

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ САМОСВАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВО**

**Картынник А.А., Перковский М.А. студенты**

***Научный руководитель Вершиловский В.А.***

***Белорусский национальный технический университет, Беларусь***

*В настоящее время наблюдается тенденция внедрения беспилотных систем управления в транспортные отрасли с целью повышения безопасности. В данной статье рассматривается возможность внедрения подобных систем в область горной промышленности.*

*Ключевые слова: беспилотный самосвал, горная промышленность, безопасность.*

Горнодобывающая и строительная отрасли традиционно связаны с высокими рисками для здоровья и жизни персонала: работа в карьерах подразумевает воздействие множества опасных факторов - от тяжёлой техники и нестабильных горных пород до сложных климатических условий и ограниченной видимости. Несмотря на внедрение современных стандартов охраны труда и техники безопасности, производственный травматизм остаётся актуальной проблемой, требующей новых решений.

Одной из главных причин чрезвычайных ситуаций на горных предприятиях является наличие человека за органами управления рабочей техники. Усталость, невнимательность, спешка и человеческий фактор зачастую приводят к происшествиям на рабочих площадках.

Техника с беспилотным способом управления также позволяет работать в условиях плохой видимости за счёт прокладывания маршрутов с использованием GPS и применения различных датчиков определения расстояния, человек же в подобных условиях имеет достаточно высокий риск вовремя не заметить угрозу, что может привести к серьёзным последствиям вплоть до серьёзных повреждения техники и даже к причинения вреда здоровью, и, возможно, к смерти человека. Беспилотные самосвалы позволяют исключить человеческий фактор и значительно снизить процент чрезвычайных происшествий.

Использование беспилотных самосвалов позволяет проводить добычу полезных ископаемых в местах, где человек не может находиться. Подобные системы были протестированы за рубежом. На свинцово-цинковом руднике Хошаюнь, расположенном на высоте 5600 метров в горах Куньлунь, успешно завершились испытания полностью беспилотных карьерных самосвалов. Рудник, открытый в 2016 году, находится выше самого

высокогорного поселения в мире. Уровень кислорода там катастрофически низок, а экстремальные ветра и вечная мерзлота создают непригодные условия труда для персонала. Традиционная добыча была бы неэффективной и смертельно опасной. Ответом стал флот беспилотных самосвалов, интегрированных со сверхскоростной сетью 5G. [1]

Контроль за беспилотным парком происходит в режиме реального времени и позволяет работать на упреждение: планировать логистику, прогнозировать объёмы добычи, оптимизировать маршруты и своевременно проходить техобслуживание. [2]

На данный момент до 30% стоимости транспортировки продукции уходит на фонд оплаты труда водителей. В случае с автономными электрогрузовиками эти затраты сокращаются. Данный транспорт может быть в строю круглосуточно, не придерживаясь строгого регламента по времени работы и отдыха, который предусмотрен для водителей большегрузов, что позволяет повышать производительность автосамосвалов. Также стоимость затрат на транспортировку продукции снижается за счет оптимизации перевозок: выбор более оптимальных маршрутов, меньший расход топлива за счет правильного управления скоростью самосвала, снижение затрат на ремонт за счет более правильного использования рабочих органов самосвала. [2]

Но есть условия, где по крайней мере необходимо присутствие дистанционного оператора. Там, где нормативная база не позволяет использовать полностью автономное управление. В местах, где технологическая дорога пересекает дорогу общего пользования, оператор должен взять управление в свои руки. Однако с точки зрения технологий автоматизации система может полностью обходиться без вмешательства человека. [3]

Беспилотники — не массовый инструмент, ведь их рентабельно применять далеко не на всех производствах. Для достижения окупаемости вложений в технологию в 25-30% требуется не менее 3-5 лет даже на самых простых проектах. Текущая ключевая ставка и ситуация у добывающих предприятий не позволяют заказчикам инвестировать в подобные проекты. Инвестиции могут быть оправданы на Greenfield проектах, а не на уже действующих месторождениях. Иначе окупаемость растягивается на 8-10 лет, что нереально в текущих реалиях. Таким образом беспилотные автосамосвалы имеет смысл внедрять только на карьеры «долгожители».

Кроме того, в России и Беларуси нет промышленных апробированных решений. Есть отдельные пилоты на разных участках и с разным оборудованием, но роботов с полным циклом пока нет.

Вместе с этим на данный момент в Беларуси и России нет чётких правил применения беспилотных автосамосвалов, что не даёт возможности применить технологию на территории государств. Для полноценной работы автономной техники необходимо менять законодательство, которое регулирует технологии ведения горных работ. В России этим ведаёт Ростехнадзор. Существуют определенные требования с точки зрения безопасности по уклонам дорог, высоте и углу бортов в карьере. Когда в карьере работает беспилотный автосамосвал, можно сужать дороги, менять углы бортов. Это, в свою очередь, сокращает вывоз пустой породы, что тоже положительно влияет на экономическую часть горных предприятий. [3]

В целом, не смотря на ряд ограничений, беспилотный автосамосвал является перспективной технологией. Его внедрение позволит значительно повысить уровень безопасности на карьерах и даст возможность заметно снизить затраты на транспортировку горных пород на крупных карьерах.

### **Литература:**

1. Самосвалы-беспилотники испытаны на самой высокой в мире шахте [Электронный ресурс]. - URL: <https://hi-tech.mail.ru/news/144922-rossiyan-predupredili-ob-otsutstvii-otvetstvennosti-platform/?from=swap&swap=2> (дата обращения 03.04.2026).

2. Беспилотные самосвалы в добывающей отрасли: преимущества и перспективы [Электронный ресурс]. - URL: <https://dprom.online/mining/byesplotnie-samosvali-v-dobivayushheyi-otrasle/> (дата обращения 03.04.2026).

3. Как БЕЛАЗы ездят без водителя [Электронный ресурс]. - URL: <https://bntu.by/be/news/4403-kak-belazy-ezdyat-bez-voditelya> (дата обращения 03.04.2026).