

**ТЕХНОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК БЕСПИЛОТНЫМИ
СРЕДСТВАМИ****Зимовин А. А.****Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Платунов А. Е.**

Введение. Современная горное производство сталкивается с необходимостью повышения эффективности и безопасности исследования горных выработок. За последние годы сфера исследования полезных ископаемых претерпела значительные изменения, обусловленные развитием технологий и растущим спросом на эффективные, экономически целесообразные и безопасные методы ведения работ. Традиционные методы разведки месторождений, несмотря на их отработанность, зачастую сталкиваются с рядом ограничений, таких как высокая трудоемкость, недоступность удаленных или опасных участков, а также значительные временные и финансовые затраты. В условиях растущего глобального спроса на минеральные ресурсы и ужесточения экологических норм возникает острая необходимость в поиске инновационных решений, способных решить существующие проблемы.

Основная часть. В рамках исследования проводится комплексный анализ инженерных требований к беспилотным роверам, предназначенным для работы в разнородных условиях: подземных шахтах, наземных карьерах и подводных месторождениям [1]. Особое внимание уделяется разработке гибридных систем управления, сочетающих радиоканалы для ближней связи и mesh-сети для обеспечения стабильной работы в глубоких подземных выработках. Для решения проблемы навигации в зонах без доступа к GPS рассматриваются адаптивные алгоритмы SLAM, дополненные данными лидаров и инерциальных датчиков, что позволяет роверам ориентироваться в сложных пространствах. Важным аспектом является оснащением роверов специализированными сенсорами: гиперспектральными сенсорами для идентификации минералов, газоанализаторами для мониторинга опасных концентраций метана и георадарами для изучения структуры пород [2]. На примере практических кейсов (таких как внедрение роверов в угольных шахтах Кузбасса или подводных исследованиях Антарктики) демонстрирует их роль в создании высокоточных 3D-карт выработок и оперативном выявлении аварийно-опасных участков. Кроме того, в работе затрагиваются вопросы энергоэффективности: модульные батареи, системы рекуперации энергии и альтернативные источники питания, позволяющие увеличить продолжительность выполнения задач. Обсуждаются текущие ограничения и возможности, включая зависимость от внешних условий, задержки передачи данных и сложности обработки массивов информации. В заключительной части обозначаются перспективные направления, такие как использование роевых систем с распределенным управлением искусственным интеллектом, а также интеграция роверов с дронами для создания комплексных цифровых моделей месторождений [3]. Этот подход не только повышает безопасность персонала, но и способствует минимизации экологического ущерба, что особенно актуально в условиях ужесточения регуляторных требований.

Выводы. В докладе будут рассмотрены особенности применения беспилотных средств при исследовании горных выработок при добыче наземных, подводных и земных пород. Будут обсуждаться требования к проектированию дистанционного ровера, а также его функциональные требования, например: исследования опасных зон, сбор данных с помощью сенсоров, камер, а также 3D-картографирование горных выработок.

Список использованных источников:

1. Афанасьева Е. О. Использование беспилотных летательных аппаратов в маркшейдерии //Современные вопросы естествознания и экономики. – 2020. – С. 190-192.

2. Прокопьева В. М., Каймонов М. В. Обзор роботизированной техники в горном деле // Интерактивная наука. 2023. №8 (84).
3. Хазин Марк Леонтьевич Роботизированная техника для добычи полезных ископаемых // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 2020. №1.