

УДК 33

DOI 10.21661/r-112501

*А.М. Битюцкая, Ю.В. Егоров*

## ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ВАГОНА-ХОППЕРА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЗЕРНА

***Аннотация:** в статье было проведено исследование по выбору параметров вагона-хoppers для перевозки самых массовых зерновых грузов и на основании этого расчет потребного парка. Авторы отмечают экономическую обоснованность покупки специализированных вагонов в том случае, если общая стоимость потребного парка вагонов, которая рассчитывается при увеличении доли «легкого» груза в общем грузообороте, ниже для специализированных вагонов, чем для универсальных.*

***Ключевые слова:** вагоны, модель вагона, вагон-хopper, перевозка зерна, эффективность вагона.*

*А.М. Bityuckaya, Yu.V. Egorov*

## THE ECONOMIC SUBSTANTIATION FOR CHOOSING THE HOPPER CAR FOR THE TRANSPORTATION OF GRAIN

***Abstract:** the article studied the choice of parameters for the hopper car for transportation the most popular grain cargoes and on the basis of this calculated the required fleet. The authors point out the economic feasibility of the purchase of specialized cars only in case when the total value of required depot of cars, which is calculated by increasing the proportion of «light» cargo in the total cargo turnover, is lower for specialized cars than for universal.*

***Keywords:** cars, car model, hopper car, transportation of grain, car efficiency.*

Параметры грузового вагона во многом определяют экономическую эффективность его использования. Операторские компании постоянно работают над повышением экономической эффективности. Результат этих работ обеспечива-

ется в том числе и за счет приобретения новых грузовых вагонов с рациональными параметрами. Однако, при этом важно экономически правильно принимать решение по выбору модели грузового вагона. В настоящей работе рассмотрена процедура выбора нового грузового вагона-хоппера для перевозки зерновых грузов.

Номенклатура перевозимых пищевых грузов в вагонах-хопперах для зерна включает в себя около 90 наименований. Генеральным грузом является пшеница – на ее перевозки приходится до 54,6% всего грузооборота. Кроме этого, массовыми грузами являются: ячмень – 12,3%, сахар-сырец – 7,0%, солод в зерне – 5,1%, шрот – 5,0%, зерно кукурузы – 4,4% и прочие зерновые – до 11,6% (доля каждого груза из прочих не превышает 1,9%) от общего грузооборота (рис. 1).

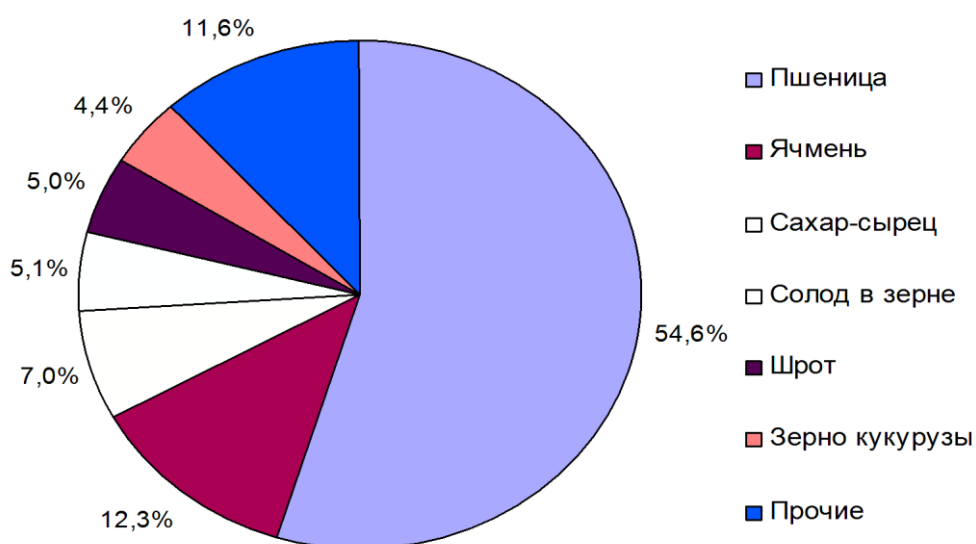


Рис. 1. Среднегодовая структура грузооборота грузов в вагонах-хопперах

Средняя насыпная плотность шести наиболее массовых грузов находится в пределах от 0,63 до 0,85 т/м<sup>3</sup> (таблица 1). Эквивалентная насыпная плотность составляет 0,78 т/м<sup>3</sup>, рассчитанная на основании насыпных плотностей, входящих в нее грузов, а также их долей в объеме общего грузооборота [1]. Вагон, спроектированный для грузов с такой насыпной плотностью, будет наиболее полно использовать полезный объем и грузоподъемность. Вместе с этим, грузы с мень-

шей насыпной плотностью будут перевозиться с недоиспользованием грузоподъемности, а с большей – с недоиспользованием объема кузова. При этом в обоих случаях при перевозке достаточно большого объема груза существенно снижается экономическая эффективность вагона.

Таблица 1

## Характеристики массовых грузов

Наименование груза	Насыпная плотность, т/м <sup>3</sup>		Грузооборот за 2005–2009 годы
	интервал	среднее значение	
Пшеница	0,78–0,82	0,8	60%
Ячмень	0,68–0,72	0,7	13%
Сахар-сырец	0,82–0,87	0,85	8%
Солод в зерне	0,78–0,82	0,8	7,5%
Шрот	0,59–0,67	0,63	7%
Зерно кукурузы	0,74–0,78	0,76	4,5%

В сложившейся ситуации возможно два пути выбора модели вагона: первый – для перевозки каждого груза использовать свой специализированный вагон, грузоподъемность и объем которого определялись бы насыпной плотностью груза; второй – использовать одну модель вагона для перевозки всей номенклатуры грузов. В первом случае возникает сложная операторская задача: использование парка узкоспециализированных вагонов, решение которой приведет к увеличению потребного парка. Во втором случае при перевозке различных грузов в вагоне одной конструкции будет по-разному использоваться его объем и грузоподъемность. В этом случае возникает актуальная задача получить ответ на два вопроса: Первый – вагон с какими параметрами более экономически выгоден для оператора для перевозки определённой номенклатуры груза? Второй – при каких размерах грузооборота или доли одного из грузов эффективно использовать специализированный вагон, какова граница плотности для выбора таких вагонов?

В операторских компаниях при выборе вагонов-хопперов для перевозки зерна возникает желание приобрести вагон, который бы для всей номенклатуры перевозимых грузов максимально использовал допустимую грузоподъемность. При этом на примере самых массовых зерновых грузов, насыпная плотность са-

мого «тяжелого» груза (пшеница) и самого «легкого» отличается на 21,3% (таблица 1). Очевидно, что объем кузова вагона при перевозке самого «легкого» груза так же будет на 21,3% отличаться от объема необходимого для перевозки самого «тяжелого» груза с наибольшей грузоподъемностью.

Однако, создание вагона с увеличенным объемом кузова приведет к увеличению массы тары, и, как следствие, к увеличению издержек на его производство и к снижению грузоподъемности. В результате приобретение одного и того же количества вагонов с увеличенным объемом приведет к росту первоначальных затрат и балансовой стоимости вагонного парка, и, как следствие, к увеличению ежегодных отчислений по налогу на имущество.

Как показали исследовательская статья [2] оптимальное соотношение грузоподъемности и объема определяется по удельной насыпной плотности самого массового груза.

В указанной работе для обоснования вышеуказанных тезисов было проведено исследование по выбору параметров вагона-хоппера для перевозки самых массовых зерновых грузов и на основании этого расчет потребного парка.

На сегодняшний день, компании-операторы намерены переводить свои вагонные парки на использование инновационных зерновозов, то есть по их представлению увеличение объема зерновоза способствует увеличению перевозимого груза. Но здесь стоит учитывать ряд очень важных факторов, о которых операторы либо не знают, либо не хотят принимать во внимание [3]:

1. Увеличение объема вагона автоматически требует усиления остальных конструкций. Это влечет за собой снижение грузоподъемности (увеличивается масса тары). В итоге, чтобы соблюсти норматив загрузки на ось, вагон такого типа не сможет загружаться полностью.

2. Угол откоса зерновоза стандартно по горизонтали составляет 25%. Естественно, как только увеличится объем кузова до 103–120 м<sup>3</sup> изменится угол откоса. В результате зерно перестанет полностью высыпаться, как конечный результат – больше временные и физические потери при его разгрузке. В случае

шрота, угол откоса вообще должен достигать 55%, что автоматически ведет к еще большим потерям при его загрузке и выгрузке.

3. Увеличенный объем кузова зерновоза (до 114 м<sup>3</sup>), стандартно не подходящий для автоматической засыпки грузоподъемника, приведет к потере времени и ресурсов на выгрузку.

4. Устойчивость такого инновационного зерновоза при ветровой нагрузке значительно снижается, так как чем выше центр тяжести (при увеличении его объема), тем выше парусность. Риски бокового опрокидывания значительно возрастают.

Данные четыре пункта влияют только на параметры вагона, но не имеют прямого отношения к расчету потребного парка вагонов.

Таким образом, потребность в увеличении объема кузова с технической точки зрения приведет к негативным последствиям. При этом тележка с нагрузкой на ось 25 тонн не требуется, так как предполагаемое увеличение перевозимого груза полностью нивелируется общим снижением грузоподъемности (больше объем кузова – больше металла на усиление конструкции). В следствии чего, для собственника встает вопрос: Каким образом перевезти запланированный груз так, чтобы была экономическая эффективность и рациональный требуемый парк вагонов?

Данная проблема имеет первостепенную важность для операторов железнодорожного транспорта. Важным фактором является методика расчета потребного парка вагонов, который обеспечит доставку грузов в установленное время, их сохранность и надежность перевозки с учетом различных рисков (финансовых и технических).

Существует несколько методик вычисления потребного парка. Рассмотрим некоторые из них. Первый метод – это метод, который предлагает кандидат технических наук и доцент Б.П. Голубкин [4]. В своем методическом указании к курсовой работе он подробно описывает, что определение вагонопотока производится по прибытию и отправлению по объектам грузовой работы и зависит от

заданного грузооборота, грузоподъемности и процентного соотношения 4- и 8-осных вагонов в парке вагонов:

$$N_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{P_{\text{тн4}} * \alpha_4 + P_{\text{тн8}} * \alpha_8}$$

Положительная сторона данного отношения состоит в том, что при расчете учитывается осность вагонов, которая зависит от рода перевозимого груза. Следовательно, планируемый потребный парк будет напрямую зависеть от груза, который доставляет оператор, но наряду с этим не учитывается оборачиваемость вагона, потому что чем выше оборачиваемость вагона, тем меньше нам потребуется вагонов для предполагаемого объема перевозки.

Второй метод используется в исследованиях Инженерного Центра Вагоностроения [1] (ИЦ ВС). Было предложено учесть в методике осевую нагрузку (с 23,5 до 25,0) и конструкционные материалы вагона-хоппера для перевозки зерна – вагоны из стальных кузовов заменить вагонами с кузовом из алюминиевых сплавов. Таким образом, возникнет возможность увеличить объем кузова от 50 м<sup>3</sup> до 120 м<sup>3</sup>, за счет изменения длины и ширины хоппера. На основании этого увеличится грузоподъемность, а масса тары уменьшится. Проведя расчеты и составив 36 вариантов конструктивного исполнения вагона-хоппера было выявлено, что вагоны, наиболее полно использующие свою грузоподъемность за срок службы – это вагоны с объемом от 100 до 120 м<sup>3</sup> (рис. 2).

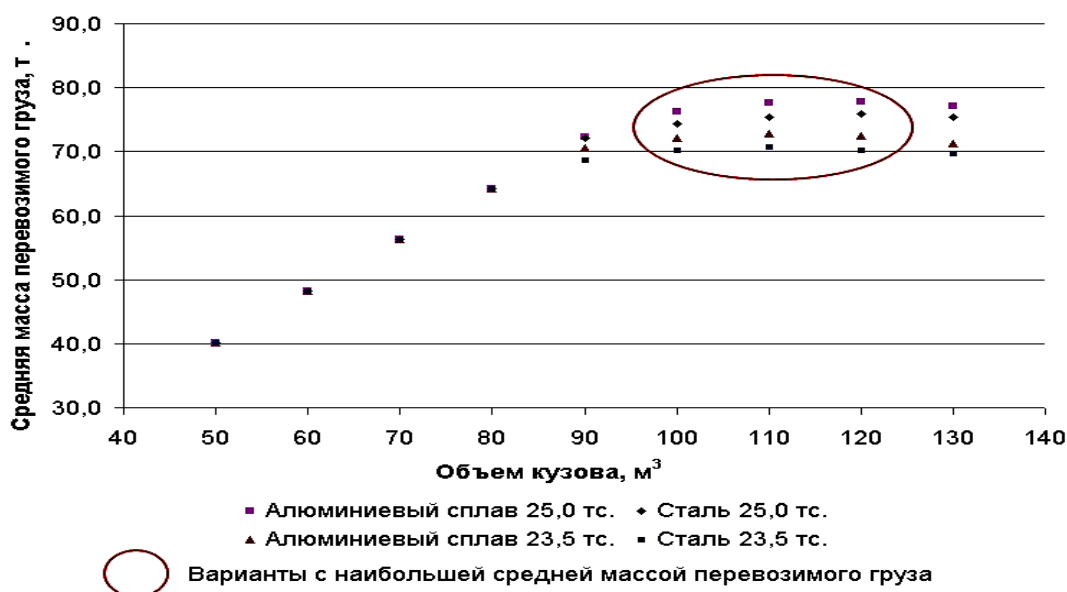


Рис. 2. Варианты конструктивного исполнения вагона-хоппера

Конечно, по мере увеличения грузоподъемности вагона-хоппера, будет также увеличиваться его стоимость. Но так ли это важно, если при максимальной грузоподъемности нам нужно будет использовать меньше потребного парка вагонов?

При расчете требуемого парка вагонов-хопперов, согласно отношению, представленному ООО «ИЦ ВС», учитывается не только масса перевозимого груза и полная грузоподъемность, но и оборачиваемость вагона:

$$N = \frac{Q}{Об * P_{\text{тнз}}}$$

Оборот вагона включает в себя время доставки груза от путей отправления до путей назначения. Уменьшение этого показателя позволит снизить количество парка вагонов и увеличить прибыль владельца подвижного состава.

Данное отношение не учитывает только возможные риски, связанные с перевозкой груза, такие как: изменение объема перевозки, технологические и финансовые риски, дополнительные затраты, связанные с износом вагонов, время доставки груза, сохранность груза.

Третий метод изложен в работах В.В. Скалозуба, О.В. Солтысюка, М.С. Чердниченко [5]. В этой работе «Оценка оптимального потребного парка вагонов операторов с учетом технолого-экономических рисков» предлагают использовать не только собственный подвижной состав, но и подвижной состав крупных операторских компаний, аргументируя это тем, что затраты времени на оборачиваемость вагона будут меньше инвентарного парка, чем у собственников, предполагается, что каждый вагон оператора будет иметь один полигон курсирования и вывозить один вид груза. В следствии чего, при расчете потребного парка вагонов нужно исходить из следующих положений: учитывать риски, согласовывать взаимодействие разных собственников вагонных парков, выделить зависимость между требуемым подвижным состав и различными родами перевозимых грузов.

$$N_{\text{потр}} = 0,042 * \frac{Q_{\text{ср}}^{\text{мес}} * \Theta_{\text{собст}}^{\text{дост}}}{P_{\text{ст}}}$$

$$N_{\text{потр}} = f(K_{\text{дост}}; K_{\text{обсл}}; Q_{\text{ср}}^{\text{мес}}; \Theta_{\text{собст}}^{\text{дост}}; P_{\text{ст}}) \rightarrow \min$$

где  $Q_{\text{ср}}^{\text{мес}}$  – запланированный среднемесячный объем перевозок, т;

$\Theta_{\text{собст}}^{\text{дост}}$  – нормативный оборот вагонов, сутки;

$P_{\text{ст}}$  – средняя статистическая нагрузка вагона, тонн/ваг;

$K_{\text{дост}}$  – коэффициент, который учитывает возможности несоблюдения нормативных технологических сроков доставки грузов, равен 1,1;

$K_{\text{обсл}}$  – коэффициент дополнительных затрат времени на подготовку, равен 1,15.

Выше представленное отношение дает приближенную оценку, так как основана на нормированном времени оборота вагона, так же не учитывает зависимость парка вагонов от переменного параметра статистической нагрузки  $40 \leq P_{\text{ст}} \leq 70$  (т/ваг), не введена грузоподъемность. Таким образом данная формула может быть использована только для перевозки по постоянным маршрутам.

Целевая функция и задача оптимизации по оценке величины потребного парка вагонов оператора  $N$ , полученная с использованием моделей рисков, имеет вид:

$$E_{\Sigma}(N) = E_{\text{пок}}(N) + E_{\text{рем}}(N) + E_{\text{эксп}}(N) + E_{\text{упр}}(N) + E_{\text{св}}(N) + E_{\text{ип}}(N) \rightarrow \min$$

$$\text{где } \begin{cases} E_{\text{св}} = \begin{cases} \sum_i \Delta Q_{\text{св}} P_{\text{св}}^{(+)} e_1; \Delta_{\text{св}} > 0 \\ \sum_i |\Delta Q_{\text{св}}| P_{\text{св}}^{(-)} e_2; \Delta_{\text{св}} < 0 \end{cases} & \text{- эк-й риск от перевозки собственными вагонами} \\ E_{\text{ип}} = \begin{cases} \sum_i \Delta Q_{\text{ип}} P_{\text{ип}}^{(+)} e_3; \Delta_{\text{ип}} > 0 \\ \sum_i |\Delta Q_{\text{ип}}| P_{\text{ип}}^{(-)} e_4; \Delta_{\text{ип}} < 0 \end{cases} & \text{- эк-й риск от перевозки инвентарными вагонами} \end{cases}$$

Третий метод расчета не дает возможности точно рассчитать потребный парк вагонов, несмотря на то, что он учитывает риски, возникающие при доставке грузов, обрачиваемость вагона, статистическую нагрузку и возможность привлечения подвижного состава других собственников, в отношении не представлена грузоподъемность, которая играет одну из самых важных ролей при расчете парка.



Таким образом, ни одна из представленных выше формул не может точно вычислить требуемый парк подвижного состава. Наиболее точный расчет можно произвести с помощью второго метода, но и он не учитывает риски, возникающие при доставке планируемых грузов. В следствии чего, я предлагаю дополнить отношение, взятое из выше рассматриваемого второго метода, расчетом коэффициента рисков из третьего метода:

$$N = \frac{Q}{Об * P_{ТНЗ}} * E$$

где E – коэффициент рисков, связанных с перевозкой запланированного объема груза.

Методика расчёта параметра E может быть уточнена при дальнейших исследованиях на основе анализа алгоритма выполнения подготовительных и перевозочных работ и статистических данных по услугам операторских компаний. При приведенных выше расчетах величина E была принята равной 1.

На примере вагонов-хопперов для перевозки зерновых грузов Брянского Машиностроительного Завода (БМЗ) модели 19–3054/19–3054–01 (рис. 3) с грузоподъемностью 71 т и объемом кузова 94м<sup>3</sup> и модели 19–3054–04/19–3054–05 (рис. 3) с грузоподъемностью 70,5т и объемом кузова 112 м<sup>3</sup> [6]. Проведем расчет потребного парка вагонов согласно выше представленной формуле относительно самых массовых грузов, при условии, что количество оборот вагона в год равняется 20 [1] и годовой объем перевозки груза составляет 500 тыс. т:

Применительно к модели 19–3054/19–3054–01:

$$N_{\text{сахар}} = \frac{40000}{20*71} * 1 = 29 \text{ вагонов/год}$$

$$N_{\text{пшеница}} = \frac{300000}{20*0,8*94} * 1 = 200 \text{ вагонов/год}$$

$$N_{\text{солод}} = \frac{37500}{20*0,8*94} * 1 = 25 \text{ вагонов/год}$$

$$N_{\text{зерно}} = \frac{300000}{20*0,76*94} * 1 = 16 \text{ вагонов/год}$$

$$N_{\text{ячмень}} = \frac{65000}{20*0,7*94} * 1 = 50 \text{ вагонов/год}$$

$$N_{\text{шрот}} = \frac{35000}{20*0,63*94} * 1 = 30 \text{ вагонов/год}$$

Итого 350 вагонов в год, если закупать вагоны с грузоподъемность равной 71 т и объемом вагона 94м<sup>3</sup>.

Применительно к модели 19–3054–04/19–3054–05:

$$N_{\text{сахар}} = \frac{40000}{20 \cdot 70,5} \cdot 1 = 29 \text{ вагонов/год}$$

$$N_{\text{пшеница}} = \frac{300000}{20 \cdot 70,5} \cdot 1 = 213 \text{ вагонов/год}$$

$$N_{\text{солод}} = \frac{37500}{20 \cdot 70,5} \cdot 1 = 27 \text{ вагонов/год}$$

$$N_{\text{зерно}} = \frac{300000}{20 \cdot 70,5} \cdot 1 = 16 \text{ вагонов/год}$$

$$N_{\text{ячмень}} = \frac{65000}{20 \cdot 70,5} \cdot 1 = 47 \text{ вагонов/год}$$

$$N_{\text{шрот}} = \frac{35000}{20 \cdot 70,5} \cdot 1 = 25 \text{ вагонов/год}$$

Итого 357 вагонов в год, если закупать вагоны с грузоподъемность равной 70,5т и объемом вагона 112 м<sup>3</sup>.



а)



б)

Рис. 3. Вагон-хоппер для перевозки зерна и минеральных удобрений:

а) вагон-хоппер модели 19–3054/19–3054–01;

б) вагон-хоппер модели 19–3054–04/19–3054–05

Таким образом, из расчетов видно, что чем ниже масса тары и выше грузоподъемность, тем меньше требуется потребного парка вагонов-хопперов для перевозки зернового груза. Значит существует прямая зависимость между массой тары вагона и количеством парка вагонов.

В работе Битюцкого А.А. «Повышение эффективности грузовых вагонов» [2] на примере вагона-хоппера для перевозки зерна с заданным шагом изменялись параметры массы тары, в следствии чего изменилась грузоподъемность и количество вагонного парка. Масса тары была изменена за счет двух факторов: совершенствования силовой конструкции (снижение от 0% до 8%), применения алюминиевых сплавов (снижение на 16%). Сокращение потребного парка в первом случае произошло на 2%, во втором – на 4% (рис. 4).

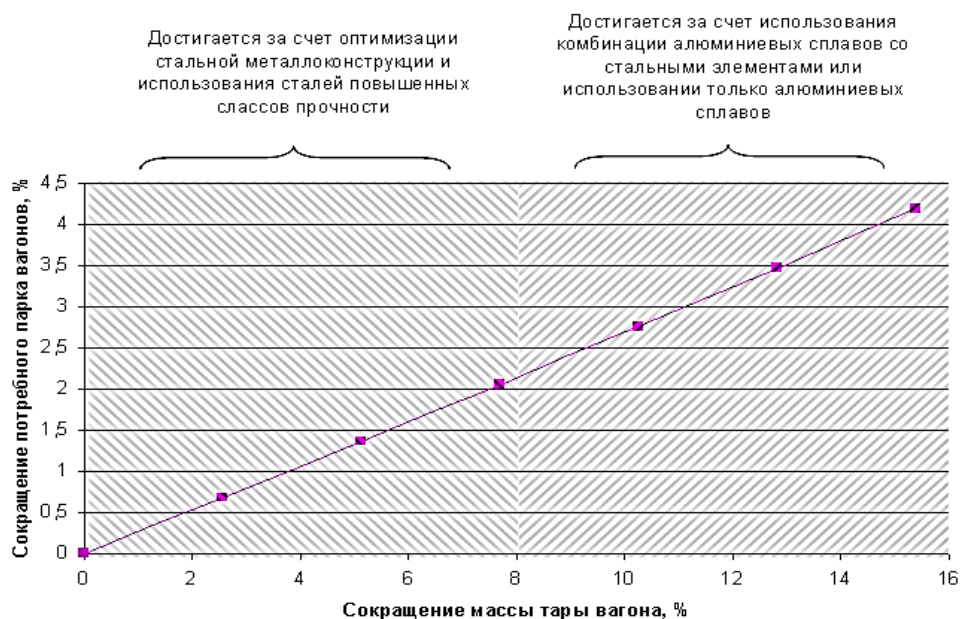


Рис. 4. Зависимость относительного сокращения парка от изменения массы тары вагона

Чтобы доказать экономическую эффективность представленного выше утверждения, приведем расчеты стоимостной характеристики потребного парка вагонов. Примерная стоимость одного вагона-хоппера для перевозки зерна с массой тары 23,5 т составляет 2000 тыс. руб. Если рассчитывать сколько будет стоить цена за тонну методом отношения рыночной цены одного вагона-хоппера для перевозки зерна и веса тары вагона, получится:

$$\frac{2000000}{23,5} = 85\,106,4 \text{ руб/т.}$$

Сравнивая вагоны-хопперы БМЗ модели 19–3054/19–3054–01 с грузоподъемностью 71 т и объемом кузова 94 м<sup>3</sup> и модели 19–3054–04/19–3054–05 с

грузоподъемностью 70,5 т и объемом кузова 112 м<sup>3</sup> [6] получим, что, если использовать вагоны модели 19–3054–04/19–3054–05 с меньшей грузоподъемностью, чем у вагонов 19–3054/19–3054–01 на 0,5 т, несмотря на то, что объем хоппера у первой модели больше, то потребный парк вагонов, который вычисляется делением разности между наибольшей и наименьшей грузоподъемностью на показатель самой большой грузоподъемности, увеличится на 0,7% ( $\frac{0,5}{71}$ ). Рассматривая данное изменение в рублях за одну тонну выйдет методом перемножения цены за одну тонну и разницы между наибольшей и наименьшей грузоподъемностью, что цена увеличится на 42 553,2 руб/т ( $85\,106,4 \cdot 0,5$ ). Отсюда следует, что потребный парк вагонов относительно первой модели вагона-хоппера будет стоить 700 000 тыс. руб ( $2000 \cdot 350$ ), а потребный парк относительно второй модели – 729 208,2 тыс. руб ( $2042,6 \cdot 357$ ) из чего видно, что общая стоимость потребного парка вагонов модели 19–3054–04/19–3054–05 больше чем стоимость парка модели 19–3054/19–3054–01 на 4,2%.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что операторская компания, приобретая вагоны для требуемого парка должна выбирать хоппер с параметрами, где вес тары вагона составляет 23,5 т, при этом, как уже было отмечено выше, увеличение массы тары приведет к снижению грузоподъемности, в следствии чего оператор должен будет приобрести больший парк вагонов. На примере вагонов-хопперов БМЗ наибольшую экономическую выгоду оператор получит от покупки модели 19–3054/19–3054–01, так как именно вагоны этой модели смогут обеспечить необходимое количество потребного парка (350 вагонов) с наименьшими затратами на его приобретение (700 000 рублей), в отличии от вагонов-хопперов модели 19–3054–04/19–3054–05, затраты на которые увеличатся на 4,2% в стоимостной и на 2% в физической характеристиках.

Несмотря на то, что оператору известно какие вагоны-хопперы выгодно закупать для создания необходимого парка, должен существовать предел, когда закупка универсальных вагонов для перевозки всей номенклатуры зерновых грузов не будет приносить финансовое преимущество. В этом случае, оператору

необходимо переквалифицироваться на тот вид груза, на потребный парк которого требуются специализированные вагоны.

Ю.П. Бороненко в своей статье [7] рассказал, что российским железным дорогам нужны вагоны с возможностью специализации и специализированные вагоны повышенной универсальности для перевозки расширенной номенклатуры грузов, обеспечивающие сокращение порожнего пробега и за счет этого повышающие производительность подвижного состава. Специалисты НВЦ «Вагоны» и ПГУПС разработали модернизированные универсальные платформы для перевозки леса и контейнеров, у которых базовая конструкция осталась без изменений, но к ней было добавлено съемное оборудование (торцевые стены и рамы). Использование данного новшества значительно сократило порожние пробеги и уменьшило простои вагонов в межсезонные периоды спадов в перевозках.

Чтобы не возникало никакого противоречия между себестоимостями производства специализированных вагонов и универсальных, Бороненко предложил новое семейство вагонов на базе типоразмерного ряда платформ длиной 14,3; 18,4 и 25 м. Это позволит создавать образцы с определённым уровнем надежности, а также дополнять базовый вагон специальными элементами, что повысит ремонтпригодность вагонов и снизит эксплуатационные расходы потребителей.

Таким образом, у оператора отпадет потребность в покупке либо универсальных вагонов, либо специализированных, при производстве специализированных вагонов с повышенной универсальностью. Так же не будет иметь смысла рассчитывать процент, когда перевозка не приносит желаемого экономического эффекта при использовании универсальных вагонов и когда стоит переходить на специализированные.

На примере представленных зерновых грузов в таблице 1 проведем анализ, когда необходимо отказаться от универсальных вагонов, и перейти к хопперам, ориентированным специально на определенный груз. Условно примем, что соотношение перевозимых пшеницы и шрота изменяется с каждым шагом на 10% (100/0; 90/10 и т. д.), тогда рассчитаем потребный парк вагонов для перевозки груза и стоимость данного парка по двум моделям вагонов БМЗ 19–3054/19–

3054–01 и 19–3054–04/19–3054–05. Результаты расчета потребного парка вагонов приведены на рисунке 5. Из этих расчётов следует, что необходимость в закупке универсальных вагонов отпадает, когда перевозка запланированных грузов превышает почти 15%. В дальнейшем, потребность в использовании универсальных хопперов не будет иметь результативного экономического эффекта, так как стоимость потребного парка при увеличении процента шрота, входящего в общий груз, будет возрастать до 846 000 тыс. руб., что на 16,7% больше стоимости при перевозке специализированными вагонами, где стоимость составляет 725 123 тыс. руб. (рис. 5).

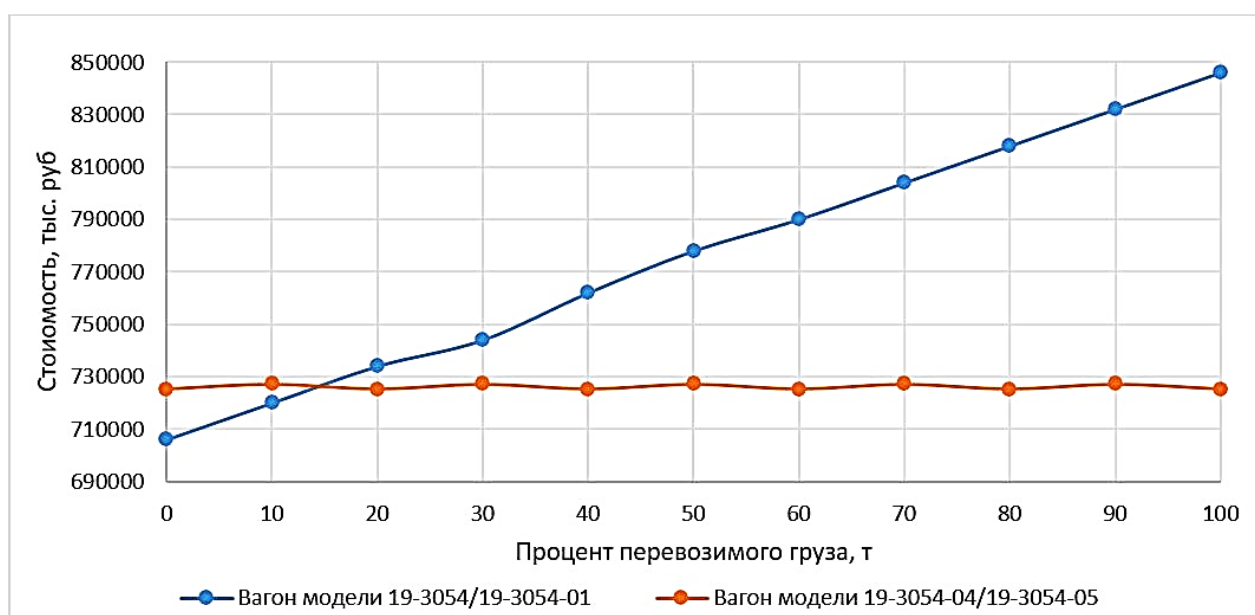


Рис. 5. График стоимости потребного парка для перевозки шрота и пшеницы по двум моделям вагонов

Данное изменение в покупке вагонов-хопперов будет иметь силу, если разность между удельными плотностями двух перевозимых зерновых грузов будет не меньше 0,1, в противном случае необходимость в переходе на специализированные вагоны отпадает (рис. 6). На данном графике видно, что стоимость перевозки пшеницы и зерна по мере увеличения доли груза с наименьшей плотностью будет ниже примерно на 20 000 тыс. руб. при использовании универсальных вагонов, в отличие от специализированных.

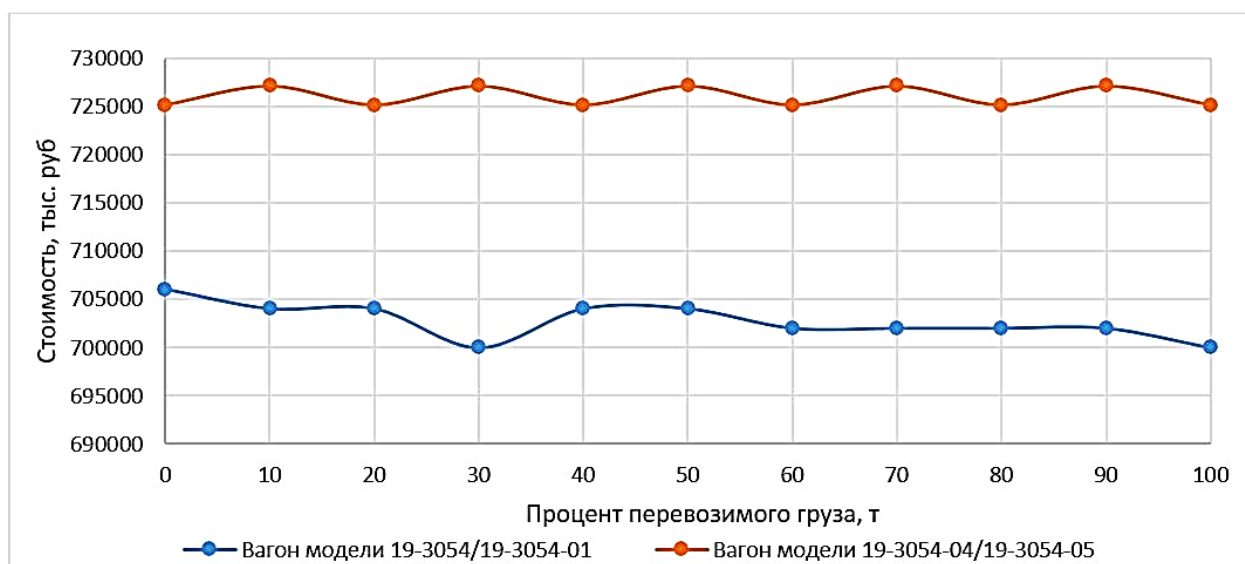


Рис. 6. График стоимости необходимого парка для перевозки пшеницы и зерна кукурузы по двум моделям вагонов

Таким образом, покупка специализированных вагонов экономически обоснована тогда, когда общая стоимость необходимого парка вагонов, которая рассчитывается при увеличении доли «легкого» груза в общем грузообороте, ниже для специализированных вагонов, чем для универсальных. При этом, разница между плотностями самого «легкого» и самого «тяжелого» грузов составляет не менее 0,1.

#### Резюме:

1. Требуемый парк вагонов, необходимый для перевозки запланированного груза, напрямую зависит от характеристик закупаемого вагона (масса тары, грузоподъемность, объем вагона). Любое увеличение веса тары вагона (выше 23,5 т) и объема кузова приведет к тому, что уменьшится грузоподъемность, в следствии чего потребуется больший парк вагонов. Поэтому выбор модели вагона для перевозки зерновых грузов определяет экономическую эффективность этой перевозки. Так, например, для перевозки зерновых грузов вагонами БМЗ модели 19–3054/19–3054–01, где грузоподъемность составляет 71 т и объем кузова 94 м<sup>3</sup>, потребуется 350 вагонов, а моделью 19–3054–04/19–3054–05, где грузоподъемность 70,5 т и объем кузова 112 м<sup>3</sup>, – 357 вагонов.

2. Не всегда меньший необходимый парк вагонов определённой модели может приносить финансовую выгоду. Анализируя пример с перевозкой грузов, таких как шрот и пшеница, у которых плотность составляет 0,8 и 0,63 соответственно, можно сделать вывод, что несмотря на то, что парк вагонов меньше при использовании модели 19–3054/19–3054–01, затраты на закупку данного парка при увеличении объема перевозимого груза с наименьшей удельной плотностью (шрот) будут увеличиваться и в конечном итоге составят разницу в 16,7% в отличие от перевозки этого груза вагонами модели 19–3054–04/19–3054–05. Зная границу, когда нужно перестать закупать универсальные вагоны и перейти на специализированные, поможет избежать дополнительных издержек. В данном примере данная граница – перевозка запланированного груза превышает 15%.

3. Переход от универсальных вагонов к специализированным целесообразен тогда, когда разница между грузами с наименьшей и наибольшей плотностью будет не меньше 0,1.

4. Выше представленную методику расчета потребного парка вагонов можно совершенствовать, если известны точные риски, при подготовке и перевозке планируемого груза, количество оборотов вагона в год, так как для каждой модели они индивидуальны, а также фактическая себестоимость вагона.

### ***Список литературы***

1. Федоров С.А. Отчет технико-экономического обоснования вагона-хоппера для перевозки зерна с кузовом из алюминиевого сплава на тележках с осевой нагрузкой 25 тс / С.А. Федоров, Ю.В. Почиталов; Инженерный центр вагоностроения. – СПб., 2010. – 109 с.

2. Битюцкий А.А. Пути повышения эффективности грузовых вагонов / /Совершенствование методов проектирования и результаты внедрения новых конструкций грузовых вагонов: Сб. науч. тр. / Под ред. А.А. Битюцкого; Инженерный центр вагоностроения. – СПб., 2007. – Вып. 3. – С. 7–17.

3. Битюцкий А.А. Итоги практического семинара от 19.11.2015 года на тему «Перспективные разработки в области грузового вагоностроения на период



2016–2020 гг.» / А.А. Битюцкий; Инженерный центр вагоностроения. – СПб.: 2015. – 9 с.

4. Голубкин Б.П. Управление грузовой и коммерческой работой, грузоведение. Задание на курсовой проект с методическими указаниями / Под ред. Г.В. Тимченко. – М.: РОАТ, 2011. – 56 с.

5. Скалозуб В.В. Оценка оптимального потребного парка вагонов операторов с учетом технолого-экономических рисков / В.В. Скалозуб, О.В. Солтысюк, М.С. Чередниченко // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. – Выпуск №17. – 2007. – 7 с.

6. Продукция Брянского Машиностроительного Завода (БМЗ). Вагон хоппер модели 19–3054–04/19–3054–05/19–3054/19–3054–01/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ukbmz.ru/production/gruzovye-vagony/44/>

7. Бороненко Ю.П. Специализация универсальных и универсализация специализированных – эффективное направление повышения производительности грузовых вагонов / Ю.П. Бороненко // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты. – Выпуск 5. – СПб.: ПГУПС, 2009. – 139 с.

---

**Битюцкая Анастасия Михайловна** – студентка ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», Россия, Санкт-Петербург.

**Bityuckaya Anastasiya Mihajlovna** – student of FSBEI of HE “Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University”, Russia, Saint-Petersburg.

**Егоров Юрий Владимирович** – канд. экон. наук, доцент ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», Россия, Санкт-Петербург.

**Egorov Yuriy Vladimirovich** – candidate of economic sciences, associate professor of FSBEI of HE “Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University”, Russia, Saint-Petersburg.

---