

## АНАЛИЗ ДОЛГОСРОЧНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

*Усманов Илхомжон Икромжанович*

*Ташкентский государственный транспортный университет*

Аннотация: Анализ эффективности эксплуатации самосвалов в автотранспортных предприятиях производится по показателям, относящимся к парку или группе машин по моделям. Это касается и поддержания технического состояния самосвалов – недостаточный уровень технического сервиса, не всегда соблюдаются требования изготовителя к проведению работ по техническому обслуживанию и ремонту. Определены критерии, позволяющие оценить рациональный срок службы самосвала независимо от способа его приобретения (покупка за счет собственных средств, лизинг, аренда). Рекомендовано осуществляться единообразный непрерывный учет времени и причин простоев по каждому самосвалу с момента ввода его в эксплуатацию. Данные учета должны сводиться в технический табель работы автосамосвала за месяц, квартал и год. Предложенные положения позволяют провести текущую оценку эффективности эксплуатации карьерного самосвала по фактическим данным (накопленная статистика) и прогнозную – по расчетным данным.

**Ключевые слова:** карьерные самосвалы, анализ, методы исследования, БелАЗ, амортизация, срок эксплуатации, производительность автотранспорта, горнотехнические условия работы, списание.

## LONG-TERM ANALYSIS OF THE USE OF MINING DUMP TRUCKS

*Usmanov Ilhomjon Ikromzhanovich*

**Abstract:** Analysis of the efficiency of operation of dump trucks in motor transport enterprises is carried out according to indicators related to the fleet or group of vehicles by models. This also applies to maintaining the technical condition of dump trucks - an insufficient level of technical service, the manufacturer's requirements for maintenance and repair work are not always observed. Criteria are defined that make it possible to assess the rational life of a dump truck, regardless of the method of its acquisition (purchase at its own expense, leasing, rent). It is recommended to carry out a uniform continuous recording of the time and reasons for downtime for each dump truck from the moment it is put into operation. Accounting data should be summarized in the technical report sheet of the dump truck for the month, quarter and year. The proposed provisions allow for a current assessment of the operating efficiency of a mining dump truck based on actual data (accumulated statistics) and a predictive one based on calculated data.

**Key words:** mining dump trucks, analysis, research methods, BelAZ, depreciation, service life, vehicle productivity, mining conditions, write-off.

Автомобильный транспорт на карьерах используется на сборочных перевозках (от забоя до перегрузочного пункта) в комбинированных транспортных системах и магистральных при перевозке горной массы от забоя или пункта перегрузки на обогатительные фабрики, отвалы или какие-либо другие приемные пункты на поверхности карьера.

К специфике работы самосвалов на сборочных перевозках следует отнести преобладание неустановившихся режимов движения и повышенный до 40–50% удельный вес погрузо-разгрузочных и маневровых операций в общей продолжительности транспортного цикла, недоиспользование скоростных качеств, повышенный на 25–40% удельный

расход дизельного топлива и автошин, сниженные на 25–30%) надежность и пробег.

Работа самосвалов на магистральных перевозках характеризуется значительной высотой подъема (до 120–160 м и более) и расстоянием транспортирования (до 4,2–4,8 км) при высоких значениях средневзвешенных уклонов на трассе (3,5–5,5%). Последний показатель является комплексным, наиболее полно отражающим усложнение условий эксплуатации магистрального транспорта с ростом глубины карьера.

Усложнение условий эксплуатации с увеличением глубины отработки карьера приводит к снижению производительности автотранспорта и повышению транспортных расходов. Доля транспорта в себестоимости горной массы глубоких карьеров достигает 55–70%). При переходе к рыночной экономике произошли серьезные изменения в структуре себестоимости автотранспортных перевозок. Существенно увеличились доли затрат на дизельное топливо, а также ремонт и техническое обслуживание. В значительной мере это произошло из-за возрастной структуры автопарков (старение оборудования и отсутствие обновления), усложнения условий эксплуатации и ухудшения организации производства, в том числе несвоевременного технического обслуживания и ремонта и нарушения правил технической эксплуатации, рекомендуемых заводами – изготовителями самосвалов.

Огромный опыт использования самосвалов РУПП «БелАЗ» [1, 2, 3] свидетельствует, что показатели ресурса могут иметь разные значения для автохозяйств с различными условиями эксплуатации. Поправочные коэффициенты к показателям ресурса не учитывают всех аспектов изменения условий эксплуатации и организации производства на предприятиях в течение всего жизненного цикла самосвала.

В силу объективных и субъективных причин, возникающих в процессе эксплуатации самосвалов на карьерах, далеко не каждый самосвал

вырабатывает свой нормативный ресурс с удовлетворительными технико-экономическими показателями работы. Весьма часто встает вопрос о досрочном списании самосвалов из-за низкой эффективности их работы.

Определять рациональный ресурс (срок службы) самосвалов необходимо в целях повышения эффективности и целесообразно исходя из следующих предпосылок:

- необоснованно длительное их использование увеличивает издержки производства на эксплуатацию;

- замена самосвалов в необоснованно короткие сроки ведет к неэффективному использованию капитала предприятия и росту инвестиционных затрат.

Известно, что на горнодобывающих предприятиях условия эксплуатации меняются на протяжении всего срока службы карьерного самосвала и в большинстве своем не всегда соответствуют требованиям завода-изготовителя. Анализ эффективности эксплуатации самосвалов в автотранспортных предприятиях производится по показателям, относящимся к парку или группе машин по моделям ( и др.). Это касается и поддержания технического состояния самосвалов – недостаточный уровень технического сервиса, не всегда соблюдаются требования изготовителя к проведению работ по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту (Р). Поэтому оценка состояния самосвалов по ресурсу, установленному в нормативной, справочной или эксплуатационной документации производителя карьерной техники, не всегда характеризует их реальное техническое состояние и возможность дальнейшей эксплуатации.

Одной из основных задач эксплуатации карьерного самосвала является выбор рационального момента остановки его эксплуатации. С целью определения рационального срока службы должны быть исследованы и обобщены результаты эксплуатации конкретного самосвала за определенный период времени с накоплением информации с момента

ввода его в эксплуатацию. Это позволит определить зависимости между возрастом самосвала, горнотехническими условиями и показателями работы на основе анализа фактических данных.

В настоящее время существует несколько подходов к определению рационального срока службы карьерных самосвалов, имеющих свои достоинства и недостатки. Все они прошли апробацию на предприятиях и имеют право на использование, но:

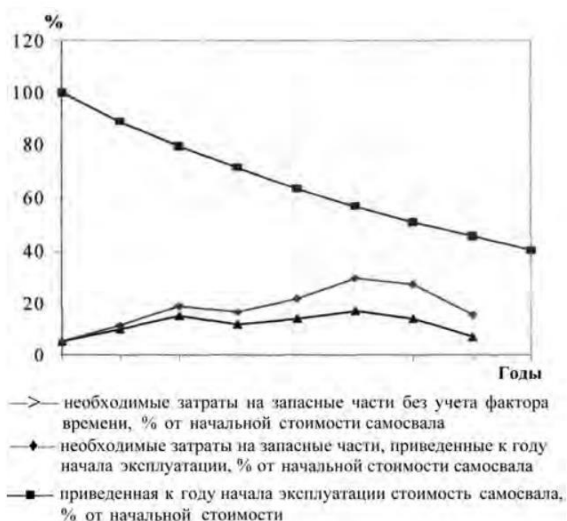
1. Метод оценки рационального срока эксплуатации по удельным приведенным затратам [4] учитывает только капитальные затраты и затраты на запасные части для проведения ТО и Р, но в настоящее время меняется структура себестоимости транспортирования и ее количественное значение как в зависимости от внешних экономических факторов и учетной политики предприятия, так и в зависимости от изменяющихся условий эксплуатации в течение срока службы самосвала. Поэтому необходимо учитывать все статьи расходов на эксплуатацию карьерных самосвалов, включающие издержки владения и эксплуатационные расходы.
2. В подходе к определению рационального срока службы карьерных самосвалов на основе критерия прибыли, получаемой транспортным предприятием от реализации транспортных услуг, принимается постоянная часовая производительность самосвала [5]. Фактическая часовая производительность не может быть постоянной в связи с непрерывным изменением условий эксплуатации самосвала (высота подъема горной массы, расстояние транспортирования, доля наклонных участков и т.д.). Об этом свидетельствуют фактические данные эксплуатации самосвалов БелАЗ на разрезах ОАО «СУЭК», где коэффициент неравномерности часовой производительности составляет 1,25–1,3. Кроме того, применяемый в подходе учет затрат нарастающим

итогом пригоден для сравнения различных марок машин и не позволяет оценить срок службы конкретного самосвала.

3. Подход компании Caterpillar [6] к определению рационального срока службы, учитывающий также и производительность, и эксплуатационные затраты, и, кроме того, стоимость денег во времени, инфляцию и риски, направлен на сравнение самосвалов разных производителей, так как основан на оценке накопленных затрат (нарастающим итогом).

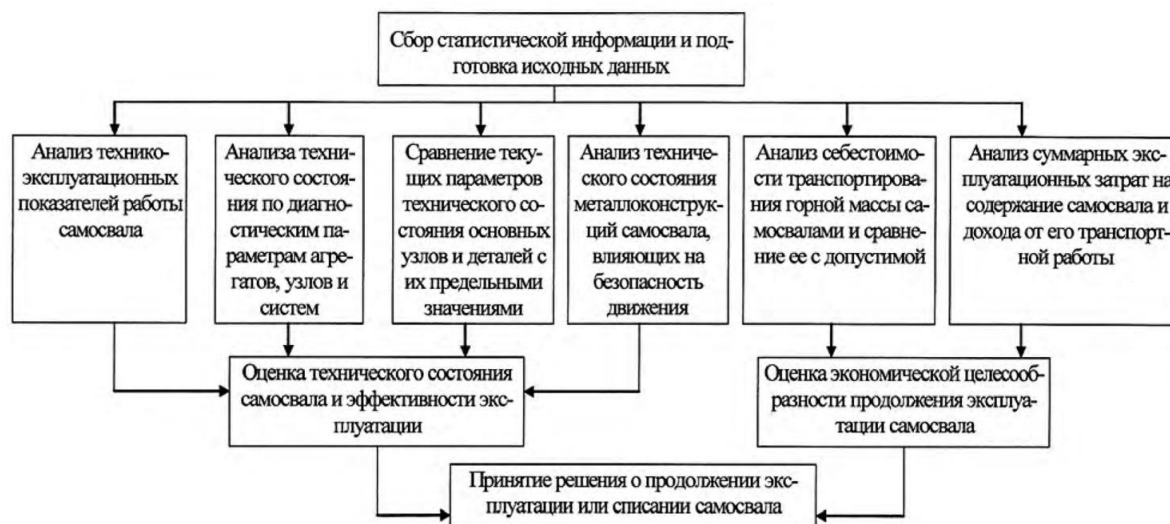
При решении оптимизационных задач для получения сопоставимых затрат и доходов необходимо их привести к одному моменту оценки по сложным процентам. Это производится путем умножения (деления) действительных затрат каждого года на соответствующий коэффициент приведения прошлых или будущих лет [7].

При оценке рационального срока службы и момента списания конкретных карьерных самосвалов нет необходимости рассчитывать дисконтированные (приведенные к одному моменту времени) затраты и доходы, поскольку они пригодны для сравниваемых вариантов применения того или иного типа самосвала. Однако в процессе эксплуатации самосвала фактор времени, на наш взгляд, следует учитывать потому, что деньги, вложенные в его покупку в момент начала эксплуатации, будут существенно меньше стоить к моменту выработки ресурса, установленного в нормативной, справочной и эксплуатационной документации (рис. 1).



**Рис. 1. Изменение стоимости самосвала и затрат на запасные части с учетом фактора времени**

Кроме того, планирование расходов на запасные части без учета фактора времени и учета повышения цены будущих закупок при текущей стоимости денег может оказаться недостаточным для приобретения полного годового объема запасных частей (рис. 1).



**Рис. 2. Структура методики определения продолжения эксплуатации или списания карьерного самосвала**

Фактор времени имеет существенное значение также при начислении амортизационных отчислений в части накопления средств на реновацию оборудования.

На основании исследований, проведенных на разрезах ОАО «СУЭК» и ряде железорудных карьеров, а также с учетом достоинств и недостатков существующих подходов авторами настоящих методических указаний



предлагается оценку рациональных сроков эксплуатации карьерных самосвалов производить с учетом следующих критериев:

- фактической и прогнозной производительности конкретной машины в конкретных условиях эксплуатации, определяемой на основе учета полного распределения календарного времени;
- экономической целесообразности дальнейшей эксплуатации, определяемой соотношением фактической и допустимой себестоимости транспортирования горной массы конкретным самосвалом и (или) разницей доходов и затрат от выполнения транспортной работы;
- фактического технического состояния самосвала, оцениваемого с помощью диагностических методов.

Указанные критерии позволяют оценить рациональный срок службы самосвала независимо от способа его приобретения (покупка за счет собственных средств, лизинг, аренда).

Итак, определение рационального срока эксплуатации должно производиться на основе совокупности оценки технической возможности и экономической целесообразности дальнейшей эксплуатации конкретного самосвала (рис. 2). При определении рационального срока списания самосвала, кроме технического состояния, затрат на его эксплуатацию и приносимой им прибыли, необходимо учитывать особенности режимов и условий эксплуатации.

При возрастном ухудшении технического состояния с целью получения большей отдачи от самосвала возможен перевод его в более легкие условия эксплуатации, например, работу в забое заменить магистральными перевозками.

Функциональным критерием использования самосвалов является производительность ( $Q$ ), на которую непосредственно влияют техническое состояние машин, организационные факторы, природно-климатические и горнотехнические условия эксплуатации.



Исследования условий эксплуатации самосвалов на разрезах ОАО «СУЭК» показали уменьшение производительности от срока эксплуатации (рис. 3).

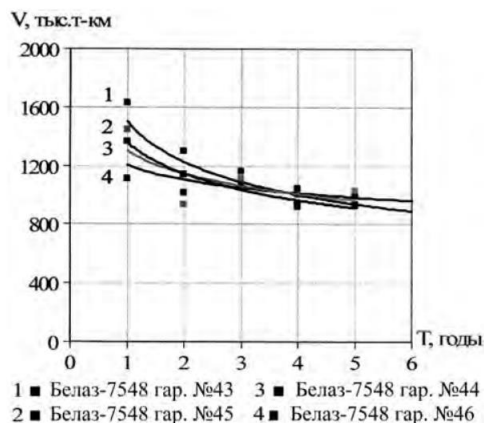


Рис. 3. Изменение производительности (К) в зависимости от возраста самосвалов на разрезе «Тугнуйский» ОАО «СУЭК»

Так как коэффициент использования парка во времени (кип) определяется отношением автомобиле-часов в наряде к автомобиле-часам в хозяйстве и характеризует степень использования парка в целом, то при оценке рационального срока эксплуатации конкретного самосвала учитывать его в расчете производительности некорректно.

В свою очередь коэффициент технической готовности ( $k_{тг}$ ), определяемый отношением разницы времени нахождения самосвала в хозяйстве и времени нахождения самосвала в техническом обслуживании и ремонте к времени нахождения самосвала в хозяйстве, не позволяет провести полный анализ простоев и использования самосвала во времени. Поэтому степень использования одного самосвала необходимо определять по коэффициенту его использования ( $k_{ис}$ ).

В связи с изложенным учет влияния на производительность самосвала максимального количества факторов должен производиться через распределение календарного времени на составляющие.

Структура распределения календарного фонда времени ( $t_{хоз}$ ) включает в себя регламентируемую и случайную последовательность таких составляющих:

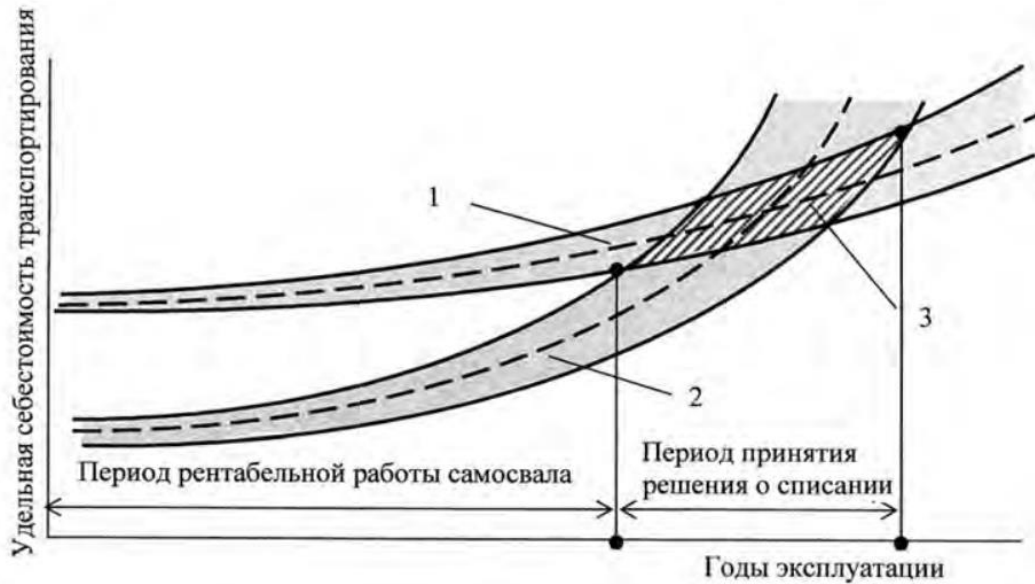
- 1) времени непосредственной работы самосвала – время в наряде ( $t_{mp}$ );
- 2) времени простоев по технологическим причинам ( $t_T$ ) – отсутствие электроэнергии у экскаватора, поломка экскаватора, не подготовлен забой, взрывные работы и др.;
- 3) времени нахождения в ремонте ( $t_{рем}$ ), включающего:
  - время на восстановление (устранение отказов), связанного с прекращением работы самосвала, – текущий ремонт ( $t_v$ );
  - время на техническое обслуживание и планово-предупредительные ремонты ( $t_{об}$ );
  - время простоев из-за отсутствия запасных частей ( $t_{озч}$ ).
- 4) времени простоев по организационным причинам ( $t_{op}$ ) – пересмена водителей (ежесменное обслуживание), перерыв на обед, отсутствие дизельного топлива, отсутствие вагонов на обогатительной фабрике, отсутствие водителя, простой обогатительной фабрики, отсутствие бульдозеров и др.;
- 5) времени простоев по природноклиматическим условиям ( $t_k$ ).

Для анализа по всем перечисленным показателям в автохозяйствах должен осуществляться единообразный непрерывный учет времени и причин простоев по каждому самосвалу с момента ввода его в эксплуатацию.

Данные учета должны сводиться в технический табель работы автосамосвала за месяц, квартал и год.

Приведенные выше формулы расчета производительности позволяют дать прогнозную оценку на основании накопленной информации по составляющим календарного фонда времени и полученным регрессионным зависимостям его изменения от внешних факторов (организация производства, природно-климатические и горнотехнические условия эксплуатации).

Критерием экономической целесообразности дальнейшей эксплуатации или списания карьерных самосвалов является себестоимость транспортирования горной массы (рис. 4). Из рисунка очевидно, что:



**Рис. 4. Схема к определению срока списания самосвала:** 1 – зона изменения допустимой себестоимости транспортирования горной массы; 2 – зона изменения фактической себестоимости транспортирования горной массы в разные годы эксплуатации; 3 – область списания самосвала

- при фактической себестоимости ниже уровня допустимой себестоимости транспортирования горной массы можно продолжать эксплуатацию самосвала, если его техническое состояние удовлетворяет требованиям безопасности;
- при превышении уровня фактической себестоимости над уровнем допустимой себестоимости самосвал необходимо списывать в связи с убыточностью его эксплуатации.

Фактическая себестоимость может находиться в каких-либо пределах в связи с изменением условий эксплуатации, но очевидно, что с увеличением продолжительности работы оборудования она будет однозначно повышаться с расширением зоны разброса значений.

В общем случае затраты на эксплуатацию самосвала подразделяются на издержки владения и эксплуатационные расходы. К издержкам владения относятся следующие статьи затрат: амортизация, процентные ставки

(налоги, страховка и т.д.), косвенные расходы (получение разрешений, лицензий, стоимость ведения учета и т.д.). Эксплуатационные расходы включают расходы на: топливо, смазочные и эксплуатационные материалы, техническое обслуживание и ремонт, замену или ремонт шин, заработную плату водителей и ремонтного персонала, прочие расходы (накладные расходы и т.д.). При определении рационального срока службы самосвала необходимо учитывать полные затраты на его эксплуатацию.

Для поддержания фактической себестоимости транспортирования горной массы в допустимых пределах необходимо соблюдать правила эксплуатации, технического обслуживания и ремонта самосвала, направленные на достижение приемлемого уровня надежности его работы, в строгом соответствии с регламентом, установленным заводом-изготовителем.

Допустимая себестоимость продукции определяется разницей ее рыночной цены и прибыли, которую планирует получить производитель. Характер изменения зоны допустимой себестоимости зависит от конъюнктуры рынка, инфляционных процессов и др. Для конкретного самосвала продукцией является транспортная работа по перевозке горной массы, поэтому допустимая себестоимость может быть определена как средний по парку тариф за 1 т-км грузооборота или как доля затрат на перевозку горной массы автотранспортом в общей себестоимости ее добычи. Период принятия решения о списании самосвала (рис. 4) наступает, когда удельные эксплуатационные затраты на транспортирование горной массы приближаются или начинают превышать нижнюю границу допустимой себестоимости продукции.

Предложенные выше положения позволяют провести текущую оценку эффективности эксплуатации карьерного самосвала по фактическим данным (накопленная статистика) и прогнозную – по расчетным данным.

Себестоимость транспортирования горной массы зависит от фактического технического состояния карьерного самосвала. Оценка технического состояния карьерного самосвала с целью принятия решения о его списании или дальнейшей эксплуатации состоит из:

- анализа его технического состояния по диагностическим параметрам агрегатов, узлов и систем;
- сравнения текущих параметров технического состояния основных узлов и деталей с их предельными значениями;
- анализа технического состояния металлоконструкций самосвала, влияющих на безопасность движения.

Обязательным условием для определения рационального срока эксплуатации конкретного карьерного самосвала является ведение на горнодобывающих предприятиях индивидуального учета технического состояния, технико-эксплуатационных показателей и эксплуатационных затрат с момента ввода его в эксплуатацию.

Решение о целесообразности дальнейшей эксплуатации карьерного самосвала или о его списании принимается комиссией, осуществляющей работы, руководствуясь настоящими методическими указаниями, по результатам анализа: технического состояния; условий эксплуатации; технико-эксплуатационных показателей; показателей экономической эффективности дальнейшей эксплуатации.

В соответствии с изложенными выше положениями комиссией могут быть приняты следующие решения:

1. Если в момент оценки и следующий за ним год фактическая (прогнозируемая) себестоимость не достигла области списания, то самосвал, при соответствующем техническом состоянии, продолжает эксплуатацию в прежних условиях.
2. Если в момент оценки затраты превысили доход, а техническое состояние оценено как удовлетворительное, то самосвал может быть

переведен на более легкие условия эксплуатации, сдан в аренду, продан или переоборудован.

3. Если в момент оценки затраты превысили доход и техническое состояние оценено как неудовлетворительное, то самосвал может быть списан раньше рекомендуемого производителем срока эксплуатации.
4. Если самосвал выработал ресурс, установленный в нормативнотехнической или эксплуатационной документации, экспертиза промышленной безопасности показала возможность дальнейшей его эксплуатации и доход превышает затраты, то самосвал продолжает эксплуатироваться в прежних условиях.
5. Если самосвал выработал ресурс, установленный в нормативнотехнической или эксплуатационной документации, экспертиза промышленной безопасности показала невозможность дальнейшей его эксплуатации и доход превышает затраты, то самосвал должен быть списан без проведения экономической оценки.
6. Если самосвал выработал ресурс, установленный в нормативнотехнической или эксплуатационной документации, и экспертиза промышленной безопасности показала невозможность дальнейшей его эксплуатации без проведения ремонтных работ по обеспечению его дальнейшей безопасной эксплуатации, то экономическая оценка проводится с учетом затрат на указанные работы.

Использованные источники:

1. Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы. – СПб.: Наука, 2004. – 429 с.
2. Карьерная техника ПО «БЕЛАЗ»: Справочник / Под ред. П.Л. Мариева, К.Ю. Анистратова. – М.: ООО «КА технокомплект», 2005. – 448 с, илл.
3. Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт стран СНГ в XXI веке. – СПб.: Наука, 2006. – 387 с.

4. Зырянов И.В. Методы повышения надежности систем карьерного автотранспорта в экстремальных условиях эксплуатации. – СПб., 2003. – 120 с.
5. Анистратов К.Ю., Градусов М.С., Стремиллов В.Я., Тетерин М.В. Экономико математическая модель функционирования предприятия технологического карьерного транспорта // Горная промышленность. – 2007. – 1. – С. 20–26.
6. Мазманян А. Методы оценки карьерных автосамосвалов. Доклад / Семинар «Горное оборудование компании Caterpillar, эксплуатация и обслуживание». – М., 2007.
7. Хохряков В.С. Оценка эффективности инвестиционных проектов открытых горных разработок: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1996. – 180 с.
8. Кулешов А.А. Мощные экскаваторноавтомобильные комплексы карьеров. – М.: Недра, 1980. – 317 с. 9. Caterpillar. Эксплуатационные характеристики. Справочник. Издание 31, апрель 2000 г.