

**УТВЕРЖДАЮ:**

**УТВЕРЖДАЮ:**

\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(наименование грузоотправителя)

\_\_\_\_\_  
(наименование перевозчика)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

М.П.

М.П.

**МЕСТНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ № \_\_\_\_\_**  
**размещения и крепления круглых лесоматериалов**  
**длиной 3,0 м, 4,0 м, 6,0 м на специализированной платформе**  
**модели 13-9997**

(общее количество листов - 16, в том числе рисунков - 3)

Срок действия: с \_\_\_\_\_  
до \_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник службы коммерческой  
работы в сфере грузовых перевозок  
дирекции управления движения

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(расшифровка подписи)

Начальник службы  
вагонного хозяйства

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(расшифровка подписи)

# 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ОПИСАНИЕ ПОГРУЗКИ

## 1.1 Параметры вагона

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра
1.	Грузоподъемность, тс, не менее	<b>69,5</b>
2.	Масса тары вагона, тс, не более	<b>24,5</b>
3.	Полезный объем кузова (по высоте боковых стоек), м <sup>3</sup>	<b>111</b>
4.	Максимальная нагрузка от оси на рельсы, кН (тс)	<b>230,535 (23,5)</b>
5.	Длина вагона по осям сцепления автосцепок, м	<b>13,990</b>
6.	Длина вагона по лобовым листам концевых балок, м	<b>12,77</b>
7.	База вагона, м	<b>9,77</b>
8.	Высота от УГР до пола вагона, м	<b>1,431</b>
9.	Конструкционная скорость, км/ч	<b>120</b>
10.	Габарит по ГОСТ 9238-83	<b>1-Т*</b>
11.	Габарит погрузки	<b>зональный</b>
12.	Ходовые части вагона-платформы	<b>тип 2 ГОСТ 9246</b>
13.	Внутренние размеры кузова в свету (с учетом опорных брусков), мм - длина - ширина - высота	<b>12769 2818 3169</b>
14.	Площадь наветренной поверхности груза (проекция поверхности груза на продольную ось симметрии вагона), м <sup>2</sup>	<b>38,05</b>
15.	Высота центра тяжести порожнего вагона от УГР, м	<b>1,204**</b>
16.	Высота центра тяжести груза от опорных брусков (погрузка на высоту на 100 мм ниже верхнего уровня стоек), м	<b>1,535</b>

Примечание: \*С дополнительным контуром верхнего очертания по п.3.8 ГОСТ 9238.  
\*\* Согласно [3].

## 1.2 Описание погрузки

Настоящие Местные технические условия (далее МТУ) разработаны в соответствии с требованиями разделов 5, 6, 7, 10 главы 1 и разделов 1, 3 главы 2 Технических условий размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах № ЦМ-943-03г.

Настоящими МТУ устанавливаются способы размещения и крепления круглых лесоматериалов длиной от 3 до 6 м на специализированной платформе модели 13-9997, имеющей стационарно установленные торцевые стены и боковые стойки (далее «платформа»).

В зависимости от длины штабеля круглых лесоматериалов, в специально предназначенные ложементы, между поперечными уголками настила пола, должны быть установлены подкладки, закрепленные с помощью гвоздей. Общая высота подкладок 40 – 50 мм. Ширина подкладок 100 – 150 мм, допускается изготовление подкладок составными из нескольких частей по ширине. Общая длина подкладок 2420<sub>-25</sub> мм.

1.2.1 Груз в вагоне должен быть расположен симметрично относительно продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона.

К погрузке допускаются лесоматериалы, кроме неровных кряжей, номинальной длиной 3,0 м, 4,0 м, 6,0 м.

Каждый штабель при загрузке располагается в пределах не менее чем двух пар стоек.

Погрузка лесоматериалов с обледенением не допускается.

Лесоматериалы длиной 3 м грузят на платформу четырьмя штабелями (рис.1), длиной 4 м – тремя штабелями (рис.2), длиной 6 м – двумя штабелями (рис.3).

Лесоматериалы размещают штабелями по длине встык без прокладок.

Высота штабелей должна быть не менее чем на 100 мм меньше верхнего уровня стоек и торцевых стен.

Круглые лесоматериалы в верхнем ряду каждого штабеля должны быть уложены плотно друг к другу и выровнены. Не допускается укладывать в этом ряду свободно лежащие одиночные бревна.

При размещении круглых лесоматериалов в каждом штабеле комли и вершины должны чередоваться поштучно или пачками так, чтобы половина бревен в штабеле была размещена комлями в одну сторону, половина – в другую.

Разность высот обращенных друг к другу торцов двух соседних штабелей допускается не более  $\frac{2}{3}$  диаметра бревен, уложенных в верхнем ряду штабеля.

В штабеле круглые лесоматериалы должны быть одинаковой длины в пределах допусков, установленных нормативными документами на соответствующую продукцию.

Допускается совместная погрузка на одну платформу штабелей различной длины. При этом в каждом штабеле лес должен быть одной длины. Штабели большей длины размещают в торцевых частях вагона.

Погрузку лесоматериалов начинают от торцевых стенок к середине платформы. Затем последовательно друг за другом укладывают промежуточные штабели.

Допускается разделять штабели деревянными прокладками из досок толщиной не менее 25 мм, шириной 150 - 200 мм и длиной, равной ширине штабеля, на две - четыре части по высоте. Под каждую пачку укладывается

две прокладки, каждая на расстоянии 0,3 – 0,5 м от концов пачки при ее длине 3 м, и на расстоянии 0,5 – 0,8 м при длине пачки более 3 м.

Вместо деревянных прокладок допускается использование тросовых диаметром 19 – 22 мм. Запрещается использование на одном вагоне прокладок разного типа.

Общая длина погруженных штабелей должна быть равна внутренней длине платформы.

Если общая длина штабелей меньше внутренней длины платформы, то они могут быть размещены с раздвижкой друг от друга на расстоянии не более 200 мм.

Концы штабеля должны выходить за стойки не менее чем на 250 мм.

При размещении круглых лесоматериалов на вагоне-платформе подсортировка лесоматериалов по толщине не требуется.

1.2.2 При погрузке лесоматериалов не допускаются удары погрузочно-разгрузочными механизмами или грузом по раме платформы, торцовым стенкам и стойкам.

## 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ СИЛ И ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ГРУЗ

При определении способа размещения и крепления груза на вагоне учитываются следующие силы и нагрузки:

— продольная инерционная сила, возникающая при движении в процессе разгона и торможения поезда, при соударении вагонов во время маневров и роспуске с сортировочных горок;

— поперечная инерционная сила, возникающая при движении вагона и при вписывании его в кривые и переходные участки пути;

— вертикальная инерционная сила, вызываемая ускорением при колебаниях движущегося вагона;

— ветровая нагрузка;

— сила трения.

Точкой приложения инерционных сил является центр тяжести груза (ЦТ<sub>гр</sub>).

Точкой приложения ветровой нагрузки принимается геометрический центр наветренной поверхности груза. Направление действия ветровой нагрузки принимается перпендикулярным продольной плоскости симметрии вагона.

Груз в вагоне расположен симметрично относительно продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона.

### 2.1 Продольная инерционная сила

2.1.1 Продольная инерционная сила от массы всего груза определяется по формуле:

$$F_{np} = a_{np} \times Q_{cp}^0 = 0,978 \times 69,5 = 67,971mc$$

где  $Q_{cp}^0 = 69,5mc$  - общая масса груза в вагоне;

$a_{np}$  - удельная продольная инерционная сила на 1 т массы груза, тс/т;

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{cp}^0 \cdot (a_{22} - a_{94})}{72},$$

где  $a_{22}$ ,  $a_{94}$  - удельная продольная инерционная сила, тс, на 1 тонну массы груза принимается по таблице 17 [1].

$$a_{np} = 1,2 - \frac{69,5 \times (1,2 - 0,97)}{72} = 0,978mc / t$$

2.1.2 Сила трения, действующая на груз в продольном направлении определяется по формуле:

$$F_{np}^{тр} = Q_{cp}^0 \times \mu = 69,5 \times 0,45 = 31,275mc$$

где  $\mu = 0,45$  - коэффициент трения между контактирующими поверхностями груза и вагона (принимается для дерева по дереву).

2.1.3 Продольное инерционное усилие от массы всего груза, которое должны воспринимать средства крепления, определяется по формуле:

$$\Delta F_{np} = F_{np} - F_{mp} = 67,971 - 31,275 = 36,696 \text{ тс}$$

## **2.2 Поперечная инерционная сила**

2.2.1 Поперечная инерционная сила от массы штабеля груза, в зависимости от расположения в вагоне, с учетом действия центробежной силы определяется по формуле:

$$F_n = a_n \times Q_{ep}, \text{ тс}$$

где  $Q_{ep}, \text{ тс}$  - максимальная масса соответствующего штабеля в вагоне;

$a_n$  - удельная поперечная инерционная сила на 1 т массы груза, тс/т;

$$a_n = 0,33 + \frac{0,44}{l_g} \times l_{ep}, \text{ тс / т}$$

где  $l_g = 9,77$  м - база вагона;

$l_{ep}$ , м - расстояние от центра тяжести груза до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось вагона.

Результаты расчета по п. 2.2.1 представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1

Наименование груза	$Q_{ep}, \text{ тс}$	$l_{ep}, \text{ м}$	$a_n, \text{ тс / т}$	$F_n, \text{ тс}$
Штабель длиной 3 м в торце вагона	17,375	4,6	0,537	9,33
Штабель длиной 3 м в середине вагона	17,375	1,6	0,402	6,986
Штабель длиной 4 м в торце вагона	23,167	4,2	0,519	12,027
Штабель длиной 4 м в середине вагона	23,167	0	0,33	7,645
Штабель длиной 6 м	34,75	3,1	0,47	16,319

2.2.2 Сила трения, действующая на штабель груза, в зависимости от расположения в вагоне, в поперечном направлении определяется по формуле:

$$F_{mp}^n = Q_{cp}^o \times \mu \times (1 - a_g), mc$$

где  $\mu = 0,45$  - коэффициент трения между контактирующими поверхностями (для дерева по дереву);

$a_g$  - удельная вертикальная сила, на 1 т массы груза, тс/т.

$$a_g = 0,25 + k \times l_{cp} + \frac{2,14}{Q_{cp}}, mc / m,$$

где  $Q_{cp}, mc$  - максимальная масса соответствующего штабеля в вагоне;

$l_{cp}, m$  - расстояние от центра тяжести груза до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось вагона;

$k$  - коэффициент, при погрузке на один вагон принимается равным  $5 \times 10^{-6}$ .

Результаты расчета по п. 2.2.2 представлены в таблице 2.2

Таблица 2.2

Наименование груза	$Q_{cp}, mc$	$l_{cp}, m$	$a_g, mc / m$	$F_{mp}^n, mc$
Штабель длиной 3 м в торце вагона	17,375	4,6	0,373	4,901
Штабель длиной 3 м в середине вагона	17,375	1,6	0,373	4,901
Штабель длиной 4 м в торце вагона	23,167	4,2	0,342	6,856
Штабель длиной 4 м в середине вагона	23,167	0	0,342	6,856
Штабель длиной 6 м	34,75	3,1	0,312	10,765

2.2.3 Поперечная инерционная сила от массы штабеля груза, в зависимости от расположения в вагоне, воспринимаемая креплением определяется по формуле:

$$\Delta F_n = n \times (F_n + W) - F_{mp}^n, mc,$$

где  $n = 1,0$  - коэффициент, значение которого принимается как при разработке МТУ;

$W$  - ветровая нагрузка, действующая на груз, определяется:

$$W = 50 \times S_n / 1000, mc$$

где  $S_n$  - площадь наветренной поверхности груза (проекция поверхности груза на продольную ось симметрии вагона),  $m^2$

Результаты расчета по п. 2.2.3 представлены в таблице 2.3

Таблица 2.3

Наименование груза	$Q_{cp}, тс$	$S_n, м^2$	$W, тс$	$\Delta F_n, тс$
Штабель длиной 3 м в торце вагона	17,375	9,513	0,476	4,905
Штабель длиной 3 м в середине вагона	17,375	9,513	0,476	2,56
Штабель длиной 4 м в торце вагона	23,167	12,683	0,634	5,806
Штабель длиной 4 м в середине вагона	23,167	12,683	0,634	1,423
Штабель длиной 6 м	34,75	19,025	0,951	6,505

### 2.3 Вертикальная инерционная сила

2.3.1 Вертикальная инерционная сила от массы штабеля груза, в зависимости от расположения в вагоне, определяется по формуле:

$$F_g = a_g \times Q_{cp}, тс$$

где  $Q_{cp}, тс$  - максимальная масса соответствующего штабеля в вагоне;

$a_g$  - удельная вертикальная сила, на 1 т массы груза, тс/т.

Результаты расчета по п. 2.3.1 представлены в таблице 2.4

Таблица 2.4

Наименование груза	$Q_{cp}, тс$	$a_g, тс / т$	$F_g, тс$
Штабель длиной 3 м в торце вагона	17,375	0,373	6,484
Штабель длиной 3 м в середине вагона	17,375	0,373	6,484
Штабель длиной 4 м в торце вагона	23,167	0,342	7,932
Штабель длиной 4 м в середине вагона	23,167	0,342	7,932
Штабель длиной 6 м	34,75	0,312	10,828

2.3.2 Вертикальная инерционная сила для всего груза:

$$F_g = a_g \times Q_{gp}^o = 0,281 \times 69,5 = 19,52 \text{ тс}$$

где  $Q_{gp}^o, \text{ тс}$  - общая масса груза в вагоне;

$a_g$  - удельная вертикальная сила, на 1 т массы груза, тс/т.

$$a_g = 0,25 + k \times l_{gp} + \frac{2,14}{Q_{gp}^o} = 0,25 + 5 \times 10^{-6} \times 0 + \frac{2,14}{69,5} = 0,281 \text{ тс / т}$$

$l_{gp} = 0$  м - расстояние от центра тяжести груза до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось вагона;

### 3 ПРОВЕРКА ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ВАГОНА С ГРУЗОМ

#### 3.1 Высота общего центра тяжести вагона с грузом

3.1.1 Высота общего центра тяжести вагона с грузом определяется по формуле:

$$H_{цт}^0 = \frac{Q_{gp}^o \times h_{цт} + Q_m \cdot H_{цт}^g}{Q_{gp}^o + Q_m},$$

где  $H_{цт}^g = 1,204 \text{ м}$  - высота центра тяжести порожнего вагона от уровня верха головки рельса;

$h_{цт}$  - высота центра тяжести груза от уровня головки рельса;

3.1.2 Определение высоты центра тяжести груза от уровня головки рельса (прогиб рессорного подвешивания от массы груза не учитывается):

$$h_{цт} = h_n + h_{gp} = 1,431 + 1,535 = 2,966 \text{ м}$$

где  $h_n = 1,431 \text{ м}$  - расстояние от уровня верха головки рельса до опорных брусков под тарой;

$h_{gp} = 1,535 \text{ м}$  - высота центра тяжести груза от опорных брусков;

$$H_{цт}^0 = \frac{69,5 \times 2,966 + 24,5 \times 1,204}{69,5 + 24,5} = 2,507 \text{ м}$$

Так как высота общего центра тяжести вагона с грузом более 2,3 м требуется проверка поперечной устойчивости вагона (см.п.10.4.1 [1]).

### 3.2 Поперечная устойчивость вагона

3.2.1 Поперечная устойчивость вагона должна удовлетворять требованию:

$$\frac{P_u + P_v}{P_{ст}} \leq 0,55$$

где  $P_{ст}$  – статическая нагрузка от колеса на рельс:

$$P_{ст} = \frac{Q_m + Q_{zp}^o}{n_k} = \frac{24,5 + 69,5}{8} = 11,75 \text{ тс}$$

$(P_u + P_v)$  – дополнительная вертикальная нагрузка на колесо от действия центробежных и ветровой нагрузки, тс

$$P_u + P_v = \frac{1}{n_k S_n} [0,075(Q_m + Q_{zp}^o)H_{цт}^o + W \times h + 1000p]$$

$W$  – ветровая нагрузка, действующая на груз, определяется:

$$W = 50 \times S_n / 1000 = 50 \times 38,05 / 1000 = 1,903 \text{ тс}$$

$S_n = 38,05 \text{ м}^2$  – площадь наветренной поверхности груза (проекция поверхности груза на продольную ось симметрии вагона;

$p = 3,34$  – коэффициент, учитывающий ветровую нагрузку на кузов и тележки грузонесущих вагонов и поперечное смещение ЦТ груза за счет деформации рессор;

$h = 2966 \text{ мм}$  – высота над уровнем головки рельса точки приложения ветровой нагрузки. Точка приложения ветровой нагрузки определяется как геометрический центр наветренной поверхности груза;

$n_k = 8$  – число колес грузонесущего вагона;

$S = 790 \text{ мм}$  – половина расстояния между кругами катания колесной пары;

$$P_u + P_v = \frac{1}{8 \times 790} [0,075 \times (24,5 + 69,5) \times 2507 + 1,903 \times 2966 + 1000 \times 3,34] = 4,22 \text{ тс}$$

$$\frac{P_u + P_v}{P_{ст}} = \frac{4,22}{11,75} = 0,36 < 0,55$$

Поперечная устойчивость вагона с грузом обеспечивается.

### **4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ОБЩЕГО ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ ГРУЗА**

Груз в вагоне расположен симметрично относительно продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона.

## 5 РАСЧЕТ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗА

### 5.1 Крепление груза в продольном направлении

Круглые лесоматериалы, погруженные с безззорной укладкой в поперечном направлении на вагон-платформу со стационарно закрепленными торцевыми стенами и боковыми стойками, представляют собой единый блок с платформой.

Груз в продольном направлении удерживается от смещения за счет сил трения между штабелем и опорными брусками, расположенными на поперечных балках вагона, а также между штабелем и боковыми стойками. Величина продольной инерционной силы, действующей на элементы крепления груза равна  $\Delta F_{тр}^{np} = 36,696 тс$  (см. п. 2.1.1) (без учета дополнительного трения между боковыми стойками и грузом).

Возможное продольное перемещение груза ограничено торцевой стеной вагона. Максимально допускаемая нагрузка на торцевую стену согласно расчета [4] составляет 81,38 тс (798,345 кН).

Таким образом, груз в дополнительном креплении не нуждается.

### 5.2 Крепление груза в поперечном направлении

Груз от поперечного смещения удерживается боковыми стойками – угловыми стойками, двойными стойками и стойками.

Допускаемые равномерно-распределенные по высоте нагрузки на боковые стойки вагона-платформы:

- угловая стойка      2,545 тс/м (24,971 кН/м);
- стойка двойная    1,97 тс/м (19,302 кН/м);
- стойка                1,97 тс/м (19,302 кН/м).

Определяем величину равномерно-распределенной по высоте стоек поперечной нагрузки для каждого штабеля пиломатериалов:

$$\frac{\Delta F_n}{L_{ст}}, тс / м$$

где  $\Delta F_n$  - поперечная инерционная сила от массы штабеля груза, в зависимости от расположения в вагоне, тс;

$L_{ст} = 3,169 м$  – высота стоек.

Результаты расчета по п. 5.2 представлены в таблице 5.1

Таблица 5.1

Наименование груза	$\Delta F_n, тс$	$\frac{\Delta F_n}{L_{cm}}, тс / м$
Штабель длиной 3 м в торце вагона	4,905	1,548
Штабель длиной 3 м в середине вагона	2,56	0,808
Штабель длиной 4 м в торце вагона	5,806	1,832
Штабель длиной 4 м в середине вагона	1,423	0,449
Штабель длиной 6 м	6,505	2,053

Штабель длиной 3 м в торце вагона ограничен угловой стойкой и половиной двойной стойки. Максимально допускаемая нагрузка:

$$2,545 + \frac{1,97}{2} = 3,53 тс / м > 1,548 тс / м$$

Штабель длиной 3 м в середине вагона ограничен половиной двойной стойки и стойкой. Максимально допускаемая нагрузка:

$$\frac{1,97}{2} + 1,97 = 2,955 тс / м > 0,808 тс / м$$

Штабель длиной 4 м в торце вагона ограничен угловой стойкой и двойной стойкой. Максимально допускаемая нагрузка:

$$2,545 + 1,97 = 4,515 тс / м > 1,832 тс / м$$

Штабель длиной 4 м в середине вагона ограничен двумя стойками. Максимально допускаемая нагрузка:

$$1,97 + 1,97 = 3,94 тс / м > 0,449 тс / м$$

Штабель длиной 6 м ограничен угловой стойкой, двойной стойкой и стойкой. Максимально допускаемая нагрузка:

$$2,545 + 1,97 + 1,97 = 6,485 тс / м > 2,053 тс / м$$

Таким образом, груз в дополнительном креплении не нуждается.



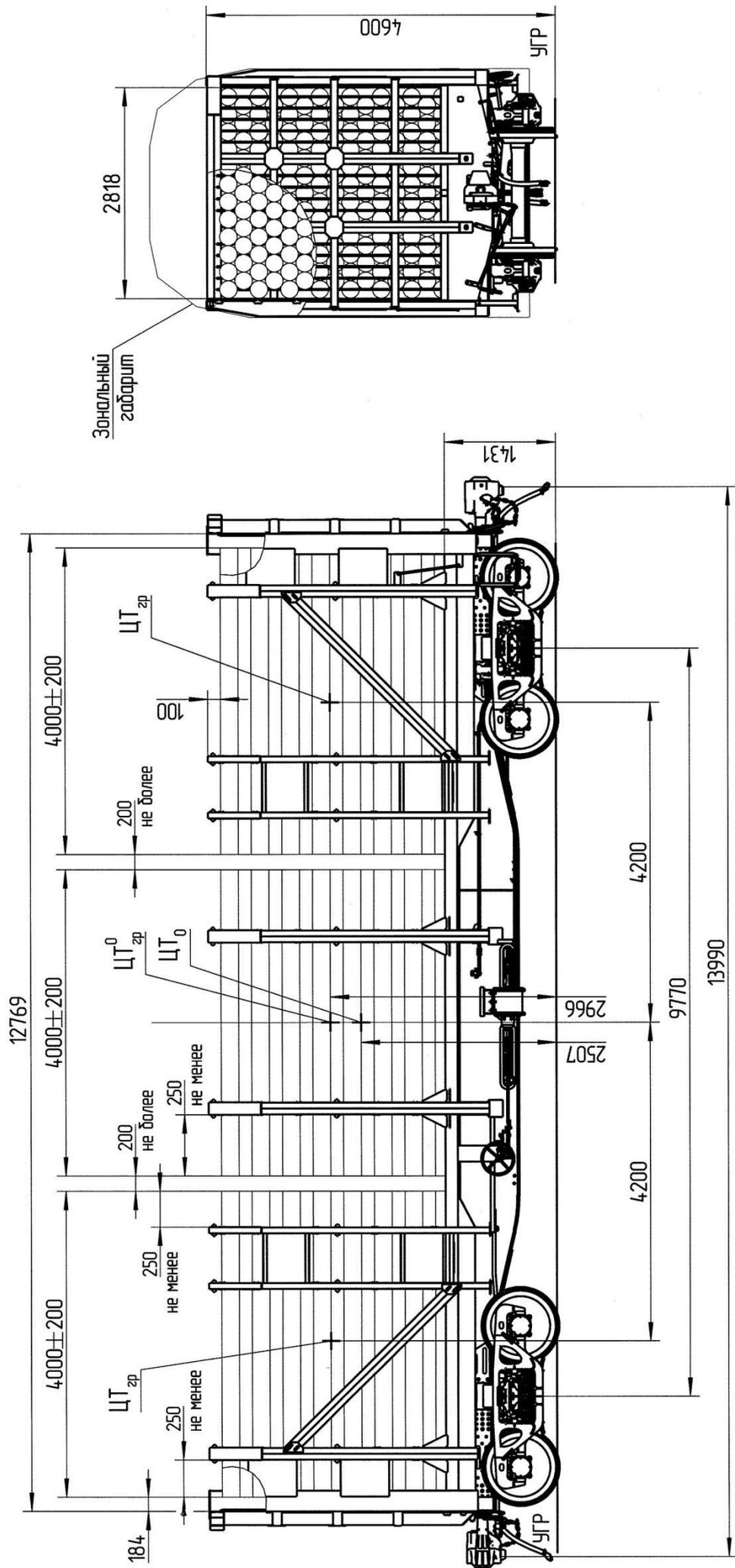


Рис. 2 Схема размещения круглых лесоматериалов в штабелях длиной 4 м на платформе мод. 13-9997 (кронштейны на торцевой стене условно не показаны).



## **6 ВЫВОДЫ**

Схема погрузки и крепления круглых лесоматериалов в штабелях длиной 3, 4 и 6 м на специализированную платформу мод.13-9997 соответствует требованиям «Технических условий размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах», утвержденных МПС России 27 мая 2003г. № ЦМ-943.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах.-М.: Юридическая фирма «Юртранс», 2003.- 544с.
2. Руководство по эксплуатации 9997.00.000 РЭ.
3. Расчет. 9997.РР.07, «Определение коэффициента запаса устойчивости вагона от опрокидывания», ОКБ ОАО «ЗМК», 2014.- 22с.
4. Расчет. 9997.РР.03-01, «Прочность кузова», ОКБ ОАО «ЗМК», 2014.- 106с.