

А. В. Ледницкий, доцент; С. П. Мохов, доцент; А. С. Федоренчик, доцент

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ

The estimation of economic efficiency transportation of fuel chips has been executed in this article. The designs of serially produced and perspective domestic autochips transporting vehicles have been analysed in view of modern lines of development of foreign mechanical engineering. Annual and replaceable productivity of various designs of autochips transporting vehicles for conditions set operation a route has been determined. Lump sum expenses of the consumer and the current costs of operation for projected automobiles have been counted in view of a payment for excess of a safe load for an axis and the general allowable weight of the automobile. The results of an estimation of efficiency operation of autochips transporting vehicles in concrete natural and industrial conditions have been resulted. The borders of an effective utilization projected autochips transporting vehicles have been determined and recommendations on their operation have been given.

**Введение.** Создание и развитие в Республике Беларусь собственного лесного машиностроения, необходимость выполнения основных положений отраслевых программ и требований нормативных документов [1] требуют решения проблемы, связанной с оценкой экономической эффективности результатов применения в конкретных природно-производственных условиях техники, обеспечивающей транспортировку древесного топлива (топливной щепы) конечному потребителю.

В настоящее время отечественные и зарубежные машиностроительные предприятия предлагают широкую гамму машин, которые существенно различаются по стоимости, принципу действия, основным техническим параметрам (мощности двигателя, скорости движения, рейсовой нагрузке и т. д.) и применяются на транспортировке топливной щепы. К ним относятся: комплексы, включающие специализированные тележки, агрегируемые с тракторами различных классов тяги; щеповозы-автопоезда, созданные на базе седельных двух-, трехосных тягачей; контейнерные автощеповозы, оснащенные системой мультилифт, и др.

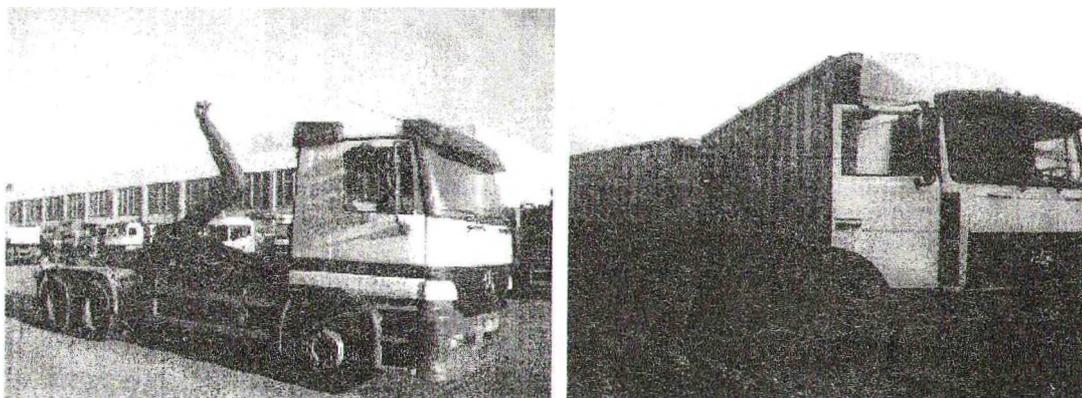
Несмотря на многообразие марок и типов оборудования, каждому из них присущи опре-

деленные достоинства и недостатки, которые, с одной стороны, определяют область их оптимального применения, с другой – требуют глубокого и всестороннего анализа факторов, оказывающих влияние на эффективность их эксплуатации в конкретных природно-производственных условиях.

С учетом изложенного выше возникает необходимость создания перспективных для Республики Беларусь машин: автощеповоза с механизмом самозагрузки контейнера типа «мультилифт» и прицепного автопоезда-щеповоза.

**1. Общие положения оценки экономической эффективности проектируемой техники.** Внешний вид проектируемых вариантов машин представлен на рис. 1. С учетом общепринятых подходов к экономической оценке мероприятий НТП за базу для сравнения (базовый вариант) принят автощеповоз, созданный на базе тягача с такой же колесной формулой 6×4, выпускаемый серийно на отечественных машиностроительных предприятиях (рис. 2).

Выполненная оценка соответствует основным положениям методики, утвержденной Национальной академией наук Беларуси [2].



а

б

Рис. 1. Проектируемые машины: а – автощеповоз с механизмом самозагрузки-разгрузки контейнера типа «мультилифт» с нагрузкой на рейс, нас. м<sup>3</sup>: 28 (вар. 1), 35 (вар. 2), 40 (вар. 3), 46 (вар. 4); б – прицепной автопоезд-щеповоз с нагрузкой на рейс 70 нас. м<sup>3</sup>

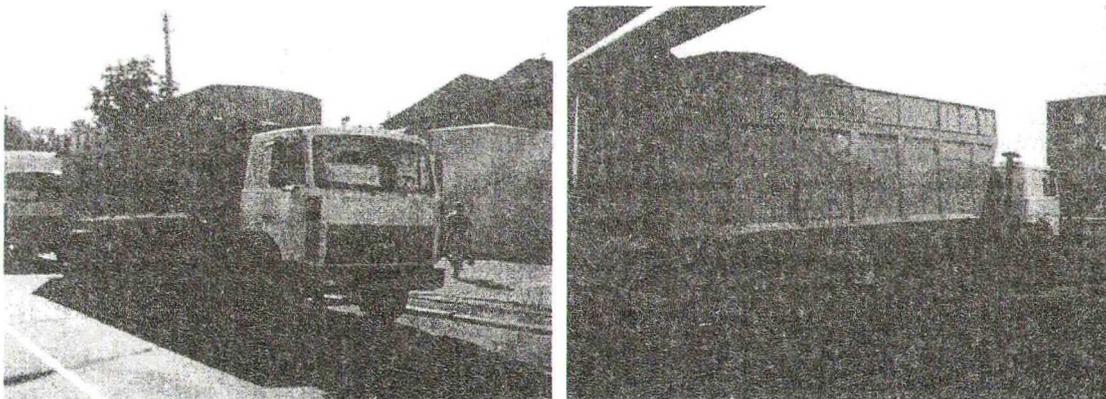


Рис. 2. Базовый вариант: автощеповоз МАЗ-642205 + МАЗ-9506 с нагрузкой на рейс 40 нас. м<sup>3</sup>

Адекватность полученных результатов достигнута путем использования в расчетах данных, полученных по результатам работы техники (МАЗ-642205+МАЗ-9506) в конкретных природно-производственных условиях базовых лесозаготовительных предприятий отрасли, а также консультаций с зарубежными экспертами и специалистами РУП «МАЗ» (проектируемые образцы – автощеповозы с системой «мультилифт» и прицепные автопоезда-щеповозы).

Для комплексной оценки экономической эффективности проектируемых образцов использованы показатели: сменная и годовая производительность; текущие издержки эксплуатации; инвестиции; удельные совокупные затраты.

В расчетах приняты наиболее типичные для Республики Беларусь природные и производственные условия: средняя площадь лесосеки – 8 га; средний запас древесины на 1 га – 220 м<sup>3</sup>; среднее расстояние вывозки – 30 км. В данных условиях объем низкокачественной древесины и древесных отходов, которые могут быть вовлечены в процесс производства топливной щепы, зависит от состава насаждения, вида рубок, технологии их выполнения, применяемого оборудования и может составить в среднем около 500–600 м<sup>3</sup> на лесосеку.

Отметим также, что в настоящее время заготовка древесины осуществляется в основном блочно-концентрированным методом. В данной работе принято, что 1 блок включает в себя 3 лесосеки.

С учетом вышеизложенного, количество блоков (требуемые объемы исходного сырья на них), необходимых для обеспечения эффективной загрузки проектируемых образцов, зависит от среднего расстояния вывозки и типа лесовозной дороги, по которой осуществляется вывозка, и составит от 6 до 18 шт./год.

Рассматриваемый эксплуатационный маршрут предполагает вывозку по гравийным дорогам с укрепленным покрытием на расстояние 21 км (70%) и по грунтовым улучшенным дорогам на расстояние 9 км (30%).

**2. Расчет показателей экономической оценки проектируемых машин.** Сменная и годовая производительность сравниваемых вариантов машин рассчитана на основании формул, представленных в источниках [3, 4]. При расчете годовой производительности техники определен действительный фонд рабочего времени – с учетом простоев, связанных с климатическими условиями и перебазировкой техники, затрат времени на выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, выходных и праздничных дней.

Результаты расчета сменной и годовой производительности базового и проектируемых вариантов автощеповозов представлены в табл. 1.

Анализ табл. 1 свидетельствует о том, что сменная и годовая производительность для проектируемых вариантов автощеповозов выше базового варианта МАЗ-642205+МАЗ-9506 в среднем: с системой «мультилифт» на 31%; прицепного автопоезда на 65%.

В значительной мере на изменение годовой выработки проектируемой машины оказывают влияние *типы лесовозных дорог*, по которым осуществляется вывозка щепы потребителю. Снижение сменной и годовой производительностей автощеповоза при вывозке готовой продукции по грунтовым улучшенным дорогам относительно гравийных дорог с укрепленным покрытием составляет в среднем около 100%. Оно обусловлено уменьшением средней скорости движения и снижением нагрузки на рейс.

Таким образом, эксплуатация проектируемых вариантов автощеповозов наиболее эффективна при наименьшем расстоянии вывозки и наибольшем пробеге автомобилей по дорогам с укрепленным покрытием. Расчет текущих издержек эксплуатации проводился с учетом платы за превышение допустимой общей массы транспортного средства, осевой нагрузки и требований нормативно-правовой документации министерств, ведомств Беларуси. Калькуляция себестоимости содержания 1 машино-смены представлена в табл. 2.

Сменная и годовая производительность сравниваемых вариантов

Вариант	Производительность, м <sup>3</sup>	
	сменная	годовая
<b>Гравийные дороги с укрепленным покрытием</b>		
базовый	42,0	13041
проектируемый с системой «мультилифт»:		
№ 1	42,9	13320
№ 2	53,7	16674
№ 3	61,3	19034
№ 4	70,5	21890
проектируемый прицепной автопоезд-щеповоз	69,1	21456
<b>Грунтовые улучшенные дороги</b>		
базовый	22,6	7017
проектируемый с системой «мультилифт»:		
№ 1	19,5	6055
№ 2	24,4	7576
№ 3	27,9	8663
№ 4	32,1	9967
проектируемый прицепной автопоезд-щеповоз	38,2	11861
<b>Эксплуатационный маршрут</b>		
базовый	36,2	11240
проектируемый с системой «мультилифт»:		
№ 1	35,9	11147
№ 2	44,9	13941
№ 3	51,3	15929
№ 4	59,0	18320
проектируемый прицепной автопоезд-щеповоз	59,8	18577

Анализ данных табл. 2 позволяет сделать вывод о том, что текущие издержки потребителя при вывозке по эксплуатационному маршруту на расстояние 30 км для проектируемых вариантов автощеповозов относительно базового варианта МАЗ-642205+МАЗ-9506 выше в среднем на 20% для автощеповоза с системой «мультилифт» и ниже в среднем на 15% для прицепного автопоезда-щеповоза.

Удельные единовременные затраты потребителя определены на основании годовой

производительности и нормативного срока службы рассматриваемых машин. Величина удельных капитальных вложений по сравниваемым вариантам машин представлена в табл. 3.

Анализ данных, представленных в табл. 3, свидетельствует о том, что капиталоемкость разрабатываемых вариантов автощеповозов находится на более низком уровне, чем у базового варианта МАЗ-642205+МАЗ-9506 в среднем: с системой «мультилифт» на 28%; прицепного автопоезда – на 63%.

Таблица 2

Эксплуатационные затраты потребителя, руб./м<sup>3</sup>

Тип дороги	Варианты					
	проектируемые					базовый
	автощеповоз с системой «мультилифт»				прицепной автопоезд-щеповоз	
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4		
Гравийные дороги с укрепленным покрытием	9 344	9 445 <sup>1</sup>	9 673 <sup>1</sup>	9 499 <sup>1</sup>	5 564 <sup>1</sup>	7 929
	–	10 803 <sup>2</sup>	11 902 <sup>2</sup>	12 100 <sup>2</sup>	6 296 <sup>2</sup>	–
Грунтовые улучшенные дороги	10 704	9 176	8 496	7 860	5 406	9 015
Эксплуатационный маршрут	9 752	9 364 <sup>1</sup>	9 320 <sup>1</sup>	9 007 <sup>1</sup>	5 517 <sup>1</sup>	8 255
	–	10 315 <sup>2</sup>	10 880 <sup>2</sup>	10 828 <sup>2</sup>	6 029 <sup>2</sup>	–

<sup>1</sup> С учетом платы за перемещение по автомобильным дорогам общего пользования с превышением допустимой общей массы транспортного средства и допустимой осевой нагрузкой с разрешением.

<sup>2</sup> С учетом платы за перемещение по автомобильным дорогам общего пользования с превышением допустимой общей массы транспортного средства и допустимой осевой нагрузкой без разрешения.

Удельные капитальные вложения, руб./м<sup>3</sup>

Тип дороги	Варианты					
	проектируемые					базовый
	автощеповоз с системой «мультилифт»				прицепной автопоезд-щеповоз	
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4		
Гравийные дороги с укрепленным покрытием	1 220	1 050	972	914	845	1 371
Грунтовые улучшенные дороги	2 684	2 310	2 136	2 007	1 528	2 547
Эксплуатационный маршрут	1 458	1 255	1 161	1 092	976	1 590

**3. Оценка экономической эффективности проектируемых машин.** Исходя из рассчитанных показателей с использованием методики [5], основные положения которой соответствуют принципам и подходам документа [2], выполнена оценка экономической эффективности проектируемых машин.

Обобщающим показателем оценки являются *удельные совокупные затраты* ( $Z_{уд}$ ), определяемые с учетом фактора времени за расчетный период, равный нормативному сроку службы машин, по формуле

$$\sum_{t=t_n}^{t_k} Z_{уд} = \left[ \frac{\sum_{t=t_n}^{t_k} C_t + \sum_{t=t_n}^{t_k} K_t - \sum_{t=t_n}^{t_k} J_t}{P_{год} \cdot n} \right] \rightarrow \min,$$

где  $C_t$  – эксплуатационные затраты на транспортировку 1 пл. м<sup>3</sup> топливной щепы по конкретной машине в расчете на ее годовую производительность в  $t$ -м году;  $K_t$  – единовременные затраты потребителя техники в году  $t$ ;  $J_t$  – ликвидационная стоимость техники в году  $t$ ;  $P_{год}$  – годовая производительность автомобиля;  $n$  – нормативный срок службы рассматриваемых

машин;  $t_n, t_k$  – начальный и конечный год расчетного периода.

Основные составляющие данного выражения рассчитываются по соответствующим формулам. Период оценки принят равным нормативному сроку службы машин, т. е. 8 лет. Ставка дисконтирования – 10%.

Результаты расчета удельных совокупных затрат для сравниваемых машин представлены в табл. 4.

Анализ табл. 4 свидетельствует о том, что *удельные совокупные затраты* для проектируемых вариантов автощеповозов ниже соответствующих затрат базового варианта МАЗ-642205+МАЗ-9506 в среднем: с системой «мультилифт» на 4%; прицепного автопоезда на 39%. Это позволяет сделать вывод о том, что в рассматриваемых природных и производственных условиях применение проектируемых вариантов автощеповозов экономически более целесообразно относительно базового комплекса.

**Заключение.** Результаты оценки экономической эффективности *транспортировки топливной щепы*, выполненной для наиболее распространенных в республике природно-производственных условий, позволяют сделать следующие основные выводы.

Таблица 4

Удельные совокупные затраты эксплуатации автощеповозов, руб./м<sup>3</sup>

Тип дороги	Варианты					
	проектируемые					базовый
	автощеповоз с системой «мультилифт»				прицепной автопоезд-щеповоз	
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4		
Гравийные дороги с укрепленным покрытием	8 062	7 104 <sup>1</sup>	6 701 <sup>1</sup>	6 289 <sup>1</sup>	4 413 <sup>1</sup>	7 160
	–	7 274 <sup>2</sup>	6 980 <sup>2</sup>	6 614 <sup>2</sup>	4 505 <sup>2</sup>	–
Грунтовые улучшенные дороги	10 457	8 973	8 305	7 713	5 445	9 080
Эксплуатационный маршрут	8 589	7 501 <sup>1</sup>	7 031 <sup>1</sup>	6 574 <sup>1</sup>	4 653 <sup>1</sup>	7 609
	–	7 620 <sup>2</sup>	7 226 <sup>2</sup>	6 801 <sup>2</sup>	4 717 <sup>2</sup>	–

<sup>1</sup>С учетом платы за перемещение по автомобильным дорогам общего пользования с превышением допустимой общей массы транспортного средства и допустимой осевой нагрузкой с разрешением.

<sup>2</sup>С учетом платы за перемещение по автомобильным дорогам общего пользования с превышением допустимой общей массы транспортного средства и допустимой осевой нагрузкой без разрешения.

1. Проектируемые варианты автощеповозов с системой «мультилифт» и прицепного автопоезда являются экономически более эффективными по сравнению с базовым комплексом, сформированным на базе трехосного тягача МАЗ-642205 с колесной формулой 6×4 и двухосного контейнера для перевозки щепы МАЗ-9506. Однако следует четко представлять область оптимального применения как серийно выпускаемых автощеповозов, так и перспективных для Республики Беларусь.

2. Наиболее эффективными видами производства проектируемого автощеповоза с системой «мультилифт» являются варианты № 2, 3, 4. При этом вариант № 2 обеспечивает среди них наименьшее превышение допустимой общей массы транспортного средства и допустимой осевой нагрузки, имеет в среднем на 25% более высокую производительность, чем вариант № 1, и в этой связи представляется наиболее целесообразным вариантом исполнения проектируемого автощеповоза.

3. Основным преимуществом проектируемых вариантов автощеповозов с системой «мультилифт» по сравнению с серийно выпускаемыми в республике будет являться их высокая производительность на малых расстояниях вывозки (10–20 км). Их применение будет особенно эффективно в технологических процессах с преобладанием в продолжительности смены затрат времени на погрузку (разгрузку).

4. Основным преимуществом проектируемого прицепного автопоезда-щеповоза по сравнению с серийно производимыми в республике будет являться более высокая нагрузка на рейс, обеспечивающая рост производительности, снижение удельных эксплуатационных расходов и увеличение расстояния вывозки.

5. Наибольшая эффективность проектируемых вариантов автощеповозов с системой «мультилифт» и прицепного автопоезда будет иметь место при эксплуатации на предприятиях, занимающихся производством топливной щепы в промышленных объемах (не менее 20 тыс. плотных м<sup>3</sup>). При этом обяза-

тельными условиями их эффективного применения являются:

- концентрация разрабатываемых лесосек;
- значительные объемы лесосечных отходов и низкокачественной древесины на промежуточных складах, примыкающих к дорогам круглогодочного действия;
- диспетчеризация процесса вывозки топливной щепы конечному потребителю;
- расстояние транспортировки готовой продукции в пределах до 50 км.

Серьезным резервом повышения экономической эффективности применения проектируемых контейнерных автощеповозов с системой «мультилифт» и прицепного автопоезда является их **серийное производство**, которое будет способствовать снижению их балансовой стоимости, а следовательно, и амортизационных отчислений в текущих издержках производства топливной щепы.

### Литература

1. Целевая программа обеспечения в республике не менее 25 процентов объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года: утв. Постановлением Совета Министров РБ 30.12.2004 № 1680. – Минск, 2004. – 80 с.

2. Инструкция по оценке эффективности использования результатов исследований и разработок в промышленности. – Минск: НАН Беларуси, 2005. – 23 с.

3. Матвейко, А. П. Справочник мастера лесозаготовок / А. П. Матвейко, А. С. Федоренчик, Г. И. Завойских. – М.: Экология, 1993. – 286 с.

4. Матвейко, А. П. Технология и машины лесосечных работ: учеб. для вузов / А. П. Матвейко. – Минск: Технопринт, 2002. – 480 с.

5. Корзун, И. И. Оценка эколого-экономической эффективности систем лесозаготовительных машин / И. И. Корзун // Труды БГТУ. Сер. VII. Экономика и управление. – Минск: БГТУ, 2004. – Вып. XII. – С. 262–266.