

**Проектирование автотранспортной системы доставки кирпича на
строительные площадки г. Волгограда**

*Никитина Виктория Сергеевна
Волгоградский государственный технический университет
Магистрант*

*Тюрина Владлена Николаевна
Волгоградский государственный технический университет
Магистрант*

*Куликов Алексей Викторович
Волгоградский государственный технический университет
к.т.н., доцент*

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы организации системы доставки кирпича автомобильным транспортом на строительные площадки, включающие в себя: исследование строительного рынка, выбор оптимального подвижного состава, разработка технологических схем и технологического проекта, анализ производительности автомобиля, расчет экономической эффективности.

Ключевые слова: Грузовые перевозки, автотранспортная система, выбор подвижного состава, производительность автомобиля, технологическая схема, перевозка строительного кирпича.

**Designing an automotive transportation system for the delivery of bricks to
the construction sites of Volgograd**

*Nikitina Victoria Sergeevna
Volgograd State Technical University
master student*

*Tyurina Vladlena Nikolaevna
Volgograd State Technical University
master student*

*Kulikov Alexey Viktorovich
Volgograd State Technical University
Candidate of technical sciences, associate professor*

Abstract

The article deals with the organization of the system delivery of construction bricks by road to construction sites, including: research of the construction market, selection of the optimal rolling stock, development of technological schemes and technological design, analysis of vehicle performance, calculation of economic efficiency.

Keywords: Freight transport, trucking system, the choice of rolling stock, vehicle performance, technological scheme, transportation of construction bricks.

Один из самых основных и популярных строительных материалов – это кирпич, который используется как в индивидуальном домостроении, так и в масштабном. Кирпич используется в строительстве очень давно и поэтому зарекомендовал себя как проверенный временем строительный материал.

Как известно, основными потребителями кирпичной продукции являются строительные компании. Таким образом, спрос на кирпич напрямую зависит от успешности фирм, ведущих строительную деятельность. Строительные компании используют кирпич для возведения жилищно-гражданских, промышленных, общественных объектов.

В общей структуре производства стеновых материалов на долю силикатного кирпича приходится порядка 26-27 %, т. е. он занимает второе место после керамического (44-45 %) [1].

На российском рынке начиная с 2015 г. производство кирпича снижалось вплоть до 2017 г., затем начался рост (табл. 1). В конце 2017 г. производство кирпича увеличилось на 9 % к началу 2017 г., но по сравнению с 2016 г. оно показывает отрицательную динамику на 5 %.

Таблица 1 – Производство кирпича за период 2013-2017 гг.

| Годы | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--|-------|-------|------|------|------|
| Объем производства, млн. усл. кирпичей | 7119 | 7365 | 6788 | 5575 | 6111 |
| Темпы роста, % г/г | 104,7 | 103,4 | 92,2 | 82,1 | 90 |

По данным Росстата лидером производства кирпича в млн. усл. кирп. от общего произведенного объема за 2017 г. стал Приволжский федеральный округ с долей около 41,9 % (рис. 1). На него приходится наибольший объем производства среди всех федеральных округов: в 2017 г. было произведено 387,3 млн. усл. кирпичей, что составляет 41,9 % от совокупного объема.

На втором месте с долей 20 % находится Центральный федеральный округ, на третьем месте – Сибирский федеральный округ с долей 12,8 %. В совокупности на данные федеральные округа приходится 74,7 % от российского объема производства в 2017 г. [2]

Стабильное распределение долей в совокупном объеме производства кирпича показывает равномерное внутригодовое использование мощностей во всех федеральных округах.

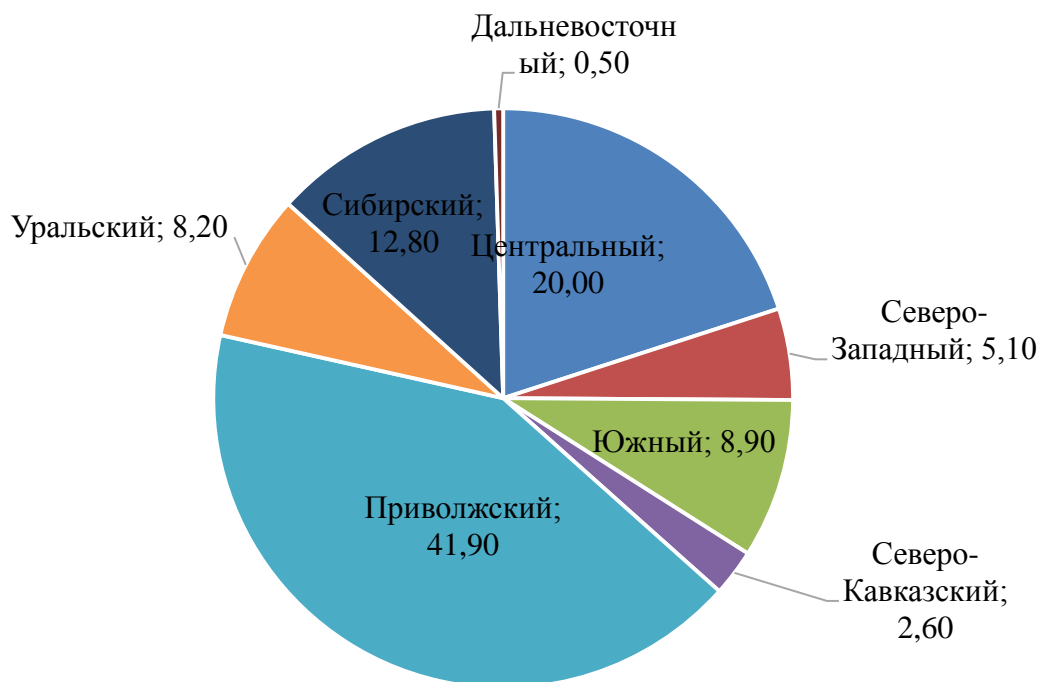


Рисунок 1 – Структура производства кирпича по федеральным округам РФ за 2017 г., в %

Кирпич – искусственный камень прямоугольной формы, используемый в качестве строительного материала, произведённый из минеральных материалов, обладающий свойствами камня.

По способу погрузки и выгрузки кирпич относится к штучным грузам. По условиям перевозки и хранения кирпич относится к грузам, не требующим сохранения температурного режима, а так же защиты от окружающей среды. Класс прочности строительного кирпича равен 15. Плотность составляет $1,95 \text{ т/м}^3$. Коэффициент теплопроводности равен $0,5-0,8 \text{ Вт/(м}\times\text{К)}$. В России строительство ведется с использованием кирпича с маркировкой не ниже F35 [3].

Кирпич – габаритный груз, погрузка и разгрузка которого должна производиться аккуратно и точно. Кирпич можно перевозить непосредственно в кузовах, контейнерах, в пакетах на поддонах.

Груз размещается на финском поддоне размером $1000\times 1200 \text{ мм}$ грузоподъемностью 1,5 т. Укладка кирпичей производится с перекрестной перевязкой. Таким образом, высота транспортного пакета составляет 1000 мм и его масса равна 1,2 т (рис. 2).



Рисунок 2 – Размещение кирпича на поддоне

Груз перевозится на поддонах, следовательно, для погрузки подойдет вилочный погрузчик [4, 5]. Технические характеристики вилочных погрузчиков и представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Технические характеристики вилочных погрузчиков

| Характеристики | Модель | | |
|---|--------|---------|---------|
| | ВП-1,6 | ДП-1604 | ЭП-1616 |
| Номинальная грузоподъемность, т | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| Номинальная мощность двигателя, кВт | 20 | 25 | 6 |
| Наибольшая скорость передвижения с грузом/без груза, км/ч | 20/23 | 18/20 | 10/11 |
| Себестоимость, руб./ч | 1800 | 1500 | 3000 |

Для осуществления перевозки транспортных пакетов кирпича требуется грузовой автомобиль с бортовой платформой. Для выбора наиболее оптимального производим сравнение расчетных показателей подвижного состава (табл. 3) [6, 7, 8].

Таблица 3 – Сравнение расчетных показателей подвижного состава

| Показатель | Марка автомобиля | | | |
|---|------------------|-------------|------------|------------|
| | КамАЗ 65117 | КамАЗ 43118 | КамАЗ 6360 | МАЗ 6312А8 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Грузоподъемность, т | 14,5 | 14 | 15,6 | 13,9 |
| Размер грузовой платформы, мм | 7800×2470 | 6100×2380 | 7800×2470 | 7300×2470 |
| Количество поддонов, ед. | 12 | 10 | 12 | 12 |
| Коэффициент статического использования грузоподъемности, γ_c | 0,99 | 0,86 | 0,92 | 1,04 |

| | | | | |
|---------------------------------|------|-------|------|------|
| Производительность, т/ч | 57,5 | 48,16 | 57,5 | 57,8 |
| Суммарная себестоимость, руб./ч | 5500 | 7500 | 5900 | 6500 |

Таким образом, после анализа расчетов табл. 3 можно сделать вывод о том, что пара грузовой автомобиль с бортовой платформой КамАЗ-65117 и вилочный погрузчик ДП-1604 обеспечивают минимальные затраты по перемещению груза 5500 руб./ч. Производительность автомобиля КамАЗ-65117 составляет 57,5 т/ч.

Анализ влияния технико-эксплуатационных показателей (ТЭП) на производительность автомобиля представлен в табл. 4 и на рис. 3.

Таблица 4 – Влияние технико-эксплуатационных показателей на производительность автомобиля

| Показатель | Обозначение | Единица измерения | Значение показателя | | |
|--|-------------|-------------------|---------------------|---------------|--------------|
| | | | базовое | рекомендуемое | изменение, % |
| Производительность | W_a | т/ч | 7,66 | 8,81 | 15 |
| Коэффициент использования грузоподъемности | γ_c | – | 0,99 | 1,14 | 15 |
| Коэффициент использования пробега | β_e | – | 0,5 | 0,6 | 19,47 |
| Техническая скорость | V_T | км/ч | 40 | 47,8 | 19,47 |
| Фактическая грузоподъемность | q_f | т | 14,5 | 16,7 | 15 |
| Время погрузки/разгрузки | $t_{пр}$ | ч | 0,374 | 0,13 | - 65,36 |

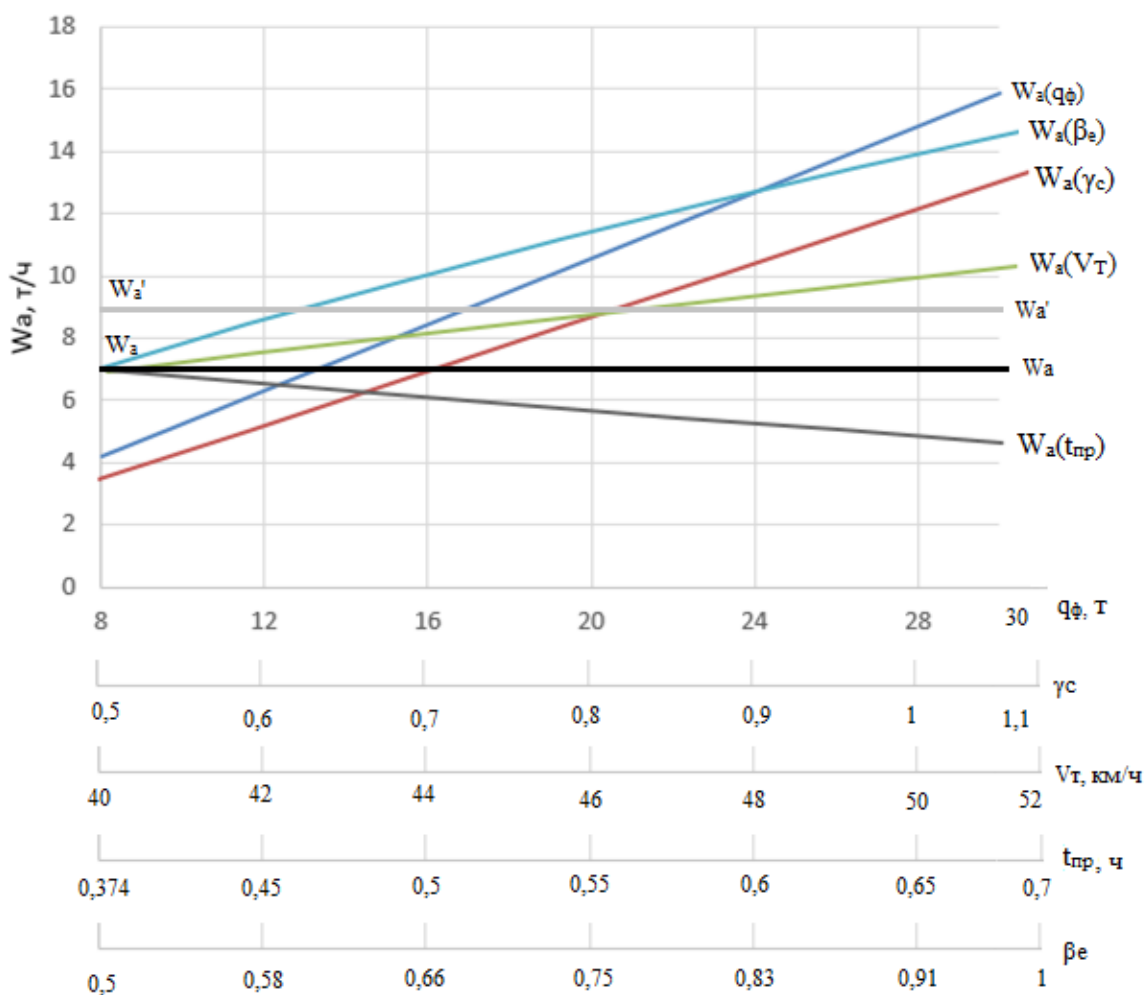


Рисунок 3 – Характеристический график производительности автомобиля КамАЗ-65117

Анализ зависимостей представленных на характеристическом графике (рис. 3 и табл. 4) показывает, что наибольшее влияние на производительность оказывает такие показатели как фактическая грузоподъемность автомобиля q_ϕ и коэффициент использования грузоподъемности γ_c .

Перевозка строительного кирпича осуществляется по г. Волгограду. Поставка груза производится от кирпичного завода к строительным площадкам. Разработана схема транспортной сети, которая представлена на рис. 4.

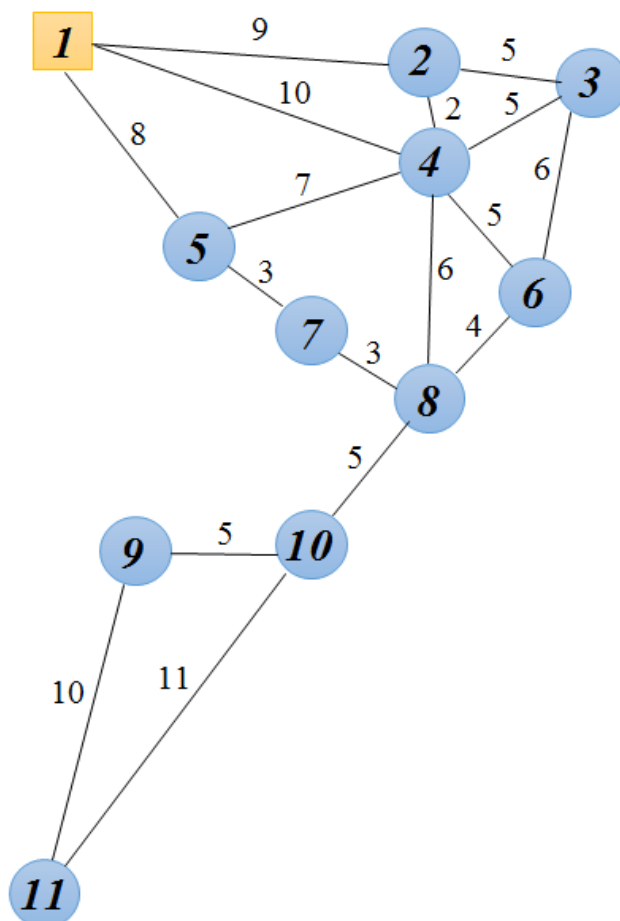


Рисунок 4 – Схема транспортной сети:

1 – Кирпичный завод № 1; 2 – ЖК «Бейкер Стрит»; 3 – ЖК «Мишино»; 4 – ЖК «Роза ветров»; 5 – ЖК «Романовъ»; 6 – ЖК «Арбат»; 7 – ЖК «Царица»; 8 – ЖК «Машковъ»; 9 – ЖК «Ново-Комарово»; 10 – ЖК «Династия»; 11 – ЖК «Колизей»

Рассмотрим основные технологические схемы перевозки кирпича и проведем расчет транспортных затрат (табл. 5 и рис. 5) [9, 10, 11].

Таблица 5 – Расчетные показатели технологических схем перевозок строительного кирпича

| № | Технологическая схема перевозки | Время транспортного цикла, мин. | Затраты на перевозку, руб. |
|---|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 1 | КамАЗ-65117 | 129 | 1290 |
| 2 | КамАЗ-43118 | 128 | 1536 |
| 3 | КамАЗ-6360 | 131,5 | 1310 |
| 4 | МАЗ-6312А8 | 130,5 | 1305 |

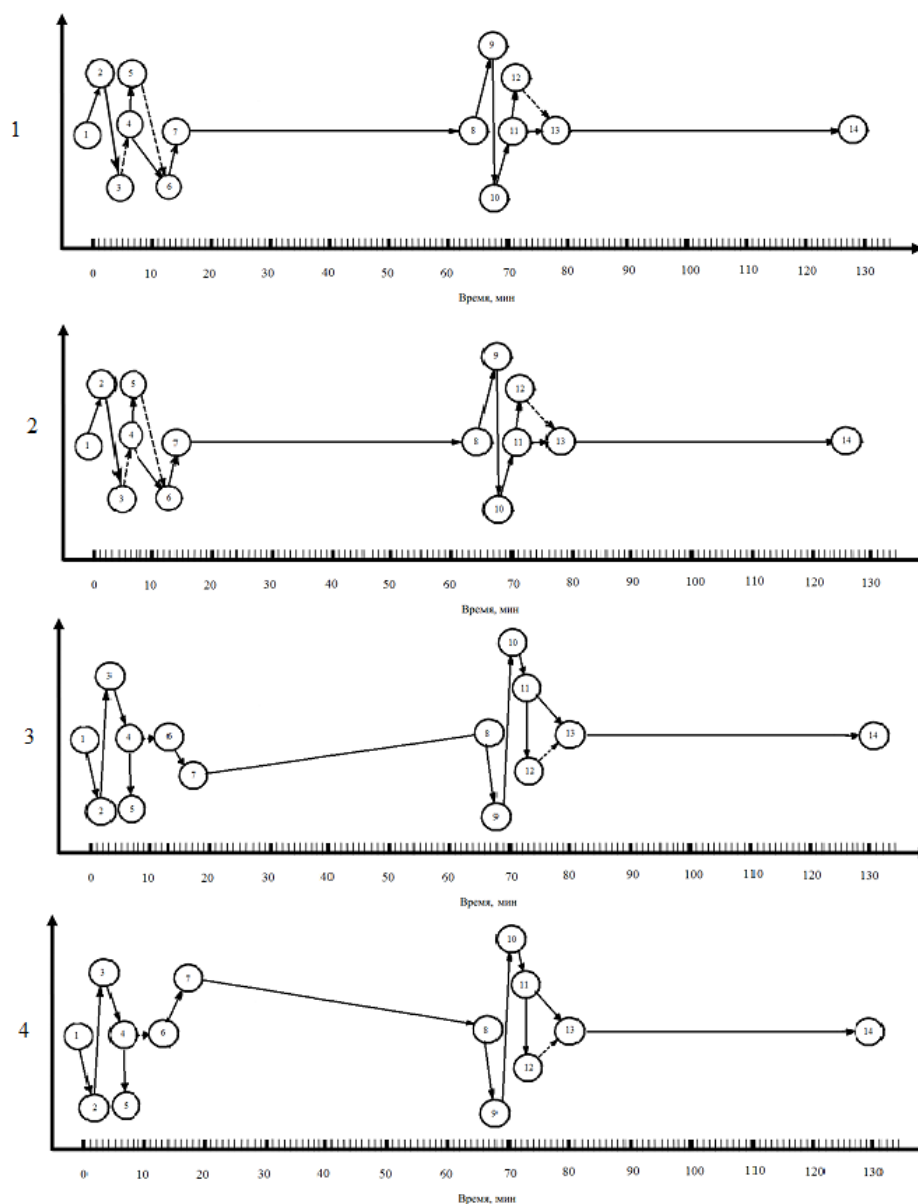


Рисунок 5 – Технологические схемы перевозки строительного кирпича:
 1 – КамАЗ 65117; 2 – КамАЗ 43118; 3 – КамАЗ 6360; 4 – МАЗ 6312А8

При осуществлении перевозки строительного кирпича автомобилем КамАЗ-65117 обеспечиваются минимальные затраты на перемещение в размере 1290 руб. Чтобы определить оптимальную технологическую схему перевозки груза, необходимо произвести расчет экономического эффекта [6, 9, 10, 11]. Рассчитать его можно использовать выражение (1):

$$\mathcal{E}_i = Z_{\max} - Z_i, \tag{1}$$

где \mathcal{E}_i – экономический эффект, руб.;

Z_{\max} – существующие затраты на перевозку, руб.;

Z_i – затраты на перевозку по i -ой технологической схеме, руб.;

$$\mathcal{E}_1 = Z_{\max} - Z_1 = 1536 - 1290 = 246 \text{ руб.};$$

$$\mathcal{E}_2 = Z_{\max} - Z_2 = 1536 - 1536 = 0 \text{ руб.};$$

$$\mathcal{E}_3 = Z_{\max} - Z_3 = 1536 - 1310 = 226 \text{ руб.};$$

$$\mathcal{E}_4 = Z_{\max} - Z_4 = 1536 - 1305 = 231 \text{ руб.}$$

Рассчитаем себестоимость перевозки 1 т груза:

$$C_{1т} = \frac{Z_i}{q_a}, \quad (2)$$

где Z_i – затраты по i -ой технологической схеме, руб.;

q_a – фактический объем перевозок по предлагаемой схеме, т.

Результаты расчетов представлены в табл. 6.

Таблица 6 – Расчет себестоимости перевозки груза

| № тех. схемы | Затраты по тех. схеме, руб. | Себестоимость перевозки 1 т, руб./т | Экономический эффект, руб. |
|--------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1 | 1290 | 258 | 246 |
| 2 | 1536 | 307 | 0 |
| 3 | 1310 | 262 | 226 |
| 4 | 1305 | 261 | 231 |

При расчете экономического эффекта от применения различных технологических схем перевозки кирпича было получено, что при использовании схемы № 1 получается наибольший экономический эффект – 246 руб. за езду.

Библиографический список

1. Российский рынок кирпича: Строительные материалы, научно-технический и производственный журнал. № 9. С. 4-8. URL: http://rifsm.ru/u/f/sm-09-09_finish.pdf
2. Производство основных видов продукции в натуральном выражении. Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru>.
3. Вельможин, В. А. Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов / В. А. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А.В. Куликов. М.: Горячая линия – Телеком, 2006 560 с.
4. Ширяев, С. А. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства: учебник для вузов / С.А. Ширяев, В.А. Гудков, Л. Б. Миротин. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 860 с.
5. Фирсова, С. Ю. Технология выбора оптимального типа подвижного состава при перевозке плодово-овощной продукции от места сбора на перерабатывающее предприятие / С. Ю. Фирсова, А. В. Куликов, Б. Советбеков // Вестник Кыргызско-Российского славянского ун-та. 2014. Т. 14. № 12. С. 199-201.
6. Инновационные подходы к развитию предприятий, отраслей, комплексов: монография / И. Г. Фадеева, А. В. Куликов, И. С. Метелев, Ю. А. Нужнова, С. Ю. Фирсова ; Проект SWorld. Одесса : Куприенко СВ, 2015. Кн. 1. 202 с.
7. Научное окружение современного человека: техника и технологии: монография / Л. В. Капитанова, (. . .), А. С. Горбач, А. В. Куликов, М. Ю. Писарева, В. А. Рогачева, В. Н. Тюрина и др. ; [Проект SWorld]. Одесса :

- Куприенко СВ, 2018. 180 с.
8. Фирсова, С. Ю. Совершенствование организации перевозок товаров группы «Автохимия» дилерским центрам компании автосервиса в Волгограде / С. Ю. Фирсова, А. В. Куликов // Вестник Кыргызско-Российского славянского ун-та. 2014. Т. 14. № 12. С. 195-198.
 9. Горина, В. В., Куликов, А. В., Фирсова, С. Ю. Снижение транспортных затрат при перевозке силикатного кирпича / В. В. Горина, А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова // Аспирант. Южный университет (ИУБиП) - Ростов-на-Дону, 2015. № 4 (9). С. 76-78.
 10. Фирсова, С. Ю. Снижение транспортных затрат за счёт применения эффективной технологической схемы перевозки строительных грузов / А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 6 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. Волгоград, 2013. № 10 (113). С. 72-75.
 11. Куликов, А. В. Применение рациональных технологических схем перевозки строительных грузов как одно из направлений снижения стоимости объектов жилищного строительства / А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова // Актуальные проблемы стратегии развития Волгограда : сб. ст. / Администрация г. Волгограда, МУП "Городские вести". Волгоград, 2012. С. 32-34.