

## МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

*аспирант Зберовский В. А.*

*Днепродзержинский государственный технический университет*

**Постановка проблемы.** На карьерах Украины для перевозки горной массы используют автосамосвалов разной грузоподъемности и модификации с различным удельным расходом топлива. Большегрузные автосамосвалы является интенсивными передвижными источниками загрязнения воздуха продуктами сгорания топлива. Образование токсичных веществ при сжигании дизельного топлива связано с режимом работы двигателя, который зависит от технических характеристик автосамосвала, скорости движения, веса груза, характеристики трассы, ее протяженности и уклонов в карьере. Дизельные двигатели карьерных автосамосвалов 40-60% времени транспортного цикла работают в режиме полной нагрузки, 20-30% - на частичных нагрузках и 15-20% - на холостых оборотах (табл.1) [1].

Таблица 1

Концентрации вредных компонентов в выхлопе автосамосвала БелАЗ-540А

Компонент	Средняя концентрация, мг/м <sup>3</sup> при	
	холостом ходе и нагрузке до 50% номинальной	нагрузке от 50 % до 100% номинальной
Альдегиды по акролеину (СНО) <sub>n</sub>	50	150
Углероды по гексану С <sub>n</sub> Н <sub>m</sub>	60	90
Окись углерода СО	600	1200
Сажа по углероду С	50	1000
Окислы азота по N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1000	2000
Канцероген по 3,4-бензапирену С <sub>20</sub> Н <sub>12</sub>	Менее 10 <sup>-3</sup>	До 10 <sup>-3</sup>

Снижение расхода топлива при работе карьерных автосамосвалов прямо пропорционально снижению уровня загрязнения атмосферы выхлопными газами. В работе [2] нами были рассмотрены принципы создания автоматизированной системы экологического мониторинга работы большегрузных автосамосвалов в карьерах, обеспечивающей минимальный расход топлива и показана необходимость точного расчета и контроля расхода топлива и скоростей движения, чтобы с одной стороны автосамосвал достигал максимально возможную среднетехническую эксплуатационную скорость движения в заданных условиях, а с другой - не допустить необоснованного перерасхода топлива и повышение выбросов в атмосферу вредных выхлопных газов. Таким образом, создание системы повышения экологических параметров эксплуатации карьерных автосамосвалов и разработка схем алгоритмов работы

её подсистем является актуальной экологической задачей, которая совпадает с приоритетными научными направлениями МОН, утвержденными КМ Украины (секция 9 "Охрана окружающей среды").

Несмотря на достаточный объем разработок по моделированию работы автомобильных комплексов карьеров большинство разработок не доведены до практической реализации. Существующие методы и модели расчетов скоростных режимов движения автосамосвалов в карьерах не позволяют решать задачи дистанционного контроля экологических параметров работы автосамосвалов в реальном масштабе времени, в том числе вопросы автоматизированного управления скоростным режимом движения, обеспечивающего минимальный расход топлива и снижение вредных выбросов в атмосферу.

**Целью работы** является разработка методики создания системы повышения экологических параметров эксплуатации карьерных автосамосвалов на основе минимизации расхода дизельного топлива и снижения уровня загрязнения атмосферы продуктами его сгорания. При этом были поставлены и решены следующие задачи: провести анализ скорости движения автосамосвалов и расхода топлива при работе большегрузных автосамосвалов в карьерах; разработать требования к системе повышения экологических параметров эксплуатации карьерных автосамосвалов; разработать управляющие алгоритмы подсистем в системе повышения экологических параметров автосамосвалов.

**Изложение основного материала исследований.** Исследования были проведены в условиях карьеров Вольногорского ГМК, где в качестве транспортного оборудования применяются автосамосвалы БелАЗ-7548 грузоподъемностью 40 т и внедрена система диспетчеризации на основе спутниковой навигации для автоматизации работы горнотранспортного оборудования в карьерах [3]. Однако вопросы применения GPS и ГИС-технологий для создания автоматизированной системы повышения экологических параметров работы большегрузных автосамосвалов в карьерах до настоящего времени детально не исследованы. Измерения текущих координат, скорости движения автосамосвала и расхода топлива выполнялось с использованием штатного навесного навигационного оборудования, включающего GPS приемник с радиопередатчиком, размещенных над кабиной автосамосвала.

Проведен компьютерный анализ и обработка более 60000 значений скоростей движения автосамосвалов в карьере в зависимости от метеофакторов, времени суток и времени года и установлено, что практически все автосамосвалы превышали установленный правилами безопасности скоростной режим. Показано, что наибольшее количество нарушений происходит в периоды с 6 до 8 часов и с 15 до 17 часов.

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 ми-

нимальный расход топлива и выброс выхлопных газов, исключив превышения допустимых по правилам ТБ скоростей движения автосамосвалов.

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 экологическими факторами, условиями безопасности движения, особенностями эксплуатации крупногабаритных шин и тяговых двигателей большегрузных автосамосвалов.

Согласно п. 318 Правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом ДНАОП 1.2.90-1.01-94, 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.

На рис. 1 приведены графики средней скорости движения автосамосвала БелАЗ-7548 при движении по дорогам с различной величиной продольного уклона в карьерах Вольногорского ГМК.

Установлено, что с увеличением уклона дороги, средняя и максимальные скорости движения автосамосвалов на этих участках дороги снижаются, что не требует оперативного воздействия на водителей автосамосвалов с целью соблюдения ограничений скорости при подъемах по участкам дороги, однако в этот период нагрузка на двигатель максимальная, что приводит к повышению уровня загрязнения атмосферы выхлопными газами.

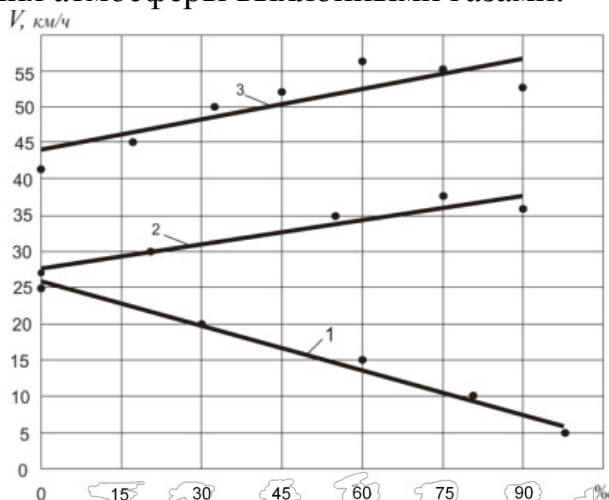


Рис. 1. График средней скорости движения карьерных автосамосвалов при движении на дорогах с различной величиной уклона

График 1 на рис. 1 соответствует средней скорости движения автосамосвала БелАЗ-7548 при подъеме, график 2 соответствует средней скорости движения при спуске, а график 3 – максимальным скоростям движения при спуске на дорогах с различной величиной продольного уклона.

Полученные результаты показывают, что средняя и максимальная скорость движения автосамосвалов при спуске под уклон увеличивается с ростом величины уклона. Пиковые значения скоростей движения автосамосва-

лов на этих участках намного превосходят установленное техникой безопасности ограничение скорости движения автосамосвалов, что приводит к перерасходу топлива, увеличению выброса вредных газов и свидетельствует о необходимости организовать оперативное воздействие на водителей автосамосвалов с целью соблюдения оптимальной с технологической и экологической точек зрения скорости движения на этих участках дороги.

Для создаваемой системы повышения экологических параметров карьерных автосамосвалов были определены следующие основные требования:

1. Использование дифференциальных GPS приемников и радиооборудования на всех автосамосвалах находящихся в карьере для:

- определения в реальном времени местоположения каждого автосамосвала;
- определения в реальном времени расхода топлива, скорости движения каждого автосамосвала и уровня загрязнения атмосферы выхлопными газами;
- передачи информации о каждом автосамосвале и её накоплении в компьютерной базе данных;
- подачи визуального и звукового предупреждения в кабину автосамосвала в момент, когда транспортное средство нарушает установленные экологической службой карьера параметры.

2. Использование цифровых планов карьеров, планов горных работ, планов прикарьерной территории и геоинформационного обеспечения для создания трехмерных моделей загрязнения атмосферы карьеров и прилегающей территории, визуализации карьерной сети автодорог.

3. Использование GPS приемников карьерных автосамосвалов и средств электронной геодезии для поддержания в актуальном состоянии и обновления трехмерной цифровой карты карьерных автодорог и прилегающей территории.

4. Постоянно контролируемые параметры системы должны включать: оптимальную скорость автосамосвала по эксплуатационному и экологическому фактору; категорию сложности карьерной трассы; углы уклона продольного профиля на каждом характерном участке трассы; основные метеопараметры; вес перевозимого груза; расход топлива; фоновый уровень загрязнения атмосферы и уровень загрязнения атмосферы выхлопными газами на каждом характерном участке трассы; запыленность воздуха.

Система повышения экологических параметров автосамосвалов должна включать две подсистемы: мобильно-бортовую, устанавливаемую на борту автосамосвала и диспетчерскую подсистему. Структурная схема аппаратного комплекса мобильно-бортовой подсистемы приведена на рис. 2, а структурная схема диспетчерской подсистемы на рис. 3.

Для реализации мобильно-бортовой подсистемы и диспетчерской подсистемы предложены алгоритмы их работы в карьере. Пример схемы алгоритма работы мобильно-бортовой подсистемы показан на рис. 4.

**Выводы.** По результатам анализа скорости движения автосамосвалов и расхода топлива при работе большегрузных автосамосвалов в карьерах Вольногорского ГМК установлены закономерности изменения средней скорости движения карьерных автосамосвалов при движении на дорогах с различной

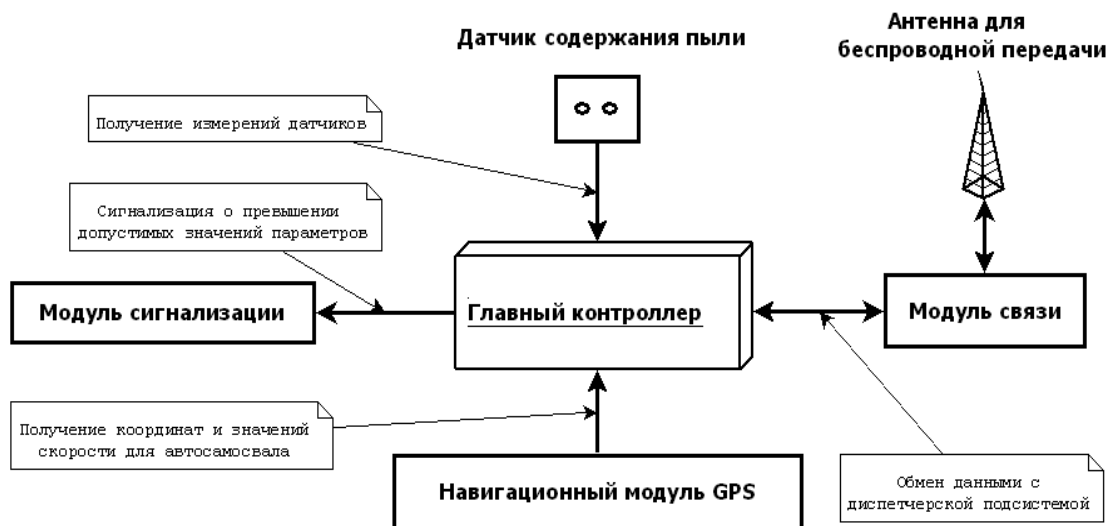


Рис. 2. Структурная схема аппаратного комплекса мобильно-бортовой подсистемы



Рис. 3. Структурная схема диспетчерской подсистемы

величиной уклона; разработаны требования к системе повышения экологических параметров эксплуатации карьерных автосамосвалов; предложены структурные схемы аппаратного комплекса мобильно-бортовой и диспетчерской подсистем; разработаны управляющие алгоритмы подсистем в системе повышения экологических параметров автосамосвалов. В совокупности полученные результаты позволяют предложить методику создания системы повышения экологических параметров при эксплуатации карьерных автосамосвалов и схемы алгоритмов работы её подсистем, обеспечивающие минимальный расход топлива и снижение загрязнения атмосферы.

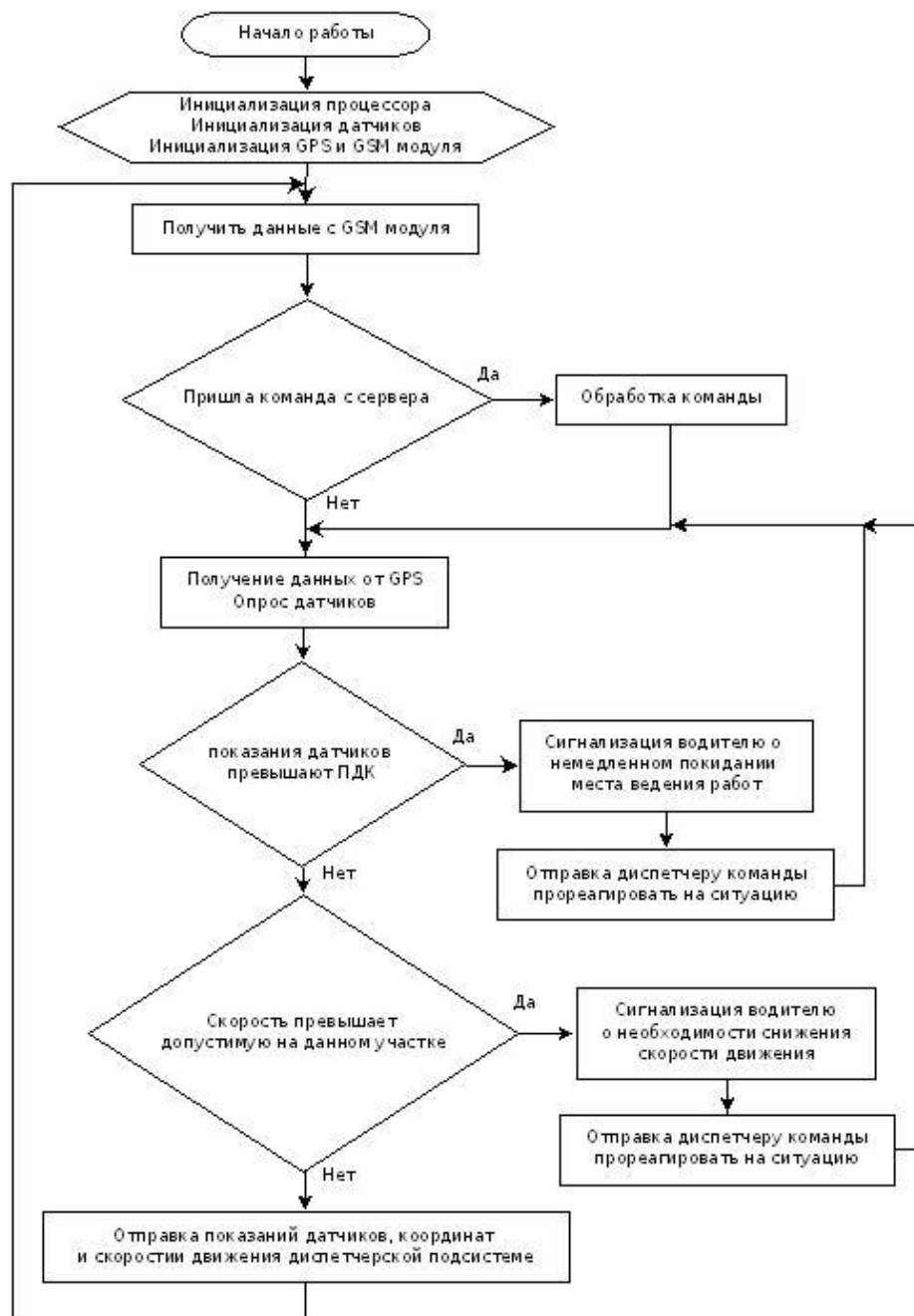


Рис. 4. Схема алгоритма работы мобильно-бортовой подсистемы

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Филатов С.С. Вентиляция карьеров.- М.: Недра, 1981, 206 с.
2. Зберовский В.А. Разработка автоматизированной системы экологического мониторинга работы карьерных автосамосвалов.- Збірник наукових праць НГУ.- Дніпропетровськ: Літограф.- 2013.-№ 43.- С. 198-206.
3. Баранов Ю.Д. Основные положения и технические требования создания навигационной системы управления горнотранспортным оборудованием карьера.- Сборник научных трудов НГУ №18, Днепропетровск; РИК НГУ, 2003, С. 174-185.