

**УДК 159.99**

Игнатова Алла Юрьевна, магистрант, гр. МРм-231, II курс  
Реводько Анна Андреевна, магистрант, гр. ГБм-241, I курс  
(КузГТУ, г. Кемерово)  
Ignatova Alla Yurievna, master's student, gr. MRm-231, II course  
Revodko Anna Andreevna, student gr. GBm-241, III course  
(KuzGTU, Kemerovo)

**РЕАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ  
И РОБОТИЗАЦИЯ ГОРНОЙ ОТРАСЛИ****REALITY AND PROSPECTS OF AUTOMATION  
AND ROBOTICS OF THE MINING INDUSTRY**

Аннотация. В статье рассмотрены причины, по которым горнодобывающие компании автоматизируют свою деятельность, преимущества использования робототехники в добыче полезных ископаемых, объекты, которые хорошо подходят для автоматизации, а также наиболее распространенные типы роботов, используемых в отрасли.

Abstract. This article discusses the reasons why mining companies automate their operations, the benefits of using robotics in mining, objects that are well suited for automation, and the most common types of robots used in the industry.

За последние десятилетия технология автоматизации изменила многие отрасли промышленности, но лишь недавно роботы стали использоваться в горнодобывающей отрасли. Поскольку горнодобывающие компании сталкиваются с растущим давлением в плане повышения производительности, снижения затрат и повышения безопасности работников, использование горнодобывающих роботов становится все более распространенным. От автономных грузовиков до дистанционно управляемых буровых машин, горнодобывающие роботы меняют облик этой критической отрасли [2].

Почему горнодобывающая промышленность автоматизируется?

Горнодобывающая отрасль исторически избегала автоматизации, поскольку полагалась на известные и надежные технологии. Кроме того, в прошлом компании с трудом внедряли технологии автоматизации [3].

Горнодобывающие операции огромны по масштабу - как по физическим размерам, так и по сложности эксплуатации. Трансформация этих процессов может быть колоссальным начинанием и обычно требует трех компонентов:

1. Внедрение технологий.
2. Адаптация существующих операций.
3. Трансформация культуры и возможностей горнодобывающей промышленности.

Внедрение требуемой технологии без адаптации существующих операций и изменения культуры будет недостаточным. Тем не менее, горнодобывающие компании добиваются успеха благодаря все большему количеству оригинальных производителей оборудования (ОЕМ-производители), инвестирующих в технологии автоматизации для горнодобывающей промышленности.

Этот успех приносит с собой практические примеры, на которые горнодобывающие компании могут ссылаться для своих собственных проектов автоматизации. Кроме того, ОЕМ-производители часто консультируют компании по вопросам интеграции автоматизированных систем в их существующие операции и преобразования корпоративной культуры.

В дополнение к возросшему принятию и доступности решений по автоматизации, горнодобывающая промышленность сталкивается с рядом проблем, которые в настоящее время стимулируют внедрение новых технологий. К этим основным проблемам относятся:

- Вопросы безопасности труда.
- Неблагоприятное воздействие на окружающую среду.
- Нехватка квалифицированных кадров.

Безопасность рабочих всегда была проблемой. Горнодобывающая промышленность - опасная отрасль, в которой рабочие подвергаются различным рискам. К распространенным опасностям относятся:

- Физические опасности – обвалы, камнепады, взрывы, нарушения свода, аварии транспортных средств, утопление, вибрация и другие
- Биологические опасности – воздействие ядовитых паров, пыли, различных растворителей, используемых для разделения минералов, и тяжелых металлов.
- Эргономические опасности – кумулятивные травмы из-за подъема тяжестей и повторяющихся движений, чрезмерного воздействия жары или холода, а также травмы опорно-двигательного аппарата, связанные с горнодобывающими работами.

Добыча полезных ископаемых требует значительных затрат энергии на питание оборудования и машин, а также на отопление, вентиляцию и освещение. Эта энергия часто вырабатывается из ископаемого топлива, которое выделяет парниковые газы, такие как углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) и закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

Горнодобывающая промышленность в значительной степени зависит от транспорта для перемещения оборудования, материалов и продуктов. Этот транспорт генерирует выбросы от сжигания ископаемого топлива в грузовиках, кораблях и других транспортных средствах [1].

Добыча и переработка минералов и металлов также может генерировать значительные выбросы, особенно на этапе переработки. Например, плавка металлических руд обычно включает высокие температуры и химические реакции, которые выделяют парниковые газы и другие загрязняющие вещества.

Добыча полезных ископаемых также может способствовать выбросам через изменение почвы и ландшафта, например, вырубку лесов, деградацию земель и разрушение среды обитания. Эти виды деятельности высвобождают углерод, хранящийся в деревьях и почве, а также нарушают местные экосистемы.

Наконец, горнодобывающая промышленность сталкивается с нехваткой высококвалифицированных кадров, что может затруднить поддержание операций и удовлетворение спроса.

Авторами проведен опрос среди 200 студентов Горного института КузГТУ, выявлено, что 42 % студентов не рассматривают карьеру в горнодобывающем секторе. Эта неудовлетворительная статистика отражает растущую проблему привлечения работников для угольных предприятий.

Одно из наиболее значимых и важных преимуществ автоматизации горнодобывающей промышленности – это повышение безопасности. Прямое воздействие процессов добычи и эксплуатации оборудования представляет риск для жизни и здоровья шахтеров. Уменьшая время нахождения людей в опасных зонах или исключая это, предприятия снижают риск получения травм и профессиональных заболеваний.

Кроме того, автоматизированное горнодобывающее оборудование может контролировать производительность оборудования и выявлять потенциальные проблемы, помогая предотвращать поломки, приводящие к авариям и инцидентам.

С помощью автоматизации можно оптимизировать потребление ресурсов и снизить воздействие на окружающую среду.

Например, автоматизированное оборудование может оптимизировать использование энергии, уменьшить выбросы парниковых газов, сократить потребление воды.

Автоматизация помогает сократить затраты на рабочую силу и повысить производительность, сделав горнодобывающую отрасль более конкурентоспособной в долгосрочной перспективе.

В таких областях горнодобывающей промышленности, как перевозка, бурение и взрывные работы, началось внедрение робототехнических устройств.

Горнодобывающие роботы уникальны тем, что многие из них выпускаются в полу- и полностью автономных моделях или имеют переключаемые режимы. Горнодобывающие роботы, как правило, специально изготавливаются из-за особых требований горной отрасли. Распространенные типы

роботов в горнодобывающей промышленности включают автономные грузовики, буровые работы и роботизированные конвейерные системы.

Перевозка.

Транспортировка является ключевой задачей в промышленности. Она необходима для перемещения материала из карьера для выгрузки и дальнейшей обработки. Обычно этим занимаются операторы-люди, управляющие большими самосвалами. Однако компании считают беспилотные грузовики ценными для транспортных задач.

Автономные самосвалы обычно используются в карьерах, где они могут перевозить полезное ископаемое и вскрышную породу без необходимости в водителях-людях. Автономные устройства выглядят почти так же, как и обычные самосвалы, они оснащены набором датчиков для планирования траектории, обхода препятствий и отслеживания по GPS. Несколько самосвалов могут работать вместе как единый механизм с системами управления автопарком.

Конструкторы Научно-технического центра ПАО «КАМАЗ» разработали уникальный самосвал КАМАЗ-6559 «Юпитер 30». Он предназначен для перевозки разрыхленной горной массы или руды без присутствия людей в опасной зоне, предназначенный для карьерных работ в автономном режиме. Часто называемые автономными системами транспортировки (AHS), эти грузовики используют комбинацию датчиков и технологии GPS для навигации по участку добычи и безопасной и эффективной транспортировки материалов. По сравнению с водителями-людьми, автономные грузовики могут работать 24 ч в сутки, снижать риск аварийных ситуаций, оптимизировать маршруты, уменьшать расход топлива и повышать производительность.

ПАО «КАМАЗ» ведут работы по настройке всех систем автомобиля. После полигонных испытаний в Научно-техническом центре «КАМАЗа» самосвал будет передан холдинговой компании «СДС-Уголь» для опытной эксплуатации в разрезе «Черниговский» (Кемеровская область).



Бурение и взрывные работы.

Буровые роботы используются для подземного бурения скважин, для взрывных работ и разведки. Буровые роботы обычно имеют форму вездеходов или полномасштабных буровзрывных установок. Такая конструкция обеспечивает достаточную мобильность и мощность бурения.

Автономные буровые и взрывные платформы оснащены целым рядом датчиков. Системы GPS и визуальные системы помогают в навигации и планировании пути. Сложные измерительные инструменты позволяют этим системам сообщать о таких показателях, как фрагментация взрыва. Эти данные поступают в систему управления, позволяя операторам оптимизировать исторические данные о взрывных работах по всему парку.

Эти роботы могут работать в таких опасных и сложных для человека местах, как узкие туннели и неустойчивые скальные образования. Роботы для подземных работ также могут повысить точность и скорость, уменьшить количество отходов и увеличить производительность.

ZR RoboDrill. Система роботизации буровых станков обеспечивает высокоточное наведение и полностью автономное бурение. Совместима с техникой большинства производителей. Функциональность зависит от комплектации робота.

Функционал ZR Robo-Drill Full-Auto:

- полностью автономное перемещение между запроектированными скважинами;
- продвинутая система предотвращения столкновений с определением бровки;
- автоматическое горизонтирование и поддержание уровня во время бурения;
- автоматический запуск бурения после наведения;

- автоматическая синхронизация бурового парка на месте стоянки.

Опытном внедрения такой системы бурения поделилась одна из крупнейших компаний в мире СУЭК. В 2019 г. на Тугнуйском угольном разрезе в Бурятии начали использовать автономный буровой станок - PitViper 271. Опытно-промышленная эксплуатация показала, что система мгновенно реагирует на превышение критических параметров, а также предотвращает работу бурстанка в неоптимальных диапазонах.

Роботы все чаще используются в горнодобывающей промышленности для выполнения геологоразведочных работ, таких как картирование и поиск. Для этих задач обычно используются вездеходные роботы, беспилотники и подводные роботы.

Одним из новейших образцов в данной области является бионический скоростной робот с автоматической навигацией Deerp Robotics X20. Эти роботы оснащены датчиками и камерами, позволяющие обнаруживать геологические особенности и анализировать образцы грунта. Они могут работать в удаленных и опасных зонах, куда трудно добраться человеку, например, в подземных туннелях, на глубоководных морских глубинах и в полярных регионах. Впервые в России испытание новой технологии прошло летом 2024 года на руднике Усольского калийного комбината предприятия «ЕвроХим» прошли испытания беспилотной робособаки в подземных условиях.



Геологоразведочные работы могут быть дорогостоящими, опасными и наносить вред окружающей среде, если они ведутся обычным способом.

Кроме того, разведка в нестабильных туннелях, склонных к обрушению и затоплению, опасна. Роботизированная разведка позволяет сократить расходы и снизить риск для персонала. Кроме того, роботизированная разведка может снизить воздействие горных работ на окружающую среду, поскольку месторождения можно обнаружить без необходимости проведения масштабных земляных работ или бурения.

В целом технология автоматизации принесла горнодобывающей промышленности значительные достижения и преимущества. Поскольку горнодобывающая промышленность продолжает сталкиваться с такими проблемами, как растущая нехватка рабочей силы и ужесточение экологических норм, технологии автоматизации будут и дальше играть важную роль в успехе горнодобывающей промышленности.

Внедряя роботизированные технологии, горнодобывающие компании смогут решить проблемы, угрожающие росту отрасли, такие как вопросы безопасности, ужесточение экологических норм и требований к устойчивому развитию, а также нехватка рабочей силы.

#### Список литературы

1. Фомин А.И. Безопасная эксплуатация промышленных зданий и сооружений / А.И. Фомин; КузГТУ. – Кемерово, 2016. – 25 с.
2. Макаров И. М. Робототехника: История и перспективы / И. М. Макаров, Ю. И. Топчеев. – М.: Наука, 2003. – 349 с.
3. Поезжаева Е.В. Роботизация шахтного дела / Е.В. Поезжаева, М. Н. Мисюров, А. А. Сергеев // Науковедение. – 2015. - № 3. – С. 52-57.