

УДК 69.002.5

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-4-188-193

© С. В. Репин, д-р техн. наук, профессор
© А. В. Зазыкин, канд. техн. наук
© К. В. Рулис, канд. техн. наук, доцент
© С. Е. Максимов, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: repinserge@mail.ru, a.v.zazykin@mail.ru,
rulys52@mail.ru, maksimovse@gmail.com

© S. V. Repin, Dr. Sci. Tech., Professor
© A. V. Zazykin, PhD in Sci. Tech.
© K. V. Rulis, PhD in Sci. Tech., Associate Professor
© S. E. Maksimov, Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: repinserge@mail.ru, a.v.zazykin@mail.ru,
rulys52@mail.ru, maksimovse@gmail.com

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПАРКА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИЗИНГА И КРЕДИТА

METHODS OF TRANSPORT-TECHNOLOGICAL MACHINE PARK FORMATION WITH THE USE OF LEASING AND LOAN

Приведены результаты исследований кафедры наземных транспортно-технологических машин СПбГАСУ, предусматривающих не только вложение собственных средств предприятия в обновление парка машин, но и использование лизинга и кредита для приобретения техники. Описываемая методика основана на применении методов линейного программирования, ее особенности: учет технического состояния машин, характеризуемого коэффициентом готовности; учет стоимости и надежности приобретаемой техники, новой и неновой; применение капитального ремонта для повышения уровня технического состояния машин; возможность продажи машин определенного срока службы; списание старой техники при достижении минимально допустимого уровня технического состояния; проведение оптимизации возрастного состава парка машин по максимуму производственной мощности, минимуму капитальных вложений, максимуму прибыли, заданному уровню надежности, сроку окупаемости. Реализация методики выполнена в программной среде Excel, приведены примеры расчетов, проиллюстрированные графиками.

Ключевые слова: транспортно-технологические машины, эффективность, обновление парка машин, коэффициент готовности, лизинг, кредит.

The article presents the research results of the Department of land transport-technological machines of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering in the field of optimization of the transport and technological machines' park, providing not only investment of the enterprise's own assets to updating of the machine park, but also the use of leasing and loan mechanisms for acquisition of the equipment. The technique described in the article is based on application of linear programming methods. It features the following: accounting of the technical condition of machines characterized by dependability rate; accounting of cost and reliability of the acquired equipment (both the new and the old one); application of capital repair for increasing the level of technical condition of machines; possibility of selling the machines of certain service life; the write-off of the old equipment at achievement of the minimum allowed level of technical condition; carrying out optimization of the age structure of the machine park to the maximum to the production capacity, minimum of capital investments, profit maximum, the set reliability level, a payback period. Realization of the technique is performed in the Excel environment program, and some calculation examples illustrated with schedules are submitted.

Keywords: transport-technological machines, efficiency, machine park replacement, availability, lease, loan.

Введение

Сотрудниками кафедры наземных транспортно-технологических машин Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строи-

тельного университета разработана методика оптимизации процесса обновления парка транспортно-технологических машин, основанная на использовании метода линейного про-

граммирования [1, 2]. Особенности методики являются: учет технического состояния машин, характеризуемого коэффициентом готовности [3]; учет стоимости и надежности приобретаемой техники, новой и неновой [4]; применение капитального ремонта для повышения уровня технического состояния машин [5]; возможность продажи машин определенного срока службы; списания старой техники при достижении минимально допустимого уровня технического состояния [6]; проведение оптимизации возрастного состава парка машин по нескольким критериям — максимуму производственной мощности, минимуму капитальных вложений, максимуму прибыли, заданному уровню надежности, сроку окупаемости. Реализация методики выполнена в программной среде Excel.

В статье приводятся результаты исследований авторов по доработке методики, предусматривающие использование лизинга и кредита для приобретения строительной техники.

Основная часть

Методика предусматривает следующий алгоритм действий [1, 2]: разбиение парка машин на группы по видам выполняемых работ; затем группы разбиваются на типоразмеры и в дальнейшем оптимизация производится по каждому типоразмеру (в данной статье рассматривается пример с экскаваторами 4-й размерной группы); следующим шагом выбранная группа машин разбивается на возрастные группы и оцениваются технико-экономические характеристики каждой возрастной группы (коэффициент готовности, наработка, издержки владения и эксплуатации, выручка, прибыль от эксплуатации машин). На третьем шаге задается производственная мощность нового парка машин, выраженная в наработке, и производится оптимизация вариантов обновления парка по выбранным критериям.

Модель оптимизации выстраивается в трех вариантах приобретения новых машин:

- за собственные средства;
- в лизинг;
- в кредит.

Для рассматриваемой модели оптимизации преимущества лизинга и кредита заключаются в том, что на определенную сумму капитальных вложений можно приобрести больше машин,

чем вкладывая только собственные средства. Недостаток использования лизинга и кредита — большая конечная стоимость машин за счет лизинговых и кредитных платежей. Преимущества покупки машин в лизинг перед покупкой в кредит: меньшая конечная цена машин; отсутствие налога на владение техникой, так как до окончания лизинговых платежей техника является собственностью лизингодателя.

Чтобы максимально показать преимущества использования лизинга и кредита при формировании парка машин, рассмотрим некую условную модель: за определенные средства (например, 10 млн руб.) (рис. 1, ячейка G3), имеющиеся у строительной организации, приобретается новая техника: а) за собственные средства (ячейка D8); б) в лизинг (ячейка E8); в) в кредит (ячейка F8). Вся прибыль, получаемая от эксплуатации техники в данном году, используется на приобретение новой техники в следующем году. Первые пять лет происходит накопление количества машин, в дальнейшем приобретение техники прекращается, и в последующие три года производится выплата оставшихся лизинговых и кредитных платежей. Еще два года техника эксплуатируется, принося определенную прибыль владельцу машин.

На основании анализа лизинговых и кредитных услуг при покупке строительных машин [7, 8] сформированы исходные данные для расчетов, представленные на рис. 1 («скриншот» электронной таблицы Excel).

Итак, производственное предприятие формирует парк машин. Пусть предприятие располагает определенной суммой для начального инвестирования в приобретение машин (ячейка G3). Итоговая цена машины с учетом лизинговых и кредитных платежей представлена в ячейках D3...F3. За каждую машину предприятие должно будет произвести ежегодно выплаты (строка 5) в течение срока (строка 6) в размере, указанном в строке 7.

Для обновления парка путем покупки машин в лизинг был дополнен блок исходных данных (рис. 2).

При покупке в лизинг и кредит содержание блоков «Параметры возрастных групп» и «Исходный парк машин (парк А)» не изменилось по сравнению с вариантом приобретения машин

	C	D	E	F	G
2	Исходные данные	Покупка за собственные средства	Покупка в лизинг	Покупка в кредит	Инвестиции к использованию
3	Стоимость машины, млн.руб.	2,5	3	3,3	10
4	Разовые выплаты (аванс) за поставку машин, млн.руб.	2,5	0,6	0,7	
5	Сумма выплат по кредитам, млн.руб.	0	2,4	2,6	
6	Срок выплаты по кредитам, лет	0	3	3	
7	Размер выплаты по кредитам, млн.руб.	0	0,8	0,87	

Рис. 1. Исходные данные для оптимизации процесса обновления парка машин при покупке за собственные средства, в лизинг и в кредит

за собственный счет (рис. 3) [1] для первого года оптимизации парка. Задача оптимизации парка машин также осталась прежней — максимально увеличить прибыль от эксплуатации парка при начальной величине инвестиций 10 млн руб. (ячейка K38) при ограничении в 100 единиц техники (ячейка K42). Инвестиции в последующий год формируются из прибыли (ячейка M54) за вычетом лизингового платежа (ячейка J41).

Определенную сложность представляет расчет постоянной составляющей затрат, так как исходный парк машин по умолчанию форми-

ровался за счет собственных средств (месячные затраты — ячейка E14), а при покупке в лизинг и кредит эти затраты выше (ячейки F14 и G14 соответственно). Поэтому при формировании парка *B* постоянные затраты на «старые» машины ($Z_{b\text{пост.ст } i}$ — ряд A48...H48) рассчитывались из цены машины 2,5 млн руб., а на «новые» ($Z_{b\text{пост.н } i}$ — ряд A49...H49) рассчитывались из цены машины 3,0 млн руб. (или 3,3 млн руб. при покупке в кредит). Исходное количество машин помещено в ряд A43...H43, и каждый год ряд смещается вправо. При этом правые числа уходят, так как ликвидируется последняя возрастная группа, а слева проставляются нули, так как исходное количество машин не пополняется.

Эффект пополнения парка машин *B* достигается тем, что машины приобретаются по цене аванса за лизинг, равного 600 000 руб. за единицу (ячейка F10, рис. 2), или 700 000 руб. за кредит (ячейка G10), а дальнейшие лизинговые (кредитные) платежи производятся за счет прибыли. Для этого в расчетное поле добавлена информация по лизинговым (или кредитным) платежам (ячейки J41...L41). Также источником средств

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Оптимизация структуры парка машин												
2		См = 2500000				tkp = 48			beta = 0,004			Tc, маш-ч = 18375,01	
3	Исходные данные	Spr = 1000000				Цмч = 1200			T ₀ 210			ΔTsi = 2625,001	
4		Снн = 1600000				Z ₀ = 73000			kmin = 0,65			3+См/t _n = 73213,55	
5		Скр = 600000				3 = 50000			Δk = 0,05				
6		Слик = 200000							N = 7				
7													
8		Исходные данные			Покупка за собственные средства	Покупка в лизинг	Покупка в кредит						
9		Стоимость машины См, руб.			2500000	3000000	3300000						
10		Разовые выплаты (аванс) за поставку машин, руб.			2500000	600000	700000						
11		Сумма выплат по кредитам, млн.руб.			0	2400000	2600000						
12		Срок выплаты по кредитам, лет			0	3	3						
13		Размер выплаты по кредитам в год, руб.			0	800000	866666,67						
14		Пост. затраты, руб.			3+См/t _n = 73213,5	= 77856	= 80641,88						

Рис. 2. Блок исходных данных для обновления парка путем покупки машин в лизинг: См — цена новой машины, руб.; Spr — стоимость продажи своих машин, руб.; Снн — цена неновых машин, руб.; Скр — цена проведения капитального ремонта, руб.; Слик — ликвидационная цена старых машин, руб.; tkp — срок службы в месяцах, при котором машина направляется на капитальный ремонт; Цмч — цена машино-часа работы машин, руб.; Z₀ — затраты на эксплуатацию новых машин, руб./мес.; 3 — зарплата машиниста в месяц, руб./мес.; beta — коэффициент старения машин; T₀ — месячная наработка новых машин, ч; kmin — минимально допустимое значение коэффициента готовности; Δk — шаг коэффициента готовности между возрастными группами машин; N — количество возрастных групп машин; Tc — срок службы машины, ч; ΔTsi — наработка машин между возрастными группами, ч; t_n — срок службы машины, мес.; 3 + См/t_n — издержки владения машиной (условно-постоянные затраты), руб./мес.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
26	Исходный парк машин (парк А)								Сумма	Показатели в год			
27	Исходное количество машин	1	1	2	4	4	7	6	25	76	средний возраст, мес.		
28	Ta _i , маш-ч	204,9	194,4	367,6	693,1	651,1	1065,8	850,6	4028	48330,0			
29	ka _i	0,039	0,037	0,070	0,132	0,124	0,203	0,162	0,767	0,767			
30	Zaэ _i	74926	78973	166911	353993	376828	704882	648943	2,41	28,9			
31	Zaпост _i	73266	73264	146474	292899	292896	512534	439318	1,83	22,0			
32	Za _i	148192	152237	313386	646892	669724	1217416	1088261	4,24	50,8			
33	Ba _i	245877	233260	441143	831727	781312	1278998	1020685	4,83	58,0			
34	Pa _i	97685	81023	127757	184835	111588	61583	-67575	0,60	7,2			
35	Покупка в лизинг, 1-й год												
36	Варианты корректировок и структуры	"+" Xпок		"+" Xнн	"+" Xкр	"-" Xпр	"-" Xкр	"-" Xлик		Условия оптимизации			
37	Искомые значения	21	0	0	0	2	0	3	Сумма				
38	Капитальные вложения*10 ⁻⁵	12,6	0,0	0,0	0,0	-2,0	0,0	-0,6	10,0	min (ЦФ1)	<=10		
39										Лизинговый платеж на будущий год, млн.руб.			
40										1	2	3	
41	Измененный парк машин (парк В)								Сумма	16,8	16,8	16,8	Показатели в год
42	Новое количество машин	22	1	2	4	2	7	3	41	min (ЦФ2)	<=100		
43	Старое количество машин	1	1	2	4	4	7	6	25				
44													
45	Tb _i , маш-ч	4504,6	194,4	367,6	693,1	325,6	1065,8	425,3	7577	max (ЦФ3)	=>3800	<=100000	90918,047
46	kb _i	0,523	0,023	0,043	0,080	0,038	0,124	0,049	0,880	max (ЦФ4)			0,880
47	Zbэ _i	1647233	78973	166911	353993	188441	704882	324498	3,46				41,579183
48	Zbпост.ст _i	73266	73264	146474	292899	146469	512534	219677	1,46				17,575003
49	Zbпост.н _i	1634981							1,63				
50	Zb _i	3355481	152237	313386	646892	334910	1217416	544176	6,56	min (ЦФ5)			78,773963
51	Bb _i	5405579	233260	441143	831727	390712	1278998	510385	9,09	max (ЦФ6)			109,10166
52	Pb _i	2050098	81023	127757	184835	55802	61583	-33790	2,53	max (ЦФ7)			30,327693
53								ток	3,96				3,96

Рис. 3. Решение задачи оптимизации парка машин средствами Excel (лизинг — первый год обновления): В — выручка, руб.; P — прибыль, руб.; Xпок — количество купленных новых машин, шт.; Xнн — количество купленных неновых машин, шт.; Xкр — количество машин, направленных в капитальный ремонт, шт.; Xпр — количество проданных машин, шт.; Xлик — количество списанных (ликвидированных) машин, шт.; индексы a, b показывают отношение параметров к старому и новому парку машин; индекс i показывает отношение параметров к возрастной группе машин; ЦФ — целевая функция, по которой возможна оптимизация; ток — срок окупаемости капитальных вложений, мес.

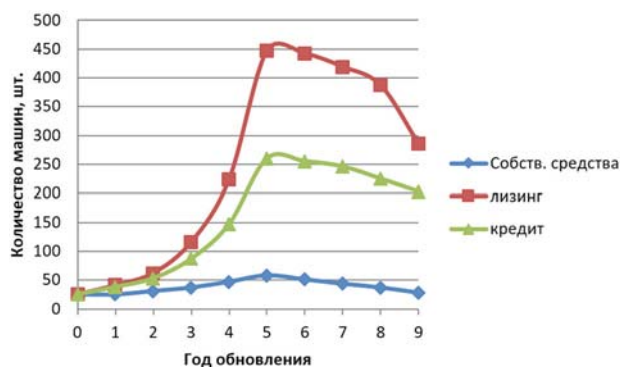


Рис. 4. Динамика количества машин в парке при различных вариантах покупки машин

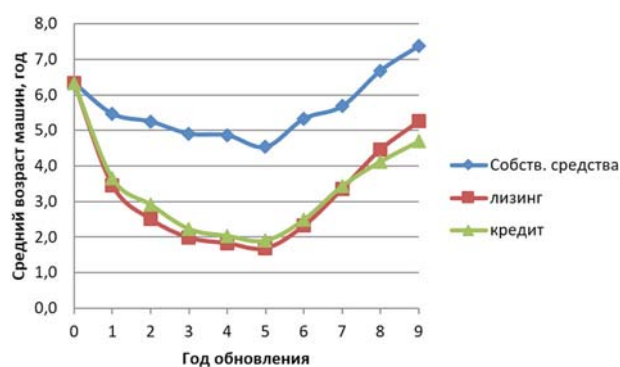


Рис. 5. Динамика среднего возраста машин при различных вариантах покупки машин

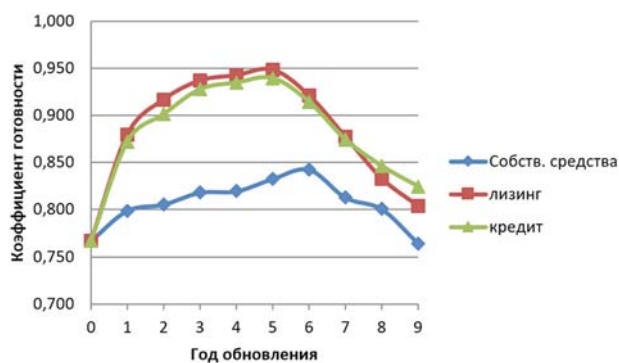


Рис. 6. Динамика коэффициента готовности при различных вариантах покупки машин

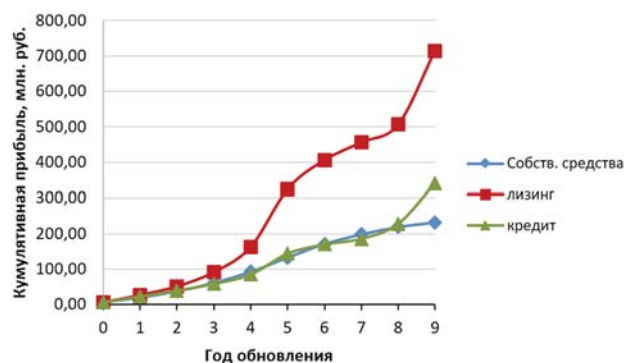


Рис. 8. Динамика кумулятивной прибыли за рассматриваемый период развития парка машин

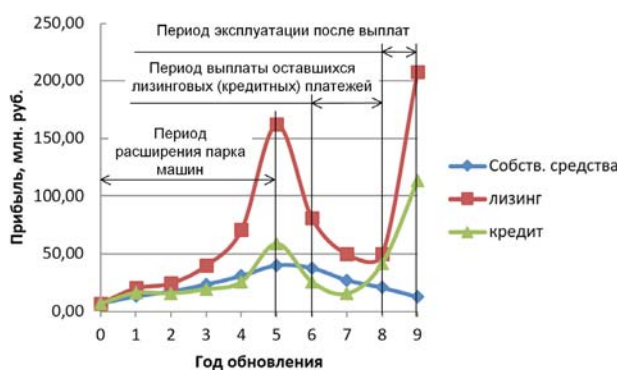


Рис. 7. Динамика прибыли на различных стадиях оптимизации парка машин

для покупки машин является продажа старых машин (ячейки F37 и H37).

При оптимизации парка машин во второй и последующие годы последовательность вычислительных операций следующая:

- перенести «Новое количество машин» из ячеек B42...H42 предыдущего года в ячейки B27...H27 таблицы данного года и переместить основную часть машин (более 50 %) на одну более старую возрастную группу (при этом суммарное количество машин сохраняется);
- сдвинуть вправо «Исходное количество машин» (ячейки B43...H43);
- задать предельную величину капитальных вложений (ячейка K38), приравняв ее значение разности прибыли (ячейка M52) и «Лизинговых платежей на будущий год» (ячейка J41) за предыдущий год;
- выполнить операцию «Поиск решения», установив в качестве «целевой ячейки» (I52 — прибыль) ее максимальное значение;

- в период сокращения парка машин (с шестого года) в операции «Поиск решения» следует установить в качестве «целевой ячейки» (I38 — капитальные вложения) и оптимизировать по критерию минимального значения.

На рис. 4–8 приведены результаты оптимизации парка машин с использованием лизинга и кредита при покупке машин. С первого по пятый год производилось расширение парка, а с шестого по девятый — сокращение.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта «Разработка методики формирования структурных элементов транспортной системы по экономическим и надежностным критериям (на примере парков транспортно-технологических машин)», проект № 15-02-00512.

Выводы

Разработанная методика формирования парка транспортно-технологических машин с использованием лизинга и кредита позволяет:

- оптимизировать процессы обновления по ряду технических и экономических показателей;
- прогнозировать развитие парка машин;
- численно оценить преимущества использования лизинга и кредита, в том числе показать влияние процентной ставки лизинга (кредита) на динамику развития и эффективность парка машин.

Библиографический список

1. Ретин С. В. Оптимизация возрастной структуры парка строительных машин управления механи-

зации // Строительные и дорожные машины. 2006. № 9. С. 28–31.

2. Repin S., Evtjukov S. Renewal Methods of Construction Machinery According to Technical and Economic Indicators — Applied Mechanics and Materials. (10.4028/www.scientific.net/AMM.725-726.990) Vols. 725–726 (2015) 990–995.

3. Максимов С. Е., Репин С. В. Анализ изменения востребованных потребительских качеств дорожно-строительных машин за 20 лет и в период современного экономического кризиса // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 2 (55). С. 200–206.

4. Репин С. В., Максимов С. Е., Иванов П. С. Метод оценки целесообразности покупки машин со сроком эксплуатации // Строительные и дорожные машины. 2012. № 3. С. 50–51.

5. Репин С. В. Влияние капитального ремонта на технико-экономические показатели эксплуатации строительных машин // Строительные и дорожные машины. 2009. № 4. С. 27–31.

6. Repin S., Evtjukov S., Rajczyk J. Optimizing the service life of plant machinery and vehicles using information system for management of engineering status // Architecture and Engineering. 2016. Vol. 1(2). URL: <http://aej.spbgasu.ru/index.php/AE/article/view/30>.

7. Методические рекомендации по расчету лизинговых платежей. URL: <http://unlease.ru/metod/metod.htm>

8. Репин С. В., Зазыкин А. В., Рулис К. В., Бакланова Т. В. Эффективность формирования парка транспортно-технологических машин: лизинг, кредит или собственные средства? // Строительные дорожные машины. 2016. № 7. С. 27–32.

References

1. Repin S. V. *Optimizatsiya vozrastnoy struktury parka stroitel'nykh mashin upravleniya mekhanizatsii* [Optimization of the age structure of the park of construction machines in the management of mechanization]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny – Construction and Road Machines*, 2006, no. 9, pp. 28–31.

2. Repin S., Evtjukov S. Renewal Methods of Construction Machinery According to Technical and Economic Indicators. *Applied Mechanics and Materials* (10.4028/www.scientific.net/AMM.725-726.990), vol. 725–726, 2015, pp. 990–995.

3. Maksimov S. E., Repin S. V. *Analiz izmeneniya vostrebovannykh potrebitel'skikh kachestv dorozhno-stroitel'nykh mashin za 20 let i v period sovremennogo ehkonomicheskogo krizisa* [Analysis of the sought after consumer quality changes which have taken place in road-building machines for the past 20 years and during the current economic crisis]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2016, no. 2 (55), pp. 200–206.

4. Repin S. V., Maksimov S. E., Ivanov P. S. *Metod otsenki tselesoobraznosti pokupki mashin so srokom ehkspluatatsii* [Method of assessing the expediency of purchase of machines with an operation term]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny – Construction and Road Machines*, 2012, no. 3, pp. 50–51.

5. Repin S. V. *Vliyanie kapital'nogo remonta na tekhniko-ehkonomicheskie pokazateli ehkspluatatsii stroitel'nykh mashin* [Capital repairs impact on the technical and economic indicators of construction machines' operation]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny – Construction and Road Machines*, 2009, no. 4, pp. 27–31.

6. Repin S., Evtjukov S., Rajczyk J. Optimizing the service life of plant machinery and vehicles using information system for management of engineering status. *Architecture and Engineering*, 2016, vol. 1(2). Available at: <http://aej.spbgasu.ru/index.php/AE/article/view/30>

7. *Metodicheskie rekomendatsii po raschetu lizingovykh platezhey* [Methodical recommendations on calculation of leasing payments]. Available at: <http://unlease.ru/metod/metod.htm>

8. Repin S. V., Zazykin A. V., Rulis K. V., Baklanova T. V. *Ehffektivnost' formirovaniya parka transportno-tekhnologicheskikh mashin: lizing, kredit ili sobstvennyye sredstva?* [Efficiency of formation of the park of transport technological machines: leasing, loan or the company's own capital?]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny – Construction and Road Machines*, 2016, no. 7, pp. 27–32.