

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

Магистрант Пузыревская А.А.,  
кандидат педаг. наук Минакова П.С.,  
кандидат техн. наук, доцент Поготовкина Н.С.  
(Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток)

## IMPROVING EFFICIENCY OF USING OPEN-PIT DUMP TRUCKS AT COAL MINES

A.A. Puzyrevskaya, Master's Student,  
P.S. Minakova, Ph.D. (Pedagogy),  
N.S. Pogotovkina, Ph.D. (Tech.), Associate Professor  
(Far Eastern Federal University, Vladivostok)

*Карьерные самосвалы, эффективность использования подвижного состава, неплановые простои, природно-климатические условия, план-график технического обслуживания и ремонта, коэффициент выпуска подвижного состава на линию.*

*Quarry dump trucks, efficiency of rolling stock use, unscheduled downtime, natural and climatic conditions, maintenance and repair schedule, coefficient of rolling stock output per line.*

*Одной из причин снижения эффективности использования карьерных самосвалов являются неплановые простои. Приведены результаты анализа неплановых простоев карьерных самосвалов. В качестве способа повышения эффективности использования подвижного состава за счет снижения неплановых простоев, предлагается корректировка плана-графика технического обслуживания и ремонта с учетом прогноза погодных условий.*

*Unscheduled downtime is one of the reasons for reducing the efficiency of mining dump trucks. This paper presents the results of analysis of unscheduled downtime of dump trucks. As a way to improve the efficiency of rolling stock use by reducing unscheduled downtime, it is proposed to adjust the maintenance and repair schedule based on the weather forecast.*

Важной задачей предприятий угледобывающего комплекса является повышение эффективности использования карьерных самосвалов, основной сферой применения которых является перевозка породы при разработке полезных ископаемых [1]. Под эффективностью использования подвижного состава подразумевается выполнение заданного объема работ в установленные сроки при минимальных затратах [2].

Для оценки эффективности использования подвижного состава применяются следующие показатели: коэффициент выпуска парка, коэффициент технической готовности парка, коэффициент использования грузоподъемности, коэффициент использования пробега, производительность, себестоимость и другое [2].

АО «Лучегорский Угольный Разрез» (АО «ЛУР»), который расположен в Пожарском районе Приморского края, является основным угледобывающим предприятием в регионе. На предприятии существует проблема недостаточной эффективности использования карьерных самосвалов. Проведенный анализ показал, что основной причиной снижения эффективности являются неплановые простои транспортных средств. Большое количество часов неплановых простоев приводит к снижению коэффициента выпуска подвижного состава на линию, который, в свою очередь, негативно влияет на эффективность использования карьерных самосвалов.

В ходе проведенного анализа выявлено, что причинами неплановых простоев на предприятии АО «ЛУР» являются:

- природно-климатические условия 70 %;

- технические неисправности 20 %;  
- другие причины 10 % (дорожные работы, поломка другого транспортного средства и др.).

Как отмечено выше, в 70% случаев причиной простоев карьерных самосвалов являются природно-климатические условия, которые характеризуются следующими основными показателями:

- температура воздуха. Разность температур приводит к увеличению частоты пусковых отказов и быстрому износу транспортных средств;

- ветер. Ветер ускоряет остывание нагретых деталей транспортного средства, что усложняет проведение технического обслуживания [3];

- осадки. В результате выпадения обильных осадков дороги и карьеры оказываются размытыми, вследствие чего выпуск транспортных средств на линию становится невозможным.

В Пожарском районе, где находится АО «ЛУР», климат умеренно холодный. Основные климатические показатели представлены в таблице 1 [4].

*Таблица 1.*

### Климатические показатели Пожарского района

Показатели	Значение	
	Зимнее время	Летнее время
Средняя температура воздуха, °С	От - 13 до -19	От +20 до +25
Количество осадков, мм в месяц	20	300-400
Средняя скорость ветра, м/с	2	2

Полностью устранить влияние природно-климатических условий на транспортный процесс невозможно, так как их нельзя спланировать [5], но можно уменьшить это влияние. Проведенный анализ показал, что осадки являются основной причиной неплановых простоев подвижного состава на предприятии АО «ЛУР». Для сокращения продолжительности неплановых простоев необходимо уменьшить влияние погодных условий (осадков) на работу подвижного состава, а именно на выпуск транспортных средств на линию. В качестве

способа сокращения продолжительности неплановых простоев предлагается составление графиков технического обслуживания и текущего ремонта (ТО и ТР) на основе анализа и прогноза погодных условий за счет планирования работ по ТО и ТР в дни с наибольшей вероятностью выпадения обильных осадков.

На рис. 1 представлены результаты анализа выпадения осадков на территории Пожарского района за 2018 г. [6].

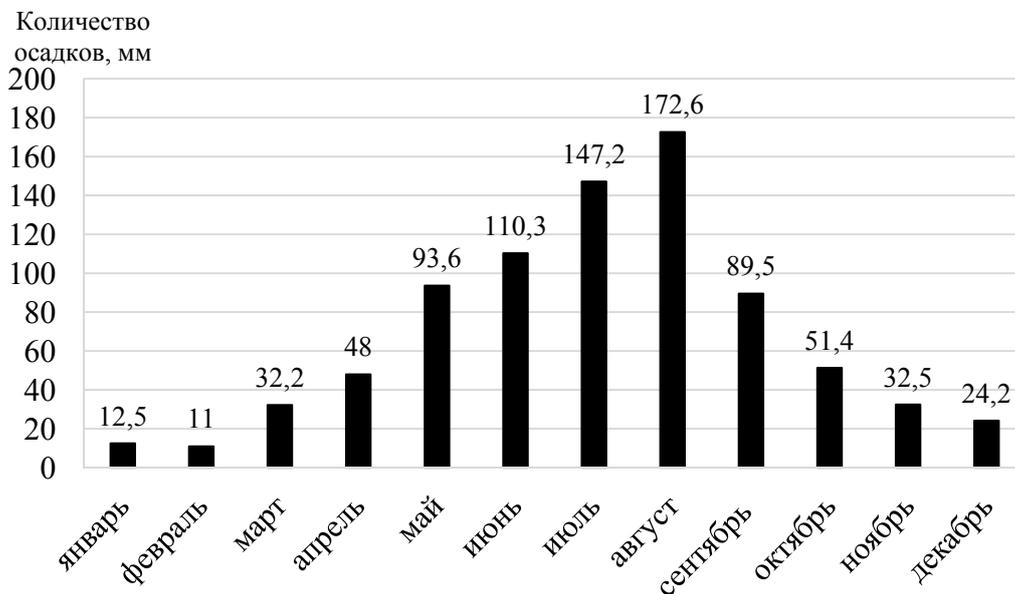


Рис. 1. График осадков в Пожарском районе за 2018 г.

Как видно из графика, в 2018 г. месяцами с самым большим количеством осадков были май, июнь, июль, август, а самыми засушливыми – январь и февраль.

Парк АО «ЛУР» насчитывает 33 карьерных самосвала. Предлагаемый способ повышения эффективности использования карьерных самосвалов был применен к одному транспортному средству – БелАЗ 7555 D.

В 2018 г. БелАЗ 7555 D находился в неплановых простоях на линии 205 час., в том числе:

- из-за погодных условий – 144 час.;

- из-за технических неисправностей транспортного средства – 55 час.;

- по другим причинам – 6 час.

План-график технического обслуживания и ремонта на предприятии составляется на квартал. Поэтому целесообразно определить квартал с наибольшей продолжительностью неплановых простоев и составить скорректированный план-график технического обслуживания и ремонта на этот квартал. На рис. 2 приведены простои транспортного средства БелАЗ 7555 D по месяцам 2018 г.

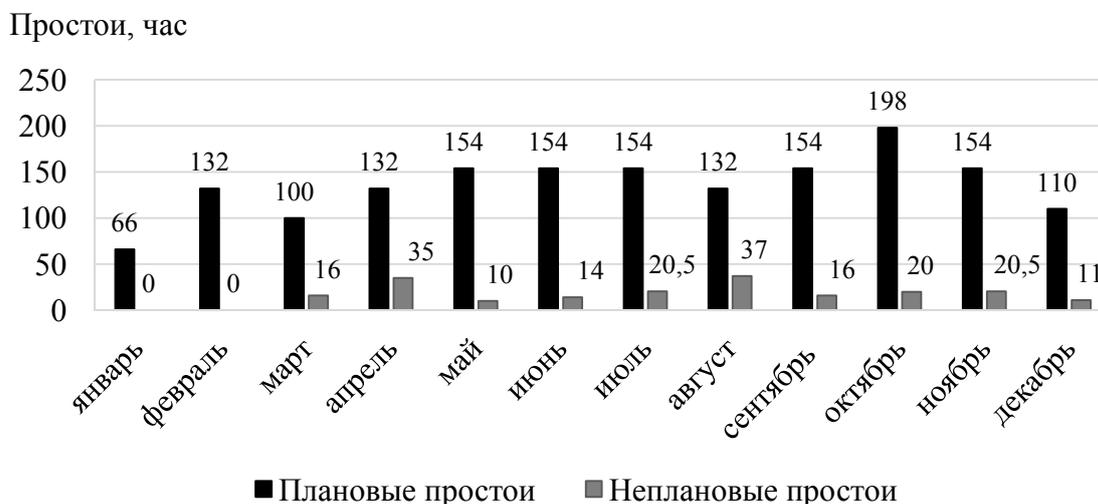


Рис. 2. Количество часов неплановых и плановых простоев транспортного средства БелАЗ 7555 D за 2018 г.

Как видно из графика, большая продолжительность unplanned простоев отмечается в апреле, июле, августе и ноябре. При этом июль и август являются месяцами с самым большим количеством осадков. В связи с этим, план-график технического обслуживания и ремонта целесообразно составить на 3 месяца (третий квартал): июль, август, сентябрь.

Своевременное выполнение технического обслуживания обеспечивает высокую техническую готовность подвижного состава и препятствует возникновению аварийных ситуаций на дорогах [7, 8]. Для составления плана-графика были рассчитаны периодичность и трудоемкость выполнения работ. Расчетная периодичность первого технического обслуживания (ТО-1) БелАЗ 7555 D составила 14 дней, а второго технического обслуживания (ТО-2) - 28 дней. Однако, при составлении скорректированного плана-графика периодичность ТО-1 состав-

вила - 13-14 дней, а периодичность ТО-2 - 28-29 дней. Незначительные сдвиги связаны с тем, что данный график учитывает природно-климатические условия района. В дни с наибольшей вероятностью обильных осадков планировались работы по техническому обслуживанию. Излишний или недостаточный пробег компенсировался тем, что изменялось сменное задание БелАЗ 7555 D – транспортное средство направлялось либо на более длинный маршрут (перевозить щебень), либо на более короткий (перевозить вскрышу). Таким образом, карьерный самосвал находился на техническом обслуживании вместо работы в условиях обильных осадков, которые могли привести к unplanned простоям.

В результате составления скорректированного плана-графика ТО и ТР с учетом прогноза выпадения осадков, продолжительность unplanned простоев сократилась на 40,5 час. за 3 месяца (рис. 3).

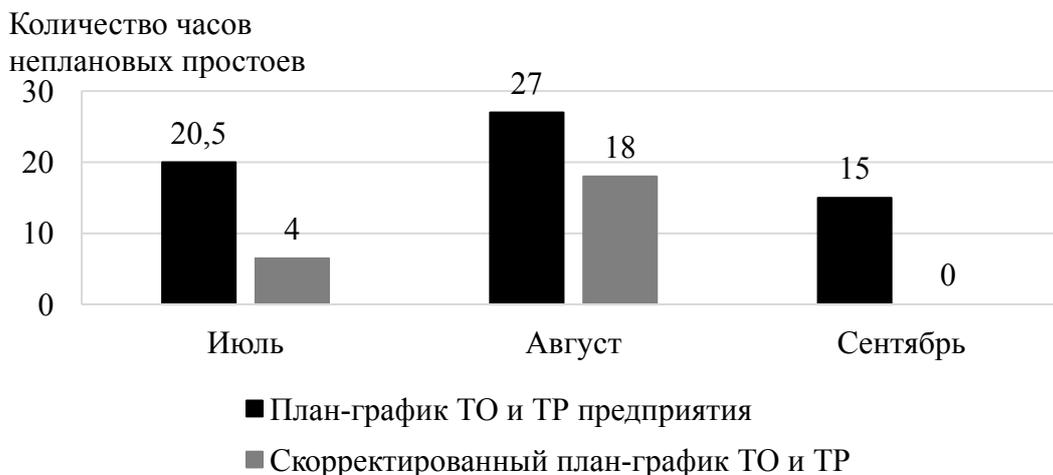


Рис. 3. Количество часов unplanned простоев за июль, август и сентябрь 2018 г.

На графике видно, что продолжительность unplanned простоев за квартал сократилась на 40,5 час.: на 16,5 час. в июле, на 9 час. в августе и на 15 час. в сентябре.

Для анализа и оценки эффективности использования карьерных самосвалов применяется определенный комплекс количественных и качественных показателей [9]. Одним из таких показателей является коэффициент выпуска парка подвижного состава, который и будет использован для оценки эффективности предлагаемого способа снижения unplanned простоев.

Коэффициент выпуска парка для конкретного транспортного средства за период характеризует степень использования этого транспортного средства на линии в рабочие дни. На предприятии АО «ЛУР» добыча и перевозка угля осуществляется без выходных, следовательно, количество рабочих дней равно количеству списочных и за рассматриваемый третий квартал 2018 г. составляет 92.

В связи с тем, что в unplanned простоях по причине неблагоприятных погодных условий транспортные средства, как правило, находятся несколько часов, а не всю смену, для расчета коэффициента выпуска целесообразно использовать показатель «автомобиле-часы». На предприятии АО «ЛУР» двухсменный режим работы с продолжительностью рабочей смены 11 час. Таким образом, каждый автомобиль находится на линии 22 час. в сутки.

Автомобиле-часы в эксплуатации

$$AЧ_3 = \sum_{i=1}^{D_3} T_{ni}, \quad (1)$$

где  $D_3$  – дни в эксплуатации, дни;

$T_n$  – время в наряде, час.

За 3 квартал БелАЗ 7555 D находился на линии 1606 час. ( $AЧ_3=1606$  авт-ч), продолжительность unplanned простоев  $AЧ_{пп}$  составила 62,5 час.

Списочное количество автомобиле-часов транспортного средства в автохозяйстве

$$AЧ_c = T_{пл} \cdot D_c, \quad (2)$$

где  $T_{пл}$  – плановая продолжительность рабочего времени автомобиля в сутки (с учетом двухсменного режима работы), час;

$D_c$  – списочное количество дней автомобиля в автохозяйстве, дни.

Списочное количество автомобиле-часов транспортного средства в автохозяйстве составит:

$$AЧ_c = 22 \cdot 92 = 2024 \text{ авт-ч.}$$

Коэффициент выпуска подвижного состава

$$K_6 = \frac{AЧ_3}{AЧ_c}. \quad (3)$$

Коэффициент выпуска карьерного самосвала БелАЗ 7555 D без учета неплановых простоев за 3 месяца составит:

$$K_g = \frac{1606}{2024} = 0,79.$$

Коэффициент выпуска подвижного состава с учетом неплановых простоев

$$K'_g = \frac{AЧ_3 - AЧ_{шт}}{AЧ_c} \quad (4)$$

Коэффициент выпуска карьерного самосвала БелАЗ 7555 D с учетом неплановых простоев за 3 месяца составит

$$K'_g = \frac{1606 - 62,5}{2024} = 0,76.$$

Таким образом, за счет неплановых простоев коэффициент выпуска снизился с 0,79 до 0,76.

Коэффициент выпуска карьерного самосвала БелАЗ 7555 D после корректировки плана-графика технического обслуживания и текущего ремонта с учетом оставшихся неплановых простоев составил:

$$K'_g = \frac{1606 - 22}{2024} = 0,78.$$

Таким образом, составление скорректированного плана-графика ТО и ТР и уменьшение продолжительности неплановых простоев на 40,5 часов за счет планирования работ по ТО и ТР на дни с большой вероятностью осадков, позволило повысить коэффициент выпуска транспортного средства БелАЗ 7555 D на линию на 2,5%. Так как коэффициент выпуска подвижного состава является показателем эффективности использования подвижного состава, можно утверждать, что составление скорректированного плана-графика технического обслуживания и текущего ремонта на основе анализа погодных условий позволит повысить эффективность использования карьерных самосвалов на предприятии.

На предприятии АО «ЛЮР», как правило, в работе находится не более половины постов технического обслуживания, остальные простаивают. Следовательно, производственные мощности позволяют выполнять техническое обслуживание большого количества транспортных средств одновременно, и занять все посты в дни с большой вероятностью осадков.

В заключение следует отметить, что предложенный в данной работе способ позволил повысить эффективность использования карьерных самосвалов на предприятии АО «ЛЮР». В связи с этим, целесообразно применение данного способа на угледобывающих предприятиях, которые столкнулись с проблемой недостаточной эффективности использования карьерных самосвалов из-за большого количества часов неплановых простоев по причине природно-климатических условий.

### Литература

1. Кожевникова, Н.Ю. Оценка эффективности использования специализированного подвижного состава современным автотранспортным предприятием / Кожевникова Н.Ю. // Аграрное образование и наука. – 2013. – № 3. – с.8; URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21206471> (дата обращения: 07.06.2020).

2. Балгабеков Т.К., Кошмаганбетова А.С. Факторы, влияющие на эффективность эксплуатации грузовых автомобилей / Балгабеков Т.К., Кошмаганбетова А.С. // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 12-2. – С. 190-194; URL: <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=10927> (дата обращения: 08.06.2020).

3. Климатические условия, влияющие на надежность и долговечность автомобиля: сайт. – URL: <http://stroy-technics.ru/article/klimaticheskie-usloviya-vliyayushchie-na-nadezhnost-i-dolgovechnost-avtomobilya> (дата обращения: 27.02.2020).

4. География. Климат Пожарского района: сайт. – URL: [http://old.pgpb.ru/cd/terra/pozarsky/pozar\\_03.htm](http://old.pgpb.ru/cd/terra/pozarsky/pozar_03.htm) (дата обращения: 28.01.2020).

5. Варавин Н.А., Шуваева И.М. Факторы, влияющие на эксплуатационные затраты в транспортных предприятиях / Варавин Н.А., Шуваева И.М. // Сервис автомобилей и технологических машин: сб. статей. – Тюмень, 2011. – с 12-14; URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23260082> (дата обращения: 14.06.2020).

6. МЕТЕOTREND Погода в Лучегорске: сайт. – URL: <https://ru.meteotrend.com/forecast/ru/lucegorsk/> (дата обращения: 27.01.2020).

7. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Электронный ресурс]: утвержден Минавтотрансом РСФСР от 20.09.1984 г. – Электрон. Дан. – Режим доступа: <https://legalacts.ru/doc/polozhenie-o-tekhnicheskom-obsluzhivani-i-remonte-podvizhnogo/> (дата обращения: 12.03.2020).

8. Ракитин В.А., Захаров Н.С. Программный продукт для оценки эффективности использования автомобилей в переменных условиях / Ракитин В.А., Захаров Н.С. // Сервис автомобилей и технологических машин: сб. статей. – Тюмень, 2011. –С. 170-171. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23260137>.

9. Абакумов Г. В., Бузаев А. В., Колодяжный И. В. Влияние условий и интенсивности эксплуатации на организацию профилактического обслуживания автомобилей / Абакумов Г.В., Бузаев А.В., Колодяжный И.В. // Проблемы функционирования систем транспорта: сб. статей. – Тюмень, 2014. – с 26-29; URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23259294>.

### Сведения об авторах:

**Пузыревская Анастасия Аркадьевна**, магистрант направления «Технология транспортных процессов», Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток.

E-mail: [nastay39274@mail.ru](mailto:nastay39274@mail.ru),  
тел.: 8924-431-95-32.

**Минакова Полина Сергеевна**, доцент академического департамента английского языка, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток.

E-mail: [minakova.ps@dvvfu.ru](mailto:minakova.ps@dvvfu.ru),  
тел.: 89242303207.

**Поготовкина Наталья Сергеевна**, доцент кафедры транспортных машин и транспортно-технологических процессов, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток.

E-mail: [nata\\_369@mail.ru](mailto:nata_369@mail.ru),  
тел.: 8914-736-02-42.

Адрес учреждения: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет». 690922, г. Владивосток, нп. Русский Остров, п. Аякс, 10, кор.12, офис С634.