

УДК 362.655+629.3

**А.А. Красильников, А.Г. Семёнов, А.Д. Элизов**Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого (СПбПУ), Санкт-Петербург, Россия**VIP-КОНЦЕПТЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА  
ДЛЯ ЛИЦ С НАРУШЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО  
АППАРАТА: ТРАНССКУТЕР «АВИА»**

Сформулированы тенденции развития транспортных средств медико-реабилитационного назначения и отражена роль Лаборатории электродвижения при Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого в реабилитационной индустрии. Описан один из оригинальных концептуальных проектов Лаборатории – трансскутер с оперативно уменьшаемой колеей («Трансскутер „Авиа“»). Авторами предложен к реализации новый способ оперативного изменения колеи. В нем каждое колесо, расположение которого на шасси определяет колею, поворачивают относительно вертикальной оси, смещенной от статического центра пятна контакта колеса с горизонтальной опорной поверхностью в поперечном направлении на 180°. Предложен также ряд частных решений (для развития и конкретизации указанного способа), о чем будет сказано ниже. Авторская концептуальная разработка «Трансскутер „Авиа“» для лиц с ограниченной подвижностью позволяет существенно расширить технико-эксплуатационные возможности пользователя-инвалида в смысле доступности среды обитания, за счет сокращения продолжительности и энергоемкости процесса изменения колеи, с обеспечением высокой маневренности (мобильности), в том числе возможности реализации основного требования заказчика – одна из опций многофункционального аппарата предполагает возможность оперативного уменьшения колеи для передвижения по узкому салону авиалайнера. Показана принципиальная возможность создания и выведения на мировой рынок реабилитационной индустрии не характерных пока еще для технических средств реабилитации – транспортных медицинских аппаратов «экзотических» концептов (пилотные VIP-проекты). Представленный инновационный проект «Трансскутер „Авиа“» в области транспортного направления медицинской техники защищен патентом Российской Федерации на изобретение, апробирован на публичных научно-технических (научно-практических) мероприятиях, экспериментально проверен на ходовом макете и рекомендуется к внедрению малыми сериями «под заказ».

**Ключевые слова:** транспортные средства для инвалидов, многофункциональность, трансформируемость, использование в салоне пассажирского самолета, проектирование, производство, импортозамещение.

**A.A. Krasilnikov, A.G. Semenov, A.D. Elizov**Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University,  
St. Petersburg, Russian Federation**VIP-CONCEPTS INDIVIDUAL TRANSPORT FOR PERSONS  
WITH BREACH SUPPORTING-MOTOR DEVICE  
TRANSSCOOTER “AVIA”**

The Worded trends of the development of the transport facilities physician-restoring purposes and reflected role of the Laboratory of the electric drive under Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University in physician-restoring to industry. One of the original conceptual project of the Laboratory is

Described – («Transscooter “Avia”»). The Author is offered to realization new way operative change to ruts. In him each wheel, location which on carriage defines the stake, turn for vertical axis, displaced from steady-state centre heel contact travell about with horizontal footprint in transverse direction on 180o. is Offered also row quotient decisions (in development and revision of the specified way), about than will is said below. The Author’s conceptual development «Transscooter “Avia”» for persons with limited by mobility allows greatly to increase the technician-working possibilities of the user-invalid in the sense of accessibility of the ambience to vital activity, for count of the reduction to length and energy saturation of the process of the change to ruts, with provision of high maneuverability (transportability), including possibility to realization of the main requirement of the Customer – one of the option of the multifunctional device expects the possibility of the operative reduction to ruts for moving on narrow salon of the aircraft liner. It Is Shown principle possibility of the creation and removing on world market physician-reconstruction industry not typical so far of technical facilities of the rehabilitations – a transport medical device “exotic” product (pioneer VIP-projects). Presented innovatycal project «Transscooter “Avia”» in the field of transport direction of the medical technology is protected by patent to Russian Federation on invention, is approved on public scientifically – technical (scientifically – practical) action, experimental is checked on movable model and is recommended to introduction small series “under order”.

**Keywords:** transport facilities for invalid, multifunction, ability to transformations, use in salon of the passenger plane, designing, production, national production goods.

## Введение

Среди разработчиков новых образцов транспортных средств медико-реабилитационного назначения – инвалидных колясок, электрических скутеров, мобильных лестничных подъемников и медицинских аппаратов – в последние 15–20 лет на передовые рубежи выдвинулся коллектив Лаборатории электродвижения при кафедре колесных и гусеничных машин (ныне – кафедра «Двигатели, автомобили и гусеничные машины») Санкт-Петербургского политехнического университета (руководитель – канд. техн. наук, доцент А.Д. Элизов).

Наиболее значительные, концептуального характера проекты – это весьма наукоемкие, электроприводные многофункциональные трансформируемые коляски-скутеры, известные теперь под обобщающим авторским названием *трансскутеры*. Примеры трансскутеров-концептов: «Кенгуру» (*Kangaroo* – рис. 1) и «Флип» (*Flip*) [1–9].

Относительно благополучная в материально-финансовом отношении прослойка лиц с ограниченными физическими возможностями хочет и может себе позволить приобретение в личное пользование технических средств реабилитации (ТСР) с повышенными технико-эксплуатационными характеристиками (ТЭХ). Спрос рождает предложение. Примечательно, что такое стимулирование технического прогресса в рассматриваемом сегменте транспорта чрезвычайно полезно целым спектром позитивных последствий – социальных, технических, экономических и даже политических. В контексте темы статьи особенно важно, что так называемые VIP-проекты выступают «локомотивом» развития соответствующей техники.



Рис. 1. Экспериментальный образец транскутера семейства «Кенгуру» (*Kangaroo*) на спуске с лестницы

Разработчики (и упомянутая Лаборатория электродвижения) «выдают на гора» порой весьма совершенные, оригинальные, даже «экзотические» проекты, научно-техническая ценность которых сохраняется даже в случаях их недоведения до внедрения.

Рассмотрим кратко один из таких «экзотических» проектов – транскутер с оперативно уменьшаемой колеей, получивший авторское название «транскутер „Авиа“», поскольку был разработан «под заказ» реализации «естественной» возможности пользователя самостоятельно перемещаться вдоль узкого прохода в салоне авиалайнера.

### **1. Краткое описание проекта «Транскутер „Авиа“»**

Одной из нерешенных опытно-конструкторскими методами до недавнего времени и до сих пор – практически остается проблема перемещения человека в инвалидной коляске вдоль салона авиалайнера. Естественно, речь идет о пассажирах, а не о стюардессах.

Посмотрим, какое техническое решение предложил коллектив Лаборатории.

Наиболее распространенный способ поворота колесных наземных транспортных машин, реализуемый соответствующими устройствами, – кинематический способ с радиусом поворота  $R > 0$ . При этом соосные передние и/или задние колеса поворачивают в одинаковом направлении на угол  $\alpha \leq \pm 90^\circ$  посредством рулевого привода, к примеру рулевой трапеции. Кинематический поворот на месте ( $R = 0$ ) возможен путем поворота передних и задних колес на углы  $\alpha < \pm 90^\circ$ , при которых проекции их осей вращения на горизонтальную плоскость пересекаются в общей точке – центре поворота. В любом из этих случаев вертикально ориентированная ось поворота колеса, как правило, смещена от статического центра пятна контакта с опорной поверхностью на величину  $e$  в сторону центральной продольной оси машины (смещение шкворня), вследствие чего это пятно при повороте смещается вперед или назад: колесо «обкатывается» вокруг упомянутых вертикальных осей. Реже встречаются варианты с осью поворота колеса, проходящей через центр пятна контакта (поворачиваемое колесо не «обкатывается»). Это имеет место, например, у малогабаритных индивидуальных транспортных машин, шасси роботов и некоторых технологических самоходных машин с мотор-колесами.

При необходимости оперативного изменения колеи как колесной, так и гусеничной машины, в зависимости от эксплуатационных условий (сужение проезда или ширины грядки в сельском хозяйстве), применяют какой-либо из четырех способов: сдвигают/раздвигают соосные колеса (смещают их вдоль полуосей в противоположные стороны); раздвигают рукава моста; изменяют ширину каждого колеса; переставляют колеса (при их несимметричной конструкции) другой стороной.

Последний способ – условно оперативный, так как требует вывешивания колес на домкрате и их демонтажа-монтажа). Согласно [10] в способе оперативного изменения колеи каждое колесо, расположение которого на машине определяет колею, смещают вдоль оси его вращения. Причем левое и правое колеса – в противоположные стороны. Это требует сложной конструкции привода. Более того, такой способ либо энергетически невыгоден (как силовой, особенно когда наряду с преодолением силы трения приходится компенсировать «бульдозерный эффект»), либо опять-таки требует предварительного вывешивания колес, а значит, оперативен условно.

Сформировалась задача улучшения технико-эксплуатационных характеристик машины за счет сокращения продолжительности

и энергоемкости процесса изменения колеи, с обеспечением высокой маневренности, что особо актуально для транскутеров.

В порядке ее решения был предложен к реализации новый способ оперативного изменения колеи. В нем каждое колесо, расположение которого на шасси определяет колею, поворачивают относительно вертикальной оси, смещенной от статического центра пятна контакта колеса с горизонтальной опорной поверхностью в поперечном направлении на  $180^\circ$ , т.е. перпендикулярно продольной вертикальной плоскости транспортного средства.

Предложен также ряд частных решений (для развития и конкретизации указанного способа), о чем будет сказано ниже.

Поскольку перечисленные выше аналоги не позволяют реализовать такой способ изменения колеи, целесообразно взять за базовое устройство похожий вариант и усовершенствовать его соответствующим образом.

Целесообразно в качестве такового взять описанное в источнике [11] шасси с передним и двумя задними колесами, установленными с возможностью принудительного, независимого поворота вокруг вертикальной оси посредством приводов. В нем вертикальные оси поворота, во всяком случае колес, определяющих колею, проходят через статические центры пятен их контакта с опорной поверхностью, при этом приводы поворота колес и компоновка шасси допускают поворот колес не более чем на  $\pm 90^\circ$ .

Базовому устройству, при всех его положительных качествах (чрезвычайно высокая маневренность за счет возможности поворота на месте и движения боком), свойственны оговоренные выше недостатки. Главным из них можно назвать отсутствие возможности изменения колеи заявляемым способом (иначе говоря, необходимого для этого смещения  $e$ ).

Поэтому для реализации предложенного способа было разработано оригинальное устройство. Сущность авторского предложения раскрывается в приведенных ниже в сжатой форме примерах реализации.

Электроприводной VIP-транскутер с переменной колеей для салонов авиалайнеров содержит (рис. 2, 3) несущую конструкцию 1 с устройством для размещения полезной нагрузки (кресло 2).

Предусмотрен(ы) источник(и) питания и система управления (частью – в головке рулевой колонки). Имеются колеса: минимум одно

переднее 4 и пара задних – 6, 7. Последние установлены с возможностью принудительного, независимого поворота вокруг вертикальных осей 8, 9 посредством приводов 10, 11.

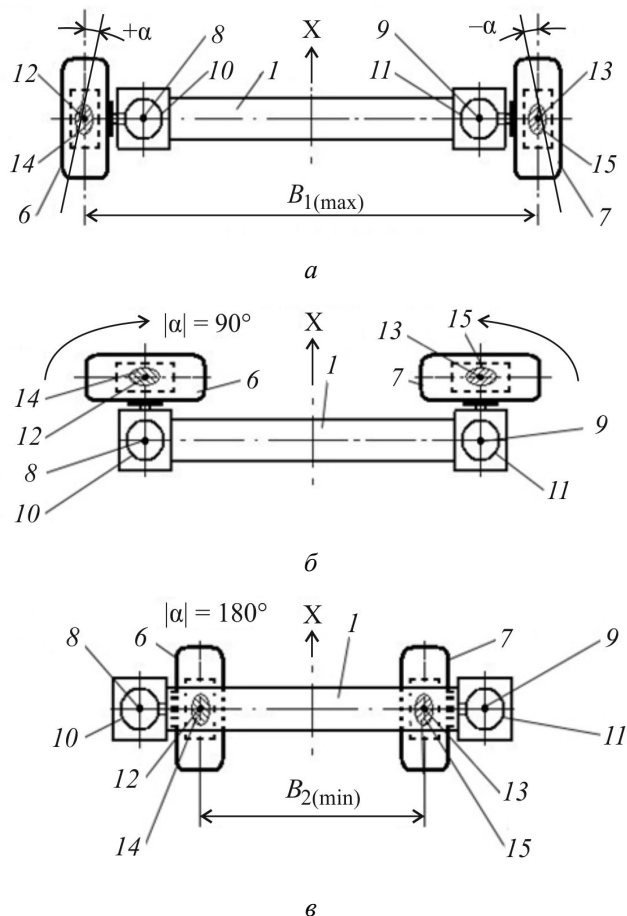


Рис. 2. Схема изменения (уменьшения) колеи шасси транскутера «Авиа»: а – колея *max*; б – режим «боковой ход»; в – колея *min*;  $B_{1(max)}$  и  $B_{1(min)}$  – максимальное и минимальное ее значения

Отличительная особенность устройства шасси: вертикальные оси 8, 9 поворота колес 6, 7 смещены от статических центров 12, 13 пятен 14, 15 их контакта с опорной поверхностью 16 в поперечном направлении (т.е. перпендикулярно продольной вертикальной плоскости транспортного средства, внутрь при максимальной колее  $B_{1(max)}$  и наружу при минимальной колее  $B_{1(min)}$ ) на величину  $e$ . При этом приводы 10, 11 и компоновка шасси допускают поворот колес 6, 7 на  $180^\circ$ .

В частных вариантах выполнения устройства:

– приводы 10, 11 и компоновка допускают поворот колес не менее чем на  $270^\circ$  при движении по или против часовой стрелки;

– смещение  $e$  осей поворота каждого колеса 6, 7 определяется соотношением  $e = 0,25 \cdot (B_1 - B_2)$ , где  $B_1$  и  $B_2$  – соответственно максимальная и минимальная колея;

– опоры колес 6, 7 выполнены в виде Г-образных стоек 17, горизонтальные полки 18 которых при максимальной колее ориентированы внутрь, в сторону продольной вертикальной плоскости шасси.

При необходимости оперативного изменения колеи (конкретно – движения по проходу салона авиалайнера) каждое колесо, расположение которого определяет колею (6, 7), поворачивают посредством приводов 10, 11, относительно своей вертикальной оси 8 и 9, смещенной от статического центра (12, 13) пятна контакта (14, 15) колеса с опорной поверхностью, на  $180^\circ$ .

В частных примерах способа поворота:

– левое и правое колеса (6, 7) поворачивают до конца (по обычной схеме поворота) в одинаковых направлениях – левое и правое по или против часовой стрелки (в любом из этих случаев не сохраняется продольная симметрия шасси);

– левое и правое колеса одновременно поворачивают (см. рис. 2) в неодинаковых направлениях (сохраняется продольная симметрия шасси и исключается возможное рыскание, повышается устойчивость аппарата).

Маневренность шасси расширена, в частности, возможностью двигаться боком («движение крабом» (см. рис. 2, б), как в другом авторском концепте – транскутере *Flip*) и кинематически поворачивать вокруг центра тяжести. Однако она дополнительно расширена за счет возможности движения боком при двух значениях колеи (включая уменьшенное) и, опять же, при двух значениях размаха аппарата в повороте на месте. В обоих случаях колеса 4, 6, 7 одновременно поворачивают на соответствующий угол: для движения боком – параллельно друг другу, для поворота на месте с нулевым радиусом – по касательной к окружности с общим центром.

Выбор конкретного варианта при использовании авторского предложения зависит от спектра технико-эксплуатационных и экономических требований и производится в каждом конкретном случае.

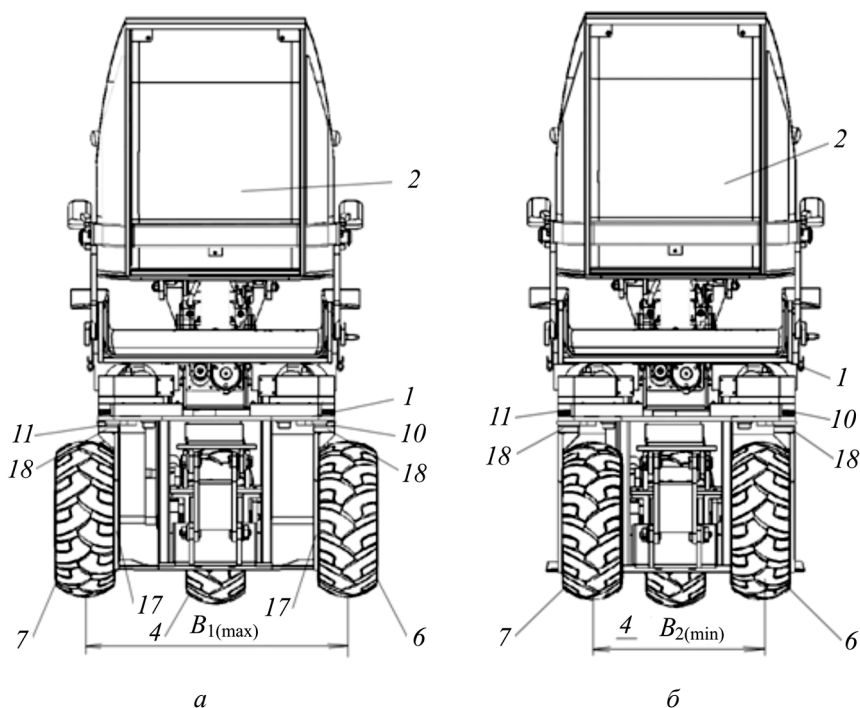


Рис. 3. Экспериментальный образец транскутера «Авиа»: вид сзади при максимальной (а) и минимальной (б) колее

Идея и результаты ее инженерной проработки запатентованы авторами как группа изобретений (способ и устройство для его реализации) в России [12].

Более подробное описание устройства и его функционирования содержится в описании к патенту и в оригинальных работах [13, 14]. Устройство апробировано на научно-практической конференции в Санкт-Петербурге [13–15].

### Выводы

1. Авторская концептуальная разработка «Транскутер „Авиа“» для лиц с ограниченной подвижностью позволяет существенно расширить технико-эксплуатационные возможности пользователя-инвалида в смысле доступности среды обитания, за счет сокращения продолжительности и энергоемкости процесса изменения колеи, с обеспечением высокой маневренности (мобильности), в том числе возможности реализации основного требования заказчика – одна из опций многофунк-



ционального аппарата предполагает возможность оперативного уменьшения колеи для передвижения по узкому салону авиалайнера.

2. Показана принципиальная возможность создания и выведения на мировой рынок реабилитационной индустрии не характерных пока еще для технических средств реабилитации – транспортных медицинских аппаратов таких «экзотических» концептов (пилотные VIP-проекты), как описанный в статье транскутер с возможностью эксплуатации в авиалайнерах.

3. Представленный инновационный проект «Транскутер „Авиа“» в области транспортного направления медицинской техники защищен патентом Российской Федерации на изобретение, апробирован на публичных научно-технических (научно-практических) мероприятиях, экспериментально проверен на ходовом макете и рекомендуется к внедрению малыми сериями «под заказ».

### Список литературы

1. Новая разновидность малоразмерных электроприводных транспортных средств / С.А. Келеман [и др.] // Демиург (Вестник Академии технического творчества). – 2000. – № 2. – С. 54–55.

2. Вертикализация и горизонтирование «колясочников»: медико-реабилитационные и технические аспекты / С.А. Джумаев [и др.] // Проблемы реабилитации. – 2001. – № 2 (5). – С. 105–108.

3. О разработках в области индивидуального малогабаритного транспорта / Ю.П. Волков [и др.] // Научно-технические ведомости СПбГТУ. – 2003. – № 1. – С. 65–75.

4. Электроприводной индивидуальный транспорт на лестничном марше: эксцентриковые рычажные механизмы / Д.М. Долгушев [и др.] // Вестник КГТУ. Серия: Транспорт. – 2006. – Вып. 43. – С. 117–122.

5. Инвалидные кресла-коляски на лестничном марше: средства передвижения / А.А. Красильников [и др.] // Научные исследования и инновационная деятельность: материалы науч.-практ. конф., СПбГПУ, 18–20 июня 2007 г. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. – 2007. – С. 232–239.

6. Транспортные средства особо малого класса с изменяемой колеей / А.А. Посевкин [и др.] // Инновационная политика и изобретатели (Россия – начало XXI века): материалы Межрегиональной науч.-техн. конф. изобретателей и каталог Городской выставки изобретений, СПбГПУ, 28–29 апреля 2009 г. / под общ. ред. Ю.Г. Попова и А.Г. Семенова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. – С. 107–110.

7. Пат. 2215510 Российская Федерация, МПК А61G5/06, А61G5/14, В62D57/024. Транспортное средство и способ его подъема по лестничным маршам / О.В. Бойко [и др.]; № 2001123172/28, заявл. 08.08.2001; опубл. 10.11.2003, Бюл. № 31. – С. 377.

8. Пат. 2304952 Российская Федерация, МПК А61G5/06, В62B11/00. Транспортное средство, преимущественно для перемещения человека по лестницам / С.А. Бушелёнков [и др.]; № 2005138418/14, заявл. 09.12.2005; опубл. 27.08.2007, Бюл. № 24. – С. 142.

9. Пат. 2312788 Российская Федерация, МПК В62D57/028, А61G5/06. Шасси транспортного средства для движения, в частности, по лестницам / С.А. Бушелёнков [и др.]; № 2005137634/11, заявл. 02.12.2005; опубл. 20.12.2007, Бюл. № 35. – С. 441.

10. Основы теории автомобиля и трактора: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / В. В. Иванов [и др.]. – М.: Высшая школа, 1977. – 245 с.

11. Пат. 2309716 Российская Федерация, МПК А 61G 5/04, D62D 53/02. Персональное самоходное транспортное средство (варианты) / С.А. Бушелёнков [и др.]; № 2006101261/14, заявл. 16.01.2006; опубл. 10.11.2007, Бюл. № 31.

12. Пат. 2381127 Российская Федерация, МПК В62D5/04, А61G5/04. Способ оперативного изменения колеи самоходного колесного транспортного средства и самоходное колесное транспортное средство для его осуществления / А.А. Посевкин [и др.]; № 2008142664/11, заявл. 27.10.2008; опубл. 10.02.2010, Бюл. № 10.

13. Многофункциональные мобильные средства перемещения инвалидов при создании безбарьерной среды на вокзалах и на транспорте / А.А. Красильников [и др.] // Изобретатели и инновационная политика России: материалы Всерос. форума, 19–20 ноя 2010 г. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 121–127.

14. Трансформируемый скутер – помощник инвалида-колясочника / И.И. Гнатченко [и др.] // Железнодорожный транспорт. – 2011. – № 6. – С. 41–42.

15. Внедрение новых мобильных средств реабилитации инвалидов – оптимальный путь в безбарьерную среду на железной дороге / И.И. Гнатченко [и др.] // Труды ОАО «НИИАС». – 2011. – Вып. 9. – С. 312–321.

## References

1. Keleman S.A. [et al.] Novaia raznovidnost' malorazmernykh elektroprivodnykh transportnykh sredstv [New variety of the transport facilities of the small size with electric drive]. *Demiurg (Vestnik Akademii tekhnicheskogo tvorchestva)*, 2000, no. 2, pp. 54-55.

2. Dzhumaev S.A. Vertikalizatsiia i gorizontirovanie "kolasochnikov": mediko-reabilitatsionnye i tekhnicheskie aspekty [Translation in vertical and horizontal position invalid in easy chair-sidercar: aspects to medical rehabilitation and technology]. *Problemy reabilitatsii*, 2001, no. 2 (5), pp. 105-108.

3. Volkov Iu.P. [et al.] O razrabotkakh v oblasti individual'nogo malogabaritnogo transporta [About development in the field of individual transport with small size]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGTU*, 2003, no. 1, pp. 65-75.

4. Dolgushev D.M. Elektroprivodnoi individual'nyi transport na lestnichnom marshe: ekstsentrkovye rychazhnye mekhanizmy [Individual transport with electric drive on stair march: exzentrical hook mechanisms]. *Vestnik KGTU. Seriya Transport*, 2006, vol. 43, pp. 117-122.

5. Krasil'nikov A.A. Invalidnye kresla-koliaski na lestnichnom marshe: sredstva peredvizheniia [Wheelchairs-sidercars on stair march: means of transportation]. *Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii SPbGPU "Nauchnye issledovaniia i innovatsionnaia deiatel'nost'"*. Saint-Peterburg: Politekhnikeskii universitet, 2007, pp. 232-239.

6. Posevkin A.A. [et al.] Transportnye sredstva osobo malogo klassa s izmeniaemoi koleei [Transport facilities specifically small class with changeable width]. *Materialy Mezhhregional'noi nauchno-tekhnich. konferentsii izobretatelei i katalog Gorodskoi vystavki izobretenii "Innovatsionnaia politika i izobretateli (Rossiia – nachalo XXI veka)"*. Saint-Petersburg: Politekhnikeskii universitet, 2009, pp. 107-110.

7. Boiko O.V. [et al.] Transportnoe sredstvo i sposob ego pod'ema po lestnichnym marsham [Transport facility and way its ascent on stair march]. *Patent 2215510 Russian Federation, MPK A61G5/06, A61G5/14, B62D57/024*.

8. Bushelenkov S.A. [et al.] Transportnoe sredstvo, preimushchestvenno dlia peremeshcheniia cheloveka po lestnitsam [Transport facility, mainly for moving the person on stairway]. *Patent 2304952 Russian Federation, MPK A61G5/06, B62B11/00*.

9. Bushelenkov S.A. [et al.] Shassi transportnogo sredstva dlia dvizheniia, v chastnosti, po lestnitsam [Carriage of the transport facility for moving, in particular, on stairway]. *Patent 2312788 Russian Federation, MPK B62D57/028, A61G5/06.*

10. Ivanov V.V. Osnovy teorii avtomobilia i traktora [The Bases to theories of the car and tractor]. Moscow: Vysshaia shkola, 1977. 245 p.

11. Bushelenkov S.A. [et al.] Personal'noe samokhodnoe transportnoe sredstvo (varianty) [Personal selfpropelled transport facility (variants)]. *Patent 2309716 Russian Federation, MPK A 61G 5/04, D62D 53/02.*

12. Posevkin A.A. [et al.] Sposob operativnogo izmeneniia kolei samokhodnogo kolesnogo transportnogo sredstva i samokhodnoe kolesnoe transportnoe sredstvo dlia ego osushchestvleniia [Way of the operative change to ruts of the selfpropelled wheel transport facility and selfpropelled wheel transport facility for its realization]. *Patent 2381127 Russian Federation, MPK B62D5/04, A61G5/04.*

13. Krasil'nikov A.A. Mnogofunktsional'nye mobil'nye sredstva peremeshcheniia in-validov pri sozdanii bezbar'ernoii sredy na vokzalakh i na transporte [Multifunctional mobile relocators invalid when making the ambience without barrier on station and on transport]. *Materialy Vserossiiskogo foruma "Izobretateli i innovatsionnaia politika Rossii"*. Saint-Petersburg: Politekhnikeskii universitet, 2011. pp. 121-127.

14. Gnatchenko I.I. Transformiruemyi skuter – pomoshchnik invalida-koliasochnika [Transformed scooter – an assistant of the invalid in easy chair-sidercar]. *Zheleznodorozhnyi transport*, 2011, no. 6, pp. 41-42.

15. Gnatchenko I.I. Vnedrenie novykh mobil'nykh sredstv reabilitatsii invalidov – optimal'nyi put' v bezbar'ernuiu sredu na zheleznoi doroge [Introducing the new mobile facilities to rehabilitations invalid – an optimum way in ambience without barrier on railway]. *Trudy OAO "NIAS"*, 2011, no. 9, pp. 312-321.

Получено 30.09.2015

### Об авторах

**Красильников Андрей Александрович** (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Двигатели, автомобили и гусеничные машины» Института энергетики и транспортных систем Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: agentnomer117@mail.ru).

**Семёнов Александр Георгиевич** (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Почетный изобретатель Европы, академик ЕАЕН, МАНЭБ, МАС, чл.-корр. ПАНИ, АВН, доцент кафедры «Двигатели, автомобили и гусеничные машины» Института энергетики и транспортных систем Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: agentnomer117@mail.ru).

**Элизов Александр Дмитриевич** (Санкт-Петербург, Россия) – кандидат технических наук, Почетный работник ВШ РФ, доцент кафедры «Двигатели, автомобили и гусеничные машины» Института энергетики и транспортных систем Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: ad39@mail.ru).

#### **About the authors**

**Andrei A. Krasilnikov** (St. Petersburg, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Engines, Cars and Caterpillar Machines, Institut of Energy and Transport Systems, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (29, Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, 614990, Russian Federation, e-mail: agentnomer117@mail.ru).

**Alexander G. Semenov** (St. Petersburg, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Senior Scientific Employee, the Real Member (the Academician) to European Academy of the Natural Sciences, International Academy of the Sciences to Ecologies and Safety to Vital Activity, International Academy Social Technology, Associate Member, Peter Academies of the Sciences, Academies of the Military Sciences, Associate Professor, Department of Engines, Cars and Caterpillar Machines, Institut of Energy and Transport Systems, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (29, Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, 614990, Russian Federation, e-mail: agentnomer117@mail.ru).

**Alexander D. Elizov** (St. Petersburg, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Honorable Workman of the High school to Russian Federation, Associate Professor, Department of Engines, cars and caterpillar machines, Institut of Energy and Transport Systems, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (29, Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, 614990, Russian Federation, e-mail: ad39@mail.ru).