

# Преобразователи постоянного напряжения Aimtec для применения в железнодорожном транспорте

Сергей ГОЛОВКОВ  
sergey.golovkov@eltech.spb.ru

**В статье приведены технические характеристики преобразователей постоянного напряжения, изготовленных компанией Aimtec, рассмотрены требования к РЭА, применяемой в железнодорожном транспорте, а также способы фильтрации помех DC/DC-преобразователей.**

## Введение

В 2008 г. Правительством РФ утверждена стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года, предусматривающая не только строительство новых линий, модернизацию транспортного парка, но и закупку современного подвижного состава [1]. Основные усилия направлены на те научно-технологические отрасли, которые позволят значительно расширить применение отечественных разработок и улучшить позиции России на мировом рынке высокотехнологичной продукции и услуг. В процессе реализации данной стратегии появились подвижные составы со встроенной радиоаппаратурой, обеспечивающие комфортное и безопасное передвижение пассажиров и грузов, имеющие высокоскоростные линии связи, системы детектирования и сбора данных. Одновременно выдвигаются более жесткие требования к электрическим сетям, что связано с условиями безотказной эксплуатации РЭА. Критическими параметрами электрических сетей подвижного состава для РЭА являются стабильное выходное напряжение, токовая нагрузка, отсутствие пульсаций питания и помех [2].

## Системы питания электровозов

В контактной сети электрифицированных железных дорог используется постоянный электрический ток напряжением 3 кВ или переменный однофазный ток промышленной частоты напряжением 25 кВ. При питании переменным током усложняется конструкция подвижного состава, но значительно упрощаются устройства энергоснабжения электрических железных дорог, увеличивается расстояние между тяговыми подстанциями при тех же потерях до 50 км (20–25 км при постоянном токе), снижается стоимость строительства контактной сети до 10%,

в 2,5 раза сокращается расход меди за счет меньшей площади сечения фидеров [3, 4].

## Специфика электропитания РЭА, применяемой в железнодорожном транспорте

Для питания РЭА в подвижном составе высокое напряжение преобразуется в однофазное синусоидальное напряжение 220 В/50 Гц, фильтруется и поступает на вход устройства. Для того чтобы обеспечить безопасность на железных дорогах и высокий уровень безотказности, к электротехническим приборам предъявляются жесткие требования по надежности и стабильности электрических параметров при нестабильном напряжении питания и широком спектре внешних воздействующих факторов. Согласно ГОСТ Р 55882-2013 электрооборудование железнодорожного подвижного состава должно быть устойчиво к токам короткого замыкания, обладать высоким уровнем изоляции, стабильно работать в области высоких и низких температур. Одним из самых важных условий является уровень бессбойной работы РЭА при изменении напряжения питания в пределах  $0,6-1,4 \times U_{пит}$ , в зависимости от типа подключения, а также требования электромагнитной совместимости, в том числе устойчивости к электромагнитным помехам различных видов по ГОСТ Р 50656-2001 [5, 6].

## DC/DC-преобразователи компании Aimtec

Одно из решений проблемы по получению стабильного напряжения питания для РЭА — применение DC/DC-преобразователей от компании Aimtec (рис. 1), сертифицированных в соответствии с европейским стандартом EN50155, распространяющимся на электротехнические изделия, установленные на железнодорожном транспорте [7, 8]. Преобразователи постоянного на-

пряжения выпускаются на выходные напряжения 3,3;  $\pm 5$ ; 9;  $\pm 12$ ;  $\pm 15$ ; 24 В с выходной мощностью 4,95; 6; 8; 10; 15; 20; 70 Вт.

Таблица 1. Электрические параметры DC/DC-преобразователей Aimtec

| Выходная мощность, Вт | Диапазон изменения входного напряжения, В | Выходное напряжение, В | Выходной ток (max), А | Габаритные размеры корпуса, мм |   |       |           |
|-----------------------|---|------------------------|-----------------------|--------------------------------|---|-------|-----------|
| 4,95                  | 40–160                                    | 3,3                    | 1,2                   | 25,4×25,4                      |   |       |           |
| 6                     | 40–160                                    | 5                      | 1,2                   | 25,4×25,4                      |   |       |           |
|                       |   | 12                     | 0,5                   |                                |   |       |           |
|                       |   | 15                     | 0,4                   |                                |   |       |           |
|                       |   | 24                     | 0,25                  |                                |   |       |           |
| 8                     | 42–176                                    | 3,3                    | 20                    | 20,3×31,8                      |   |       |           |
|                       |   | 5                      | 1,5                   |                                |   |       |           |
|                       |   | 12                     | 0,665                 |                                |   |       |           |
|                       |   | $\pm 5$                | $\pm 0,8$             |                                |   |       |           |
|                       |   | $\pm 12$               | $\pm 0,335$           |                                |   |       |           |
|                       |   | $\pm 15$               | $\pm 0,265$           |                                |   |       |           |
|                       | 36–160                                    | 5                      | 1,4                   |                                |   |       |           |
|                       |   | 12                     | 0,58                  |                                |   |       |           |
|                       |   | 15                     | 0,46                  |                                |   |       |           |
|                       |   | 24                     | 0,29                  |                                |   |       |           |
|                       |   | $\pm 5$                | $\pm 0,75$            |                                |   |       |           |
|                       |   | $\pm 12$               | $\pm 0,31$            |                                |   |       |           |
|                       |   | $\pm 15$               | $\pm 0,25$            |                                |   |       |           |
|                       |   | 10                     | 40–160                |                                | 5 | 2     | 25,4×50,8 |
| 12                    | 0,833                                     |                        |                       |                                |   |       |           |
| 15                    | 0,667                                     |                        |                       |                                |   |       |           |
| 24                    | 0,416                                     |                        |                       |                                |   |       |           |
| 15                    | 36–160                                    | 5                      | 3                     | 25,4×50,8                      |   |       |           |
|                       |   | 12                     | 1,25                  |                                |   |       |           |
|                       |   | 15                     | 1                     |                                |   |       |           |
|                       |   | 24                     | 0,625                 |                                |   |       |           |
|                       |   | $\pm 5$                | $\pm 1,5$             |                                |   |       |           |
|                       |   | $\pm 12$               | $\pm 0,62$            |                                |   |       |           |
|                       | 40–160                                    | $\pm 15$               | $\pm 0,5$             |                                |   |       |           |
|                       |   | 3,3                    | 4                     |                                |   |       |           |
|                       |   | 5                      | 3                     |                                |   |       |           |
|                       |   | 12                     | 1,25                  |                                |   |       |           |
|                       |   | 15                     | 1                     |                                |   |       |           |
|                       |   | 24                     | 0,625                 |                                |   |       |           |
|                       |   | 20                     | 40–160                |                                | 5 | 4     | 25,4×50,8 |
|                       |   |                        |                       |                                | 9 | 2,222 |           |
| 12                    | 1,667                                     |                        |                       |                                |   |       |           |
| 15                    | 1,33                                      |                        |                       |                                |   |       |           |
| 70                    | 9–36                                      | 5                      | 3                     | 25,4×50,8                      |   |       |           |
|                       |   | 24                     | 0,833                 |                                |   |       |           |



Рис. 1. DC/DC-преобразователь AM20EW

Полный перечень DC/DC-преобразователей представлен в таб-лице 1.

Преобразователи постоянного напряжения Aimtec поставляются в корпусах, предусматривающих возможность установки на пе-

чатную плату, крепления на панель либо на рейку, как показано на рис. 2 [9].

Стойкость к внешним воздействующим факторам, электрическая изоляция и параметры электромагнитной совместимости на примере DC/DC-преобразователя AM8TW-Z приведены в таблице 2 [9, 10].

**Виды помех и способы снижения их влияния на РЭА**

Одним из условий работы РЭА в подвижном составе является отсутствие помех, основными причинами появления которых могут стать внутренние и внешние факторы [11].

К внутренним факторам относятся:

- тепловые и собственные шумы полупроводниковых приборов;

- нелинейные помехи, обусловленные нелинейностью амплитудных характеристик элементов каналов и трактов.

К внешним факторам относятся:

- помехи механического характера, обусловленные плохими контактами и микрофонным эффектом;
- помехи, обусловленные несовершенством фильтрующих устройств в источниках электропитания;
- помехи, возникающие из-за электромагнитных влияний линий электропередачи и контактной сети;
- помехи линейных переходов, возникающие из-за электромагнитных влияний параллельных цепей, каналов и трактов, обусловленных конечной величиной переходного затухания между ними;

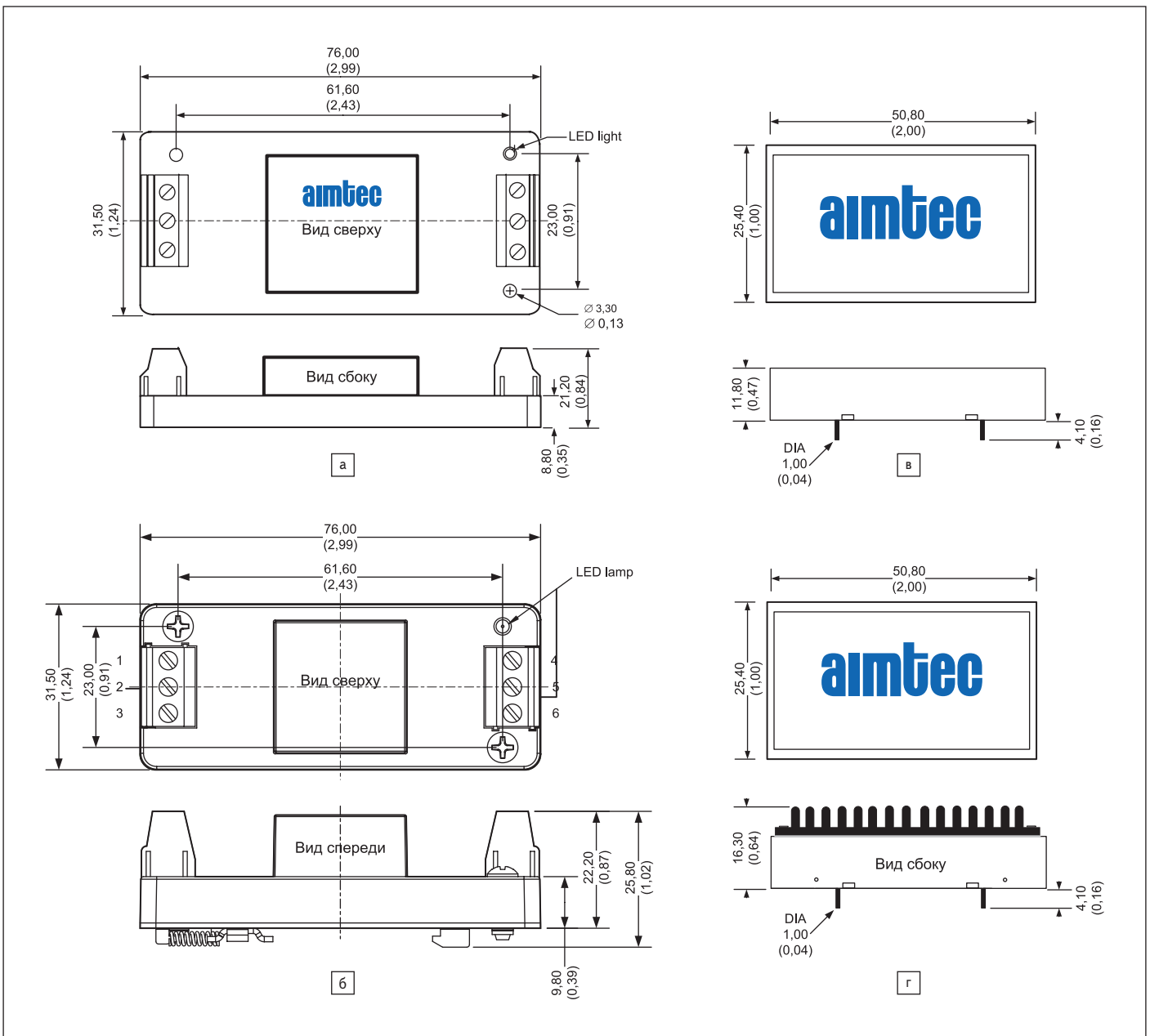
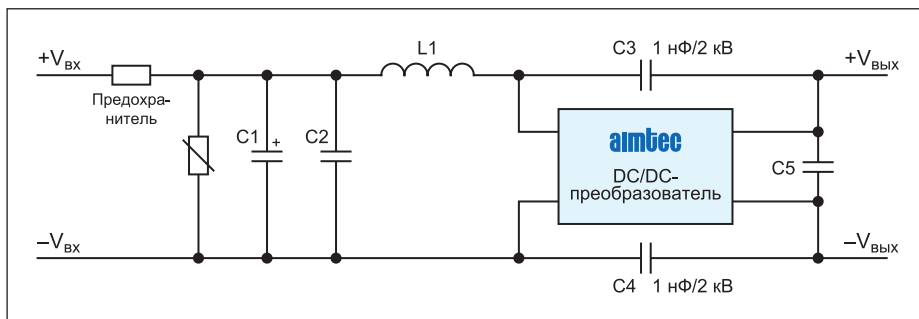


Рис. 2. Варианты корпусов DC/DC-преобразователей Aimtec: а) для крепления на панель (AM6CW-NZ-ST); б) для крепления на рейку (AM6CW-NZ-STD); в) для крепления на печатную плату (AM15EW-NZ); г) со встроенным радиатором (AM15EW-NZ-K)

**Таблица 2.** Стойкость к внешним воздействующим факторам, электрическая изоляция и параметры электромагнитной совместимости на примере DC/DC-преобразователя AM8TW-Z

| Параметры   | Значение параметра | Стандарт                      |
|---|--------------------|-------------------------------|
| Рабочая температура, °С   | -40...+85          | EN50155, класс TX             |
| Уровень электрической изоляции, кВ  | 1,6                | EN50155                       |
| Многократный удар (6 ударов вдоль каждой оси), g<br>Ось X<br>Ось Y, Z   | 5<br>3             | EN61373, категория 1, класс B |
| Широкополосная случайная вибрация в диапазоне частот 5–150 Гц, g  | 7,9                | EN61373, категория 1, класс B |
| Устойчивость к электростатическому разряду, кВ  | 4 класс B          | IEC61000-4-2                  |
| Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю в полосе частот 80–1000 МГц при глубине модуляции 80% синусоидальным сигналом 1 кГц, В/м                  | 10 класс A         | IEC/EN 61000-4-3              |
| Устойчивость к наносекундным импульсным помехам частотой 5 кГц портов ввода/вывода, кВ  | 2 класс B          | IEC/EN 61000-4-4              |
| Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии, кВ  | 0,5 класс B        | IEC/EN 61000-4-5              |
| Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями в полосе частот 0,15–80 МГц при глубине модуляции 80% синусоидальным сигналом 1 кГц, В/м | 10 класс A         | IEC/EN 61000-4-6              |
| Устойчивость к помехам в условиях магнитного поля промышленной частоты, А/м   | 10 класс A         | IEC/EN 61000-4-8              |



**Рис. 3.** Схема фильтрации помех преобразователей постоянного напряжения AImtec на примере AM6CW

- индустриальные помехи, возникающие при коммутации электродвигателя, искрении контактов и т. д.;
- помехи, вызываемые электрическими явлениями в атмосфере (молниевые разряды, магнитные бури).

Для устранения помех, связанных с источниками электропитания и передающего тракта, при применении DC/DC-преобразователей AImtec предлагается использовать схему фильтрации, приведенную на рис. 3. Для снижения

входного обратного тока помех применяется индуктивность с сердечником L1, а также два конденсатора C1 и C2. Для сглаживания напряжения на выходе в цепь добавляется конденсатор C5, который будет работать параллельно с внутренним конденсатором и позволит существенно уменьшить выходные помехи. Для подавления синфазных помех добавляются конденсаторы C3 и C4 с небольшой емкостью, обеспечивающие низкий импеданс в области высоких частот [8].

## Заключение

Перед разработчиками РЭА для подвижных составов железнодорожного транспорта стоят задачи по созданию приборов, безотказно функционирующих в условиях нестабильной сети питания и при широком диапазоне температур, устойчивых к помехам и механическим воздействиям, обладающих высоким уровнем надежности с большим конструктивно-технологическим запасом. Одним из бюджетных и простых решений является применение преобразователей постоянного напряжения от компании AImtec, соответствующих европейскому стандарту EN50155.

## Литература

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года. Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 г. № 877-р.
2. Крухмалев В. В., Гордиенко В. Н., Моченов А. Д. Многоканальные телекоммуникационные системы. Аналоговые системы передачи. Учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта. М.: Маршрут, 2006.
3. Электрификация железных дорог России. [www.rzd.me](http://www.rzd.me)
4. ГОСТ 53685-2009. Электрификация и электрообеспечение железных дорог.
5. ГОСТ Р 50656-2001. Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства железнодорожной автоматики и телемеханики. Требования и методы испытаний.
6. ГОСТ Р 55882-2013. Электрооборудование железнодорожного подвижного состава.
7. EN 50155 Electronic equipment used on rolling stock for railway applications.
8. [www.aimtec.com](http://www.aimtec.com)
9. [www.eltech.spb.ru](http://www.eltech.spb.ru)
10. IEC 61000 Electromagnetic compatibility (EMC).
11. Волков Е. А., Санковский Э. И., Сидорович Д. Ю. Теория линейных электрических цепей железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. М.: Маршрут, 2005.