

УДК 622.831.1 © М.А. Шахраманьян✉, П.С. Балицкий,  
О.Н. Зайцев, А.А. Лопухов, 2026

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации», 125167, г. Москва, Россия  
✉ e-mail: MASHakhramanyan@fa.ru

UDC 622.831.1 © M.A. Shakhramanyan✉, P.S. Balitskij,  
O.N. Zajtsev, A.A. Lopukhov, 2026

Financial University under the Government of the Russian Federation,  
Moscow, 125167, Russian Federation  
✉ e-mail: MASHakhramanyan@fa.ru

# Мониторинг состояния горного массива в задачах обеспечения безопасности угольных шахт

## Monitoring rock mass condition as part of coal mine safety measures

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2026-03-116-118>

### ШАХРАМАНЬЯН М.А.

Доктор техн. наук, профессор,  
профессор кафедры  
«Безопасность жизнедеятельности»  
ФГБОУ ВО «Финансовый университет при  
Правительстве Российской Федерации»,  
125167, г. Москва, Россия,  
e-mail: MASHakhramanyan@fa.ru

### БАЛИЦКИЙ П.С.

Канд. военных наук, доцент, доцент  
кафедры «Безопасности жизнедеятельности»  
ФГБОУ ВО «Финансовый университет при  
Правительстве Российской Федерации»,  
125167, г. Москва, Россия,  
e-mail: PSBalitskij@fa.ru

### ЗАЙЦЕВ О.Н.

Канд. военных наук, доцент, доцент  
кафедры «Безопасность жизнедеятельности»  
ФГБОУ ВО «Финансовый университет при  
Правительстве Российской Федерации»,  
125167, г. Москва, Россия,  
e-mail: olnzajtsev@fa.ru

### ЛОПУХОВ А.А.

Канд. техн. наук, доцент кафедры  
«Безопасность жизнедеятельности»  
ФГБОУ ВО «Финансовый университет при  
Правительстве Российской Федерации»,  
125167, г. Москва, Россия,  
e-mail: aalopukhov@fa.ru

Статья посвящена вопросу мониторинга шахт, который становится все более актуальной задачей, особенно в условиях увеличения производственных объемов и достижения более глубокой разработки месторождений. Для предотвращения аварий и повышения уровня безопасности в подземных работах необходимо внедрение системы комплексного мониторинга, охватывающего несколько ключевых аспектов.

**Ключевые слова:** мониторинг, аварии, горно-обогатительные комбинаты, автоматизированная система, наблюдения, измерения.

**Для цитирования:** Мониторинг состояния горного массива в задачах обеспечения безопасности угольных шахт / М.А. Шахраманьян, П.С. Балицкий, О.Н. Зайцев и др. // Уголь. 2026;(3):116-118. DOI: 10.18796/0041-5790-2026-3-116-118.

### Abstract

This article focuses on mine monitoring, which is becoming an increasingly important task, especially in the context of rising production volumes and deeper mining depths. To prevent accidents and improve safety in underground operations, it is necessary to implement a comprehensive monitoring system covering several key aspects.

### Keywords

Monitoring, accidents, mining and processing plants, automated system, observations, measurements.

### For citation

Shakhramanyan M.A., Balitskij P.S., Zajtsev O.N., Lopukhov A.A. Monitoring rock mass condition as part of coal mine safety measures. *Ugol*. 2026;(3):116-118. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2026-3-116-118.

### ВВЕДЕНИЕ

Данные мониторинга используются в ходе текущей операционной деятельности на предприятиях и в связи с отсутствием современных методов фиксации, обмена и анализа информации недоступны для оперативного анализа. Также выполнение неавтоматизирован-

ных измерений контролируемых параметров не позволяет обеспечить одновременность полученных данных измерений по различным группам наблюдений, что крайне важно для оценки безопасности шахты.

### МОНИТОРИНГ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Мониторинг земной поверхности включает в себя наблюдение за изменениями в рельефе и структуре почвы, которые могут происходить в результате горных работ (рис. 1). Современные технологии, такие как дистанционное зондирование и фотограмметрия, позволяют точно отслеживать осадки, деформации и трещины на поверхности [1]. Такой мониторинг невозможен без использования автоматизированных систем, которые обеспечивают сбор данных в реальном времени. Это позволяет оперативно реагировать на любые изменения, что может значительно снизить риски возникновения аварий.

### МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СТВОЛОВ ШАХТЫ

Состояние шахтных стволов - критически важный аспект, требующий тщательного контроля. Регулярные обследования стволов помогают выявить признаки развивающихся деформаций, коррозии и износа их элементов или обрушения (рис. 2). Для этого используются специальные датчики, которые фиксируют изменения параметров, таких как отклонение ствола (оси) шахты от вертикали и др. [2]. Полученные данные служат основой для принятия ре-

шений о необходимости проведения ремонтных работ или даже о закрытии ствола для предотвращения ДТП.

### МОНИТОРИНГ СДВИЖЕНИЯ ПОРОД В ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ

Сдвигание горных пород и их устойчивость являются важными факторами, влияющими на безопасность шахтных работ. Использование геодезических инструментов и сейсмических датчиков позволяет отслеживать любые ненормальные движения пород (рис. 3). Это позволяет создать программное обеспечение, которое обрабатывает данные и выдает предупреждения о потенциальных угрозах, таких как обвалы или оседания [2]. Четкое понимание состояния подземной массы помогает не только предотвратить аварии, но и оптимизировать горные работы.

### МОНИТОРИНГ ЗАКЛАДОЧНОГО МАССИВА

Состояние закладочных массивов и их сопряжение играют решающую роль в обеспечении безопасности шахт. Их мониторинг включает контроль за прочностью и состоянием закладочного материала, а также за его взаимодействием с окружающими породами (рис. 4). Специальные датчики могут отслеживать изменения в прочности закладочного массива, такие как сжатие или деформации, что позволяет вовремя выявлять потенциальные проблемы и принимать меры для их устранения [3]. Также оснащение закладочного массива автоматизированными



Рис. 1. Мониторинг земной поверхности

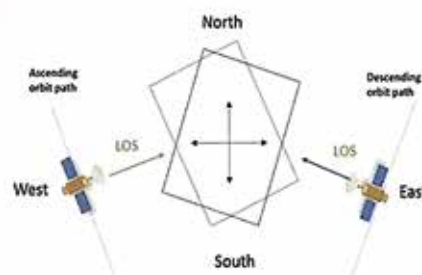


Fig. 1. Monitoring of the Earth's surface



Рис. 2. Мониторинг состояния стволов шахты



Fig. 2. Monitoring the condition of mine shafts



Рис. 3. Мониторинг сдвига пород в подземной части



Fig. 3. Monitoring rock movement in the underground part



Рис. 4. Мониторинг закладочного массива



Fig. 4. Monitoring of the bookmark array



Рис. 5. Гидронаблюдения



Fig. 5. Hydrnavigation

датчиками позволяет откорректировать технологию закладки, оптимально подобрать состав закладочной смеси и схемы армирования.

### ГИДРОНАБЛЮДЕНИЯ

Гидронаблюдения играют важную роль в оценке влияния подземного водоснабжения на устойчивость шахты. Контроль уровней подземных вод с помощью датчиков уровня и давления позволяет своевременно выявлять изменения в водоотводящей системе, которые могут привести к затоплениям или обрушениям [4]. Данные о гидрологической ситуации также необходимы для планирования работ по развитию месторождений и обеспечения должного водоотведения при ведении горных работ (рис. 5).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные технологии мониторинга позволяют осуществлять комплексный контроль за безопасностью шахт, что крайне важно в условиях растущей нагрузки на горные предприятия. Внедрение автоматизированных систем сбора и анализа данных не только обеспечивает безопасность работников, но и способствует повышению эффективности горного производства. Разработка и использование таких систем — это шаг к улучшению условий труда и снижению рисков возникновения аварий, что в конечном итоге, является обязанностью каждой горнодобывающей компании.

### Список литературы • References

1. Форсюк А.А., Кобылкин С.С. Состояние промышленной безопасности на угольных шахтах. 2023.
2. О состоянии аварийности и травматизма на предприятиях угольной отрасли. file:///C:/Users/Edison/Downloads/20160320-140516.pdf3. О состоянии промышленной безопасности опасных производственных объектов, рационального использования и охраны недр Российской Федерации. М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2020.

3. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 55154- 2012 Системы безопасности угольных шахт многофункциональные. <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4293776/4293776651.pdf/>.
4. Нормативные документы по безопасности надзорной и разрешительной деятельности в угольной промышленности. Выпуск II «Правила безопасности в угольных шахтах» ПБ 05-618-03. Ответственные разработчики: А.И. Субботин (председатель), Л.А. Беляк, И.О. Каледина, А.И. Новосельцев, С.Н. Подображин, Ю.Ф. Руденко, Ю.П. Сморгчов, В.Д. Чигрин. 2023.

#### Authors Information

**Shakhramanyan M.A.** – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of the Department of «Life Safety», Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, 125167, Russian Federation, e-mail: MASHakhramanyan@fa.ru

**Balitskij P.S.** – PhD (Military), Associate Professor, Associate Professor of the Department of «Life Safety», Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, 125167, Russian Federation, e-mail: PSBalitskij@fa.ru

**Zajtsev O.N.** – PhD (Military), Associate Professor, Associate Professor of the Department of «Life Safety», Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, 125167, Russian Federation, e-mail: olnzajtsev@fa.ru

**Lopukhov A.A.** – PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of «Life Safety», Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, 125167, Russian Federation, e-mail: aalopukhov@fa.ru

#### Информация о статье

Поступила в редакцию: 26.01.2026

Поступила после рецензирования: 17.02.2026

Принята к публикации: 27.02.2026

#### Paper info

Received January 26, 2026

Reviewed February 17, 2026

Accepted February 27, 2026