

УДК 656.025.4

## ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ГРУЗОВ В ПРЕДЕЛАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРЕВОЗКИ БАШЕН ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ОТ ГОРОДА ТАГАНРОГ ДО ВЕТРОПАРКА В КРАСНОСУЛИНСКОМ РАЙОНЕ)

*М. А. Копылов*

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

В статье рассмотрена перевозка крупногабаритного груза — секции башни ветрогенератора, обоснована потребность в перевозке, проведены выборы маршрута, подвижного состава и логистического посредника. По итогам выполнена оценка критериев эффективности предлагаемых решений и мероприятий.

**Ключевые слова:** транспорт, перевозки, крупногабаритные грузы, тяжеловозный прицеп, тяжеловозный полуприцеп, грузовая платформа, модульная техника, система транспортировки.

## OPTIMIZATION OF THE TRANSPORTATION SYSTEM FOR OVERSIZE CARGO WITHIN THE ROSTOV REGION (ON THE EXAMPLE OF THE TRANSPORTATION OF TOWERS OF WIND POWER PLANTS FROM THE CITY OF TAGANROG TO THE WIND PARK IN THE KRASNOSULINSKY DISTRICT).

*M. A. Kopylov*

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The article considers the transportation of bulky cargo — sections of a wind turbine tower, justifies the need for transportation, selects the route, rolling stock and logistics intermediary. Based on the results, the evaluation of the criteria for the effectiveness of the proposed solutions and measures was carried out.

**Keywords:** transport, transportation, oversize cargo, heavy-duty trailer, heavy-duty semi-trailer, cargo platform, modular technology, transportation system.

**Введение.** Перевозки крупногабаритного груза являются очень сложным процессом с точки зрения планирования и реализации. Однако за последнее время перевозчикам крупногабаритных грузов во всём мире приходится решать все более сложные задачи.

На сегодняшний день разработаны и предлагаются к использованию различные технические конструкции для всех видов, размеров, форм крупногабаритных грузов, а также различные линейки транспортных средств по грузоподъемности, многофункциональности и составу транспортных конструкций. Всё это позволяет выполнить практически любую задачу по перевозке крупных и тяжеловесных грузов, таких, например, как атомный реактор, секции ветрогенераторов, дома и морские суда.

**Основная часть.** В современное время транспортировка крупногабаритных грузов возможна практически на любой местности и при любом рельефе и ландшафте. Это стало возможным за счёт внедрения новых технологий в производство специальной техники и оборудования, предназначенного для подобных перевозок. Примером могут служить самоходный модульный транспортёр SPMT, прицепная установка, позволяющая перевозить башенные секции на стандартных расширяемых (секционных) прицепах, механизмы для крепления и манипулирования лопастью ветрогенератора и так далее. Указанные выше возможности и

примеры современной спецтехники подтверждают значимость автотранспорта в области перевозок грузов.

### Анализ существующего спроса на крупногабаритные перевозки на территории Ростовской области

Существующий спрос на перевозку крупногабаритных грузов невозможно переоценить, так как в донском регионе сейчас реализуется самая масштабная в стране инвестиционная программа Фонда развития ветроэнергетики (объём инвестиций в донскую ветроэнергетику запланирован в размере более 60 миллиардов рублей).

Необходимо отметить, что Фонд развития ветроэнергетики, созданный на паритетной основе компаниями «Роснано» и «Фортум», реализует проекты строительства 2 ГВт объектов ветрогенерации до 2023 года [1]. «Зеленая энергия», производимая на территории Ростовской области, предназначена для энергоснабжения всего Южного федерального округа — от крупных предприятий до бытовых потребителей.

К концу 2020 года в регионе уже работало три ветропарка. До конца 2021 года начнут работать ещё два ветропарка, в 2023 году планируется на территории Ростовской области ввести в работу восемь ветропарков с общим объёмом 700 МВт энергии. Местоположение шести из них уже утверждено (рис. 1). Расположение двух ветропарков пока не утверждено. Однако по предварительным данным на 2021 год заявлено, что Ростовская область готова предоставить пятнадцать площадок, подходящих под строительство ветропарков [2].

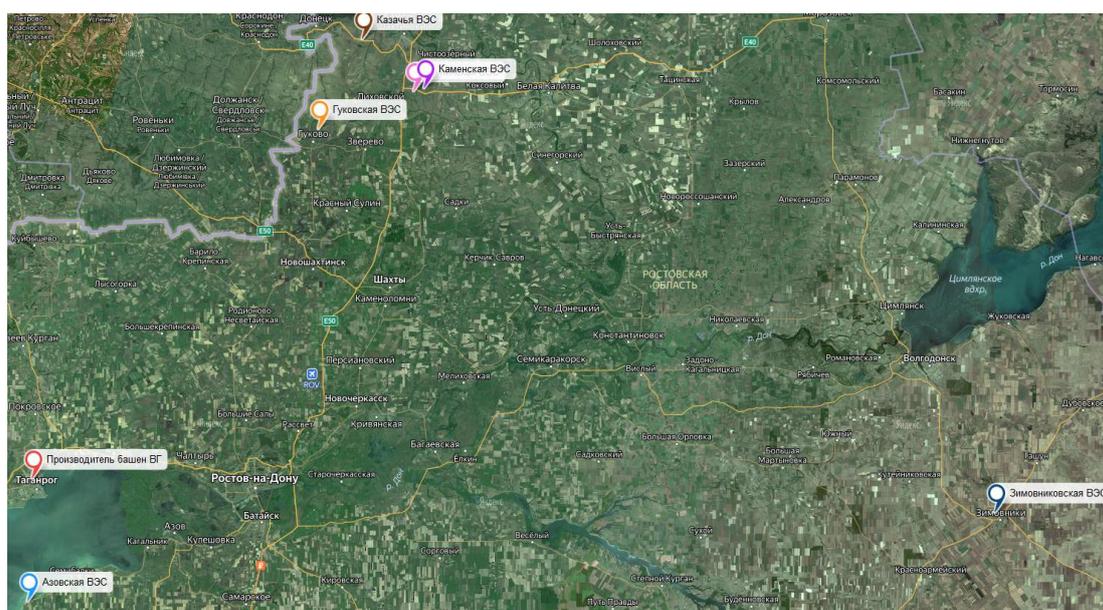


Рис. 1. Утверждённые местоположения строительства новых ветропарков на территории Ростовской области

Таким образом, темпы строительства и расширения территории ветропарков будут только нарастать, следовательно, будет и возрастать необходимость в перевозках крупногабаритных грузов, а именно составляющих модулей и частей ветрогенераторов, кранов и других подобных крупногабаритных грузов.

Составные элементы башен ветрогенераторов транспортируются к строящимся и расширяющимся ветропаркам в Ростовской области из города Таганрог, где расположено производство указанных башен. Транспортировка гондол и лопастей планируется из городов Ульяновск и Дзержинск, где уже налажено их производство.

Помимо перевозок крупногабаритных грузов, в рамках программы, связанной со строительством ветропарков, на территории Ростовской области, существуют иные потребности транспортировать крупногабаритные грузы к производственным и строительным объектам. Так, например, существует спрос в рамках крупных проектов, осуществляемых на территории нашего региона на перевозку атомных реакторов, секций и опор строящегося через реку Дон моста.

Также необходимо отметить, что Ростовская область участвует и в транзитных перевозках крупногабаритных грузов.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что на территории Ростовской области перевозки крупногабаритных грузов в настоящее время более чем актуальны и востребованы.

Рассмотрим возможные варианты подвижного состава, необходимого для перевозки крупногабаритного груза на примере перевозки башен ветроэлектрических установок от города Таганрог до ветропарка в Красносулинском районе.

Для того чтобы, правильно выбрать подвижной состав при транспортировке крупногабаритного груза, сначала необходимо определить габариты перевозимого груза. В соответствии с методической литературой габариты секции башни ветрогенератора в рамках данной перевозки составляют: ширина — 4 метра, высота — 4 метра, длина — 21,75 метра, масса — 50 тонн. После этого необходимо рассмотреть все возможные виды транспорта, которые способны осуществить такие перевозки и параллельно с этим выяснить, возможно ли использовать тот или иной вид транспорта в конкретной ситуации, а именно — при перевозке секции башни от завода в городе Таганрог до Каменско-Красносулинской ветряной электростанции (далее — ВЭС).

Проведем анализ возможных видов транспорта в Ростовской области для перевозки крупногабаритного груза.

#### *Железнодорожный транспорт*

Несмотря на то, что габариты перевозимого груза позволяют перевезти его железнодорожным транспортом и перевозки по железной дороге сравнительно недорогие, такой вариант не будет являться оптимальным. Это связано с тем, что расстояние от завода производителя до пункта назначения не более двухсот километров, а железнодорожный транспорт целесообразно использовать на расстоянии 1000 и более километров. Железнодорожные пути в данной местности не обеспечивают доставку груза непосредственно на место установки ветрогенератора. Это потребует дополнительных затрат и времени на перегрузку крупногабаритного груза с одного вида транспорта на другой (автотранспорт). С точки зрения оформления документации и привлечения прочих дополнительных услуг, использование двух видов транспорта также усложняет процесс перевозки. Таким образом, затраты, связанные с вышеперечисленными операциями, не являются обоснованными.

#### *Воздушный транспорт (вертолёт)*

Расстояние от завода изготовителя до пункта доставки составляет по воздушным путям 148 км. Завод на сегодня не располагает вертолётными площадками (их необходимо будет оборудовать, что потребует дополнительных экономических и временных затрат). Воздушный транспорт способен поднять максимум 25 тонн грузов (такую массу может поднять самый мощный вертолёт в мире Ми-26), поэтому груз массой 50 тонн перевезти воздушным транспортом не представляется возможным [3]. Таким образом, этот вариант транспортировки не подходит в рассматриваемой ситуации.

### *Водный транспорт*

Речной или морской транспорт также невозможно использовать, несмотря на то, что Таганрог — портовый город. Вблизи пункта назначения нет судоходных каналов, по которым можно было бы довести груз.

### *Автомобильный транспорт*

Автомобильный вид транспорта является наиболее выгодным со всех точек зрения, так как он отличается высокой манёвренностью относительно рассмотренных выше вариантов транспорта, имеет возможность довести крупногабаритный груз непосредственно от завода изготовителя до места назначения по дорогам общего пользования в соответствии с необходимым маршрутом. Благодаря современным достижениям в машиностроении грузоподъемность автомобильного транспорта на сегодня очень высока, имеется множество видов ассистирующего оборудования.

Однако автомобильный транспорт необходимо выбрать правильно. Для перевозки рассматриваемого в данной статье груза могут подойти перечисленные далее транспортные средства.

### *Самоходный модульный транспортёр SPMT*

Современный мир автоперевозок крупногабаритных грузов невозможно представить без постоянно совершенствуемых транспортёров SPMT. Данное оборудование имеет ряд преимуществ перед другими транспортными средствами для перевозки крупногабаритных грузов:

— гидравлическая подвеска, способная поднимать платформу с грузом на общую высоту до одного метра, что позволяет успешнее преодолевать некоторые особо трудные участки маршрута (железнодорожные пути, выбоины, кочки и практически любое бездорожье). Необходимо отметить, что нагрузка на саму транспортную систему данной платформы при этом всегда остаётся одинаковой;

— при использовании такой платформы существует возможность «прощения ошибки», то есть при «неаккуратной» погрузке за счёт особенностей подвески гасится удар, масса груза равномерно распределяется по всем колесным осям всех модулей, соединённых вместе для перевозки груза. Таким образом пиковых нагрузок на ходовую часть быть не может, что обеспечивает сохранность как транспортной платформы, так и перевозимого объекта;

— наличие системы автоматического выравнивания платформы с помощью датчиков-потенциометров, позволяющих исключить возможность крена и повреждения груза на неровном дорожном полотне, даже не прибегая к участию человека в процессе выравнивания;

— SPMT гарантирует долгий срок своего использования. Каждый модуль способен прослужить в среднем 25 лет (при должном техническом обслуживании и замене расходных запчастей) [4].

### *MEGA WINDMILL TRANSPORTER*

Это транспортное средство специально было создано компанией Nooteboom для перевозки колонн ветрогенераторов. Оно представляет собой по сути две отдельные транспортные тележки, передняя из которых имеет три-четыре оси, а задняя — семь. На обеих тележках на опорно-поворотных столах установлены гидравлические механизмы, которые, в свою очередь, фиксируют между собой колонну (или фрагмент колонны). К преимуществам такой системы можно отнести повышенную манёвренность (опорно-поворотные столы позволяют повернуть колонну относительно тягача на 80 градусов, а гидравлические механизмы могут поднять колонну на высоту до 1,5 метров, что позволяет совершать разворот на ограниченном пространстве) [5].

### *Раздвижные полуприцепы тяжеловозы*

Такой тип полуприцепов очень удобен тем, что его легко можно подогнать под размер перевозимого груза (для особо длинномерных грузов может использоваться даже три самоходных тележки с телескопическим оборудованием). Данное транспортное средство отличается своей массивностью и относительной дешевизной, в сравнении с вышеперечисленными вариантами транспортных средств. Данный подвижной состав может предоставить любой перевозчик, занимающийся крупногабаритными перевозками.

В результате проведенного обзора и анализа можно сделать вывод о том, что наиболее подходящим транспортным средством для перевозки колонн ветрогенераторов от города Таганрог до Каменско–Красносулинской ВЭС будет раздвижной полуприцеп-тяжеловоз. На маршруте движения нет резких перепадов высот и извилистой дороги. К примеру, на горном серпантине была бы более актуальна техника MEGA WINDMILL TRANSPORTER. Самоходный модульный транспортёр SPMT не подойдет в данной ситуации, так как он отличается низкой скоростью движения, требованием привлечения специалистов по его эксплуатации и достаточно высокой стоимостью. Помимо этого, повышенная манёвренность и сверхгрузоподъёмность этого транспорта средства на построенном маршруте не требуются.

### Рассмотрение вариантов маршрута

Ввиду того, что был выбран автомобильный вид транспорта, возникает необходимость построить маршрут движения крупногабаритного груза по автомобильным дорогам с учётом всех особенностей перевозок крупногабаритных грузов. Важно рассмотреть возможность появления на пути движения мостов или путепроводов, не способных выдержать необходимые нагрузки или находящиеся на недостаточной высоте для прохождения крупногабаритного груза. Препятствием могут стать недостаточность радиуса для поворотов на дороге, возможные ремонтные работы, проводимые на пути движения.

Схема предлагаемого авторами маршрута указана на рис. 2.

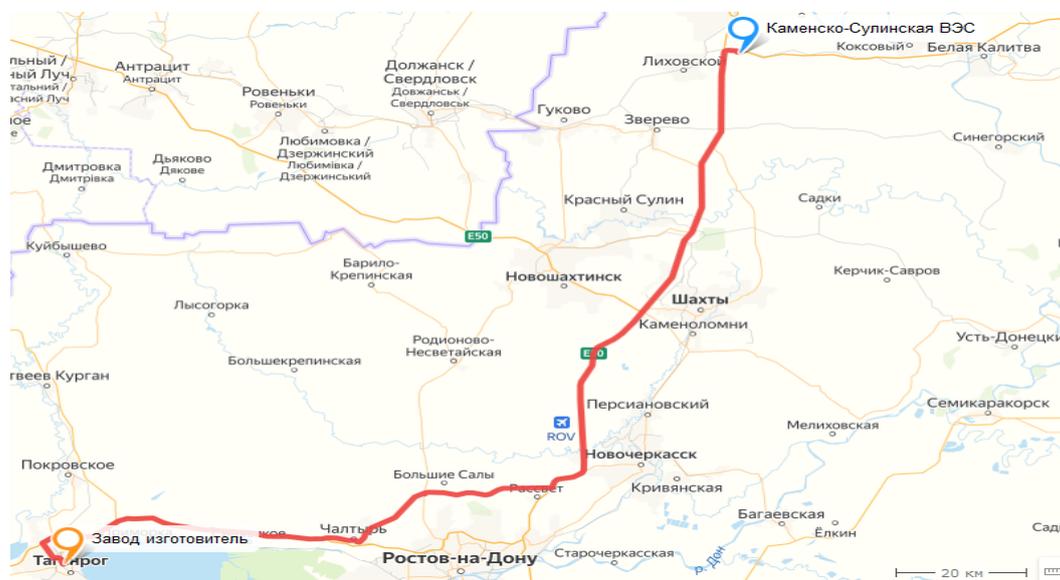


Рис. 2. Схема маршрута перевозки секции колонны ветрогенератора

Начало движения от завода изготовителя следует осуществить в 02:00 часов, так как по мере продвижения крупногабаритного груза будет необходимость пройти через два населённых пункта (город Таганрог и село Чалтырь). В это время поток автомобилей на городских улицах будет ослаблен. Время выбрано с тем расчётом, чтобы не создавать заторовую ситуацию на дороге и было достаточно места для манёвров. Помимо этого, если начать движение в это время, то

осуществлять разгрузку и непосредственно установку ветрогенератора можно в светлое время суток. Это снизит затраты на освещение при осуществлении работ и повысит их качество. Далее рассмотрим схему движения более подробно.

Рассмотрим все участки движения.

— Начало движения следует осуществить от южных ворот завода производителя с выходом на котлостроительную улицу (альтернативные варианты приведут к непроходимым препятствиям в виде железнодорожного моста над улицей Москатова (рис. 3), либо к необходимости движения по узким часто изгибающимся улицам центральной части города Таганрог).

— Выезд с улицы Котлостроительной на улицу Химическая.

— Выезд с улицы Химическая на Николаевское шоссе.

— Выезд с Николаевского шоссе на трассу А280 (Е58) Ростов-Таганрог.

— Съезд с трассы А280 (Е58) Ростов-Таганрог на улицу Красноармейская села Чалтырь (дальнейшее движение по трассе А280 (Е58) Ростов-Таганрог приведёт в город Ростов-на-Дону и увеличит общую протяжённость маршрута движения).

— Продолжение движения от улицы Красноармейская до Ростовской улицы села Чалтырь. Объезд села Чалтырь приведёт к увеличению длины маршрута на 34 километра.

— Поворот на улицу Социалистическая (село Чалтырь).

— Движение до улицы Большесальская (село Чалтырь).

— Выезд на северный обход Ростова-на-Дону (60Н-227).

— Продолжение движения по северному обходу Ростова-на-Дону (60н-5).

— Проезд по северному обходу Ростова-на-Дону мимо посёлка Щепкин до первой клеверообразной развязки.

— Поворот налево, проезд аэропорта Платов и выезд на автомагистраль М-4.

— Движение по М-4 до поворота на трассу Е40 (А260).

— Движение непосредственно до места разгрузки.

Таким образом, весь маршрут составляет 197 километров, а время на его прохождение (с учётом средней скорости движения 30 км/ч) около 6,5 часов [6].



Рис. 3. Железнодорожный мост, создающий препятствие для движения автотранспорта с крупногабаритным грузом

### Анализ критериев выбора логистических посредников и их необходимость при перевозке башен ветроэлектрических установок

Существует ряд основных критериев, по которым организация определяет необходимость привлечения сторонних логистических компаний-посредников (таблица 1).

Таблица 1

Критерии выбора логистических посредников

№ критерия	Перевозки своими силами	Помощь транспортных компаний
1	Затраты на создание и эксплуатацию собственного парка транспортных средств: <ul style="list-style-type: none"> <li>– лизинг подвижного состава;</li> <li>– аренда;</li> <li>– затраты на техобслуживание;</li> <li>– автостоянка;</li> <li>– зарплата и налоги с нее водительского персонала;</li> <li>– зарплата и налоги с нее прочего персонала (диспетчера, мед. работника, бухгалтер, охранник);</li> <li>– заправочное топливо и так далее.</li> </ul>	Затраты на оплату услуг транспортных, транспортно-экспедиционных фирм и других логистических посредников, привлечение вспомогательных логистических фирм: агенты, охранные, страховые, информационные и др.
2	Скорость (время, которое будет затрачено на доставку груза — общее время транзита)	
3	Качество доставки (сохранность груза, надежность поставленных сроков и так далее)	

Помимо указанных критериев, анализируются и ряд дополнительных:

- наличие дополнительных услуг (сервис на линии: отслеживание перевозчика, связь);
- наличие дополнительного специального оборудования, ориентированного под конкретную перевозку (например, перевозку ветрогенератора);
- квалификация персонала.

Если организация останавливается на выборе варианта привлечения компании-перевозчика, то отбор происходит с учётом следующих критериев:

- отраслевой признак;
- размер партии грузоперевозки;
- территориальный признак;
- способ перевозки (смешанная перевозка, прямая, местная, иногородняя);
- по времени привлечения перевозчика (сезонное привлечение, постоянное).

В настоящее время часто привлекается при перевозке башен ветрогенераторов компания TIS Group (ООО «Трансинтерсервис-СПб»), которая была основана в 2002 году в Санкт-Петербурге [7].

Учитывая то, что строительство ветропарка имеет долговременный характер, перевозчика необходимо будет привлекать длительное время. Целесообразнее было бы привлекать местных грузоперевозчиков, тем самым пополнив местный бюджет налогами. Кроме того, это дает возможность создать дополнительные рабочие места для местного населения, отпадает необходимость в иногороднем подвижном составе. Стоимость услуг компании-перевозчика была бы значительно ниже. Примерами таких компаний могут стать ростовские перевозчики: компания «Аренда спецтехники», транспортная компания ТК «ЭкоПласт-Транс» и др. [8].

### **Предварительная оценка эффективности предлагаемых мероприятий**

Предварительно можно ожидать следующий эффект от предложенных мероприятий по оптимизации перевозки крупногабаритных грузов (на примере башен ветрогенераторов из города Тагаг до ветропарка Каменско–Красносулинской ВЭС):

1. Экономия средств, при привлечении местных перевозчиков крупногабаритных грузов (в случае принятого решения о привлечении компании-перевозчика) и социальный эффект в виде создания рабочих мест для жителей Ростовской области.

2. Выбор предложенного маршрута, а также спланированное время начала движения автопоезда позволит минимизировать неудобства для других участников дорожного движения.

3. Предложенный маршрут позволит дать гарантию быстрого продвижения крупногабаритного груза к месту разгрузки (максимальное избежание проезда через населенные пункты, минимальное количество мостов, встречающихся на пути, пересекающих путь линий электропередач, качественное покрытие большей части дорог на маршруте — федеральные и международные трассы).

4. Правильно выбранное транспортное средство позволит более надёжно и с минимально возможными затратами осуществлять перевозку секций башен ветрогенераторов.

Более подробный экономический эффект от предлагаемых мероприятий по оптимизации перевозки крупногабаритных грузов в Ростовской области рассматривается в соответствии с заключениями экономических служб государственных организаций, являющихся заказчиками перевозки.

**Заключение.** Хочется отметить, что как бы высокооборудованы не были современные транспортные средства для перевозки крупногабаритных грузов, эффективность и высокая результативность перевозок крупногабаритных грузов зависит также в большой степени от работы профессиональных специалистов в данной сфере.

Основные задачи, которые специалисты, участвующие в проекте (перевозке крупногабаритного груза), должны решить в ходе выполнения работы:

1. Определить актуальность перевозок крупногабаритных грузов и провести прогнозирование последующих тенденций в этих перевозках. От этого будет зависеть всё последующее развитие перевозок подобных грузов.

2. Выбрать наиболее соответствующий подвижной состав для перевозки крупногабаритного груза с учётом характеристик груза, особенностей территории и экономических возможностей.

3. Построить маршрут движения с учётом габаритов перевозимого груза и возможных препятствий на пути его следования.

4. Проанализировать критерии выбора логистических посредников и их необходимость в перевозке, определить компанию, которая будет заниматься перевозками, сделать предварительный вывод о рентабельности заключения контракта на перевозки крупногабаритного груза с данной компанией.

5. Провести предварительную оценку эффективности предлагаемых мероприятий, в ходе которой определить позиции, влияющие на возникновение положительного экономического эффекта.

После правильного решения всех вышеперечисленных задач будет достигнута максимальная эффективность и результативность перевозок крупногабаритных грузов.

#### Библиографический список

1. Фонд развития ветроэнергетики / РОСНАНО: [сайт]. — URL: <https://www.rusnano.com/projects/invest-fund/fve> (дата обращения: 05.09.2021).
2. Ростовская область: 15 территорий для ветропарков / Российская ассоциация ветроиндустрии: [сайт]. — URL: <https://rawi.ru/2021/02/rostovskaya-oblast-15-territoriy-dlya-vetroparkov/> (дата обращения: 05.09.2021).
3. Самый грузоподъемный вертолет в мире получил имя Бориса Слюсаря / РАМБЛЕР: [сайт]. — URL: <https://news.rambler.ru/troops/46865320-samy-gruzopodemnyy-vertolet-v-mire-poluchil-imya-borisa-slyusarya/> (дата обращения: 05.09.2021).
4. Филимонов, Д. Компактность и мощь / Основные Средства: [сайт]. — URL: <https://os1.ru/article/17455-samoprivodnye-modulnye-transportery-spm-t-kompanii-scheuerl-kompaktnost-i-moshch> (дата обращения: 05.09.2021).
5. MEGA WINDMILL TRANSPORTER / Официальное представительство ведущих производителей в своих отраслях: [сайт]. — URL: <https://creativetechnologys.ru/product/polupritsepy-i-zapchasti-noteboom/novye-polupritsepy/seriya-specials/mega-windmill-transporter/> (дата обращения: 05.09.2021).
6. Конструктор карт / Яндекс карты: [сайт]. — URL: [https://yandex.ru/maps/39/rostov-na-donu/?ll=39.720349%2C47.222078&source=wizgeo&utm\\_medium=maps-desktop&utm\\_source=serp&z=10](https://yandex.ru/maps/39/rostov-na-donu/?ll=39.720349%2C47.222078&source=wizgeo&utm_medium=maps-desktop&utm_source=serp&z=10) (дата обращения: 01.02.2021).
7. ТИС Групп — организация перевозок негабаритных грузов и погрузо-разгрузочные работы / ТИС Групп: [сайт]. — URL: [http://tis-spb.com/ru/about\\_kompany](http://tis-spb.com/ru/about_kompany) (дата обращения: 05.09.2021).
8. Перевозки любых грузов по Ростову-на-Дону и всей РФ безопасно и точно в срок / ТК «ЭкоПласт-Транс»: [сайт]. — URL: [https://ecoplast-trans.ru/?utm\\_source=yandexpoisk&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=rostov&utm\\_content=10844866095&utm\\_term=%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2-%D0%BD%D0%B0-%D0%94%D0%BE%D0%BD%D1%83%20%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%BA%D0%B8&yclid=8163910905206669311](https://ecoplast-trans.ru/?utm_source=yandexpoisk&utm_medium=cpc&utm_campaign=rostov&utm_content=10844866095&utm_term=%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2-%D0%BD%D0%B0-%D0%94%D0%BE%D0%BD%D1%83%20%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%BA%D0%B8&yclid=8163910905206669311) (дата обращения: 05.09.2021).

*Об авторе:*

**Копылов Максим Алексеевич**, магистрант кафедры «Организация перевозок и дорожного движения» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [dorothej@mail.ru](mailto:dorothej@mail.ru)

*About the Author:*

**Kopylov, Maksim A.**, Master's degree student, Department of Organization of Transportation and Road Traffic, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), [dorothej@mail.ru](mailto:dorothej@mail.ru)