

А.В. Зберовский, д.т.н. (ДДТУ),
В.В. Марченко, асп., И.С. Русак
(Национальный горный университет)

**ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ
БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
УКЛОНАХ КАРЬЕРНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ
ВОЛЬНОГОРСКОГО ГМК**

Розроблений програмний комплекс для аналізу швидкісних режимів руху велико вантажних автосамоскидів при різних величинах ухилів кар'єрних доріг. Наведені графіки швидкостей руху великовантажних автосамоскидів від величини ухилу дороги.

**INVESTIGATION OF SPEED MODES OF HEAVY OFF-HIGHWAY
TRUCKS AT DIFFERENT DEVIATION OF QUARRY ROADS IN THE
CONDITIONS OF VOL'NOGORSKY MMC**

Software for the analysis of speed modes of heavy off-highway trucks at different deviation of quarry roads was created. The charts of rates of movement of heavy off-highway trucks are resulted.

Введение. Каждый год на крупных карьерах Украины происходит в среднем 40 аварий, в том числе со смертельным исходом из-за столкновения между карьерными автосамосвалами и другими машинами. Также горнометаллургические предприятия несут значительные расходы, направленные на ремонт и закупку дорогого горнотранспортного оборудования.

В основном это ситуация объясняется ростом интенсивности движения и изменения состава транспортного потока в железорудных карьерах. Зачастую причиной аварий является нарушение водителем скоростного режима движения большегрузных автосамосвалов в карьерах. Предотвращение таких аварий, устранение вредных и опасных факторов на рабочих местах, создание средств оперативного контроля охраны труда водителей карьерных автосамосвалов является актуальной научно-практической задачей, которая совпадает с направлениями Национальной Программы улучшения состояния безопасности, гигиены труда и рабочей среды, утвержденной КМ Украины 10.10.2001 г. № 1320.

Одной из задач стоящих при разработке системы оперативного контроля охраны труда водителей большегрузных автосамосвалов является исследование динамики и особенностей скоростных режимов, выбираемых водителем большегрузного автосамосвала, от такого показателя среды движения как величина продольного уклона участка дороги.

Последние достижения и формулирование научной задачи.

Как показывают исследования, одной из причин сложившейся ситуации является конфликт между требованиями к безопасной скорости движения автосамосвала и логикой выбора водителем автосамосвала скорости движения по уклонам карьерных дорог. Закономерность выбора водителями большегрузных автосамосвалов скорости движения проявляется в его взаимодействии со средой движения, результатом которого является выбранная скорость.

В различных работах проводилось исследование особенностей скоростных режимов движения автотранспорта [3,4]. Однако до сих пор не были проанализированы особенности скоростных режимов большегрузных автосамосвалов при таком показателе среды движения участка дороги как высота уклона в условиях горнорудного карьера.

Формулирование целей статьи, постановка задач. Целью работы является исследование скоростных режимов движения карьерных автосамосвалов при различных уклонах участков дорог в условиях Вольногорского ГМК. При этом были поставлены следующие задачи:

- установление статистических данных о реальных скоростных режимах движения автосамосвалов за многолетний период их эксплуатации в условиях карьеров Вольногорского ГМК;

- определение принципов создания программного комплекса для обработки полученных данных;

- разработка программного комплекса для анализа экспериментальных данных, в том числе скоростных режимов большегрузных автосамосвалов в карьере при различных условиях среды движения;

- исследование закономерностей выбора скорости водителями автосамосвалов от уклона дороги в карьере на основании выходных данных программного комплекса;

- разработка рекомендации по предупреждению нарушений техники безопасности и норм охраны труда водителями карьерных автосамосвалов.

Изложение основного материала исследований. Одним из важных технологических показателей эксплуатации карьерных автосамосвалов являются эксплуатационная скорость, учитывающая простои в течение рейса и внутрисменные простои, характеризующие потери автосамосвалами рабочего времени в течение смены в силу действия различных причин. Повышение значения среднетехнической эксплуатационной скорости движения автосамосвалов улучшает производственные показатели горнотранспортных работ в карьерах. В тоже время, в соответствии с Правилами безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом ДНАОП 1.2.90-1.01-94 согласно п. 318, скорость и порядок движения автомобилей на дорогах карьера устанавливается администрацией карьера с учетом местных условий. В условиях карьеров Вольногорского ГМК установлена скорость движения автосамосвалов БелАЗ-7548 не более 40 км/ч, за пределами карьера не более 20 км/ч, а для карьеров нерудных материалов с дорогами тяжелого профиля допустимая скорость движения автосамосвалов под уклон составляет 24 км/ч [2].

К существенным факторам, влияющим на скоростной режим эксплуатации карьерного автотранспорта, относятся: дорожные условия; климатические условия; режим работы (дневной, ночной, круглосуточный); горнотехнические условия (способ залегания полезного ископаемого, сложность выемки и транспортировки горных пород, эксплуатационные характеристики карьера); техническое состояние и структура парка большегрузных автосамосвалов (техниче-

ские характеристики и типы применяемых автосамосвалов, срок их эксплуатации и техническое состояние, состояние производственно-технической базы, квалификация обслуживающего персонала и т.д.). Существенную роль играет также и субъективный человеческий фактор, заставляющий водителей автосамосвалов превышать допустимые скорости движения в карьере в угоду увеличения количества ходок и сменной нормы выработки.

Таким образом, процесс движения автосамосвалов в карьерах представляет собой сложный, динамичный и ресурсоёмкий процесс, характеризующийся большой вариативностью условий эксплуатации, необходимостью высокой точности расчета и контроля скоростей движения, чтобы с одной стороны достичь максимально возможную среднетехническую эксплуатационную скорость движения автосамосвалов в заданных условиях, а с другой - обеспечить безопасность труда водителей, исключив превышения допустимых по правилам ТБ скоростей движения автосамосвалов. Особый интерес в этой связи всегда уделялся скоростным режимам движения автотранспорта, т.к. этот параметр является одним из наиболее весомых среди способов повышения производительности автосамосвалов в карьерах.

Скорость является важнейшим параметром при планировании транспортного цикла. На скоростные режимы движения оказывают влияние многие факторы. При движении по различным участкам карьерных автодорог водитель автосамосвала стремится к повышению скорости, что приводит к росту производительности. Однако скорость движения не должна быть выше значений, диктуемых условиями безопасности движения, особенностями эксплуатации крупногабаритных шин и тяговых двигателей большегрузных автосамосвалов.

Для исследования скоростных режимов большегрузных автосамосвалов был применен экспериментальный метод получения данных о реальных скоростных режимах движения автосамосвалов в различных условиях и, затем, проведена их обработка с помощью методов математической статистики. Этот метод позволяет получать наиболее точные и реальные результаты.

Исследования скоростных режимов работы большегрузных автосамосвалов были проведены в условиях карьеров Вольногорского ГМК, где в качестве транспортного оборудования применяются автосамосвалы БелАЗ-7548, грузоподъемностью 40 т.

При проведении замеров были использованы дифференциальные GPS приемники и радиооборудование на автосамосвалах для:

- вычисления в реальном времени местоположения каждого автосамосвала;
- вычисления в реальном времени скорости движения каждого автосамосвала;
- передачи информация о местоположении и скорости движения каждого автосамосвала и её накоплении в компьютерной базе данных.

Для ввода, хранения, выборки и обработки экспериментальных данных была разработана база данных Interbase (рис. 1).

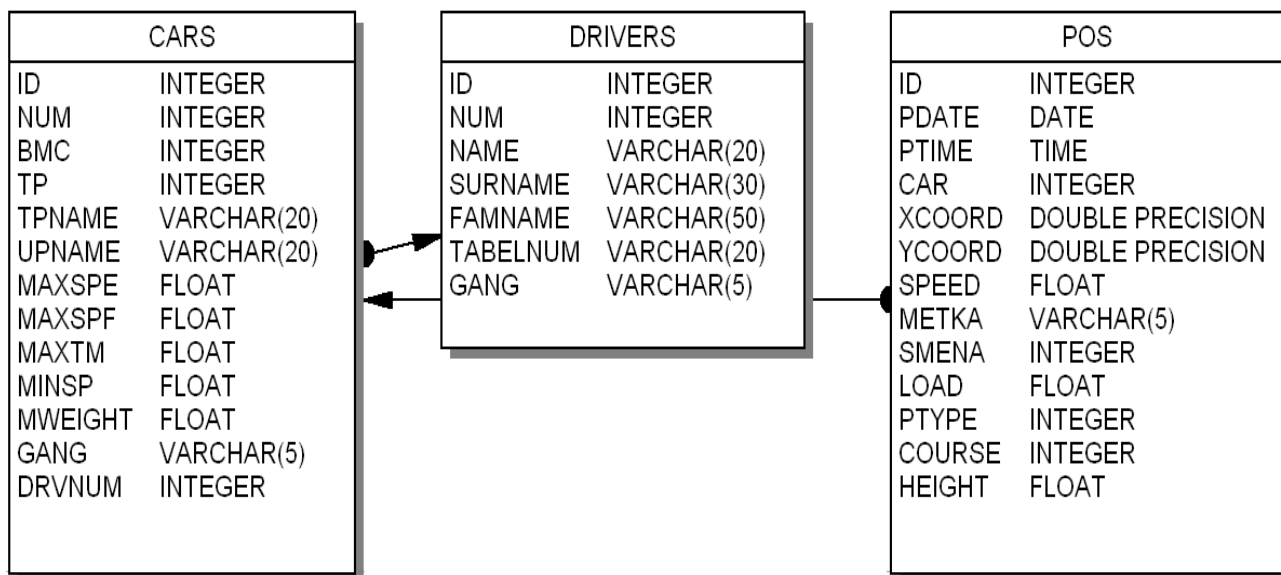


Рис. 1 - Структура разработанной компьютерной базы данных (Interbase)

В результате проведенных натурных экспериментов был накоплен обширный экспериментальный материал, включающий данные о дате, времени замера, местоположении и скорости автосамосвалов. Также были изучены цифровые планы карьеров, планы горных работ, планы территории карьера с временным распределением по месяцам. В экспериментальных замерах участвовало более 40 автосамосвалов в течение 2007, 2008 и 6 месяцев 2009 года, что позволило создать базу данных, включающую более чем 2,5 млн. измеренных значений исследуемых величин.

Исследование закономерностей движения большегрузных автосамосвалов в условиях карьера было проведено на базе разработанного программного обеспечения, которое выполняет следующие функции:

- загрузку и визуализацию цифрового плана карьера в формате Autocad;
- выборку экспериментальных данных из базы данных за исследуемый период в том числе время, местоположение и скорость выбранного автосамосвала;
- последовательную во времени привязку положения автосамосвала к цифровому плану карьера, с вычислением координат текущих высот автосамосвала при его движении в карьере;
- создание графика продольного профиля карьерной дороги, по которой движется выбранный большегрузный автосамосвал;
- создание графика изменения скорости движения автосамосвала по выбранной дороге;
- формирование выходных данных для последующего анализа.

Программное обеспечение (ПО) было создано для исследования скоростных режимов большегрузных автосамосвалов в среде Delphi (рис. 2).

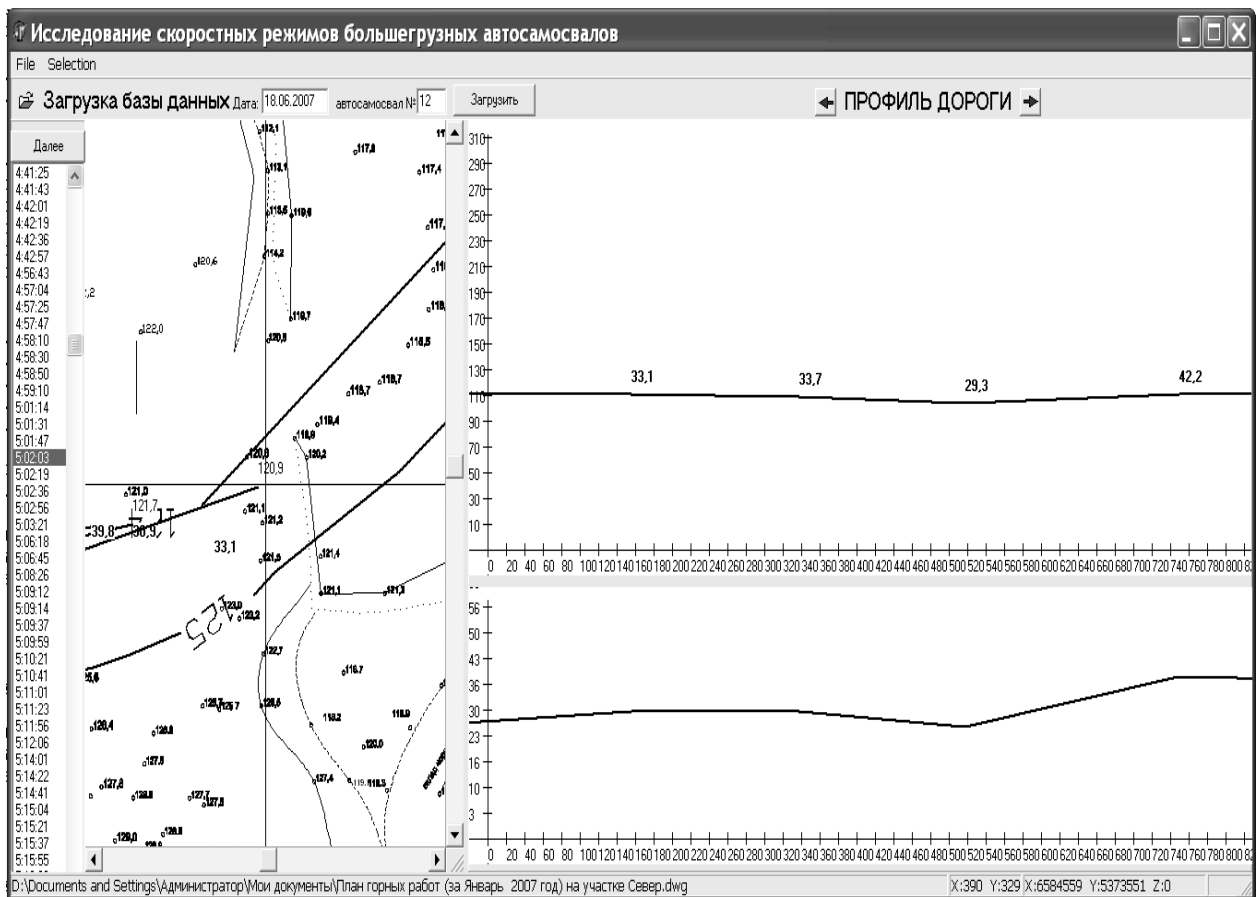


Рис. 2 - Главное окно ПО для исследования скоростных режимов движения большегрузных автосамосвалов в карьере

Проведенные исследования позволили установить ряд новых закономерностей, связанных с выбором текущего скоростного режима движения водителями большегрузных карьерных автосамосвалов в зависимости от величины продольного уклона участков карьерной дороги.

На рис. 3. приведен пример графика средней скорости движения автосамосвала БелАЗ-7548 при подъеме по дороге с различной величиной продольного уклона в карьере Вольногорского ГМК, который был получен на основании выходных данных, сформированных ПО.

Выполнен анализ скорости движения автосамосвалов БелАЗ-7548 в карьере при подъеме на дорогах с различными величинами продольного уклона. Установлено, что средняя скорость движения автосамосвалов снижается с увеличением значения уклона дороги, на этих участках дороги снижаются наблюдаемые максимальные скорости движения автосамосвалов, что не требует оперативного воздействия на водителей автосамосвалов с целью соблюдения ограничений скорости при подъемах по участкам дороги.

На рис. 4. приведен пример графика средней скорости движения автосамосвала БелАЗ-7548 при спуске на дорогах с различной величиной продольного уклона в карьерах Вольногорского ГМК.

На рис. 5. приведен пример графика максимальных скоростей движения

автосамосвала БелАЗ-7548 при спуске на дорогах с различной величиной продольного уклона в карьерах Вольногорского ГМК.

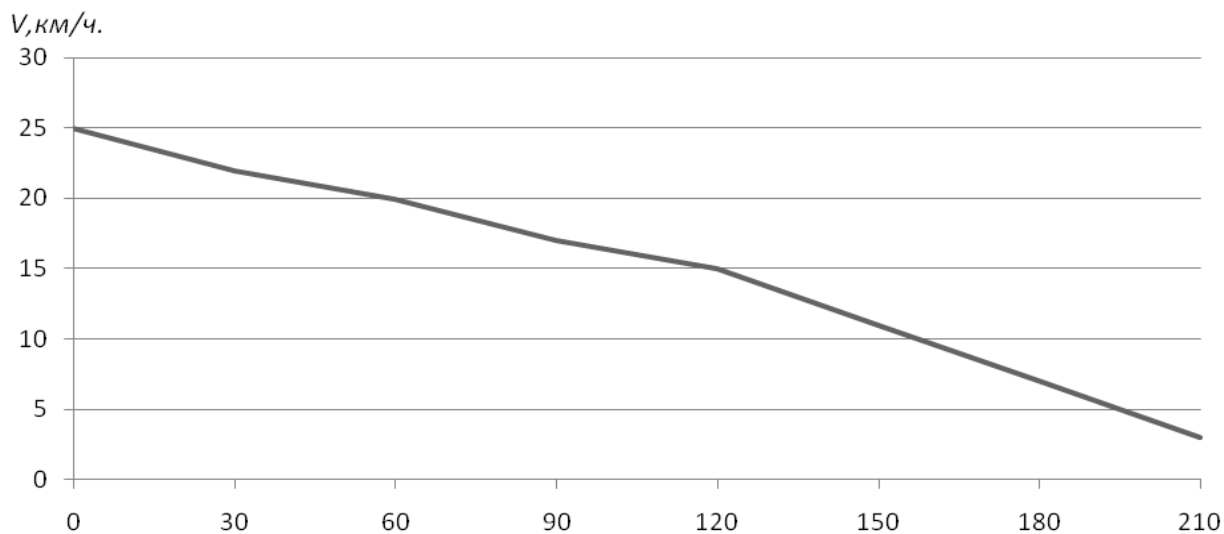


Рис. 3 - График средней скорости движения карьерных автосамосвалов при подъеме на дорогах с различной величиной уклона

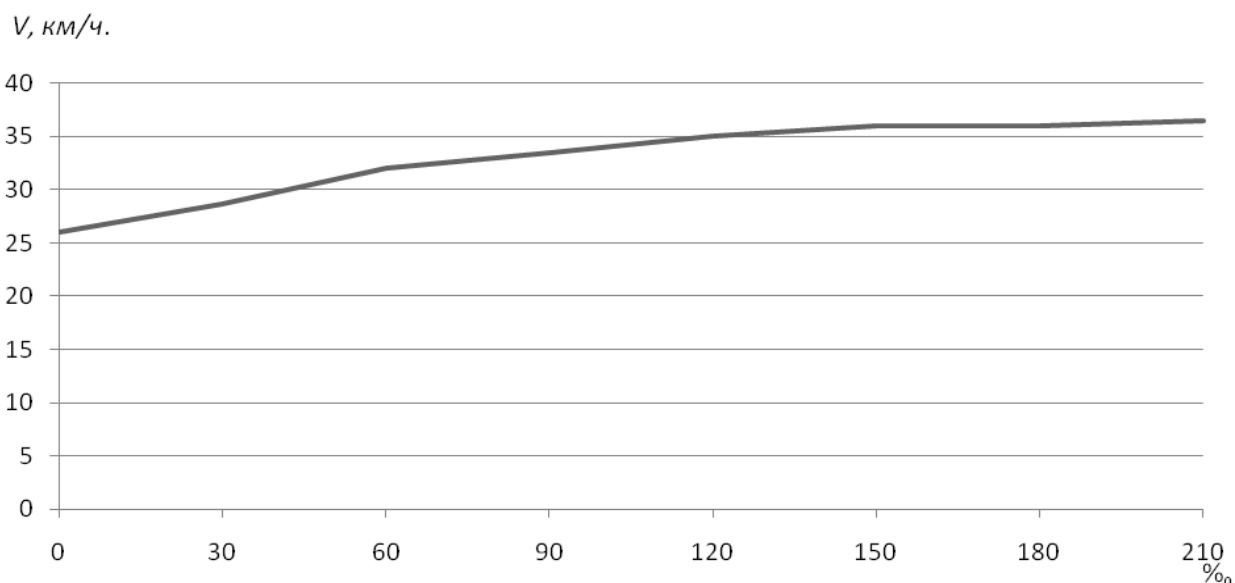


Рис. 4 - График средней скорости движения автосамосвалов при спуске на дорогах с различной величиной продольного уклона

По графическим данным можно установить, что средняя и максимальная скорость движения автосамосвалов увеличивается с ростом высоты уклона, по которому спускаются автосамосвалы. Это можно объяснить большой собственной и загруженной массой, значительной потенциальной энергией автосамосвалов, что приводит к увеличению скорости движения вследствие уменьшения нагрузки на двигатель. Пиковые значения скоростей движения

автосамосвалов на этих участках намного превосходят установленное техникой безопасности ограничение скорости движения автосамосвалов в карьерах Вольногорского ГМК, что говорит о необходимости организовать оперативное воздействие на водителей автосамосвалов с целью соблюдения ограничений скорости на этих участках дороги.

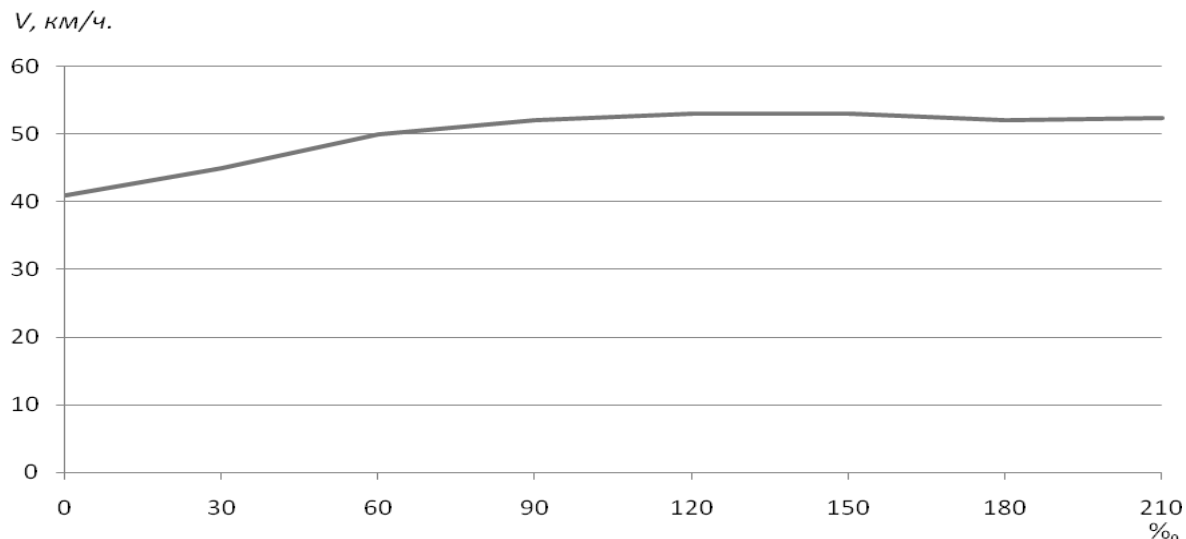


Рис. 5 - График максимальных скоростей движения автосамосвалов при спуске на дорогах с различной величиной продольного уклона

Результаты выполненных исследований были использованы для разработки рекомендаций по предупреждению нарушений требований техники безопасности и норм охраны труда водителями карьерных большегрузных автосамосвалов в условиях Вольногорского ГМК.

Выводы.

1. Разработан программный комплекс для анализа экспериментальных данных о скоростных режимах движения большегрузных автосамосвалов в карьере при различных уклонах карьерных дорог;

2. Исследованы скоростные режимы движения большегрузных автосамосвалов БелАЗ-7548 в условиях карьеров Вольногорского ГМК. Выполнен компьютерный анализ более чем 2,5 млн. значений измеренных скоростей движения автосамосвалов в карьере за период 2007, 2008 и 2009 гг. в зависимости от уклона дороги в карьере.

3. Установлена необходимость организации оперативного контроля за скоростью движения автосамосвала при спуске на карьерных дорогах со значительным уклоном. Впервые получены графики средней и максимальной скорости движения большегрузных автосамосвалов в карьере от величины продольного уклона участка дороги в условиях Вольногорского ГМК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление работой горнотранспортного оборудования на карьерах Вольногорского ГМК с применением радионавигационной системы : Зб. наук. праць Національної гірничої академії /А.В. Зберовский, Б.Е. Собко, О.П. Козакевич, Ю.Д. Баранов [и др.]. - Дніпропетровськ: РИК НГУ. - 2006. - №25. - С. 221-230.

2. Нормы технологического проектирования предприятий промышленности строительных материалов. - Л.: Гипронинеруд. - 1968.
3. Баранов, Ю.Д. Математическая модель движения карьерного автосамосвала : Зб. наук. праць Національної гірничої академії / Ю.Д. Баранов. - Дніпропетровськ: РИК НГУ. - 2004. - Т. 1, № 19. - С. 93-102.
4. Новизенцев, В.В. Влияние скорости на надежность работы водителя : Сб. науч. тр. / В.В. Новизенцев // Влияние скорости на режим и безопасности движения. - Москва: ВНИИБД МВД СССР. - С. 10 -14.

Рекомендовано до публікації д.т.н. М.С. Четвериком 20.08.09.