

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
БЕЗОПАСНОСТЬ АТТРАКЦИОНОВ

**Воздействия аттракционов на пассажиров.  
Идентификация потенциальных биомеханических рисков  
аттракционов.**

ОКС 97.200.40  
ОКПО 96 8535

Дата введения \_\_\_\_\_

### Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Пакс-Дизайн». Руководитель разработки В.А. Гнездилов, Засл. конструктор РФ, к.т.н., председатель ТК 427.

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 427 "Аттракционы и другие устройства для развлечений"

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ [Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от \\_\\_\\_\\_\\_ N](#)

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в [ГОСТ Р 1.0-2012](#) (раздел 8).  
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 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 ([gost.ru](http://gost.ru))*

## Введение

Жизнь людей на Земле проходит под действием силы земного притяжения, которая вызывает у них постоянное и привычное ускорение, равное  $1g$ . Люди ощущают его, как невесомость, при быстрых спусках с ускорением или при свободном падении. При поездках в транспортных устройствах пассажиры дополнительно ощущают на себе действие инерционных сил, являющихся результатом ускорений при изменении скорости или направления движения и воздействие опор и устройств удерживания. Воздействия указанных сил на человека называют биомеханическими. Пассажирские транспортные устройства проектируют так, чтобы обеспечить не только безопасность, но и максимальный комфорт пассажиров при перемещениях.

Аттракционы, наоборот, привлекают людей возможностью испытать психоэмоциональные ощущения такие, как восторг, эйфория, испуг и тому подобные за счёт механических и биомеханических воздействий: подъёма на высоту или свободного падения с неё, движения с большой скоростью по изменяемой траектории, переворотов через голову и других подобных. Применение декоративно-анимационных элементов в зонах движения пассажиров на аттракционах, таких как декорации, иллюминация, темнота, огонь, вода, ветер, звуки, запахи и тому подобных усиливает развлекательный эффект от поездок, но может повышать биомеханические риски за счет реакций пассажиров.

Аттракционами пользуются не только здоровые люди, но и имеющие заболевания, ослабленное здоровье или плохое самочувствие, которое может ухудшиться в результате поездки на аттракционах даже с меньшими ускорениями, чем предельно допустимые.

Для снижения биомеханических рисков на стадии проектирования и эксплуатации необходимо учитывать возможные реакции людей на механические, биомеханические и психоэмоциональные воздействия аттракционов и применять меры по минимизации потенциальных биомеханических рисков, изложенные в настоящем стандарте.

Введение .....	2
1. Область применения стандарта.....	4
2. Нормативные ссылки.....	5
3 Термины и определения .....	6
4. Воздействия аттракционов на пассажиров .....	9
5. Воздействие ускорений на людей.....	10
6. Степени потенциальных биомеханических рисков.....	13
и уровни экстремальности аттракционов.....	14
Приложение А _Размеры пассажиров ростом от 1,20 и до 2,0м для анализа риска при перемещении и штатном торможении .....	24
Приложение Б «Предельно допустимые значения ускорений для пассажиров аттракционов. Методы анализа» .....	28
Приложение В _Ограничение пользования с учётом роста и массы пассажиров. ....	29
Приложение Г _Информирование пассажиров об ограничениях пользования .....	31
Библиография.....	33

## 1. Область применения стандарта

Стандарт ПНСТ 17842-4: объясняет понятие «аттракцион» и даёт проектировщику аттракциона минимально необходимые знания о механических, биомеханических и психоэмоциональных воздействиях аттракционов на пассажиров, включая людей с заболеваниями или ослабленным здоровьем, их реакция на воздействия аттракционов, даёт возможность выявить и минимизировать биомеханические риски аттракционов различных уровней экстремальности.

Стандарт вводит и раскрывает важные для безопасности пассажиров аттракционов понятия:

- воздействия аттракциона;
- воздействие механическое;
- воздействие биомеханическое;
- воздействие психоэмоциональное;
- потенциальный риск биомеханический;
- идентификация степени потенциальных биомеханических рисков аттракционов;
- уровень экстремальности аттракциона.

Стандарт даёт возможность:

а) идентифицировать аттракцион, как вид продукции, на который распространяется действие национального законодательства и стандартов о безопасности аттракционов, даже если для развлекательного перемещения людей используется спортивное оборудование, строительные подъёмные краны, экскаваторы и иные нетрадиционные для аттракционов устройства;

б) идентифицировать продукт, как аттракцион, при экспорте или импорте, независимо от его названия;

в) идентифицировать и классифицировать аттракционы по степени потенциальных биомеханических рисков для принятия мер по минимизации рисков;

г) провести классификацию аттракциона по степени потенциальных биомеханических рисков для целей обязательной сертификации или декларирования соответствия, если этого требует национальное законодательство;

д) присваивать аттракционам уровни экстремальности в зависимости от видов и их величин создаваемых ими воздействий для информирования пассажиров аттракционов;

е) разрабатывать рекомендации по ограничению пользования аттракционами.

ж) защищать производителей и владельцев аттракционов от возможных претензий пассажиров с ослабленным здоровьем, ухудшившимся в результате поездки на аттракционе.

Стандарт приводит размеры тела пассажиров ростом от 1,20 до 2,0 метров для анализа риска при перемещении на аттракционах **в контурах досягаемости**. Эти размеры тела пассажира должны учитываться при проектировании устройств удерживания и устройств фиксации.

В стандарте использован международный опыт проектирования, производства и эксплуатации аттракционов во всем мире, накопленный за многие годы.

В стандарте учтён опыт применения в Евроазиатском Экономическом Союзе (ЕАЭС) с 2018 года в качестве регионального закона Технического регламента ЕАЭС 038/2016 «О безопасности аттракционов», разработанного на основе Технической спецификации ISO TS 17929:2014 «Биомеханические воздействия аттракционов».

Стандарт можно использовать при проектировании любых подобных конструкций или устройств, перемещающих пассажиров, не упомянутых в нем.

Стандарт не распространяется на устройства, перемещающие людей **с использованием их мускульной силы** и **на** оборудование, используемое в цирках, шоу, театрах, физкультуре и спорте и для использования специально подготовленными людьми.

Стандарт не распространяется на аттракционы, введенные в эксплуатацию до даты его публикации.

## **2. Нормативные ссылки**

Следующие документы, полностью или частично, представляют собой нормативные ссылки для настоящего документа и являются обязательными для его применения. Для датированных ссылок действительна только указанная редакция

документа. Для ссылок без указания даты применяется последняя редакция ссылочного документа (включая поправки).

ISO 17842-1, -2:2014<sup>1</sup> «Безопасность аттракционов и устройств для развлечений»  
ISO TS 17929:2014 «Биомеханические воздействия аттракционов»

### 3 Термины и определения

Для целей настоящего документа применяются следующие термины и определения:

#### 3.1

**аттракцион** – устройство для развлечения пассажиров во время движения без использования мускульной силы, создающее биомеханические воздействия

#### 3.2

**администратор** - лицо или организация, в полном ведении которого находится аттракцион

#### 3.3

**воздействия аттракциона на пассажира** – совокупность механического, биомеханического и психоэмоционального воздействий во время развлекательной поездки

#### 3.4

**воздействие механическое** - подъём пассажира на высоту и/или его перемещение со скоростью на аттракционе, которые приводят к изменению кинетической и/или потенциальной энергии тела пассажира

#### 3.5

**воздействие биомеханическое** - воздействие инерционных сил и устройств удерживания на пассажира, связанное с его перемещением на аттракционе

#### 3.6

**воздействие психоэмоциональное** – воздействие на тело и органы чувств пассажира для создания ощущений восторга, эйфории, испуга и тому подобных

#### 3.7

---

<sup>1</sup> Готовится к публикации

**декоративно-анимационные элементы аттракциона** - декорации, иллюминации, темнота, огонь, вода и брызги, ветер, звуки, запахи и тому подобное для усиления воздействия на органы чувств пассажира при поездках

### **3.8**

**степень потенциального биомеханического риска** - возможная тяжесть последствий причинения вреда чрезмерными биомеханическими воздействиями

### **3.9**

**потенциальный риск биомеханический высокой степени** - RB-1

предполагаемая вероятность причинения летального вреда пассажиру или пассажирам в результате чрезмерных биомеханических воздействий

### **3.10**

**потенциальный риск биомеханический средней степени** - RB-2

предполагаемая вероятность причинения тяжкого вреда здоровью пассажира или пассажиров в результате чрезмерных биомеханических воздействий

### **3.11**

**потенциальный риск биомеханический низкой степени** - RB-3

предполагаемая вероятность причинения вреда с временной потерей трудоспособности пассажира или пассажиров в результате чрезмерных биомеханических воздействий

### **3.12**

**потенциальный риск биомеханический ничтожной степени** - RB-4

предполагаемая вероятность причинения вреда без какой-либо формы потери нетрудоспособности пассажира или пассажиров в результате биомеханических воздействий

### **3.13**

**контуры досягаемости при перемещениях**

-зоны вокруг тела перемещаемых на аттракционе пассажиров **в границах** досягаемости, при попадании в которые конструкций или посторонних препятствий пассажирам может быть причинен вред различной степени тяжести

### **3.14**

**устройство удерживания пассажира (пассажиров)**

пол, барьеры, поручни, опоры, сиденья и устройства фиксации пассажиров, которые предназначены для предотвращения перемещения пассажиров в результате действия сил инерции.

### 3.15

**устройство фиксации** - устройство, которое предназначено для удерживания и сохранения позы тела пассажира (пассажиров) для толерантного восприятия ускорений на аттракционе

### 3.16

**ограничение пользования аттракционом** - ограничение пользования аттракционом для пассажиров с отклонениями здоровья от нормы, включая, но не ограничиваясь, причинами, связанными с возрастом, ростом, весом, ослабленным здоровьем или плохим самочувствием

### 3.17

**идентификация степени потенциальных биомеханических рисков аттракционов** - процедура выявления максимальных значений механических или биомеханических воздействий на пассажиров, соответствующих степени биомеханических рисков аттракционов (согласно Таблице 2 и рис 2)

### 3.18

**уровень экстремальности аттракциона** - обозначение для посетителей, эквивалентное степени потенциального биомеханического риска аттракциона

### 3.19

**реакции пассажира на воздействия аттракциона** – мобилизация организма для восприятия допустимых воздействий или расстройство работы органов пассажира или потеря сознания при чрезмерных воздействиях аттракциона

### 3.20

**ускорение** – изменение величины и/или направления скорости движения пассажира под действием внешних сил

### 3.21 эксплуатант

лицо, эксплуатирующее аттракцион на законных основаниях



## **4. Воздействия аттракционов на пассажиров**

### **4.1 Воздействия аттракционов**

Реализуемые в аттракционах воздействия представляют собой совокупность механических, биомеханических и психоэмоциональных воздействий с целью создания у пассажиров ощущений восторга, эйфории, испуга и тому подобных. Во всех случаях воздействия аттракционов на пассажиров превращаются в биомеханические воздействия и, в зависимости от их величины, времени и сочетаний воздействия у пассажиров возникают различные индивидуальные реакции на них. Для уменьшения биомеханических рисков необходимо анализировать каждый вид воздействий и их сочетания.

Если воздействия аттракционов соответствуют проектным и не превосходят допустимые уровни, а средства удерживания или фиксации соответствуют характеру, величинам воздействий и правильно используются, безопасность пассажиров, как правило, обеспечивается.

### **4.2 Воздействия механические**

Механическими воздействиями аттракционов являются подъём пассажиров на высоту и/или их движение со скоростью, которые приводят к изменению кинетической и/или потенциальной энергии тела пассажира.

При нахождении людей на относительной высоте без перемещения или при равномерном движении со значительной скоростью на тела пассажиров не действуют силы, кроме земного тяготения и реакции от опоры, пола или сиденья. Виды и величины механических воздействий – скорость движения пассажиров и высота их относительного подъёма должны учитываться при анализе рисков, поскольку энергия тела человека при аварийном падении с относительной высоты или ударе о препятствие может создать недопустимое биомеханическое воздействие и причинить тяжкий вред его здоровью

### **4.3 Воздействия биомеханические**

К ожидаемым биомеханическим воздействиям на пассажиров аттракционов относят проектное воздействие инерционных сил и сил устройств удерживания в результате действия линейных и угловых ускорений, в том числе при свободном падении или торможении, переворотов пассажиров через голову, зависания вниз

головой и т.п., которые не превышают допустимых норм и не приводят к причинению вреда.

При увеличении величин биомеханических воздействий возрастает воздействие устройств удержания и/или устройств фиксации на пассажира.

Биомеханические воздействия при аварийных ситуациях могут превысить пределы их переносимости пассажирами.

При движении пассажиров с рывками, раскачиваниями, тряской при ошибках проектирования устройств удержания и/или устройств фиксации - они могут причинить травмы пассажирам даже при невысоких значениях биомеханических воздействий.

Величины биомеханических воздействий аттракционов прямо влияют на степень их потенциального биомеханического риска.

#### **4.4 Воздействия психоэмоциональные**

Для создания у пассажиров психоэмоциональных ощущений от поездки на аттракционе - восторга, эйфории, испуга и т.п., проектировщики увеличивают размеры, высоту аттракциона и скорость движения в нём пассажиров и другие воздействия и эффекты.

Для усиления психоэмоциональных ощущений от поездки на аттракционе проектировщики и администраторы часто применяют декоративно-анимационные элементы: декорации, иллюминацию, темноту, огонь, воду и брызги, ветер, звуки, запахи и тому подобное. Эти элементы должны учитываться при анализе рисков. Их применение усиливает развлекательный эффект от поездок, но может повышать биомеханические риски за счет индивидуальных реакций пассажиров.

Сильные психоэмоциональные воздействия во время поездки могут вызвать стресс и/или потерю сознания у пассажиров с заболеваниями нервной системы, поэтому для информирования пассажиров необходимо указывать экстремальность аттракциона.

### **5. Воздействие ускорений на людей**

#### **5.1 Общие сведения о воздействии ускорений на людей.**

Ускорение – это изменение скорости движения под действием внешних сил.

Тело человека представляет собой многофазную систему, в состав которой входят твёрдые тела с различными модулями упругости (костно-опорный аппарат), мягкие ткани, жидкости (кровь, лимфа) и газы, поэтому под воздействием ускорений **они по-разному** деформируются, что приводит к возникновению напряжений на границах

сред, а **к** также перемещению одних тканей относительно других (например, отток крови к нижней части тела при действии  $+G_z$ ). Превышение пороговых величин таких напряжений вызывает их повреждения в виде разрывов мягких тканей, переломов костей, нарушение кровоснабжения тканей и органов, перевозбуждение нервных центров с развитием шоковых реакций. Костно-опорный аппарат имеет сложную кинематику со многими степенями свободы, что способствует инерционному смещению его элементов друг относительно друга под влиянием ускорения, создавая риск соударения с окружающими устройствами удерживания.

Наиболее благоприятное положение тела человека, при котором он может воспринимать наибольшие ускорения — лёжа на спине, «лицом к направлению движения», наиболее неблагоприятное для перенесения ускорения — в направлении «ногами к направлению движения».

**Ускорения аттракционов действуют на пассажиров в виде единичных или повторяющихся импульсов в течение нескольких десятков или сотен секунд.**

## **5.2 Реакции организма человека на воздействие ускорений**

Наиболее распространённые реакции людей на воздействие длительно действующих ускорений более **0,2** секунды — это нарушения работы системы кровообращения, сопровождающиеся ухудшением кровоснабжения различных тканей и органов. При превышении пороговых величин происходит расстройство работы органа зрения («серая и черная пелена», вплоть до обратимой потери зрения), головного мозга, вплоть до потери сознания, сердечного ритма, вплоть до кратковременной остановки сердечных сокращений. Из-за механического сдавливания и перевозбуждения нервной системы возможны ухудшение дыхания, нарушение регуляции работы всего организма при практически полном сохранении механической целостности основных органов и структур, вплоть до развития шоковых реакций.

При воздействии на людей ударных (динамических) ускорений длительностью до **0,2** секунд возможны механические повреждения их опорно-двигательного аппарата, разрушение тканей и органов в момент действия чрезмерного ускорения. В этих случаях расстройство кровообращения и других функций организма могут наблюдаться как вторичные или сопутствующие эффекты.

№ п/п	Параметр	Реакция
1	Перегрузка «голова-таз»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Нарушения кровообращения и кровоснабжения различных тканей и органов</li> <li>- Расстройство зрения</li> <li>- Потеря сознания</li> <li>- Деформация мягких тканей и позвоночника</li> </ul>
2	Перегрузка «таз-голова»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Деформация сосудов мозга</li> <li>- кровоизлияния в мягкие ткани, в т.ч. в сетчатку глаза</li> <li>- Расстройства кровообращения</li> </ul>
3	Перегрузка «грудь-спина»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Деформация грудной клетки</li> <li>- Нарушение дыхания</li> <li>- Нарушение работы сердечно-сосудистой системы</li> <li>- Болевой синдром</li> </ul>
4	Перегрузка «спина-грудь»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Деформация/травмы позвоночника, травма головы при кивке</li> <li>- Разброс/травма конечностей</li> <li>- Болевой синдром</li> </ul>
5	Перегрузка «бок-бок»	Деформация позвоночника, растяжение связок

**Таблица 1. Возможные реакции человека на длительно (более 0,2 сек) действующие перегрузки, превышающие допустимые значения**

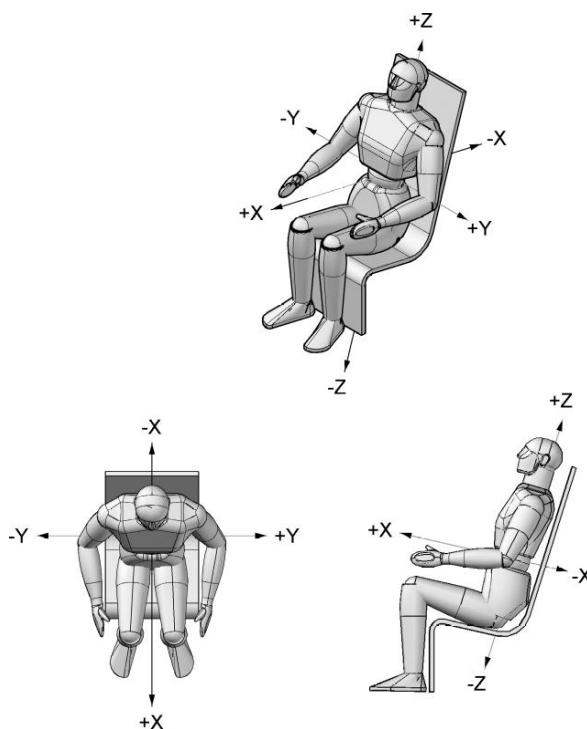
### **5.3 Предельно допустимые нормы воздействия ускорений на пассажиров аттракционов**

Поскольку аттракционами пользуются люди без специальной физической подготовки и без ограничения возраста, т.е. практически от 2 до 80 и более лет, при проектировании аттракционов с воздействием на пассажиров значительных ускорений, близких к предельно допустимым, необходимо учитывать возможные неблагоприятные эффекты (см. таблицу 1) от воздействия ускорений на организм пассажиров с учётом их возраста, антропометрических данных и вероятности ослабленного здоровья.

В качестве **предельно** допустимого **суммарного** воздействия ускорений на пассажиров без отклонения здоровья от нормы принимается **совокупность импульсов ускорений**, после **воздействия которых** человек без специальной физической подготовки (пассажир аттракциона) сохраняет полную работоспособность и субъективно оценивает перенесенное воздействие ускорения как комфортное или близкое к комфортному.

Безопасность пассажиров аттракционов в части удовлетворительной переносимости ими ускорений необходимо обеспечить выполнением требований настоящего стандарта и приложения В «Предельно допустимые значения ускорений для пассажиров аттракционов. Методы анализа». Для пассажиров с выраженным дефицитом веса тела или с ожирением более третьей степени ожирения предельно допустимые ускорения могут привести к травмам опорно-двигательного аппарата или внутренних органов (см. Приложение Д).

При создании в аттракционах значительных величин ускорений необходимо применять соответствующие системы фиксации тела пассажиров для снижения воздействий ускорений на пассажиров, описанные в ГОСТ 33807 п. 5.8.7.2.



**Рисунок 1. Система координат тела**

Примечание: В биомеханике принято раскладывать суммарный вектор перегрузки на компоненты по осям, связанным с телом человека, и проводить анализ переносимости человеком воздействия каждой компоненты перегрузки как раздельно, так и при их комбинированном действии.

## **6. Степени потенциальных биомеханических рисков**

## и уровни экстремальности аттракционов

### 6.1 Потенциальные биомеханические риски

Потенциальный биомеханический риск – предполагаемая вероятность причинения вреда пассажирам в результате чрезмерных биомеханических воздействий.

Наиболее тяжёлый вред пассажирам по степени тяжести могут причинить:

- a) черепно-мозговая травма (ЧМТ);
- b) травма внутренних органов в результате ударного воздействия;
- c) повреждение кровеносных сосудов головы в результате прилива крови к голове при чрезмерном ускорении тела в направлении оси  $-z$  (в направлении от головы к тазу), нарушение сердечного ритма в результате стресса и/или действия ускорений;
- d) травма опорно-двигательного аппарата при воздействии чрезмерных ускорений;
- e) потеря сознания в результате воздействия чрезмерных ускорений, что влечет нарушение способности пассажира к безопасному восприятию ускорений.

### 6.2 Степени потенциальных биомеханических рисков

Степенью потенциального биомеханического риска является возможная тяжесть последствий причинения вреда чрезмерными биомеханическими воздействиями.

Биомеханические риски аттракционов могут быть ничтожной, низкой, средней и высокой степеней. Идентификация степени потенциальных биомеханических рисков и установление уровней экстремальности аттракционов производится в соответствии с Таблицей 2 и Рис.2.

Любое из воздействий на пассажиров, **имеющее степень потенциального** биомеханического риска RB-1, если принятые организационные и технические меры безопасности для пассажиров были недостаточными, может причинить вред здоровью пассажиров вплоть до летального исхода. К таким воздействиям относятся:

- движение со скоростью более 20 м/сек или с ускорением по оси  $+ az \geq 6g$  или  $- az \geq 3g$ ;
- подъем пассажиров на относительную высоту возможного падения более 8 метров;
- выпадение из кресел пассажиров с учетом начального наклона тела «головой к земле» с высоты  $H$  более 2 метров из зон А,В,С,Д с учетом высоты  $\pm h$ .

Любое из воздействий на пассажиров, **имеющее степень потенциального** биомеханического риска RB-2, если принятые организационные и технические меры безопасности для пассажиров были недостаточными, может причинить тяжкий вред здоровью пассажиров. К таким воздействиям относятся:

- движение со скоростью от 10 м/с до 20 м/сек или с ускорением по оси  $5g \leq +az < 6g$  или  $2g \leq -az < 3g$ ;
- подъем пассажиров на относительную высоту возможного падения от 2 до 8 метров;
- выпадение из кресел пассажиров с учетом начального наклона тела «головой к земле» с высоты Н от 0,4 до 2 метров из зон А,В,С и с высоты h+Н более 2 метров из зоны D учетом высоты +/- h.





Любое из воздействий на пассажиров, **имеющее степень потенциального** биомеханического риска RB-3, если принятые организационные и технические меры безопасности для пассажиров были недостаточными, может причинить менее тяжкий вред здоровью пассажиров. К таким воздействиям относятся:

- движение со скоростью от 3 м/сек до 10 м/сек или с ускорением по оси  $4g \leq +az < 5g$  или  $1g \leq -az < 2g$ ;
- подъем пассажиров на относительную высоту возможного падения от 0,4 до 2 метров;
- выпадение из кресел пассажиров с учетом начального наклона тела «головой к земле» с высоты Н до 0,4 метров из зон А,В,С, D учетом высоты +/- h.

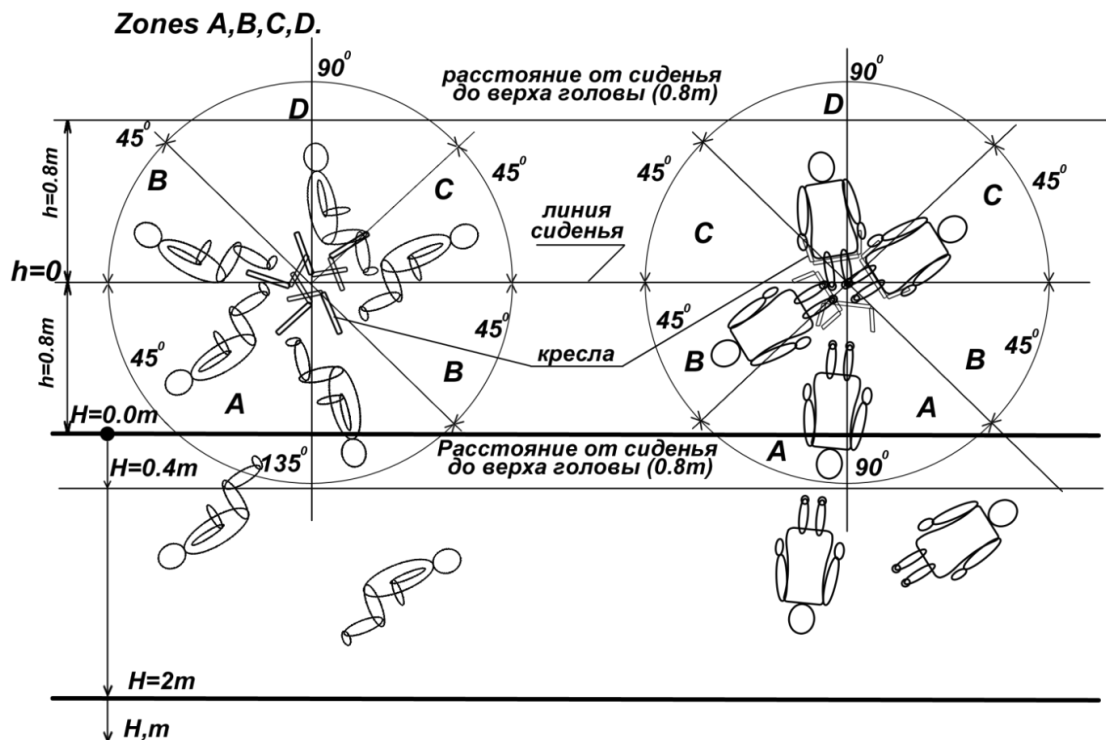
Воздействия на пассажиров, **имеющие степень потенциального** биомеханического риска RB-4, не причиняют существенного вреда здоровью.

Для выявления потенциальных биомеханических рисков необходимо провести анализ воздействий на пассажиров при всех режимах их перемещения с учетом неблагоприятных сочетаний.

**Таблица 2 – Виды и величины возможных воздействий на пассажиров, степени их потенциальных биомеханических рисков и уровни экстремальности аттракционов**

Виды возможных воздействий		Обозначение	Степени потенциальных биомеханических рисков			
			RB-1	RB-2	RB-3	RB-4
<b>Механические воздействия</b>						
а)	Удар пассажира о препятствие при наезде на него с относительной скоростью	V, m/s	$V > 20$	$10 < V \leq 20$	$3 < V \leq 10$	$V \leq 3$
б)	Свободное падение пассажира на препятствие с относительной высоты падения <sup>а</sup>	H, meters	$H > 8$	$2 < H \leq 8$	$0,4 < H \leq 2$	$H \leq 0,4$
<b>Biomechanical effects</b>						
в)	Movement of passengers with acceleration $+a_z$ (ng)	$a_z$	$a_z \geq 6$	$6 > a_z \geq 5$	$5 > a_z \geq 4$	$a_z < 4$
г)	Movement of passengers with acceleration $-a_z$ (ng)	$-a_z$	$-a_z \geq 3$	$3 > -a_z \geq 2$	$2 > -a_z \geq 1$	$-a_z < 1$
д)	Наклон тела пассажира при возможном выпадении пассажира из кресла с высоты $h+H$ <sup>б</sup> (см. рис.2)	$0 < H \leq 0,4$ $0,4 < H \leq 2$ $H > 2$	— — zone A, B, C, D	— — zone A, B, C zone D	zone A, B, C, D — —	— — —
Уровень экстремальности аттракциона, соответствующий степени потенциального биомеханического риска			высокий	средний	низкий	очень низкий
Рекомендуемый символ для информирования пассажиров об уровне экстремальности аттракциона						
<p>а) Степени потенциальных биомеханических рисков обоснованы статистическими данными о последствиях травм при падении людей с высоты.</p> <p>б) Выпадение пассажира из кресла может быть результатом ускорения или толчка для аттракционов, не предназначенных для переворотов пассажиров вниз головой или при отказе системы фиксации пассажиров.</p>						

**Примечание.** Символ экстремальности рекомендуется размещать на правилах посещения аттракциона. Если аттракцион производит несколько биомеханических воздействий, то можно разместить несколько соответствующих символов наиболее высокого уровня экстремальности.



**Рисунок 2**



### 6.3 Идентификация степени потенциальных биомеханических рисков аттракционов

Идентификация степени биомеханических рисков аттракционов дает возможность проектировщику, изготовителю и администратору контролировать наиболее важные для безопасности аттракциона компоненты и параметры и применить соответствующие меры по снижению биомеханических рисков.

Идентификацию проводят в соответствии с таблицей 2 и рисунком 2 на основании технических характеристик аттракциона:

- выявляют максимально возможные величины механических воздействий – а) скорости движения пассажира или б) подъёма на относительную высоту или высоту возможного падения или высоту выпадения из кресла или пассажирского модуля, выявляют максимально возможные величины биомеханических воздействий – в) ускорения по оси  $+Z$ , г) ускорения по оси  $-Z$ , д) возможного угла наклона тела пассажиров «головой к земле» в сочетании с высотой возможного выпадения и с учетом размера «h»;

- полученные величины воздействий сравнивают с величинами, указанными в таблице 2 и рисунке 2 и присваивают аттракциону наибольшую степень биомеханического риска, соответствующую наибольшей величине или величинам механического или биомеханического воздействия аттракциона;

Примечание: ускорения по осям  $X$  и  $Z$  могут и должны быть минимизированы и могут не учитываться при идентификации степени биомеханических рисков аттракционов.

Воздействия психоэмоциональные при идентификации степени потенциальных биомеханических рисков учитывать не обязательно.

Наибольшую степень потенциальных биомеханических рисков аттракционов записывают в формуляр или паспорт аттракциона.

### 6.4 Уровни экстремальности аттракционов

Для повышения привлекательности аттракционов проектировщики увеличивают их размеры, высоту и скорость движения пассажиров, применяют другие воздействия и эффекты и добавляют декоративно-анимационные элементы. Аттракционы вызывают у пассажиров сильные психоэмоциональные и индивидуальные

биомеханические реакции различных уровней. С возрастанием уровней воздействий аттракционов увеличиваются биомеханические риски пассажиров.

Согласно национальному законодательству большинства стран производитель продукции или лицо, оказывающее услугу, обязаны предупредить потребителей о возможных рисках продукции. С этой целью на табличке для предупреждения посетителей аттракциона информацию о «степени потенциального биомеханического риска» рекомендуется представить как «уровень экстремальности аттракциона» согласно Таблице 2 и Рис.2.

## 7. Меры по минимизации биомеханических рисков аттракционов

### 7.1 Снижение величин **применяемых** ускорений для уменьшения биомеханических рисков и повышения комфортности поездок

Реализация **психозмоциональных** эффектов аттракциона не связана с необходимостью создания **предельно допустимых** ускорений, как самостоятельных развлекательных эффектов. Ускорения в аттракционах можно рассматривать, как неизбежное, но нежелательное воздействие на пассажиров при изменении скорости и направления движения.

Создание экстремального аттракциона по уровню воздействия на пассажира может быть реализовано применением умеренных ускорений, особенно по осям X и Y. Многократно и часто повторяющиеся переменные ускорения по осям X и Y могут вызывать тошноту и дискомфорт у пассажиров. Уменьшение в аттракционах величины и продолжительности импульсов воздействующих ускорений повышает комфортность поездок для всех категорий пассажиров.

При проектировании аттракционов с близкими к предельно допустимым величинам ускорений, необходимо разработать предупреждение о возможных негативных воздействиях аттракциона на пассажиров с ослабленным здоровьем.

Указанные предупреждения не относятся к ускорениям **аварийного** торможения, так как практически все люди удовлетворительно переносят предельно **допустимое** однократно воздействующее ускорение по оси X-X при наличии правильно спроектированных устройств удерживания и фиксации.

Аттракционы с круговыми вращениями могут влиять на вестибулярный аппарат пассажиров и ухудшать их самочувствие во время и после поездки. Людей с ослабленным вестибулярным аппаратом следует предупредить об ограничениях пользования.

## **7.2 Уменьшение биомеханических рисков при перемещениях на аттракционе**

При перемещении на аттракционах тела пассажиров могут приобретать большую потенциальную энергию за счет подъема на высоту, кинетическую – за счет приобретения большой скорости движения или вращения, либо комбинацию этих энергий. При необходимости торможения пассажиров, если оно происходит с допустимыми значениями ускорений, биомеханические воздействия не причинят вреда здоровью пассажиров.

Особое внимание необходимо уделить тормозным устройствам, которые должны обеспечивать допустимое ускорение торможения даже в аварийной ситуации.

Риски биомеханических воздействий на пассажиров таких, как невесомость при движении или падении, большая скорость при движении по извилистому пути и с перепадами высот, перевороты вниз головой и т.п., могут быть уменьшены применением эффективных устройств удерживания или фиксации тела пассажира,

Риски возрастают при увеличении биомеханических воздействий и добавлении декоративно-анимационных элементов. Когда пассажиры перемещаются в аттракционе и при этом для них создаются сильные психоэмоциональные воздействия, пассажиры могут терять над собой контроль. Проектировщики и администраторы аттракциона должны учитывать возможные реакции пассажиров на чрезмерные психоэмоциональные воздействия.

Для анализа рисков важно учитывать, с какой вероятностью и частотой пассажиры подвергаются различным биомеханическим воздействиям.

Жесткие системы фиксации одного типоразмера, применяемые на современных аттракционах, ставят пассажиров разного роста и телосложения в неравные условия по уровню комфорта и безопасности при воздействии на них ускорений. Пассажиры с различным телосложением могут иметь существенно различающиеся зазоры между верхней частью туловища и элементами системы фиксации, что может привести к нежелательным ударным нагрузкам, например, ударам головой о подголовник или дуги устройства фиксации при знакопеременных ускорениях «спина-грудь» и «бок –

бок». Проектировщики должны учитывать антропометрические размеры ожидаемого контингента пассажиров и, при необходимости, применять индивидуально регулируемые устройства.

### 7.3 Применение стандартов ГОСТ 33807 и ПНСТ 17842-4:2020 для уменьшения биомеханических рисков

Биомеханические риски, возникающие от нижеперечисленных видов воздействий, должны быть устранены или минимизированы следующими основными методами в соответствии с ГОСТ 33807 и ПНСТ 17842-4:2020:

- конструкция аттракциона должна соответствовать требованиям ГОСТ 33807 с учётом воздействия штатных динамических нагрузок, ветров и землетрясений;

- при перемещении пассажиров с высокой скоростью (более 3 м/сек) необходимо применять соответствующие удерживающие устройства, предотвращающие падение или возможный выброс пассажиров с учетом инерционных воздействий. Должны применяться меры для устранения препятствий, которые могут нанести вред, попав в соответствующие зоны перемещения пассажиров;

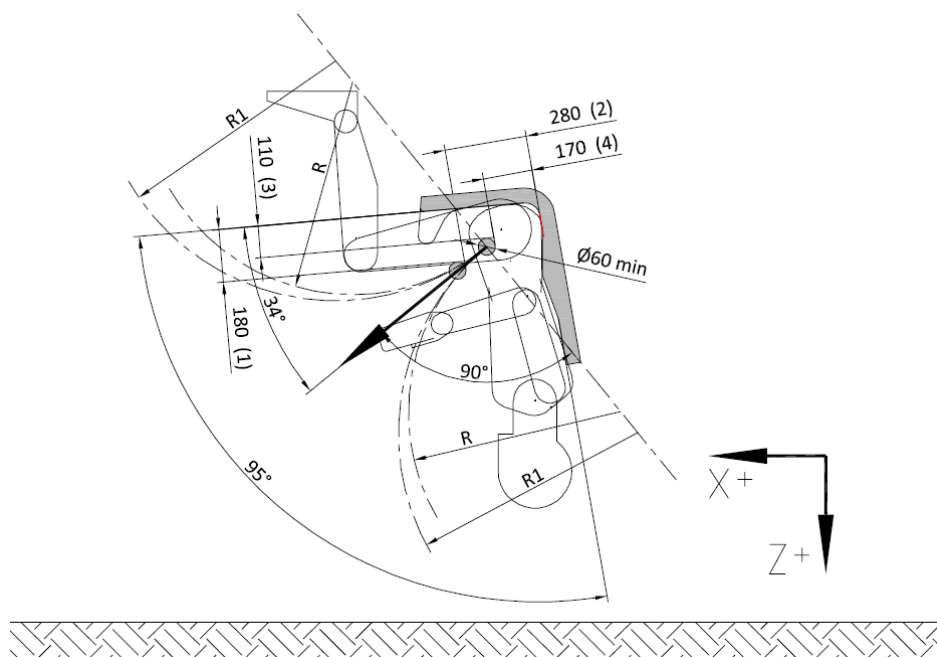
- когда пассажиры находятся на относительной высоте свыше 0,4 метров и более, необходимо применять надежные несущие конструкции и ограждения с должными допусками для ветровых воздействий, а также соответствующие лифты и подъемники;

- при перемещении пассажиров с ускорениями требуется применение сидений, систем фиксации, которые поддерживают положение пассажира там, где это положение подтверждено как безопасное математическим моделированием ускорений, действующих на пассажира. При перемещении пассажиров с ускорениями, сравнимыми с предельно допустимыми по каждой оси, необходимо фиксировать тело пассажира для обеспечения безопасного восприятия воздействующих ускорений;

- при ожидаемом наклоне кресел с пассажирами или перевороте посадочных мест или пассажирских модулей с возможностью выпадения пассажиров из кресел при движении или нештатной остановке необходимо применять соответствующие устройства для удержания пассажира. Устройства удерживания пассажира могут включать устройства фиксации как часть системы удерживания. На Рис. 3 приведен пример зоны контакта устройства фиксации типа перекладины с телом пассажира.

Для случаев переворота пассажира в положении вниз головой могут быть также спроектированы другие системы удерживания пассажиров. Эти рекомендации применимы для пассажиров ростом от 1,20 до 2,0 метров.

Фиксация в виде перекладины может не удержать в кресле людей с ожирением третьей и более степени ожирения, особенно при переворотах «вниз головой». В таком случае необходимо применять ограничение пользования аттракционом по весу пассажира. **Рекомендации по ограничению пользования с учётом роста и массы приведено в Приложении В.**



**Обозначения**

- (1) Высота бедра (самая высокая точка бедра над поверхностью сидения) (размер 27, [8]).
- (2) Глубина тела, сидя – горизонтальное расстояние от спинки сидения до наиболее выступающей вперед точки на передней поверхности тела (размер 36, [8]).
- (3) Высота бедра над сидением для антропометрической модели ростом 1200 мм (пропорциональное уменьшение размера 27 по [8]).
- (4) Горизонтальное расстояние от спинки сидения до наиболее выступающей вперед точки на передней поверхности тела для антропометрической модели ростом 1200 мм (пропорциональное уменьшение размера 36 по [8]).

**Рисунок 3. Пример размеров и положения валика для удержания пассажиров при переворотах вниз головой в аварийной ситуации**

ПРИМЕЧАНИЕ: Полная система удерживания пассажира должна быть спроектирована и проверена путем эргономических испытаний.

**7.4 Уменьшение потенциального биомеханического риска при зависании пассажиров «вниз головой» в аварийной ситуации**

При возможных переворотах пассажиров «вниз головой» необходимо применить надёжное средство удерживания от выпадения. Проектировщики должны

предусмотреть **конструктивную** возможность эвакуации пассажиров **за** минимальное время. Положение «вниз головой» распространяется на угол до 30 градусов отклонения от вертикали.

Количество времени, в течение которого пассажиры могут зависать вниз головой, должно быть ограничено временем в соответствии с графиком допустимых ускорений по оси «- Z» для достижения развлекательного эффекта, а в аварийной ситуации – временем, необходимым для эвакуации, которое указывает проектировщик аттракциона, но не более 30 минут.

Проектировщик должен определить возможные зоны остановки пассажирского модуля в перевернутом вниз головой состоянии пассажиров и предусмотреть конструктивные меры для быстрой и безопасной эвакуации пассажиров из таких модулей. Необходимо предусмотреть конструктивными мерами блокировку движения пассажирских модулей на период эвакуации пассажиров.

Администратор должен обучить персонал способам эвакуации пассажиров из зон возможного зависания «вниз головой» и **поддерживать средства эвакуации в постоянной готовности к использованию.**

### **7.5 Применение **контуров досягаемости** при перемещениях**

Риски получения травмы пассажирами при поездках возникают в результате возможного попадания препятствий в соответствующий **контур досягаемости** вокруг пассажира. Размеры **контура досягаемости** зависят от антропометрических данных пассажиров, систем фиксации и скорости относительного перемещения. Препятствия, такие как, декоративно-анимационные устройства, тенты, деревья, люди, животные, птицы и т.п. могут причинить травму, поэтому необходимо предусмотреть меры по увеличению зон и ограждению соответствующей зоны или удалению препятствий на соответствующее расстояние на основе анализа риска.

Размеры зон рисков при перемещениях пассажиров и нештатном торможении приведены в Приложении А.

### **7.6 Уменьшение биомеханических рисков другими методами**

Необходимо информировать посетителей аттракционов об экстремальности аттракционов соответствующими символами, как указано в Таблице 2, и об ограничениях пользования в соответствии с Приложением Г.

Для принятия необходимых конструктивных и организационных мер безопасности с целью снижения биомеханических рисков аттракционов опыт проектировщиков, изготовителей и администраторов должен соответствовать сложности аттракциона и степени его потенциальных биомеханических рисков.

Принятые в проекте аттракциона меры безопасности должны постоянно поддерживаться и контролироваться на всех стадиях проектирования, производства и эксплуатации аттракциона.

# Приложение А

(справочное)

## Размеры пассажиров ростом от 1,20 и до 2,0 м для анализа риска при перемещении и нештатном торможении

Размеры зон рисков при перемещениях рассчитаны для пассажира ростом от 1,20 до 2,0 м методом допустимого перемещения тела и конечностей человека, на основе 99-го перцентиля, масштабированного от роста 1900 мм до 2000 мм (по [8]). Размеры зон рисков при перемещении приведены на Рисунках А.1 - А.6.

На рисунках приведены размеры, взятые из источников, перечисленных ниже.

Манекен для построения Рисунков А.1-А.6 получен масштабированием исходного манекена ростом 1900 мм (99-й перцентиль по [8]) до роста 2000 мм (99-й перцентиль роста по ISO 15534-3:2000, 1944 мм).

- (1) Значение угла поворота головы ([5], угол  $\gamma_3$ , Рисунок 1с), Таблица 1).
- (2) Значение угла поворота голени ([5], угол  $\gamma_6$ , Рисунок 1с), Таблица 1).
- (3) Поворот тела до положения максимальной высоты поднятой вверх руки.
- (4) Поворот до соприкосновения с боковой стенкой сидения высотой 200 мм.
- (5) Максимальная ширина тела (плеч) – горизонтальная ширина по плечам, измеренная по выступам дельтовидных мышц при свободно опущенных руках (размер 17 по [8]).
- (6) Максимальное горизонтальное расстояние от дельтовидной мышцы левой опущенной руки до кончиков пальцев вытянутой в сторону правой руки (размер 14 по [8]).
- (7) Высота в положении сидя – вертикальное расстояние от поверхности сидения до верхушечной точки (размер 22 по [8]).
- (8) Максимальное вертикальное расстояние от поверхности сидения до кончиков пальцев вытянутой вверх руки (компиляция размеров других положений по [8]).
- (9) Подвижность плечевого сустава, вертикально (экспериментальные данные)
- (10) Значение угла поворота головы. ([5], угол  $\alpha_3$ , Рисунок 1а), Таблица 1).
- (11) Вертикальная досягаемость руки, стоя (размер 21 по [8]).
- (12) Рост (высота тела) (размер 1 по [8]).
- (13) Значение угла поворота стопы ([5], угол  $\alpha_8$ , Рисунок 1а), Таблица 1).
- (14) Максимальная глубина корпуса (переднезадний размер), стоя – горизонтальное расстояние между вертикальными плоскостями, проходящими через наиболее выступающие вперед и назад точки туловища (размер 18, [8]).
- (15) Вертикальная регулировка системы фиксации пассажиров.
- (16) Угол поворота плечевого сустава ([5], угол  $\beta_4$ , Рисунок 1b), Таблица 1).
- (17) Размах рук (размер 13, [8]).
- (18) Угол поворота кисти ([5], угол  $\beta_1$ , Рисунок 1b), Таблица 1).
- (19) Передняя досягаемость руки (размер 19, [8]).



На Рисунках А.1 - А.6 приведены размеры зон рисков при перемещении для пассажиров аттракционов.

Zone 1 – зона с потенциальным биомеханическим риском высокой степени (RB-1) при скорости перемещения  $V > 3$  м/с – обязательная зона;

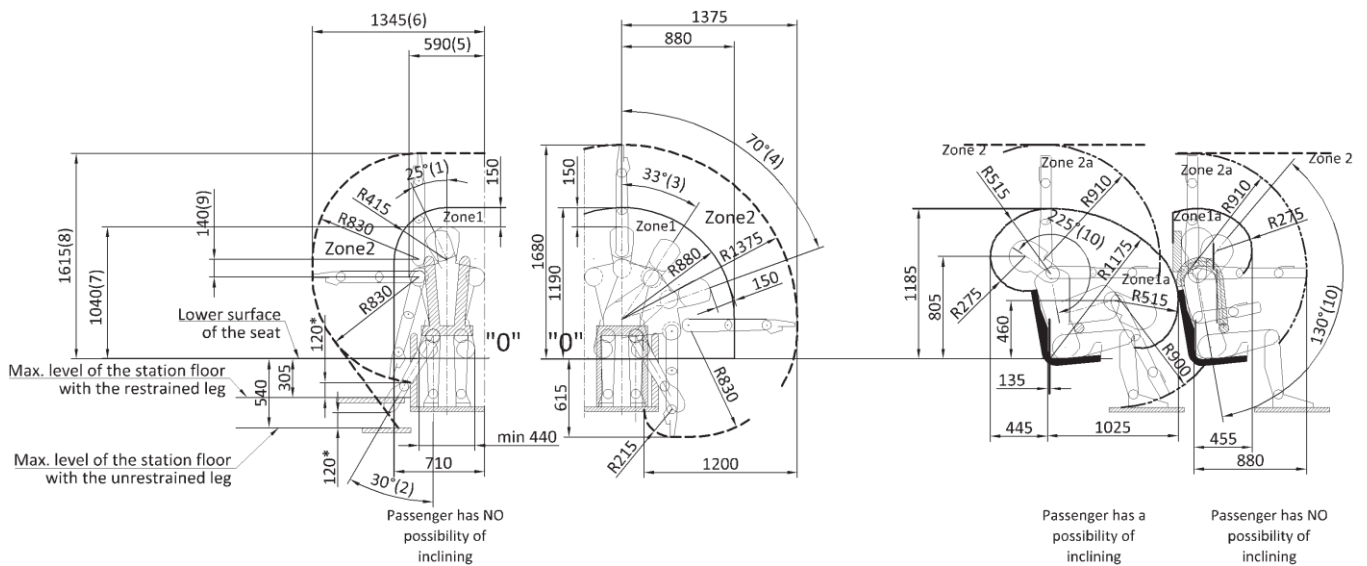
Zone 2 – зона с потенциальным биомеханическим риском средней степени (RB-2) для скорости  $V > 3$  м/с – обязательная зона; и с биомеханическим риском низкой степени (RB-3) для скорости  $V \leq 3$  м/с – рекомендуемая зона;

На рисунках А.1 - А.6 приведены размеры зон рисков для пассажиров аттракционов при торможении.

Zone 1a – зона с потенциальным биомеханическим риском высокой степени при нештатном (аварийном) торможении (RB2) – обязательная зона;

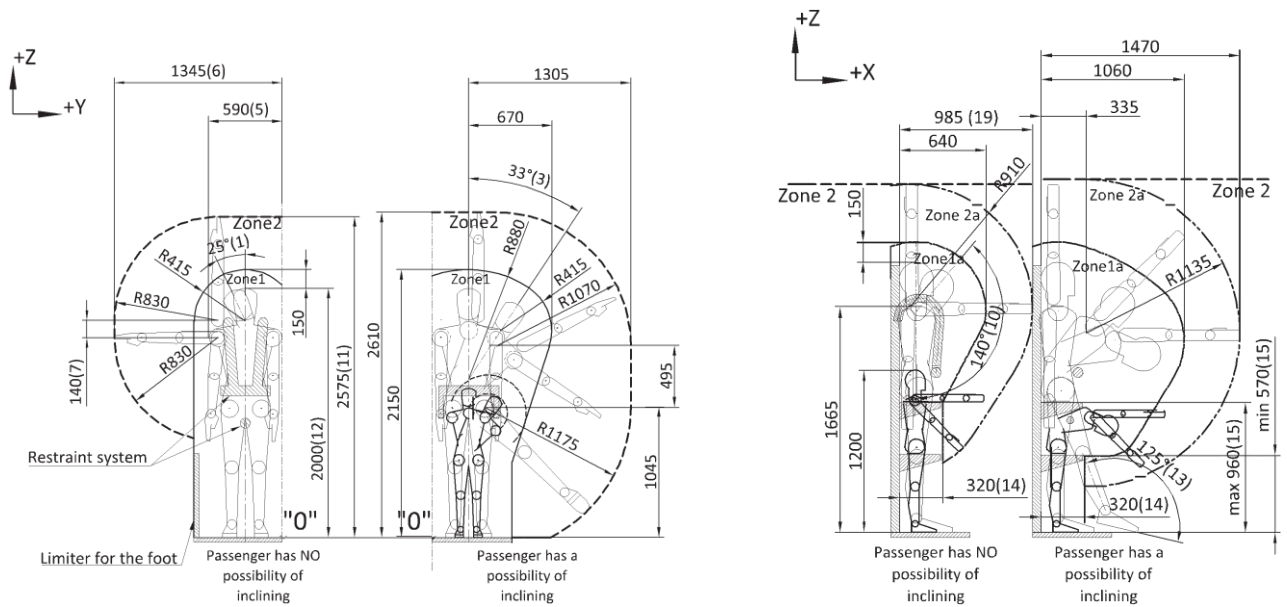
Zone 2a – зона с потенциальным биомеханическим риском низкой степени при резком торможении (RB3) – рекомендуемая зона.

Размеры в миллиметрах



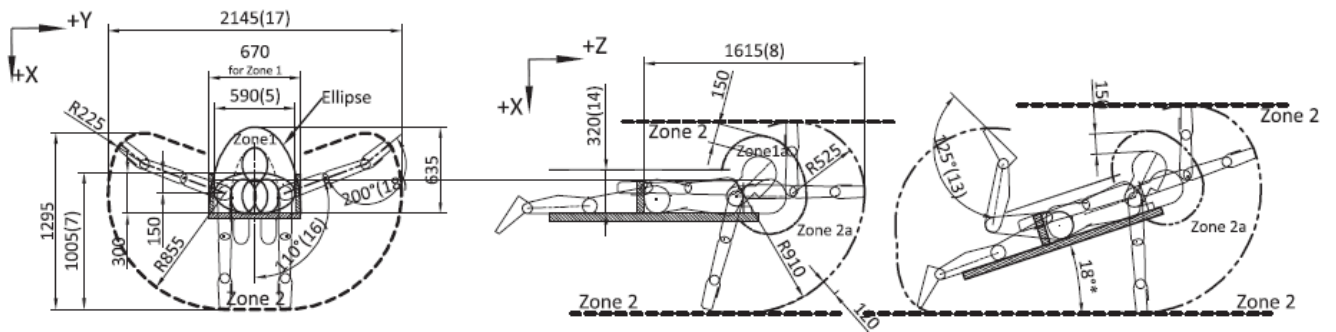
**Рисунок А.1 – Зоны потенциальных биомеханических рисков в контурах досягаемости при поездках пассажиров сидя, по оси Х (вперед-назад)**

Размеры в миллиметрах



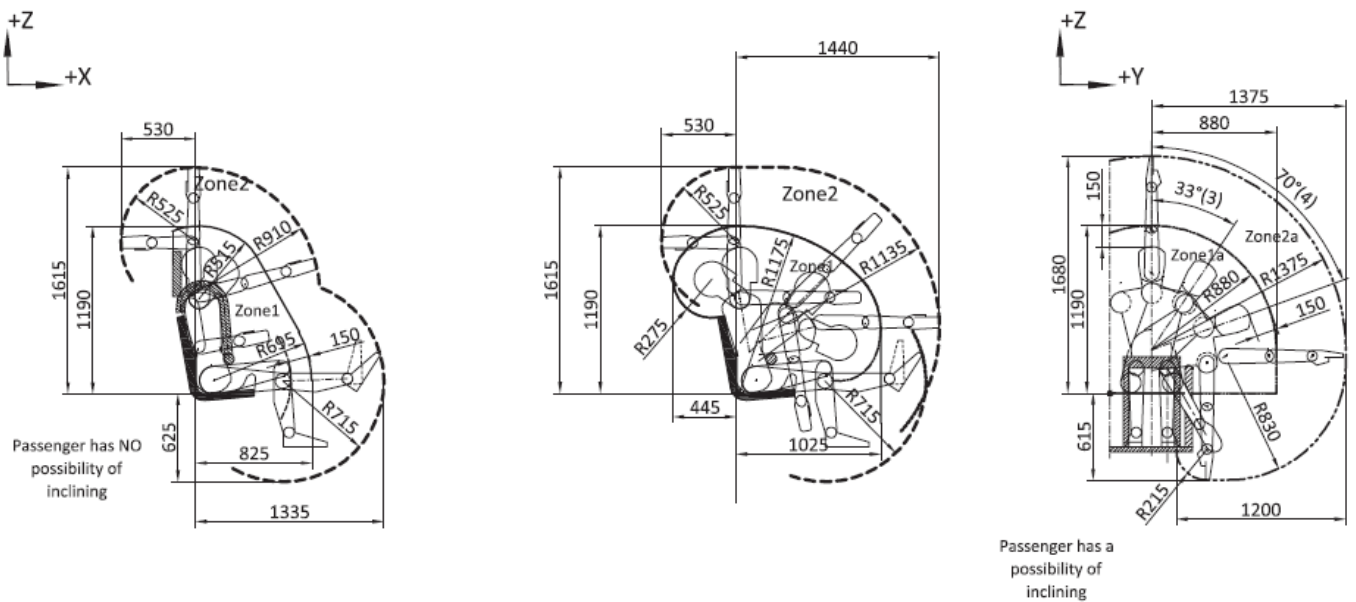
**Рисунок А.2 – Зоны потенциальных биомеханических рисков в контурах досягаемости при поездках пассажиров стоя, по оси X (вперед-назад)**

Размеры в миллиметрах



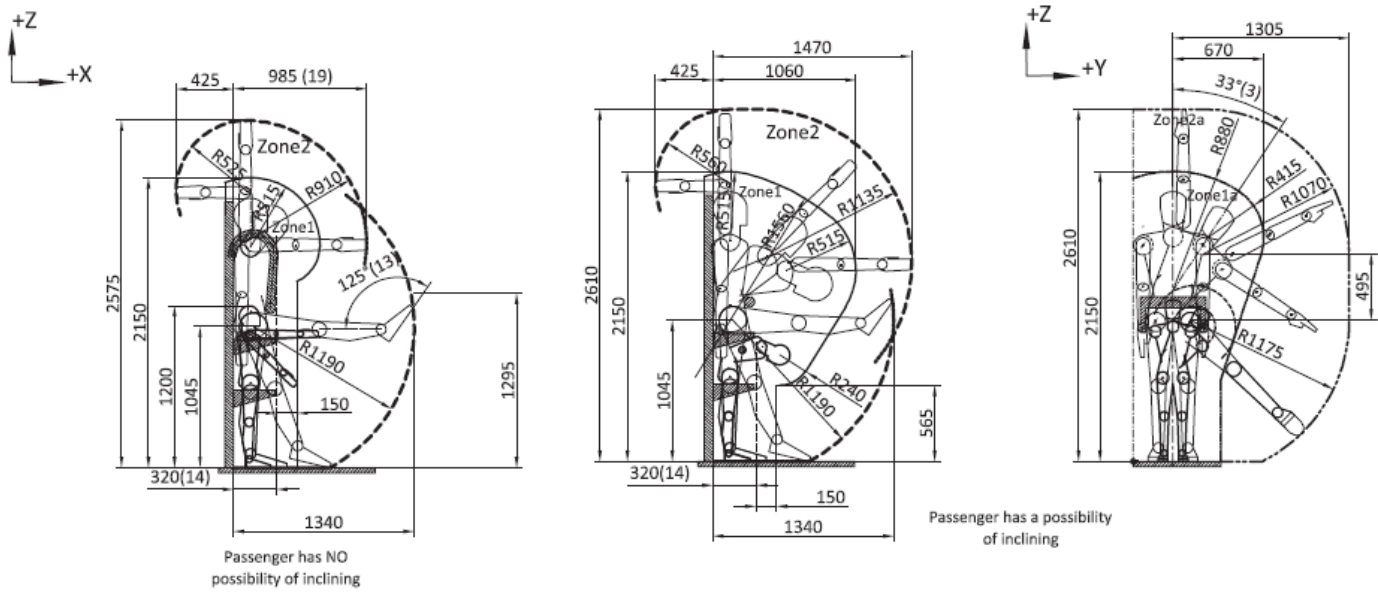
**Рисунок А.3 – Зоны потенциальных биомеханических рисков в контурах досягаемости при поездках пассажиров лежа, по оси Z (вперед-назад)**

Размеры в миллиметрах



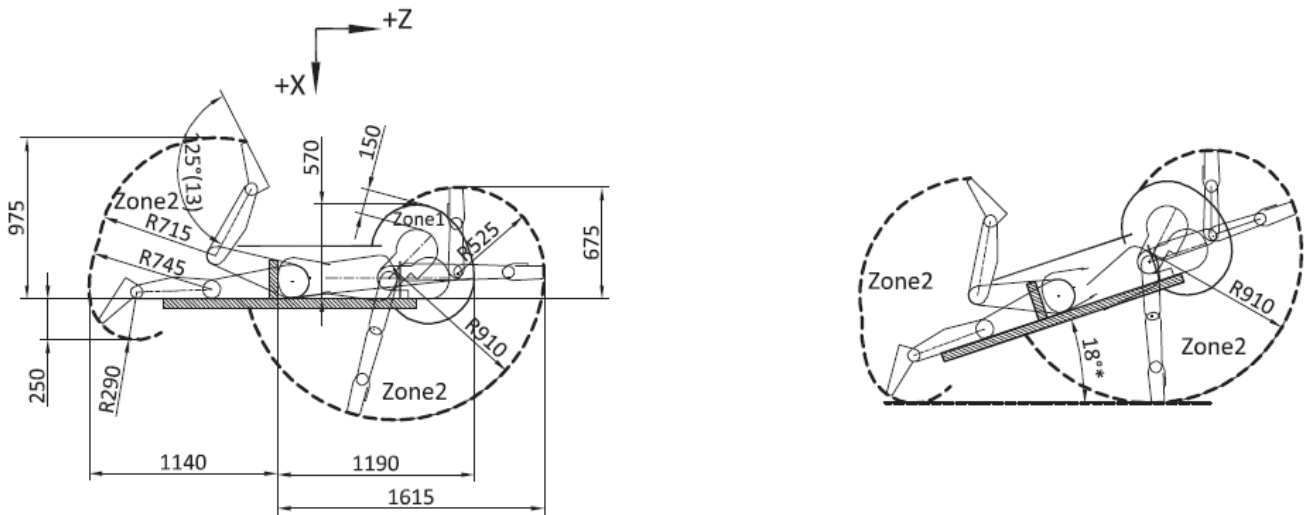
**Рисунок А.4 – Зоны потенциальных биомеханических рисков в контурах досягаемости при поездках пассажиров сидя, по оси Y (бок)**

Размеры в миллиметрах



**Рисунок А.5 – Зоны потенциальных биомеханических рисков в контурах досягаемости при поездках пассажиров стоя, по оси Y (боком)**

Размеры в миллиметрах



**Рисунок А.6 – Зоны потенциальных биомеханических рисков в контурах досягаемости при поездках пассажиров лежа, по оси Y (боком)**

## **Приложение Б – находится в работе**

### **«Предельно допустимые значения ускорений для пассажиров аттракционов. Методы анализа»**

Справочно В повседневной жизни человек непрерывно подвергается воздействию разнообразных ускорений: в лифте - 0,1g, при торможении в лифте – 0,2g, при экстренном торможении в лифте – до 2g длительностью до 0,04 секунды, при разгоне в автомобиле – до 0,2g, при экстренном торможении в автомобиле – до 0,6g длительностью до 2,5с. При ходьбе ускорение на каблу ке достигает 30g, в зоне таза – до 1,3g, в зоне головы – до 0,6g. .

## Приложение В (справочное)

### Ограничение пользования с учётом роста и массы пассажиров.

Проектировщик должен учитывать нормы роста и веса при проектировании кресел, устройств удерживания и фиксации для аттракционов высокого уровня биомеханических рисков RB1 и RB2. Устройства фиксации или устройства для удерживания пассажиров должны проектироваться с учётом размеров тела пассажиров с возможным дефицитом веса от 40кг при росте от 1,40 метра и с возможным избыточным весом до 140 кг при росте до 2,0 метров.

Проектировщик и администратор вправе применить другие нормы роста пассажиров для аттракционов биомеханических рисков RB3 и RB4.

Выраженный дефицит массы тела пассажира в соответствии с рекомендациями ВОЗ по индексам массы тела (ИМТ) менее 16, в том числе при анорексических состояниях, при воздействии высокого и повышенного ускорений может вызвать тяжёлую травму опорно-двигательного аппарата. Риск возрастает, если система фиксации не регулируется индивидуально для каждого пассажира, особенно для аттракционов со значительными боковыми ускорениями. Проектировщик может ограничить пользование аттракционом для людей с недостаточной массой тела.

Отклонения массы тела при ожирении III степени могут вызвать не только травму опорно-двигательного аппарата, но и сложности с применением устройств для надёжной фиксации и защиты пассажиров различного роста от выпадения. Проектировщик может ограничить пользование аттракционом для людей с избыточной массой тела.

Нормы веса по отношению к росту пассажиров аттракционов приведены в Таблице В1

Минимальный вес, кг	Рост, см	Максимальный вес, кг
30	120-129	60
35	130-139	70
40	140-149	80
45	150-159	90
50	160-169	100
55	170-179	115
60	180-189	130
65	190-200	140

**Таблица В1. Нормы веса по отношению к росту пассажиров аттракционов**

(в соответствии с [24])

Значения роста пассажиров охватывают 99-ый перцентиль для популяции мужчин Северной Европы.

На аттракционе с ограничением пользования посетителей по массе и/или росту рекомендуется размещать соответствующее предупреждение с соответствующим знаком (рис. В.2, В.3), а также таблицу В.1, ростомер и взвешивающее оборудование на усмотрение парка. Ограничения пользования целесообразно разместить над правилами поведения на аттракционе.



## Приложение Г.

### Информирование пассажиров об ограничениях пользования

При некоторых отклонениях здоровья от нормы или плохом самочувствия аттракционы могут причинить вред здоровью пассажиров.

Оператор аттракциона не всегда сможет определить состояние посетителя и оградить его от возможности поездки, поэтому он должен разместить на входе на аттракцион читаемую табличку с письменными предупреждениями об ограничениях пользования.

Табличка должна содержать информацию об уровне экстремальности аттракциона и предупреждение беременным женщинам, больным сердечно-сосудистыми заболеваниями, заболеваниями опорно-двигательного аппарата и/или нервно-психическими расстройствами, лицам с упадком сил или находящимся в состоянии алкогольного или наркотического опьянения. **Табличка может содержать ограничения по росту и весу пассажиров.**

Табличка с предупреждениями возлагает на пассажира ответственность за последствия пользования аттракционом в случае отклонения его здоровья от нормы или при алкогольном либо наркотическом опьянении.

Примеры ограничивающих знаков безопасности для беременных женщин и лиц, находящихся под действием алкоголя, наркотиков или медикаментов, приведены на Рисунках Г.1 и Г.2. Администратор может применить другие понятные публике предупреждающие знаки.

ПРИМЕЧАНИЕ: См. платформу онлайн поиска и просмотра ИСО (Online Browsing Platform – OBP), где собраны существующие зарегистрированные знаки и символы: <https://www.iso.org/obp/ui/>. См. ISO 9186-1 относительно проверки эффективности предлагаемых символов.



**Рисунок Г.1 — Не использовать беременным женщинам**



**Рисунок Г.2 — Не использовать под воздействием алкоголя, наркотиков или медикаментов**



## Библиография

- [1] Авиационно-космическая медицина (Проблемы безопасности полетов). Ред. Гюрджиан А.А. Москва, 1975
- [2] Анализ расчетных графиков переносимости перегрузок, действующих на посетителя аттракциона «Конек-Горбунок» и заключение о соответствии ОСТУ и биомеханическим и физиолого-гигиеническим требованиям к аттракциону «Катальная гора». Москва, 1990
- [3] Анализ травматизма при аварийном падении людей с высоты. Технический отчет РАППА. Москва, 2011
- [4] Барер А.С. Проблемы ускорений в космической физиологии. Космическая биология и медицина. 1967, №1
- [5] DIN 33408-1:2008, Шаблоны-контуры тела человека. Часть 1. Проектирование мест для сидения. Примеры применения
- [6] Годлевская М.А. Изменения механических свойств мозговых артериальных сосудов с возрастом (экспериментальные данные). В кн. Биомеханика. Труды Рижского НИИ травматологии и ортопедии. Вып. XIII, 1975
- [7] Эмстинг Е.Дж. Авиационная медицина / Физиология и человеческие факторы / Лондон. 1978
- [8] 12.2.049:1980, Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования
- [9] ГОСТ Р 53130:2008, Безопасность аттракционов. Общие требования. М. 2009  
ГОСТ 33807-2016, БЕЗОПАСНОСТЬ АТТРАКЦИОНОВ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ. 2017
- [10] МЭК 60812:2006, IEC 60812:2018 Методы анализа для надежности систем. Анализ видов и последствий отказов (FMEA)
- [11] Котовская А.Р., Виль-Вильямс И.Ф., Лукьянюк В.Ю. Переносимость перегрузок +Gz лицами нелетных профессий различного возраста. Космическая биология и медицина. 1986, №4, с.25
- [12] Лукьянюк В.Ю. Переносимость перегрузок +Gz лицами в возрасте от 41 года до 58 лет. Космич. Биол. и медиц. 1984, №5, с.18
- [13] Рабинович Б.А. Безопасность человека при ускорениях (Биомеханический анализ). Москва, 2007
- [14] Акт № 245-87-89 по результатам предварительной натурной оценки аттракциона «Катальная гора». 1989
- [15] Акт № 246-87-89 по результатам натурной физиолого-гигиенической оценки аттракциона «Катальная гора». 1989
- [16] Акт по результатам физиологических исследований на центрифуге переносимости перегрузок, характерных для аттракциона «Катальная гора». 1989
- [17] Научно-технический отчет Биомеханическая и физиолого-гигиеническая оценка воздействия, связанная с использованием аттракциона «Катальная гора». В.А. Ляпин et al, Москва 1989
- [18] Сергеев А.А. Физиологические механизмы действия ускорений Л. Наука. 1967
- [19] Заключение о допустимых перегрузках в направлении «голова-таз» или «таз-голова», предназначенное для включения в проект стандарта ИСО «Биомеханические воздействия на пассажиров аттракционов», Проф. Р.А. Вартбаронов, 10.01.2013
- [20] Штоль А.М. Допустимые для человеческого организма положительные перегрузки, согласно определению физиологических пределов. ж. Ав. Мед. В.27 № 4 1956, с.356.
- [21] Суворов П.М. Влияние возраста, вида деятельности и физической подготовки на переносимость человеком длительных перегрузок. Военно-медицинский журнал. 1968. №6. стр. 62
- [22] Васильев П.В., Котовская А.Р. Длительные линейные и радиальные ускорения. В кн. Основы космической биологии и медицины. 1975. т.2 книга 1, стр. 117.
- [23] Дополнение №1 к Заключению [19], проф. Р.А. Вартбаронов, 22.01.2013
- [24] Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ): Глобальная база данных индекса массы тела
- [25] Котовская А.Р., Вартбаронов Р.А. Длительные линейные ускорения/в кн. Человек в космическом полете (Космическая биология и медицина). – М.: Наука, 1997. – т. III, кн. 2- гл. 13 – С. 10-67
- [26] Вартбаронов Р.А. и др. Переносимость летчиками – спортсменами пилотажных перегрузок на самолете Су-26. Авиакосмич. и экологич. медицина. 1993г. №5-6.

[27] Волошин В.Г. и др. Характеристика перегрузок при спортивных полетах на высший пилотаж. Космич. биолог. и авиакосмич. медицина. 1985. №5; 1988. №5.

[28] Петрухин В.Г. Маркарян С.С. Патоморфологические изменения при действии радиальных ускорений в направлении «голова-ноги». Проблемы космич. биолог. и медицины. М. Наука. 1967.

[29] Рабинович Б.А. О возможных причинах головной боли при многократных поездках на катальной горе. Парки и клубы. 2000г.№1.

[30] Рабинович Б.А. Безопасность человека при ускорениях (биомеханический анализ) М. 2007г.

[31] ASTM F2137-19, Стандартная Практика Измерения Динамических Характеристик Атракционных и Устройств.

[32] ISO 2631-4 Вибрация и удар механические. Оценка воздействия вибрации всего тела на организм человека. Часть 4. Руководящие указания по оценке воздействия вибрации и вращательного движения на комфортное состояние пассажиров и бригады на железнодорожном транспорте

[33] ISO 9186-1, Графические символы – Методы испытаний -- Часть 1: Методы проверки на понимание

[34] ISO 12100, Безопасность машин. Общие принципы проектирования. Оценка рисков и снижение рисков

[35] ISO 15534-3, Эргономическое проектирование для безопасности машин и механизмов. Часть 3. Антропометрические данные

[36] ISO/TR 7250-2:2010, Основные антропометрические измерения для технического проектирования. Часть 2. Статистические итоги антропометрических измерений по отдельным популяциям по ISO