

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ENF-1.0.00.00.00 РЭ

ENFORCER

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЭКЗОСКЕЛЕТ

Версия 1.0



2021

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| Условные обозначения и терминология..... | 4 |
| 1. Описание и работа Enforcer | 5 |
| 1.1 Введение | 5 |
| 1.2 Способы применения промышленного экзоскелета Enforcer | 8 |
| 1.3 Схема устройства | 8 |
| 2. Использование по назначению | 11 |
| 2.1 Сценарии применения промышленного экзоскелета Enforcer ... | 12 |
| 2.1.1 Ходьба в промышленном экзоскелете Enforcer..... | 12 |
| 2.1.2 Удержание вертикального положения и положения сидя | 13 |
| 2.1.3 Подъем, перенос и удержание груза в Enforcer..... | 13 |
| 2.2 Описание и работа системы управления Enforcer | 16 |
| 2.2.1 Управление модулем подъема груза | 17 |
| 2.3 Требования, предъявляемые к операторам..... | 21 |
| 2.4 Требования, предъявляемые к среде использования | 22 |
| 3. Перед использованием Enforcer | 23 |
| 3.1 Распаковка оборудования | 23 |
| 3.2 Необходимые меры безопасности | 25 |
| 4. Общие требования по эксплуатации..... | 26 |
| 4.1 Проверка ремней и креплений | 27 |
| 4.2 Удаление загрязнений | 28 |
| 5. Использование Enforcer | 29 |
| 5.1 Предварительная настройка под размеры пользователя..... | 29 |
| 5.2 Надевание Enforcer | 33 |
| 6. Транспортировка и хранение | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 7. Техническое обслуживание | 38 |
| 8. Утилизация..... | 39 |
| 9. Комплект поставки | 40 |
| 10. Гарантийные условия | 41 |
| Приложение 1. Предупреждения | 42 |
| Приложение 2. Контактная информация..... | 43 |

Условные обозначения и терминология

| Условные обозначения и терминология | |
|---|--|
|  | Ознакомиться с инструкцией по использованию |
|  | Не выбрасывайте части Enforcer вместе с бытовыми отходами |
|  | Предупреждение, определяет действия или ситуации, которые могут привести к травмам. Ознакомьтесь со всеми предупреждениями перед началом эксплуатации. |
|  | Предупреждение, возможная опасность – заземление |
|  | Предупреждение, определяет действия или ситуации, которые могут повредить Enforcer или иное имущество. Травмы маловероятны. |
|  | Примечания, содержат справочную информацию о некоторых аспектах конструкции изделия или его эксплуатации. |

1. Описание и работа Enforcer

1.1 Введение

Enforcer – промышленный экзоскелет, обеспечивающий снижение физических нагрузок на человека и позволяющий улучшить условия труда, снизить травмоопасность и утомляемость при работах с тяжелым ручным инструментом, при поднятии, удержании и переносе грузов. Оснащён механическими компенсаторами нагрузки в бедренных шарнирах и электрической лебедкой – модулем подъема груза.

Экзоскелет позволяет выполнять движения, минимально ограничивая перемещения оператора и снимая часть нагрузки с опорно-двигательного аппарата (в некоторых режимах до 90%), что позволяет оператору экзоскелета работать длительное время, испытывая меньшие нагрузки. Наличие механических компенсаторов нагрузки и электрической лебедки позволяет поднимать грузы до 60 кг.

Изделие **Enforcer** является модульным ассистирующим устройством комбинированного типа, включающим как жесткие, так и гибкие связи.

Принцип действия экзоскелета основан на передаче нагрузки с человека на механический силовой каркас, и на компенсации изгибающих моментов в суставах. В ходе выполнения технологических операций нагрузка распределяется по силовому каркасу – это снижает вероятность получения травм поясничного отдела позвоночника, таких как скручивание или смещение дисков.

В конструкции предусмотрены упоры для сидения, что обеспечивает поддержку оператора в положении сидя. В данном положении экзоскелет действует подобно сиденью.

Параметры базовой версии **Enforcer** приведены в таблицах 1 – 2.

Таблица 1 – Параметры экзоскелета **Enforcer**

| Параметр | Характеристики Enforcer |
|--|---|
| Габариты | 1,80 x 0,5 x 0,5 (м) |
| Масса | 23,5 кг |
| Рабочая нагрузка на экзоскелет | 0 – 50 кг |
| Предельно допустимая нагрузка на экзоскелет | 60 кг |
| Масса оператора | 60 – 120 кг |
| Рост оператора | 1.6 – 1.9 м |
| Мощность | 200 Вт |
| Напряжение питания | 16,8 В |
| Предельно допустимая нагрузка на модуль подъема | 60 кг |
| Длина провода пульта управления | 180 см |
| Расстояние между направляющими тросов | 46 см |
| Длина троса | 180 см |
| Возможные типы креплений туловища оператора | мягкий упор спины с жилетом, поясной ремень |
| Возможные цветовые схемы оформления | черная основа с элементами оранжевого цвета |
| Типы регулировок длин бедер/голеней и высоты спины | линейный храповик |
| Диапазон ширина таза | 40 – 50 см |
| Диапазон длины бедер | 31 – 41 см |
| Диапазон длины голеней | 49 – 62 см |
| Параметры аккумуляторной батареи | номинальное напряжение – 16,8 В; емкость – 15000 мА·ч; время полной зарядки – 2 ч. 30 мин. |
| Параметры зарядного устройства | входное напряжение - ~100- 240 В; максимальный входной ток – 2 А; выходное напряжение – 16,8 В; максимальный выходной ток – 5 А; мощность – 84 Вт |
| Уровень шума при работе | 70 – 95 дБ |

Таблица 2 – Материалы экзоскелетов **Enforcer**

| Узлы и модули экзоскелета | Материал |
|---------------------------------------|---|
| Силовой каркас экзоскелета | алюминиевый сплав АД31 ГОСТ 4784-97, фторопласт Ф-4 ГОСТ 10007-80 Е, угленаполненный полиамид УПА-6 ТУ 6-12-31-654-89, пластик ABS |
| Модуль подъёма груза | алюминиевый сплав АМг6 ГОСТ 4784-97, алюминиевый сплав АД31 ГОСТ 4784-97 |
| Шарниры бедер/голеней | алюминиевый сплав Д16Т ГОСТ 4784-97, бронза безоловянная БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78, сталь 40Х ГОСТ 1050-88, сталь Ст3кп ГОСТ 380-2005 |
| Регулировочные элементы бедер/голеней | алюминиевый сплав АД31 ГОСТ 8617-81, угленаполненный полиамид УПА-6 ТУ 6-12-31-654-89, алюминиевый сплав Д16Т ГОСТ 4784-97, сталь Ст3кп ГОСТ 380-2005 |
| Трос модуля подъёма груза | синтетический трос LIROS-D Pro XTR 01514: материал – Dyneema SK99, диаметр – 3 мм, максимальная нагрузка – 1150 кг; особенности тросов: не впитывают воду, обладают хорошей устойчивостью к УФ излучению |
| Изоляция кабеля пульта | пластифицированный ПВХ |
| Пульт | пластик ABS |
| Жилет и ремни | синтетический текстиль |

1.2 Способы применения промышленного экзоскелета Enforcer



В настоящем руководстве указаны лишь общие описания типовых сценариев применения экзоскелета, которые могут корректироваться в процессе выполнения технологических операций

Промышленный экзоскелет **Enforcer** применяется для помощи оператору при выполнении следующих задач:

- подъем груза с пола или с опоры за счет сгибания/разгибания туловища в тазобедренном суставе;
- удержание массивных элементов конструкций при их монтаже или фиксация деталей при сборке узлов и агрегатов;
- удержание инструмента при выполнении работ;
- опускание груза с опоры, за счет сгибания/разгибания туловища в тазобедренном суставе;
- перенос груза на небольшие расстояния.

1.3 Схема устройства

Конструктивно **Enforcer** повторяет скелет человека. Металлические звенья аппарата соединяются посредством шарниров, каждый из которых имеет разное число степеней подвижности (рисунок 1). Шарнирное соединение бедра с корпусом, как и у человека, имеет три степени свободы. Оно может вращаться вокруг двух горизонтальных осей: «вперед-назад» и «отведение-приведение», а также – вокруг вертикальной оси.

Голень соединяется с бедром цилиндрическим шарниром с единственной осью вращения. Колодка стопы **Enforcer** воспринимает вес экзоскелета и груза, при этом снижая риск получения человеком травм голеностопного сустава.

На металлическом каркасе экзоскелета **Enforcer** расположен модуль подъема груза. Подробнее алгоритмы использования данного модуля описаны в следующих разделах.

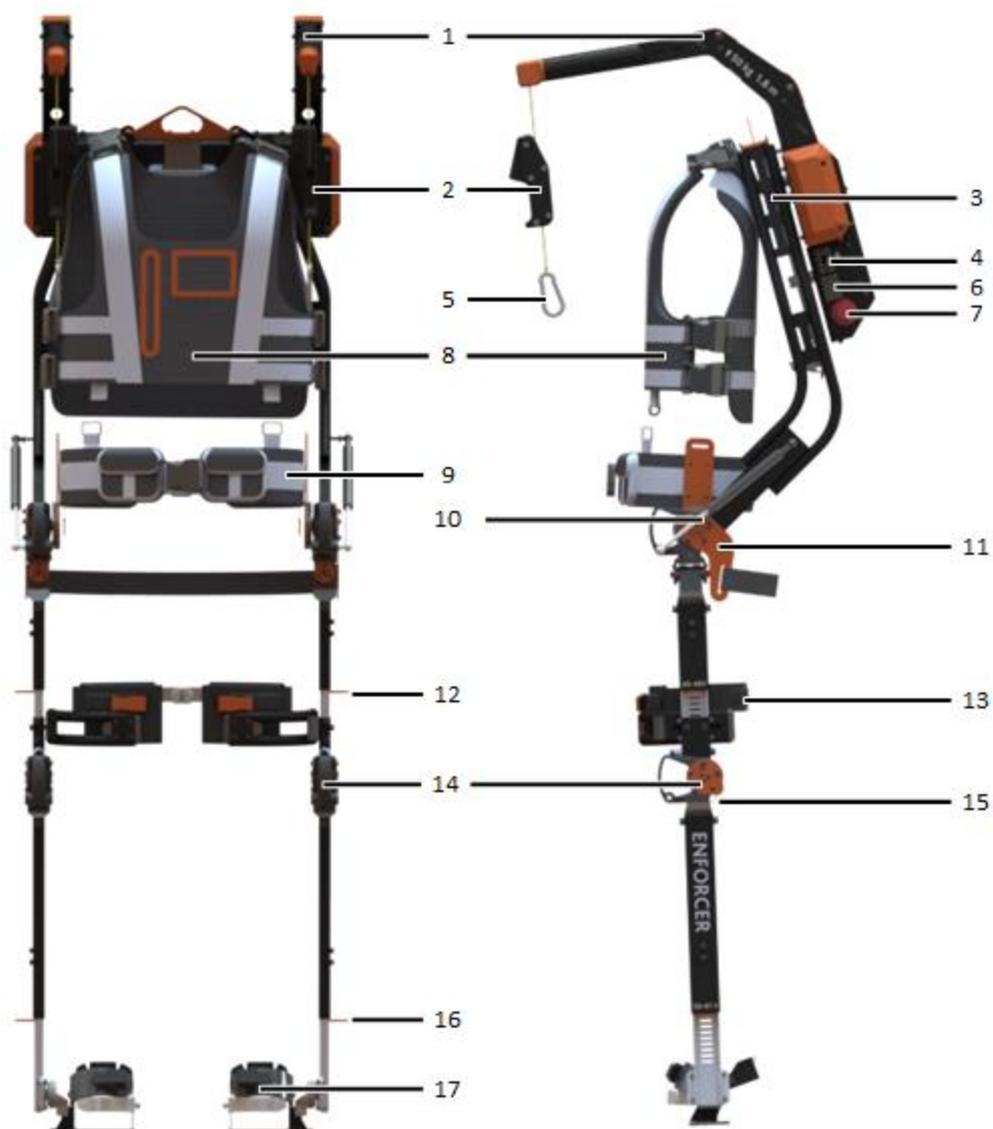


Рисунок 1 – Схема **Enforcer**

Enforcer состоит из следующих основных узлов и модулей (рисунок 1):

- 1 – корпус модуля подъёма груза;
- 2 – пульт управления;
- 3 – модуль пояснично-крестцового отдела экзоскелета с поясными креплениями, который объединен с модулем подъема груза;
- 4 – разъем для подключения зарядного устройства;
- 5 – трос с карабинами;
- 6 – индикатор заряда аккумуляторных батарей;
- 7 – поворотный тумблер включения/отключения электроники экзоскелета;
- 8 – мягкий упор спины с жилетом;
- 9 – поясное крепление экзоскелета;
- 10 – механический гравитационный компенсатор нагрузки;
- 11 – бедренный шарнирный узел;
- 12 – педаль с кольцом для регулировки длины бедра;
- 13 – бедренная манжета;
- 14 – коленный шарнирный узел;
- 15 – упор для сидения;
- 16 – педаль с кольцом для регулировки длины голени;
- 17 – колодка стопы.

Enforcer состоит из модулей силового каркаса, снабженного рядом регулировок, необходимых для обеспечения комфортной эксплуатации и возможности легко настроить экзоскелет в соответствии с параметрами различных пользователей.

2. Использование по назначению

Изделие **Enforcer** предназначено для использования, как в производственных помещениях, так и на открытом воздухе.



Enforcer является сложным электромеханическим устройством, правильное использование которого требует понимания принципов его работы, поэтому применение на практике должно проходить после соответствующего обучения и изучения настоящего руководства.

При правильной эксплуатации устройства нагрузка, приложенная к устройству, передается сначала на спинной узел (рисунок 2), затем на поясничный отдел экзоскелета. В поясничном узле нагрузка распределяется на две нижние конечности в пропорции, зависящей от наклона корпуса вправо или влево. От нижних конечностей экзоскелета нагрузка передается на опоры устройства, через них нагрузка передается на опорную поверхность, на которой стоит экзоскелет.

В момент поднятия и удержания груза в каждом из шарниров возникают крутящие моменты (M_1 , M_2 , M_3 , рисунок 2). Правильное положение оператора, позволяет минимизировать моменты нагрузки.

За счёт конструктивных особенностей аппарата, наибольшие крутящие моменты создаются между бедром и спиной. Поясничный отдел позвоночника является наиболее уязвимым к различным травмам, поэтому механические гравитационные компенсаторы экзоскелета помещены в бедренные шарниры.

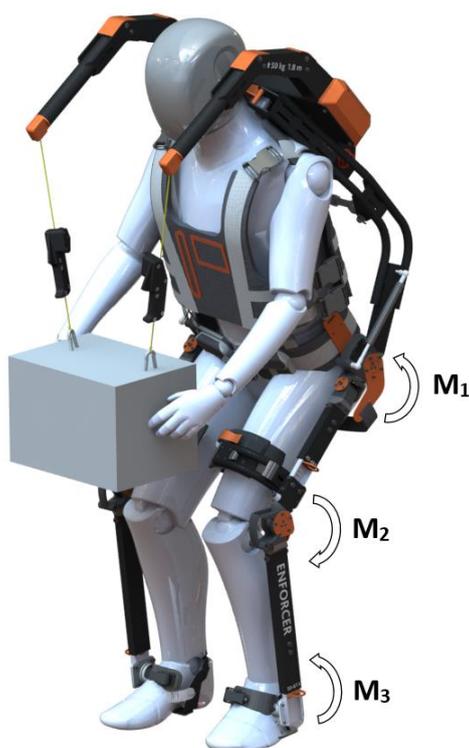


Рисунок 2 – Схема распределения моментов при поднятии груза

2.1 Сценарии применения промышленного экзоскелета Enforcer

Использование **Enforcer** требует от оператора знаний по эксплуатации конкретной модели в типовых задачах применения.

К типовым задачам применения можно отнести: ходьбу, работу в вертикальном положении или положении сидя, подъем, удержание и опускание груза. В зависимости от комплектации алгоритмы использования экзоскелета могут отличаться, поэтому рассмотрим только базовые случаи использования **Enforcer**.

2.1.1 Ходьба в промышленном экзоскелете Enforcer

Использование упругих элементов в конструкции бедренных модулей позволяет осуществлять ходьбу с частичной компенсацией крутящих моментов со стороны груза. При этом, чем на больший угол поворачивается бедро относительно спины, тем больше будет усилие на упругом элементе. Таким образом, конструкция побуждает оператора использовать короткий шаг, повышая энергоэффективность ходьбы при переносе груза.



Рисунок 3 – Диапазон вращения бедренного шарнира при ходьбе

2.1.2 Удержание вертикального положения и положения сидя

Enforcer имеет возможность разгрузки оператора в вертикальном положении за счёт особенностей конструкции экзоскелета, а также при использовании упоров для сидения, поддерживающих оператора в положении сидя.

2.1.3 Подъём, перенос и удержание груза в Enforcer

Использование модуля подъема груза в конструкции **Enforcer** позволяет производить подъем груза из любого устойчивого положения экзоскелета. На рисунке 4 изображен пульт управления модулем подъема груза.



1 – светодиодная индикация текущего режима работы модуля подъема груза: верхний светодиод – индикация режима «подъем», нижний светодиод – индикация режима «спуск», 2 – кнопка режима «подъем», 3 – кнопка режима «спуск», 4 – кнопка фиксации пульта управления на тросе

Рисунок 4 – Пульт управления модулем подъема груза

Типовой порядок использования экзоскелета с модулем подъёма подразумевает последовательное выполнение следующих действий:

- Оценить условия подъема груза (наличие места для крепления тросов, вес груза не превышает допустимый);
- Выпустить тросы на необходимую длину, используя режим «спуск»;
- Зафиксировать карабины на грузе, занять устойчивое вертикальное положение;
- Начать подъём груза, переключив модуль в режим «подъём»;



При переходе в режим «подъём» тросы начинают движение **сразу** после перехода.



В процессе подъёма требуется поддерживать строго вертикальное положение спины.



В процессе подъёма необходимо направлять движение груза пользуясь пультами управления.

- Завершить подъём груза, переключив модуль в режим «останов»;
- Осуществить требуемые манипуляции, перенос груза;
- Произвести спуск груза до ослабления натяжения тросов;
- Освободить тросы.

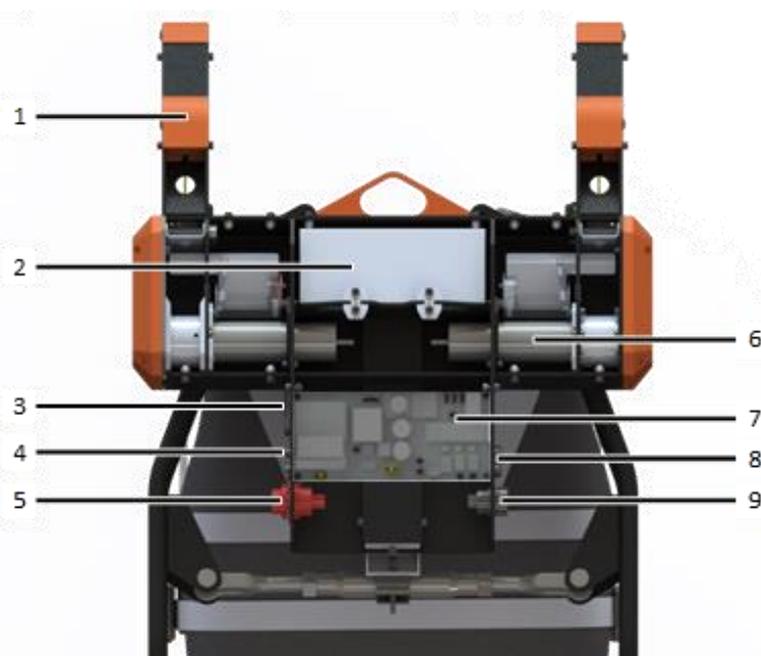
Поднятие груза с помощью модуля подъема груза **Enforcer** позволяет обеспечить разгрузку оператора до 90%.

Перенос груза осуществляется так же, как ходьба без груза, при этом силы, возникающие в упругих элементах бедренных модулей, будут обеспечивать гашение динамических ударов при ходьбе и компенсировать усилия при значительных относительных поворотах звеньев.

2.2 Описание и работа системы управления Enforcer

Модуль подъема груза экзоскелета **Enforcer** включает несколько основных элементов: электронный блок системы управления, блок аккумуляторных батарей, проводной пульт управления, поворотный тумблер включения/отключения электроники экзоскелета, индикатор заряда аккумуляторных батарей, разъем подключения зарядного устройства, систему датчиков.

Общая схема модуля подъема груза показана на рисунке 5.



1 – силовой каркас модуля подъема груза, 2 – блок аккумуляторных батарей, 3 – разъем для подключения зарядного устройства, 4 – индикатор заряда аккумуляторных батарей, 5 – поворотный тумблер включения/отключения электроники экзоскелета, 6 – электропривод лебедки, 7 – электронный блок системы управления, 8 – датчики освещенности и температуры, 9 – служебный разъем для подключения USB-кабеля

Рисунок 5 – Схема модуля подъема груза **Enforcer** (крышки модуля сняты)

Для осуществления зарядки необходимо подключить к экзоскелету зарядное устройство посредством специализированного двухконтактного разъема.

Местоположение разъема зарядки на модуле подъема груза - слева на корпусе выше индикации заряда батареи под защитной крышкой (рис. 5).

Полный заряд аккумуляторных батарей занимает 2 часа 30 мин. При этом полного заряда хватает на 200-250 циклов подъема опускания груза, или порядка 2 часов непрерывной работы привода, что позволяет использовать экзоскелет без подзарядки полную рабочую смену.

Включение электронной системы управления осуществляется переводом тумблера питания экзоскелета в положение «вкл», которая располагается на корпусе экзоскелета.



Внимание! После окончания работы модуля подъема груза необходимо перевести тумблер питания экзоскелета в положение «выкл».



Внимание! Для аварийной остановки приводов экзоскелета необходимо воспользоваться тумблером выключения.

2.2.1 Управление модулем подъема груза

Модуль подъема груза работает в следующих режимах:

- «подъем»,
- «остановка»,
- «спуск»,
- «неисправность»,
- «сон».

Оператор переключает режим посредством кнопок пульта управления.

При включении модуля подъема груза бортовой компьютер производит диагностику компонентов. Достаточные условия для запуска модуля:

- заряд аккумулятора выше минимального;
- исправность датчиков положения вала электропривода;
- исправность пульта управления.

Также производится диагностика компонентов системы интеллектуализации экзоскелета. О результате диагностики модуль сигнализирует звуковой индикацией:

- один короткий сигнал – все компоненты исправны;
- два коротких сигнала – неисправность компонентов системы интеллектуализации;
- три коротких сигнала – неисправность критически важных компонентов.

По умолчанию после диагностики и запуска устанавливается режим «останов». Индикация текущего режима работы осуществляется светодиодами на пульте. В таблице 3 указаны варианты индикации на пульте в различных режимах.

Таблица 3 – Индикация на пульте в различных режимах работы

| Режим | Индикация |
|-------------|--|
| «подъём» | Горит только верхний светодиод. |
| «остановка» | При заряде батареи > 50% горят оба светодиода. При заряде батареи < 50% оба светодиода мигают с частотой 1 раз в секунду. |
| «спуск» | Горит только нижний светодиод. |
| «сон» | Оба светодиода мигают с частотой 1 раз в 2 секунды. |
| «неиспр.» | Оба светодиода мигают с частотой 4 раза в секунду. |

Для перехода из режима «останов» в режим «подъём» необходимо *однократно* нажать соответствующую клавишу пульта управления. При этом само переключение произойдет в момент *освобождения* клавиши от нажатия.



В режиме «подъём» тросы начинают наматываться **незамедлительно**.

После достижения тросом минимальной длины автоматически устанавливается режим «останов».



По достижении тросом *минимальной* длины кнопка пульта «подъём» перестаёт реагировать на нажатие.

Для перехода из режима «останов» в режим «спуск» необходимо *однократно* нажать соответствующую клавишу пульта. При этом само переключение произойдет в момент *освобождения* клавиши от нажатия.



В режиме «спуск» тросам для движения необходимо *натяжение*, создаваемое оператором или опускаемым грузом - при отсутствии натяжения движение прекращается.

После достижения тросом максимальной длины автоматически устанавливается режим «останов».



По достижении тросами *максимальной* длины кнопка пульта «спуск» перестаёт реагировать на нажатие.

Режим «сон» устанавливается автоматически, если в течение 15 минут не были нажаты кнопки пульта. В этом режиме электропривод отключается, снижается энергопотребление. Нажатие какой-либо из клавиш пульта в режиме «сон» приводит к переходу модуля в режим «останов».

В режим «неисправность» модуль подъема груза переходит при:

- низком заряде аккумулятора;
- неисправности датчика положения вала электропривода.

Электропривод при этом останавливается и отключается.

Если при заряженном аккумуляторе после повторного включения модуля диагностика завершается обнаружением неисправности, то необходимо прервать работу и обратиться к поставщику для ремонта экзоскелета.

На рисунке 6 представлена зависимость заряда аккумуляторной батареи в процентах от напряжения электропитания на её клеммах.

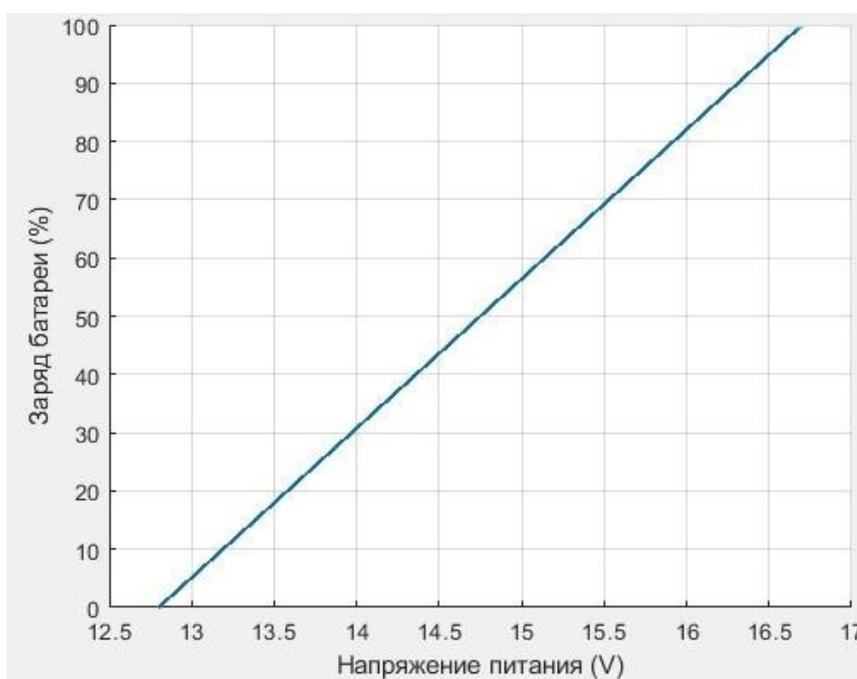


Рисунок 6 – Зависимость заряда аккумуляторной батареи от напряжения электропитания на её клеммах

2.3 Требования, предъявляемые к операторам

Основные физиологические требования к операторам экзоскелета (рисунок 7):

- отсутствуют повреждения кожного покрова;
- рост (L): 1,6 – 1,9 (м);
- длина голени со стопой ($L_{Г}$): 50 - 60 (см)
- длина бедра ($L_{Б}$): 45 - 55 (см)
- обхват груди ($O_{ГР}$) 100 - 200 (см);
- обхват таза ($O_{Т}$) 100-200 (см);
- обхват бедра ($O_{Б}$) 60-100 (см);
- обхват голени ($O_{Г}$) 40-60 (см);
- масса оператора от 60 кг до 120 кг.

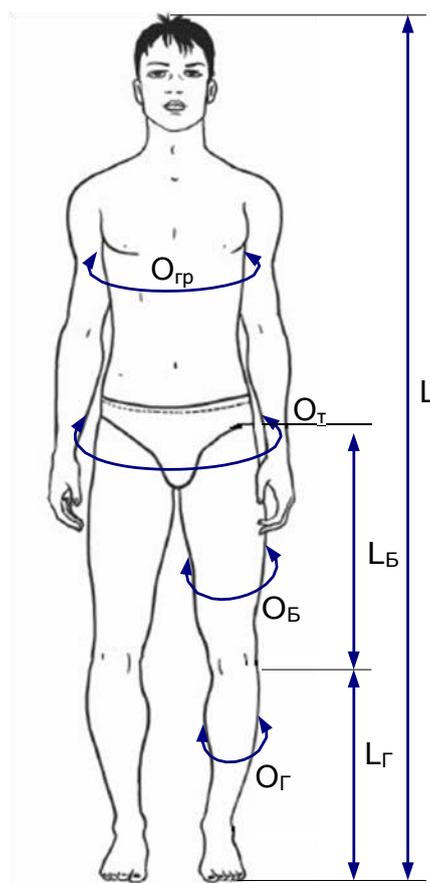


Рисунок 7 – Места необходимых замеров

2.4 Требования, предъявляемые к среде использования

Enforcer предназначен для использования на устойчивой поверхности с углом наклона не более 8° .

Использование экзоскелета на неподходящих поверхностях может послужить причиной потери устойчивости оператора и привести к повышенному риску травм и/или повреждению устройства.



НЕ используйте Enforcer на скользких, неустойчивых, топких поверхностях.

Не используйте экзоскелет во время экстремальных погодных условий, таких как сильный ветер или дождь.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ использование экзоскелета во время грозы!

3. Перед использованием Enforcer

3.1 Распаковка оборудования

Экзоскелет **Enforcer** поставляется в транспортировочном кофре. После отгрузки и доставки изделия на место, удалите транспортировочную пленку и элементы упаковочной тары. Далее аккуратно извлеките части изделия из транспортировочного кофра.

Как правило, экзоскелет поставляется в частично разобранном виде, а именно в виде двух частей:

- конечности экзоскелета в сборе;
- модуль пояснично-крестцового отдела экзоскелета с поясными креплениями, который объединен с модулем подъема груза.

При сборке необходимо руководствоваться следующими рекомендациями.

В первую очередь необходимо осуществить соединение ног экзоскелета с пояснично-крестцовым отделом согласно рисунку 8.

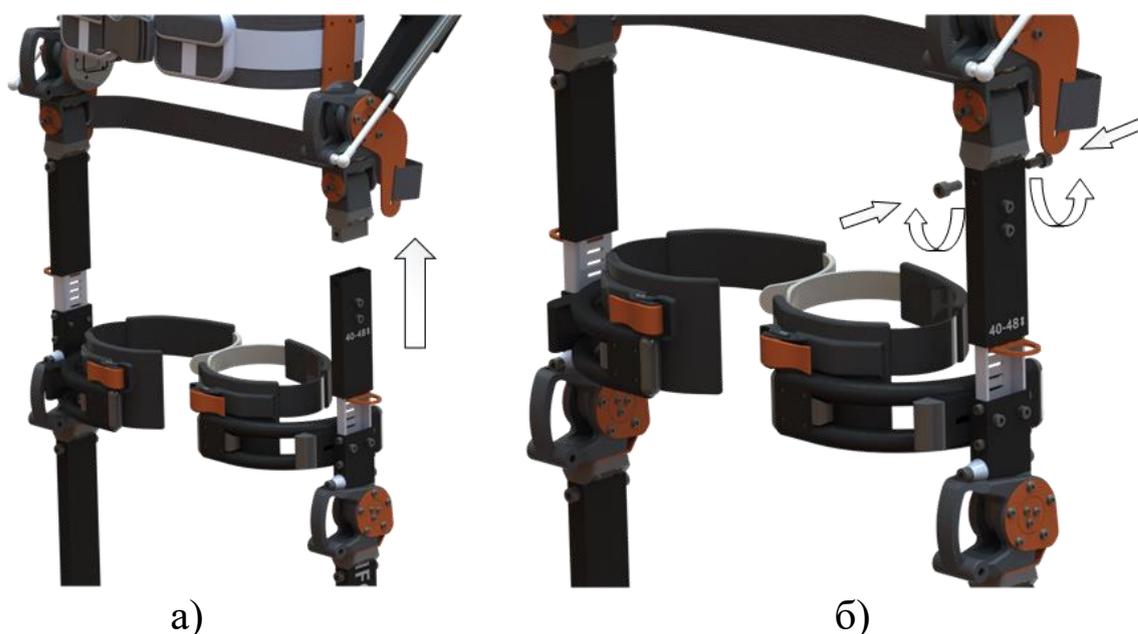


Рисунок 8 – Соединение ног экзоскелета с пояснично-крестцовым отделом

Необходимо вставить кронштейн бедренного шарнирного узла экзоскелета в паз в бедренном звене экзоскелета (рисунок 8, а), после чего необходимо вставить и затянуть винты (рисунок 8, б).



При перевозке экзоскелета его аккумуляторная батарея должна транспортироваться отдельно от устройства.

При сборке устройства аккумуляторная батарея должна быть установлена внутри корпуса и подключена к бортовой электросети экзоскелета с помощью специализированных разъемов.

3.2 Необходимые меры безопасности

Безопасность имеет первостепенное значение при использовании **Enforcer**. Пользователь должен быть осведомлен об особенностях функционирования и действиях в случае экстренной ситуации.

По этой причине все пользователи должны изучить настоящее руководство.

| | |
|---|--|
|  | <p>Внимание! Не надевайте плохо облегающую тело одежду (широкие штаны, шарфы и т.д.). Соблюдайте требуемые длины бедра и голени.</p> <p>Перед использованием отрегулируйте манжеты для удобства оператора.</p> |
|---|--|

Напряжение электропитания, используемого в экзоскелете, не превышает 17 В, что является безопасным для человека, однако, наличие аккумуляторных батарей накладывает ограничения на динамические нагрузки, прилагаемые к экзоскелету. Так, например, падение экзоскелета с высоты или деформация задней крышки корпуса может привести к выходу из строя аккумуляторных батарей, а в некоторых случаях к их возгоранию.

4. Общие требования по эксплуатации

С **Enforcer** всегда следует обращаться с осторожностью. Запрещается использовать экзоскелет, если он поврежден.

Неисправности, при которых эксплуатация **Enforcer** **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩЕНА**:

- Нарушение геометрии каркаса;
- Порваны крепления, либо не работают замки креплений;
- Нарушена целостность опор;
- Повреждены шарнирные узлы (в том числе загрязнение, мешающее нормальному функционированию узлов);
- Неплотно зажаты регулируемые части экзоскелета, либо не работают регулировочные фиксаторы;
- Не функционируют приводные модули;

Если была обнаружена одна из вышеперечисленных неисправностей, обратитесь к поставщику **Enforcer** для её устранения.

Для обеспечения эксплуатационных свойств экзоскелет должен проходить регулярное обслуживание. Ниже приведены процедуры, необходимые для поддержания нормальной работы устройства.

Перед каждым использованием:

- проверьте общее состояние экзоскелета путем визуального осмотра, в соответствии с разделом 4.1;
- убедитесь, что все фиксаторы ремней находятся в исправном состоянии;

После каждого использования:

- произвести очистку **Enforcer** от загрязнений, если это необходимо, в соответствии с разделом 4.2.

Ежемесячно:

- необходимо проверять состояния шарнирных узлов и поверхность опор **Enforcer** на наличие признаков повреждения или чрезмерного износа. Если обнаружены подобные проблемы, то дальнейшее использование устройства запрещено и необходимо обратиться к поставщику.

4.1 Проверка ремней и креплений

Перед использованием экзоскелета проверьте все манжеты, ремни и крепления на наличие признаков износа. Не используйте **Enforcer**, если ремни или фиксаторы неисправны или же имеют следы значительного износа. Поврежденные манжеты и фиксаторы ремней должны быть отремонтированы или заменены только специалистом производителя.

Проверять необходимо:

- жилет, ремни жилета и их фиксаторы;
- поясной ремень и его фиксатор;
- бедренные манжеты, ремни и их фиксаторы;
- крепления стоп.



Внимание! Запрещается использовать **Enforcer** с поврежденными частями корпуса, с неисправными манжетами, ремнями или фиксаторами.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ проводить ремонт самостоятельно! Ремонт может осуществляться только специалистами производителя.

4.2 Удаление загрязнений

Удаление загрязнений с наружных поверхностей **Enforcer** необходимо выполнять с помощью мягкой ткани, смоченной в теплой мыльной воде.

После удаления загрязнений и перед использованием, наружные поверхности экзоскелета должны быть протерты насухо.



Внимание! Не используйте чрезмерное количество воды при очистке частей **Enforcer!**

Запрещается погружать части экзоскелета в воду или любую другую жидкость.

Не используйте агрессивные растворители для очистки пластмассовых компонентов.

Не используйте абразивные или едкие чистящие средства, такие как металлические губки.

5. Использование Enforcer

5.1 Предварительная настройка под размеры пользователя

Enforcer предназначен для операторов различного роста и комплекции. Удобство использования может быть достигнуто только при точной настройке положения манжет и натяжения ремней.

Для предварительной настройки замерьте длину бедра и голени, а также обхват конечности рулеткой, как показано на рисунке 7.

Установите на регулировках размеры бедра и голени максимально приближенно к пропорциям Вашего тела.



Внимание! Измерять параметры необходимо с учетом одежды и обуви, используемой при работе с экзоскелетом.

Для осуществления регулировки длины звеньев бедра/голени **Enforcer**, необходимо (рисунок 9):

- 1 – рукой оттянуть в сторону от регулируемого звена педаль с кольцом желтого цвета,
- 2 – при оттянутой педали с кольцом выставить звено в необходимое положение используя нанесенную на звено маркировку его длины,
- 3 – отпустить педаль с кольцом.

На каждом звене бедра/голени имеется маркировка текущей длины. Для удобства и ускорения настройки, рекомендуется после первой регулировки запомнить необходимые длины и использовать эти сведения при последующем использовании экзоскелета. Подобный механизм регулировки используется для изменения высоты положения модуля подъема груза.



Рисунок 9 – Регулировка длины звена бедра

На рисунке 9 показана регулировка звена бедра экзоскелета, регулировка звена голени осуществляется аналогичным способом.



Важно! Правая и левая сторона **Enforcer** (в голени, бедре, вылете бедренного шарнира и ширине таза) должны быть отрегулированы точно симметрично друг другу.

Для удобства оператора предполагается также настройка вылета бедренной манжеты.

Процедура регулировки вылета манжеты выполняется следующим образом (рисунок 10):

- 1 – необходимо ослабить регулировочные винты,
- 2 – выставить манжету в необходимое положение и затянуть регулировочные винты.



Рисунок 10 – Схема регулировки вылета бедренной манжеты

Изменение ширины таза экзоскелета выполняется с помощью регулировочной двойной стяжки сзади экзоскелета (рисунок 11). Для этого требуется:

- 1 – отвинтить барашек крепежной струбины,
- 2 – вращением стяжки выставить требуемую ширину таза экзоскелета,
- 3 – привинтить барашек крепежной струбины.

Необходимо регулировку ширины таза экзоскелета выполнять таким образом, чтобы уже настроенные по вылету бедренные шарниры находились максимально близко к оператору, но не стесняли его.

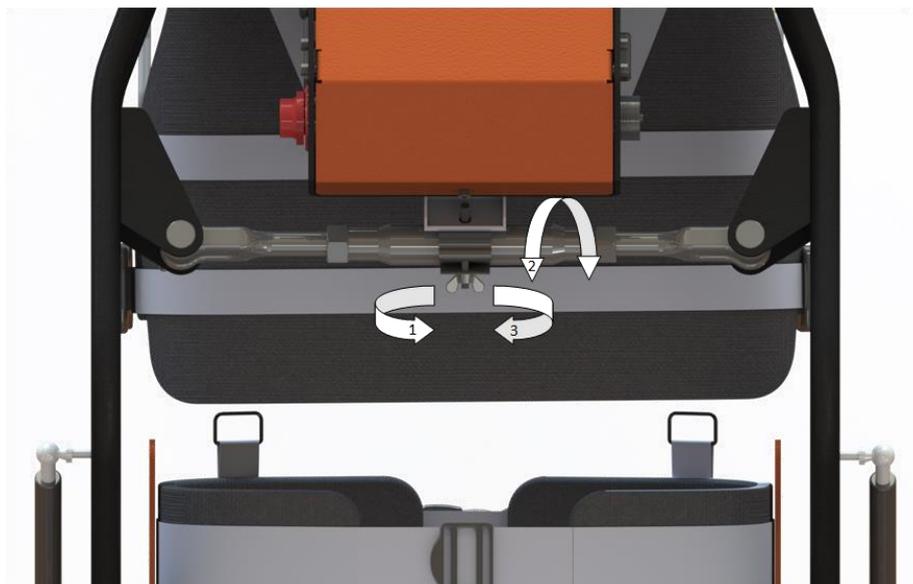


Рисунок 11 – Регулировочная двойная стяжка для изменения ширины таза экзоскелета

В зависимости от роста оператора необходимо отрегулировать высоту положения модуля подъема груза следующим образом (рисунок 12):

- 1 – рукой оттянуть в сторону к модулю подъема груза регулировочную педаль оранжевого цвета,
- 2 – при оттянутой педали выставить модуль подъема груза в необходимое положение,
- 3 – отпустить регулировочную педаль.

Регулировочная педаль находится между корпусом модуля подъема груза и модулем пояснично-крестцового отдела (рисунок 12).

После того, как все длины звеньев экзоскелета отрегулированы, можно надевать экзоскелет.



Рисунок 12 – Схема регулировки для изменения высоты положения модуля подъема груза

5.2. Надевание Enforcer

Надевание **Enforcer** предполагается, так же как и его предварительная регулировка, в двух вариантах: при помощи ассистента, либо с использованием устройства хранения.

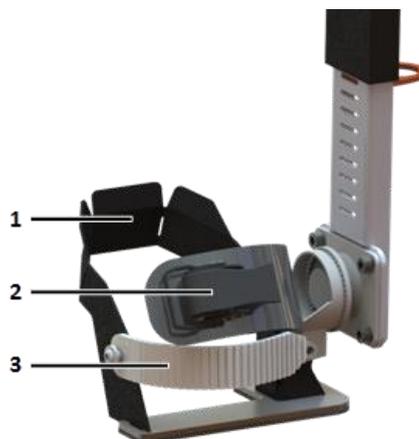
Перед надеванием **Enforcer** убедитесь, что все манжеты находятся в правильном положении и раскрыты, ремни расслаблены. Это позволит сэкономить время на одевание и обеспечить комфорт оператора.

Надевание и фиксацию элементов крепления экзоскелета на человеке необходимо выполнять в следующей последовательности:

а) фиксация стоп оператора

В первую очередь, необходимо зафиксировать стопы. Для этого необходимо установить стопу в колодку стопы **Enforcer** так, чтобы пятка упиралась в упор 1 (рисунок 13). После чего стопа

фиксируется ремнем 3. Требуемое натяжение ремня обеспечивается клипсой-трещеткой 2. Колодка стопы **Enforcer** показана на рисунке 13.



1 – упор, 2 – клипса-трещетка, 3 – фиксирующий ремень

Рисунок 13 – Колодка стопы **Enforcer**

б) фиксация бедер

В следующем этапе фиксируются бедра пользователя. В конструкции **Enforcer** используются ременные крепления 1 с клипсами-трещетками 2 (рисунок 14).



1 – фиксирующий ремень, 2 – клипса-трещетка

Рисунок 14 – Бедренная манжета

Для фиксации бедра необходимо выполнять следующую последовательность действий:

- Установите ногу внутри манжеты;
- Зафиксировать ногу с помощью фиксирующего ремня 1 и клипсы-трещетки 2 (рисунок 14).

Обеспечьте необходимое натяжение ремня так, чтобы нога оператора надежно фиксировалась в манжете, однако, не затягивайте ремень слишком сильно во избежание пагубных последствий, вызванных ограничением (за счёт сильного передавливания) поступления крови в конечность.

в) фиксация туловища оператора

После фиксации **Enforcer** на нижних конечностях необходимо закрепить на спине оператора экзоскелет с помощью жилета. Для фиксации жилета требуется затянуть его фиксирующие ремни.

Средства фиксации туловища оператора показаны на рисунке 15.



1 – жилет, 2 – поясной ремень, 3 – фиксирующие ремни жилета

Рисунок 15 – Жилет и поясной ремень **Enforcer**

г) поясной ремень

В последнюю очередь фиксируется поясной ремень.

После проведения всех вышеперечисленных действий проверьте отсутствие ослабленных креплений и наличие хорошего контакта колодок стопы с «полом». Если это не выявлено, повторно проверьте, правильно ли настроены длины бёдер и голеней – для этого выполните комплекс базовых движений (ходьба, приседание, повороты и т.д.).

6. Транспортировка и хранение

При транспортировке **Enforcer** соблюдайте технику безопасности!

Не допускаете попадание частей тела или одежды между подвижными частями устройства при транспортировке.

Когда экзоскелет не используется, устройство и его принадлежности должны храниться в безопасном сухом месте.

При транспортировке необходимо отключить и извлечь аккумуляторные батареи.

В случае длительного хранения экзоскелета, перед работой рекомендуется произвести зарядку аккумуляторных батарей.

7. Техническое обслуживание

Enforcer должен проходить обслуживание только специалистами производителя. Обслуживание осуществляется сразу после транспортировки и далее каждые 2-3 месяца в зависимости от интенсивности использования экзоскелета.

В конструкции экзоскелета отсутствуют детали, техническое обслуживание которых должен осуществлять пользователь самостоятельно. Ни при каких обстоятельствах не пытайтесь отремонтировать экзоскелет самостоятельно.



Внимание! Ремонт, выполненный некомпетентным лицом, может привести к травмам оператора или серьезному повреждению **Enforcer**.

8. Утилизация

Утилизация **Enforcer** осуществляется только в специально подготовленных местах после специальной предварительной подготовки и удаления аккумуляторных батарей.



Запрещается перепродажа **Enforcer** третьим лицам без информирования поставщика.



Не выбрасывайте части **Enforcer** вместе с бытовыми отходами.

9. Комплект поставки

В базовый комплект поставки входит:

- Промышленный экзоскелет нижних конечностей **Enforcer** – 1 шт.
- Зарядное устройство – 1 шт.
- Комплект эксплуатационной документации (Паспорт, настоящее Руководство по эксплуатации) – 1 шт.
- Комплект инструмента – 1 шт.
- Комплект штатной упаковки.
- Кофр транспортный.

В качестве дополнительных опций могут быть поставлены:

- Настенное устройство хранения экзоскелета.
- Экшн-камера.
- Фара-искатель.
- Комплект захватов.

10. Гарантийные условия

Изготовитель гарантирует соответствие промышленного экзоскелета **Enforcer** требованиям действующих технических условий при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, эксплуатации и технического обслуживания.

Гарантийный срок хранения – два года, при хранении в условиях неотопливаемого помещения со дня приемки изделия ОТК изготовителя.

Гарантийный срок эксплуатации – один год в пределах гарантийного срока хранения.

Приложение 1. Предупреждения

ВНИМАНИЕ!

НЕ подвергайте:

Enforcer воздействию любых видов пламени, источников воспламенения.

НЕ используйте

Enforcer при внешнем воздействии нагревания, магнитного или электрического поля.

НЕ используйте

агрессивные растворители для очистки пластмассовых компонентов **Enforcer**.

НЕ погружайте

Enforcer в воду или любую другую жидкость.

При транспортировке **Enforcer** перемещайте вдвоем, чтобы избежать травм

НЕ используйте

Enforcer на неподходящих поверхностях: скользких, неустойчивых, топких, содержащих мусор или мелкие предметы.

НЕ используйте Enforcer

в неподходящей одежде.

НЕ используйте Enforcer

в экстремальных погодных условиях - например, дождь, ветер или во время грозы.

НЕ используйте

поврежденный **Enforcer**



ВНИМАНИЕ!

Приложение 2. Контактная информация

Контактная информация

Контактная информация изготовителя:

ООО «ЭКЗОМЕД»

улица Ленина, 60а, офис 338

Курск, Россия, 305000

exomed.org



e-mail: exomed.org@mail.ru