конструкцией (например, путем использования асимметричных фитингов для предотвращения неправильной сборки).

- Конструкция считается безопасной, если она предотвращает возникновение других неисправностей, которые могут привести к травмам или повреждениям (например, предохранитель расплавится, если возникнет перегрузка, которая может привести к отказу оборудования).

- Разработать функции или действия, которые ограничивают или контролируют использование несанкционированных функций, взаимодействий или последовательностей операций в системе, которые могут привести к аварии (например, если операция «B» выполняется до операции «A», что может привести к травме или повреждению оборудования, блокировка, которая не позволяет сначала выполнить операцию «B», безопасно ограничит эту операцию).

- Спроектирован так, чтобы безопасно и надежно выдерживать случайный выброс энергии, превышающий обычные требования (например, полное давление в цилиндре будет приложено к трубопроводу с обычным низким давлением, что приемлемо только в том случае, если трубопровод с низким давлением может выдерживать аномально высокое давление, или сам трубопровод достаточно прочен, чтобы выдержать его, или в трубопроводе предусмотрено устройство сброса давления).

- Конструкция может эффективно предотвращать накопление энергии до уровня, который может привести к аварии (например, для предотвращения накопления энергии могут использоваться предохранительные клапаны, предохранительные диски, плавкие вставки).

А.1.2 Неприемлемые небезопасные условия

За исключением случаев, когда вероятность возникновения несчастного случая крайне мала, следующие условия в любом продукте следует считать небезопасными:

- Если опасное свойство (такое как радиоактивность) не является существенным для функциональных требований или характеристик продукта и не были приняты эффективные защитные меры и меры процедурной безопасности, материал не обладает характеристиками, которые могут устранить или контролировать его опасности посредством надлежащего проектирования. -

Одна человеческая ошибка или отказ компонента могут привести к травмам и серьезному повреждению оборудования или объектов.

А.2 Внутренняя безопасность

А.2.1 Распространенные методы:

- Не должно быть грубых краев, острых углов, заостренных граней и возможности образования зазубрин или сломанных поверхностей для предотвращения порезов кожи, ссадин или проколов.

- Для предотвращения возгораний используйте в таких типах продукции негорючие материалы, такие как прокладки, гидравлические жидкости, растворители и электроизоляторы.

- По возможности используйте пневматические или гидравлические системы вместо электрических, чтобы избежать возгорания или перегрева электрооборудования.

- Гидравлическая система используется вместо пневматической, чтобы избежать резкого разрыва сосуда под давлением, который может вызвать ударную волну.

-Замените линии с несколькими соединениями на непрерывные, цельные линии, чтобы исключить утечку тока.

- Устраните выступы во избежание травм.

А.2.2 Не всегда возможно или целесообразно полностью устранить опасность. Однако можно ограничить уровень потенциальной опасности так, чтобы она не привела к причинение вреда или травмы.

Примечание – Например, электрическая дрель использует в качестве источника питания низковольтную батарею, чтобы избежать возможного поражения электрическим током, но такая система может быть не совсем безопасной в некоторых отношениях, например, батарея может взорваться. Возможно, удара током не произошло.

А.2.3 Проектирование для ограничения уровня опасности:

- Какие опасности могут существовать.

- Уровень опасности для каждой опасности.

- Необходимо установить окончательные ограничения.

- Методы автоматического поддержания этих лимитов.

Примечание – Пример снижения уровня опасности:

- Использование гальванопокрытия или других проводящих веществ на материале для ограничения количества статического заряда, который может накапливаться.

- Используйте шунтирующие резисторы в конденсаторах или емкостных цепях, чтобы снизить заряд до приемлемого уровня после отключения питания. Этот шунтирующий резистор должен гарантировать, что заряд на конденсаторе снизится до приемлемого уровня, прежде чем конденсатор снова включится. Другой метод заключается в подключении реле, которое соединяет конденсатор с землей при снятии внешней крышки цепи конденсатора.

- Для предотвращения слишком высокого уровня жидкости или перелива следует использовать переливные устройства.

- Твердотельные электронные приборы используются в местах, где могут присутствовать горючие и взрывоопасные газы. Поскольку для преобразования работы не требуются механические устройства, проблема искрового скачка, вызванного переключением механических частей в электрических переключателях, может быть устранена.

Поскольку механические системы часто содержат движущиеся части, которые могут нанести вред персоналу и повредить оборудование и приборы, искробезопасность труднодостижима. Поэтому большинство применений принципа искробезопасности приходится на электрические системы.

А.3 Изоляция

Используйте физическое разделение для изоляции выявленных опасностей от персонала и оборудования, используя перегородки и ограждения для предотвращения опасностей или снижения их до самого низкого уровня и контроля воздействия опасностей.

Примечание – Данные методы и устройства являются наиболее часто используемыми мерами безопасности.

А.4 Блокировка, запирание и взаимоблокировка

В частности, в отношении электрооборудования они гарантируют, что несчастные случаи не возникнут в следующих ситуациях:

- Несчастный случай;

- Когда возникла опасная ситуация;

- Перед запланированным этапом операции.

Примечание – Блокировка является одним из наиболее желательных устройств безопасности.

А.5 Отказ – конструкция безопасности

А.5.1 Убедитесь, что неисправность не повлияет на систему и не переведет ее в режим работы, который может нанести вред или ущерб.

А.5.2 В большинстве случаев основными принципами отказоустойчивой конструкции являются:

- Защита людей;

- Защита окружающей среды от катастрофических событий, таких как взрывы или пожары;

- Предотвращать повреждение оборудования;

- Предотвращает снижение уровня использования или потерю функциональности.

А.5.3 Типы отказоустойчивых конструкций

А.5.3.1 Отказоустойчивая пассивная конструкция (или «отказоустойчивая пассивная конструкция»). Вывести систему из эксплуатации и снизить ее энергопотребление до самого низкого уровня; система не будет работать до тех пор, пока не будут предприняты корректирующие действия и не возникнет никаких дальнейших повреждений из-за опасности, которая может привести к выходу системы из эксплуатации. Примерами «отказоустойчивых» устройств являются автоматические выключатели или предохранители, которые защищают электрические цепи и оборудование.

А.5.3.2 Отказобезопасная позитивная конструкция (или «отказобезопасная позитивная конструкция»). Прежде чем предпринимать корректирующие или компенсационные меры или запускать резервную систему, поддерживайте систему в защищенном и безопасном рабочем состоянии, чтобы исключить возможность возникновения несчастных случаев. Избыточные конструкции с использованием резервного оборудования часто являются частью отказоустойчивых конструкций.

А.5.3.3 Отказобезопасная работоспособная конструкция (или «отказоустойчивая конструкция»). Позволяя системе продолжать безопасно работать до тех пор, пока не будут предприняты корректирующие действия, это наиболее желательный тип отказоустойчивой конструкции. Например, проект пополнения запаса воды в котле при нехватке воды.

А.6 Минимизация неисправностей

А.6.1 Если отказоустойчивая конструкция невозможна, в качестве цели проектирования может быть использована минимизация отказов.

А.6.2 Основные методы минимизации отказов оборудования или человеческих ошибок, которые могут привести к авариям

А.6.2.1 Снижение частоты отказов. Например, используйте высоконадежные компоненты и конструкции, чтобы снизить вероятность отказа во время эксплуатации, снижайте уровни, применяйте различные типы избыточности и различные методы проверки, а также заменяйте детали в плановом порядке, чтобы время их использования всегда было короче расчетного времени работы до отказа.

А.6.2.2 Мониторинг. Критические параметры, такие как температура, шум, концентрация токсичных газов, вибрация, давление или радиация, постоянно контролируются, чтобы гарантировать, что они остаются в установленных пределах. При обнаружении ненормальных характеристик можно немедленно принять корректирующие меры.

А.6.2.3 Утилизация и ремонт, эта технология предназначена для аварий. Когда неисправность, ошибка или другое неблагоприятное условие переросли в опасную ситуацию, но еще не привели к травме или ущербу, предпринимаются корректирующие действия для ограничения ухудшения состояния.

А.6.2.4 Коэффициенты безопасности и запасы. Прочность компонента проектируется выше, чем обычно требуется, чтобы компенсировать отклонения прочности и давления, непредвиденные переходные процессы, деградацию материалов и другие случайные факторы.

А.6.2.5 Тревога. Сообщайте об опасностях, проблемах с оборудованием или других заслуживающих внимания условиях ответственному персоналу.

А.7 Коэффициент безопасности

А.7.1 Сделать прочность конструкции или материала намного больше расчетного значения напряжения, которое он может выдержать.

А.7.2 Выбор различных значений коэффициента безопасности основывается на неопределенности безопасности, веса, стоимости, качества, нагрузки, условий работы и других факторов.

Качественный комплексный баланс

А.8 Устройство сигнализации

А.8.1 Уведомлять персонал, находящийся в опасной зоне, об опасностях, проблемах с оборудованием и других заслуживающих внимания условиях, чтобы они могли принять корректирующие меры для предотвращения несчастных случаев.

Предупреждения или меры предосторожности в инструкциях, правилах, руководствах и таблицах должны соответствовать предупреждающим или предупредительным знакам на оборудовании, а любые опасности, которые необходимо обозначить, должны быть описаны в инструкциях.

А.8.2 Метод сигнализации

А.8.2.1 Визуальное предупреждение

а) Люминесценция. Сделайте область вокруг опасного места ярче, чем вокруг безопасной зоны, чтобы сосредоточить внимание людей на этом месте.

б) Идентификация. Покрасьте здания, передвижное оборудование или неподвижные объекты, которые могут быть задеты транспортными средствами, в яркие, легко узнаваемые цвета или в чередующиеся светлые и темные цвета.

Примечание – Например, на пропеллерах могут быть изображены чередующиеся цветные полосы; трубы и емкости с токсичными, легковоспламеняющимися и едкими газами и жидкостями должны быть промаркированы соответствующими цветами, чтобы обозначить связанные с ними опасности. В этилированный бензин добавляют красный краситель. Поскольку краситель останется после испарения бензина, если красный краситель скапливается в местах соединения трубок топливной системы, это означает, что в этом месте есть утечка.

в) Светофоры. Цветные сигнальные огни могут быть стационарными или подвижными, постоянными или мигающими.

Другим эффективным немигающим сигнальным средством является использование отражателя на препятствии, который при освещении будет отражать свет, указывая на наличие препятствия.

Примечание – Например, светоотражатели, используемые для дорожных знаков.

г) Флаги и вымпелы. Флаги часто используются в качестве предупреждающих знаков, а вымпелы — для привлечения внимания.

Примечание – Например, если в инструмент вставлен небольшой флажок, это означает, что инструмент неисправен и его нельзя использовать. Красные флаги или вымпелы обозначают хвостовую часть груза снаружи транспортного средства. Флаги также могут быть установлены на проводах, кабелях и тросах для привлечения внимания людей и транспортных средств.

На компонентах размещаются этикетки, указывающие на то, что они требуют ремонта, не должны использоваться без специальных мер или что они неисправны.

Однако не следует использовать этикетки, указывающие на то, что система перестала работать и ее нельзя использовать.

д) Логотип. Знак может быть прикреплен или нарисован на оборудовании, содержащем опасность.

Примечание – Например, могут быть указаны требования к высокому напряжению, фазе и мощности электронного оборудования, а также могут быть даны ограничения по нагрузке, скорости и температуре.

е) Символы. Наиболее часто используемые символы — это фиксированные символы.

Примечание – Например, дорожные знаки, обозначающие повороты, перекрестки, крутые склоны, узкие мосты или другие опасности, могут использовать унифицированные символы определенных форм и цветов, чтобы сделать их понятными для людей, не знакомых с местным языком.

ж) Примечания к процедурам. Примечания включают процедуры эксплуатации и технического обслуживания, предупреждения и меры предосторожности в инструкциях, спецификациях и контрольных списках.

А.8.2.2 Звуковая сигнализация

А.8.2.2.1 Когда люди, находящиеся в опасной зоне, не способны заметить визуальные сигналы, даже если они находятся в пределах видимости, или часто не могут видеть расположение визуальных предупреждений, звуковые сигналы могут быть более эффективными в пределах их рабочего диапазона.

Примечание – Например, сирены.

А.8.2.2.2 Звуковые сигналы следует использовать в следующих ситуациях:

а) Информация, которую необходимо передать, должна быть краткой, простой, мгновенной и требующей немедленного ответа.

б) Когда обычное использование визуальных предупреждений ограничено из-за других визуальных требований оператора, изменчивых или ограниченных условий освещенности, движения оператора, других экологических факторов или ожидаемой невнимательности оператора.

в) Дополнительные или избыточные сигналы оповещения желательны ввиду критичности реагирования.

г) Лучше всего предупредить, напомнить или побудить оператора обратить внимание на последующую дополнительную информацию или дать последующие дополнительные ответы.

д) Привычка или условность использует слуховые сигналы.

е) Голосовая связь необходима или желательна.

А.8.2.3 Обонятельная тревога

В некоторых случаях запахи можно успешно использовать в качестве предупреждений в следующих ситуациях:

а) К пахучим газам могут добавляться легковоспламеняющиеся и взрывоопасные газы без запаха.

Примечание – Например, небольшое количество резко пахнущего газа можно добавить в природный газ без запаха, из которого удалены соединения серы, чтобы можно было быстро обнаружить любую утечку.

б) Перегрев оборудования обычно сопровождается появлением неприятного запаха. Его запах может помочь обслуживающему персоналу определить проблему.

в) Пожары можно обнаружить по характерному запаху горящих материалов, таких как пластик и резина.

А.8.2.4 Тактильная сигнализация

Основным методом тактильного оповещения является определение вибрации, а еще одним методом оповещения посредством прикосновения является определение температуры. Обслуживающий персонал может определить, правильно ли работает оборудование, ощупав его руками. Повышение температуры может быть признаком того, что оборудование вышло из строя и требует технического обслуживания.

А.9 Знаки и предупреждающие слова

А.9.1 Маркировка

А.9.1.1 Маркировка — это совершенно особое средство визуального предупреждения и индикации. Правильный дизайн знака должен учитывать множество факторов, наиболее важным из которых является тип человека, которого знак призван предупредить и указать, что он находится в опасной зоне. Неспособность обеспечить «адекватное» предупреждение является недостатком дизайна.

Примечание – Например, операторы, обслуживающий персонал или прохожие.

А.9.1.2 Для разработки маркировки необходима следующая информация:

а) Ключевые слова, которые могут привлечь внимание операторов, обслуживающего персонала или другого персонала, который может подвергаться определенным опасностям и рискам.

б) описание опасности, от которой необходимо защититься.

в) описание действий, необходимых для предотвращения вреда или травмы.

г) Краткое описание последствий невыполнения указанного действия.

д) В некоторых случаях следует также описать меры по устранению или исправлению ущерба, причиненного игнорированием предупреждения.

Примечание – Например, инструкции по оказанию первой помощи в случае поражения электрическим током.

А.9.2 Предупреждающие слова

А.9.2.1 Предупреждающие слова могут использоваться, когда необходимо привлечь внимание людей с помощью средств, которые легко понять, которые бросаются в глаза и могут легко привлечь внимание.

А.9.2.2 Не следует злоупотреблять предупреждающими словами, в противном случае люди будут игнорировать все сигналы. Крайне важно тщательно проанализировать опасность, чтобы убедиться, что выбранный уровень оповещения соответствует вероятным последствиям.

Примечание – Например, слово «Предупреждение» не следует использовать в качестве предупреждающего слова в ситуациях, когда возможным последствием является серьезная травма или смерть, а слово «Опасность» не следует использовать в ситуациях, когда возможным последствием является лишь незначительная травма.

А.9.2.3 Если стандарты или спецификации не предусматривают этого, могут использоваться следующие предупреждающие слова:

а) Примечание. «Внимание» используется для предупреждения о необходимости соблюдения правильных процедур или методов эксплуатации или технического обслуживания для предотвращения повреждения оборудования или получения травм.

Примечание – Например, предупреждение о том, что систему охлаждения следует запустить до запуска оборудования, чтобы избежать перегрева или повреждения оборудования.

б) Предупреждение. «Предупреждение» используется для предупреждения о том, что для предотвращения возможных (но не неизбежных) опасностей, которые могут привести к травмам или смерти, необходимы правильные процедуры и методы эксплуатации или технического обслуживания.

Примечание – Например, маркировка на крышках электрооборудования может привести к поражению человека электрическим током.

в) Опасность. ОПАСНОСТЬ используется для предупреждения о непосредственной опасности, которая может привести к травме или смерти.

Примечание – Например, знак, размещенный рядом с электрооборудованием, может привести к поражению людей электрическим током.

г) Цветной штрих-код. Правильное использование цветного штрихкодирования имеет важное значение для эффективной системы маркировки. Красный цвет соответствует «опасности», оранжевый — «предупреждению», а желтый — «вниманию».

д) Другая информация. Он включает в себя ключевые предупреждающие слова, характер опасности, меры, которые необходимо предпринять, последствия игнорирования предупреждения и меры первой помощи при травмах, полученных в результате игнорирования предупреждения.

Примечание – Например, в местах с электромагнитным излучением необходимо донести до людей, находящихся в опасной зоне, следующую предупреждающую информацию: «Не стойте на пути антенны при включенном питании!», «Не работайте с волноводом при включенном питании!», «Высокочастотное электромагнитное излучение может вызвать разрушительные внутренние ожоги тела. Оно может обжечь внутренние органы и мышцы. Если вы почувствуете даже малейшее тепловое воздействие, находясь вблизи оборудования, пожалуйста, быстро покиньте его» и т. д.

е) Местоположение. Предупреждающие знаки следует размещать в местах, где они хорошо видны и легко читаются предупреждаемому человеку, а также как можно ближе к опасной части или на ограждении. При установке высоты следует также учитывать вопрос предотвращения появления масляных пятен и механических царапин.

ж) Оборудование и детали. Маркировка на оборудовании должна соответствовать предупреждениям в инструкциях по эксплуатации и техническому обслуживанию. Включите все общие меры предосторожности, предупреждения и примечания.

з) Знаки и символы. Знаки и символы (или графические изображения) очень эффективны для предупреждения людей об опасностях и напоминания им о том, какое оборудование следует использовать, а также о том, какие действия следует предпринимать или избегать.

и) Понятность. Знак должен быть кратким, понятным, не вводить в заблуждение и состоять из как можно меньшего количества слов. Для того чтобы формулировка была легко понятна, она должна соответствовать уровню образования обвиняемого сотрудника полиции.

А.10 Минимизация и ограничение вреда и травм

А.10.1 Физическая изоляция

-расстояние. Это широко используемый метод физической изоляции, при котором возможные места аварий располагаются вдали от людей, зданий и оборудования.

-Устройство смещения.

Примечание – Например, дефлектор, используемый в качестве стены между взрывчатым веществом и защищаемым зданием, может поглотить часть энергии взрыва и направить остальную часть вверх, тем самым не причиняя вреда.

- содержать. Методы сдерживания являются еще одним распространенным методом изоляции, используемым для контроля ущерба.

Примечание – Например, для сдерживания дальнейшей опасности, вызванной несчастным случаем.

А.10.2 Средства индивидуальной защиты

Примечание – Например, для изоляции людей от шума можно использовать беруши.

А.10.2.1 Существует три типа средств индивидуальной защиты:

а) Для запланированных опасных работ. Операции могут проводиться в определенных условиях, где невозможно устранить опасности. Однако средства индивидуальной защиты не могут заменить хорошее проектирование, устранение или контроль опасностей, а также безопасные процедуры эксплуатации;

б) Для расследования и исправления. Когда степень опасности не определена, средства индивидуальной защиты должны обеспечивать защиту от множества потенциальных опасностей;

Примечание – Например, кому-то может потребоваться войти в предположительно опасную зону, обнаружить источник загрязнения или других опасных условий и предпринять корректирующие действия.

в) Для экстренных ситуаций.

Примечание – Например, если авария должна произойти или уже произошла, ее необходимо устранить или отремонтировать.

А.10.2.2 Время реагирования для устранения или контроля опасностей и минимизации вреда и травм чрезвычайно важно. В это время должны быть доступны средства аварийной защиты:

- Просто и быстро надевается.

- Высокая надежность и эффективность против множества опасностей.

- Не снижает чрезмерно гибкость и видимость для пользователя.

- Он не причинит себе никакой опасности.

- Не будет быстро разлагаться при хранении или в опасных средах, от которых его следует защищать.

- Не станет хрупким и не потрескается из-за изгиба при обычном движении, экстремальных температур, солнечного света или другого излучения, а также других вредных сред.

- Легко чистить и дезактивировать.

- Одежда, предназначенная для защиты от токсичных или едких газов и жидкостей, должна быть непроницаемой для воздуха.

- Верхняя одежда, которая может подвергнуться воздействию огня, должна быть негорючей или самозатухающей.

- Помещения для хранения аварийного защитного оборудования должны располагаться как можно ближе к месту, где оно может понадобиться, но не настолько близко, чтобы условия, приводящие к чрезвычайной ситуации, могли повлиять на оборудование или сделать невозможным доступ к нему. Места хранения должны быть легкодоступными и обозначенными легко идентифицируемыми знаками, а их местоположение должно быть четко указано в рабочих инструкциях.

- Должны быть краткие и понятные инструкции о том, как правильно собирать, проверять и обслуживать средства индивидуальной защиты.

А.10.2.3 Аварийное оборудование используется только в качестве резервного плана, то есть оно используется только тогда, когда нет более эффективных мер по предотвращению аварий или методов контроля.

Схема избыточности.

А.10.3 Устройство энергетического буфера

Используется для защиты людей, материалов и чувствительного оборудования от ударов.

Примечание – Например, ремни безопасности, амортизаторы и внутренняя амортизация могут снизить травматизм пассажиров транспортного средства в случае аварии.

А.10.4 Слабые звенья

Некоторые компоненты или устройства более подвержены отказам, чем другие. Отказ этих слабых звеньев может ограничить повреждение оборудования во время неисправностей, аварий или несчастных случаев, тем самым предотвращая гораздо более серьезные повреждения оборудования и травмы персонала.

Примечание – Например, предохранители в электроприборах, плавкие вставки в испарителях пароочистителей, предохранительные мембраны в огнетушителях высокого давления и т. д.

А.10.5 Эвакуация и спасение

Когда непредвиденное событие затрагивает безопасность жизни людей, персонал может быстро покинуть зону и бросить оборудование или объекты.

Примечание – Например, аварийные выходы и защитные двери самолетов и транспортных средств, защитные двери общественных мест и т. д.

А.11 Испытание на безопасность

А.11.1 Испытания на безопасность часто требуются для проверки безопасности оборудования и эффективности принятых мер, для проверки условий, при которых может произойти отказ, или для определения неблагоприятного воздействия определенных факторов окружающей среды.

А.11.2 Элементы испытаний безопасности

А.11.2.1 Неопределенные факторы, связанные с риском, которые следует учитывать при испытании прототипа:

- Учитывались ли при проектировании или анализе продукта опасности, которые могут возникнуть во время испытаний прототипа.

- Рассматривались ли методы возможной потери контроля над опасностью.

- Являются ли достаточными меры контроля опасности или ущерба, предусмотренные в оборудовании или испытательных установках.

- Окажутся ли последствия аварии или неудачного испытания более серьезными, чем ожидалось, в результате чего средства защиты от повреждений или травм окажутся неэффективными.

- Произойдет ли первый отказ раньше, чем ожидалось, или частота отказов будет больше, чем ожидалось.

А.11.2.2 Факторы безопасности теста

Перед началом испытания должны быть подготовлены все предполагаемые защитные средства и планы (например, во многих случаях оборудование и помещения оснащены достаточным количеством приборов, позволяющих немедленно обнаружить запланированные условия или события во время испытания и прервать испытание до того, как произойдет авария).

- Если образец подлежит испытанию до возникновения отказа, испытание следует проводить в условиях с наименьшей вероятностью отказа и наименьшим ущербом после отказа, а также следует провести процедуру и анализ аварий. Всякий раз, когда существует вероятность потери контроля над опасностями или повреждениями во время испытания, следует использовать наилучшие меры по предотвращению несчастных случаев и снижению потерь.

А.12 Управление безопасностью

А.12.1 Управление безопасностью должно быть направлено на предотвращение человеческих ошибок и устранение опасных элементов в оборудовании, на объектах или в окружающей среде. Должен быть полный набор эффективных правил и положений, а также деталей их реализации.

А.12.2 Первопричиной аварии стали недостатки управления. Например:

- Технические дефекты;

- Иррациональная организация;

- Лазейки, вызванные недостаточной подготовкой людей по вопросам безопасности и технических знаний или неполными правилами и положениями.

На качество безопасности влияют различные факторы:

- От оборудования;

- Выведено из условий процесса и уровня работы персонала;

- Из различных функциональных отделов или низового руководства.

# **Библиография**

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» |
| [2]  [3]  [4] | СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)». Устанавливают требования по защите людей от вредного радиационного воздействия.  СанПиН 2.6.1.3287-15 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с радиоизотопными приборами и их устройству». Распространяются на проектирование, конструирование, изготовление, реализацию, испытания, монтаж, эксплуатацию и другие виды обращения с радиоизотопными приборами  Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 №89-ФЗ |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| УДК 32.99.53.130:006.354 | ОКС 97.190  03.180 |
| Ключевые слова: учебное оборудование, требования, безопасность | |

Президент Ассоциации предприятий

индустрии детских товаров «АИДТ» А.В. Цицулина