

## ОЧИСТКА ВОД, ПОСТУПАЮЩИХ ИЗ ЗАТОПЛЕННЫХ ШАХТ И РУДНИКОВ

А.А. Куликова<sup>1</sup>, А.А. Стельмахов<sup>1</sup>, Т.А. Бачева, М.Н. Цымбал<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГИ НИТУ «МИСиС», Москва, Россия, e-mail: alexaza@mail.ru

<sup>2</sup> Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ–РГГУ)

**Аннотация:** Рассмотрен вопрос негативного влияния на природную среду консервации и ликвидации шахт и рудников, связанный с затоплением горных выработок. С закрытием шахт и рудников прекращаются только структурно-технологические изменения геологического массива, но отрицательное воздействие на природную среду закрытых шахт и рудников остается, в некоторых случаях даже усиливается. Выделен ряд опасностей, влекущих за собой возникновение новых явлений и процессов, в большей степени связанных с затоплением шахт и рудников. К таким опасностям можно отнести поднятие грунтовых вод, перетоки шахтных вод из затопленных шахт в действующие, деформацию поверхности от просадочных явлений и, как следствие, проявление процессов загрязнения, засоления и заболачивания земель и попадание загрязняющих веществ в подземные водоносные горизонты и поверхностные источники. На примере затопленной шахты в Восточном Донбассе приведен способ организации сбора воды при разливе из затопленной шахты и отведения ее на организованный биологический пруд. Биологический пруд разделен на зоны, в начале предусмотрено неглубокое место с посадкой растений, активизирующих рост железобактерий, где происходит очистка шахтных вод от ионов железа. Далее вода попадает в пруд, где происходит дальнейшее биоокисление и очистка шахтных вод до норм ПДК. Даны рекомендации по сооружению биологического пруда, траншеи для подачи воды от шахты. Произведены расчеты необходимого объема биологического пруда, траншеи, размеров зоны активации железобактерий. Очищенная шахтная вода через дамбу будет направляться в водохранилище.

**Ключевые слова:** ликвидация шахты, затопленная шахта, провал, биологический пруд, железобактерии, шахтная вода, водоносный горизонт.

**Для цитирования:** Куликова А. А., Стельмахов А. А., Бачева Т. А., Цымбал М. Н. Очистка вод, поступающих из затопленных шахт и рудников // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 6. – С. 38–47. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-6-0-38-47.

### Treatment of water inflow from flooded underground mines

A.A. Kulikova<sup>1</sup>, A.A. Stelmakhov<sup>1</sup>, T.A. Bacheva, M.N. Tsybmal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mining Institute, National University of Science and Technology «MISIS»,  
Moscow, Russia, e-mail: alexaza@mail.ru

<sup>2</sup> Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University (MGRI-RSGPU), Moscow, Russia

**Abstract:** The study focuses on the adverse effect exerted on the environment by temporary shutdown and closure of underground mines by means of flooding. Closure of underground mines only terminates the structural and technological transformation of geological rock mass

while detrimental effect on the natural environment of underground mines remains and even becomes more severe sometimes. Some hazards are revealed, which initiate new phenomena and processes, and are mainly connected with flooding of underground mines. Such hazards are groundwater rise, flow of water from flooded mines to operating mines, ground surface deformation due to subsidence and entry of pollutants in underground aquifers and surface water bodies. In terms of a flooded mine in East Donbass, the method of catchment of water outlet from the flooded mine and dispersion to a man-made biological pond is described. The biological pond is split into zones. First, there is a shallow place with planting for activation of growth of iron bacteria; here, removal of iron ions from mine water takes place. Then, water flows to the pond for the further bio-oxidation and treatment of water up to the standard MAC. The article offers recommendations on making of the biological pond and a trench for water flow from mine. The required volumes and sizes of the biological pond, trench and activation zone for iron bacteria are calculated. Treated mine water, via a dam, will be fed to a water storage reservoir.

**Key words:** mine closure, flooded mine, sinkhole, biological pond, iron bacteria, mine water, aquifer.

**For citation:** Kulikova A. A., Stelmakhov A. A., Bacheva T. A., Tsymbal M. N. Treatment of water inflow from flooded underground mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(6):38-47. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-6-0-38-47.

## Введение

Нерентабельность шахт и рудников и происходящие в них аварии приводят к необходимости их консервации и ликвидации посредством затопления горных выработок, которое сопровождается различными негативными последствиями, как для природной среды, так и для инженерных объектов. Структурно-техногенное изменение геологического массива прекращается, но отрицательные воздействия на окружающую среду продолжают, возникают новые негативные воздействия [1, 2].

При затоплении шахт и рудников на верхних горизонтах происходит размывание и выщелачивание горных пород, разрушение крепежного материала выработок и, как следствие, образование провалов или формирование обширных мульд оседания. В процессе наблюдений выявили, что существует опасность проявления воздействия горных работ на поверхность, связанная с разрушением природной крепости пород. Достаточно быстрое затопление выработанного пространства ликвидируемых шахт приводит к упругому расширению

массива, вследствие чего происходят деформация земной поверхности и провалы вскрывающих выработок. В результате образуются потенциально опасные по возникновению провалов земной поверхности зоны [3, 4].

Ликвидация шахт и рудников сопровождается возникновением новых явлений и процессов, среди которых выделяются следующие:

- излишек шахтных вод перетекает из затопленных шахт в действующие;
- загрязнение подземных водоносных горизонтов и питьевых водозаборов, находящихся в зоне действия промышленных объектов;
- подтопление прилегающих территорий, в том числе населенных пунктов;
- неуправляемое выделение газов (метана, углекислого газа) из ликвидированных горных выработок (в атмосферу выбрасываются метановоздушная смесь, продукты окисления от эндогенных и непотушенных пожаров) [2, 4–7];
- деформации поверхности от просадочных явлений [3];
- ухудшение состояния почвенного покрова в результате полного затопле-

ния ряда шахт и поднятия уровня грунтовых вод.

При ликвидации шахт и рудников приобретает особое значение проблема возможного загрязнения подземных водозаборов, используемых в качестве источника водоснабжения городов и населенных пунктов в горнодобывающих регионах. Загрязнения шахтных вод при затоплении горных выработок шахт и рудников при их ликвидации или авариях происходит быстро и со всем оборудованием шахты (крепи, металлические конструкции и др.). С течением времени происходит коррозия металлических конструкций, вода насыщается железом, поэтому наблюдаются превышения концентрации по железу в шахтных водах затопленных шахт [8–10].

#### **Условия загрязнения подземных и поверхностных вод**

Содержание загрязняющих веществ в подземных водах в несколько раз превышает допустимую норму, а область загрязнения сохраняется в течение длительного времени после закрытия горных предприятий [11]. Повышение минерализации, плотность шахтных вод и их взаимосвязь с пресными подземными водами приводит к загрязнению последних на значительную глубину и большое расстояние. Фильтрационная неоднородность пород и трещиноватость обуславливает неравномерное перемещение загрязняющих компонентов в подземных водах и длительное их хранение в водоносном горизонте. Скорость движения загрязненных вод может достигать несколько километров в год [3].

При ликвидации шахт и рудников путем их затопления избыточное увлажнение глинистых пород приводит к потере структурной прочности. Происходит осадка толщи пород, образование мульд сдвижения на поверхности и интенсивный выход вод на поверхность.

При недостаточных и нерегулярных режимных наблюдениях за изменением уровня и химизмом шахтных вод, они подтопляют и заболачивают земли на значительных территориях, включая жилую застройку [1, 10, 12].

Одновременно происходит загрязнение поверхностных водотоков, водоемов, колодцев, а также других источников водоснабжения, обусловленное повышением содержания в шахтных водах вредных компонентов до уровней, превосходящих установленные значения ПДК и другие критерии.

Разработка методов улучшения экологической ситуации до последнего времени проводилась в основном путем совершенствования технологий производства (создание безотходных технологий, переработка отходов, совершенствование систем очистки сбросов и выбросов и т.д.), что, несомненно, является важным и перспективным направлением. Но в связи с закрытием горных предприятий и нерегулярным мониторингом за выходом вод из затопленных шахт необходимо предусматривать такие методы, которые будут приближены к природным процессам самоочищения и будут работать без контроля [13–15].

#### **Мероприятия по улучшению экологической ситуации на примере шахты № 56 Восточного Донбасса**

Выбор мероприятий по улучшению экологической ситуации рассмотрим на примере затопленной еще в 2000 г. шахты № 56, расположенной западнее города Красный Сулин Восточного Донбасса. Через пять лет после закрытия шахты в 2004 г. на дневную поверхность из ствола этой шахты начала поступать высокоминерализованная шахтная вода в объеме 112 м<sup>3</sup>, которая и по нынешнее время растекается по рельефу в сторону Несветайского водохранилища, изменяя

ландшафт склона оврагами и болотами. Несветайское водохранилище было сооружено в 1937 г. как источник для охлаждения технического водоснабжения ГРЭС Несветай. В 2016 г., после того, как ГРЭС обанкротили, и она прекратила свою работу, водохранилище выполняет рекреационные функции, осуществляя рыбохозяйственную деятельность. Также Несветайское водохранилище — это важный стратегический объект, резервный источник водоснабжения в периоды пересыхания Соколовского водоема.

При критическом снижении уровня воды в Соколовском водохранилище, обеспечивающем города Новошахтинск и Красный Сулин питьевой водой, водозабор в объеме 800 м<sup>3</sup>/ч осуществля-

ется из Несветайского водохранилища, в связи с чем уровень воды в нем существенно снизился. Предлагается использовать воды из шахты № 56 для сохранения Несветайского водохранилища как резервного источника водоснабжения города и снижения негативного воздействия шахтных вод на большую территорию плодородных когда-то земель. Для этого необходимо прекратить неорганизованный разлив шахтной и дождевой воды с территории бывшей шахты № 56 и направить всю эту воду на очистку. На территории шахты еще остались старые отстойники, которые были рассчитаны на водоприток в объеме 800 м<sup>3</sup>/ч. Хотя они и находятся в полуразрушенном состоянии, но отстаивание 110 м<sup>3</sup>/ч на них вполне осуще-

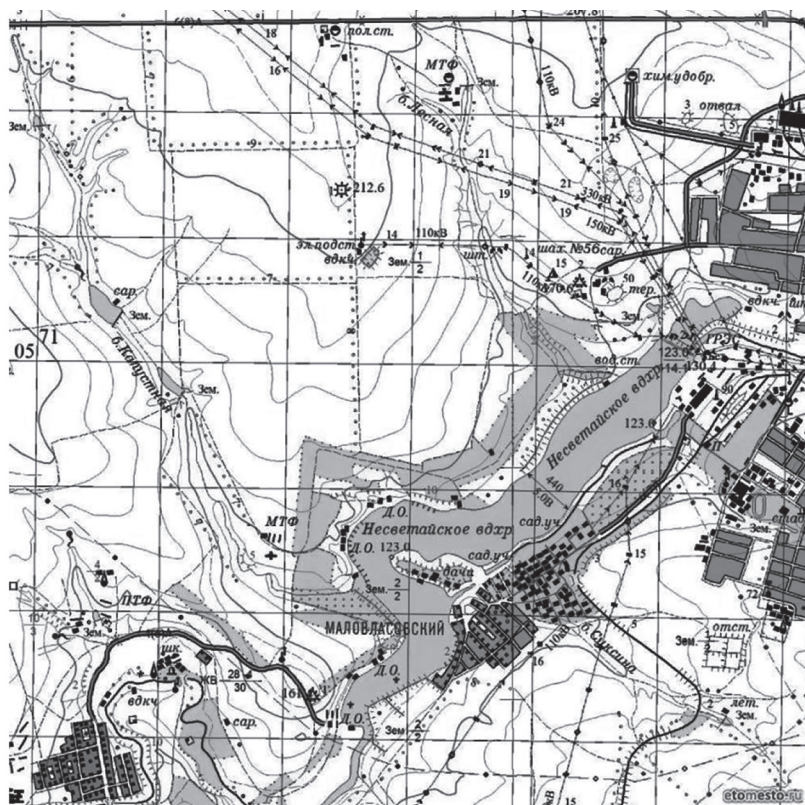


Рис. 1. Топографическая карта Красносулинского района

Fig. 1. Topographic map of Krasnosulinsky district

ствимо. Необходимо создать условия, чтобы вода самотеком от ствола шахты доходила до отстойников.

На одной из последних топографических карт (рис. 1) хорошо виден появившийся на берегу Несветайского водохранилища пруд размером примерно 100×70 м.

При незначительном благоустройстве на основе появившегося пруда довольно легко (и без существенных затрат) создать биологический пруд (рис. 2).

Исходя из существующих условий, самым эффективным и малозатратным будет биохимический способ очистки шахтной воды при помощи микроорганизмов, водорослей и грибов с последующим переливом ее в Несветайское водохранилище, а также озеленение береговой территории. Зная состав слабощелочной воды, поступающей из шахты № 56, в которой существенно превышено содержание железа, наиболее эффективным можно считать использование железобактерий или *Siderobacteriales*, среди которых наиболее распространены *Chlamydobacteriales*, *Crenothricaceae*; *Siderocapsaceae*; *Gallionellaceae*.

Железобактерии — активные санитары загрязненных вод, очень быстро размножаются и вызывают зеленое «цветение». Наряду с автотрофным способом

питания их клетки способны всасывать через оболочку растворенные в воде органические вещества, что способствует активизации процессов самоочищения загрязненных вод. Но такая активность в поведении хламидомонадовых весьма кратковременна. Тот же водоем через несколько дней может оказаться с чистой, прозрачной до дна и неокрашенной водой. Кроме рассмотренного большого семейства, в порядке хламидомонадовых имеются еще два небольших, но интересных семейства. Представители семейства коккомонадовых (*Coccomonadinaceae*) отличаются плотной, пропитанной известью или содержащей другие включения сплошной оболочкой, как, например, в виде пединопера (*Pedinoperarobusta*) [16, 17].

В технологическом процессе используется песчано-гравийная смесь или активированный кокосовый уголь. Второй вариант обходится дороже, но качество подготовки воды при этом гораздо выше. Более легковыполнимым будет создание песчано-гравийной насыпи на месте перетекания воды из лотка в пруд.

Железобактериям для нормальной работы необходимы условия низкая кислотность воды и свободный доступ кислорода. С помощью этих бактерий удастся снизить концентрацию железа до при-

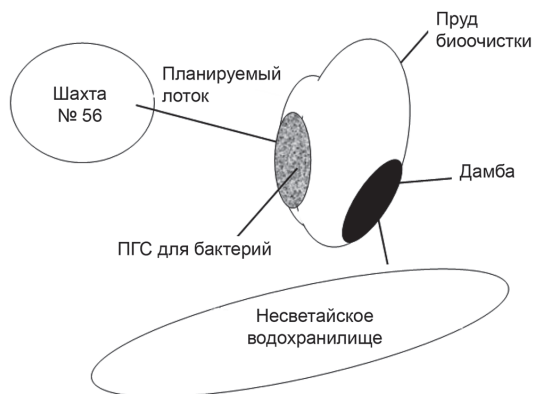


Рис. 2. Биологический пруд  
Fig. 2. Biological pond



емлемых уровней, позволяющих сбрасывать очищенную воду в водоемы, осуществляющие рыбо-хозяйственную деятельность. При этом стоимость такой обработки по сравнению с другими технологиями минимальна, так как некоторые виды этих бактерий развиваются именно в шахтных водах, потому их приобретение не предусматривается.

В зависимости от содержания железа в воде количество бактерий увеличивается или уменьшается, поглощая до 95% железа из поступающей воды. Создание благоприятной для бактерий среды в условиях биологического пруда позволит бактериям круглогодично снижать содержание железа в воде, поступающей из шахты № 56, что, в свою очередь, позволит беспрепятственно сбрасывать воду в Несветайское водохранилище, доведя ее качество до требуемого для рыбохозяйственной деятельности.

### Параметры биологического пруда

Произведен расчет количества загрязняющего вещества, в данном случае железа, содержащегося в шахтной воде, попадающей на рельеф и частично в Несветайской водохранилище без очистки. Масса загрязняющего вещества ( $M_{\phi}$ ), сбрасываемая за год при концентра-

ции от 2,7 до 8,8 г/м<sup>3</sup> рассчитана по формуле (1) Пробы воды берутся регулярно и ежемесячно анализируются. Принято среднегодовое значение  $C_{\phi} = 5,75$  г/м<sup>3</sup>. Объем воды ( $V$ ), поступающей из шахты № 56, равен 981 120 м<sup>3</sup>/год. Количество загрязняющего вещества составило 5,641 т/год.

$$M_{\phi} = C_{\phi} \cdot V \quad (1)$$

Создание бактериологического пруда с эффективностью очистки 95% позволит снизить концентрацию железа в воде до 0,28 г/м<sup>3</sup>, что будет удовлетворять нормам ПДК железа в воде объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (0,3 г/м<sup>3</sup>).

Форма лотка принята наиболее распространенная — трапециевидальная с углом наклона боковых стенок 45°. Определен приток воды из шахты, который составляет 112 м<sup>3</sup>/ч. Общая территория шахты № 56 составляет 11 792 м<sup>2</sup>, на которой находится породный отвал и остатки наземных зданий и сооружений.

По расчетным данным была получена зависимость ширины лотка от скорости течения, представленная на рис. 3.

Выбрана приемлемая скорость течения 0,06 м/с, при этом ширина лотка по дну составит 0,5 м при глубине 0,5 м.

Лоток выстраивается из железобетона с применением полипропиленового

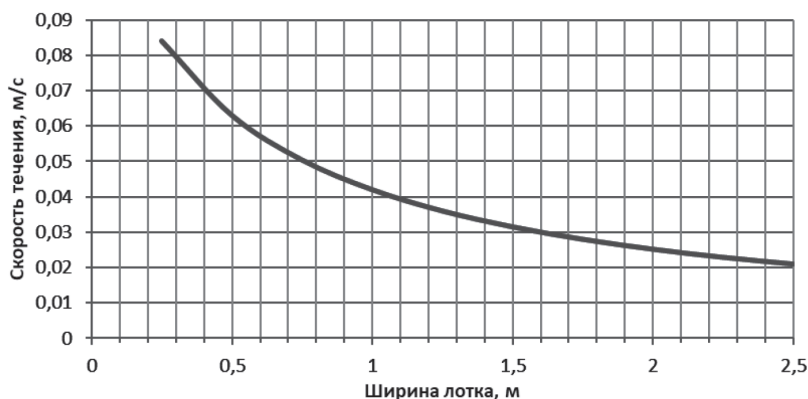


Рис. 3. Зависимость ширины лотка от скорости течения

Fig. 3. Dependence of watersink width on flow velocity

волокон, выполняющего роль встроенной конструкции. При такой комбинации обеспечивается значительное укрепление традиционной бетонной конструкции. Это позволяет устранить самую актуальную проблему типичных бетонных блоков, а именно их трещины, которые могут возникать при первичной пластичной укладке. Если при изготовлении в бетон добавить полипропилен, то трещин не будет. Благодаря такой надежной защите миллионы волокон принимают на себя излишнее механическое давление и воздействие растяжения. Уровни защиты от трещин в бетоне с полипропиленовыми волокнами превосходят бетон со стальной сеткой. Необходимо отметить хороший уровень гидратации, который предотвращает возникновение деструктивных процессов внутри возводимых бетонных конструкций.

Превращение раствора в прочный монолит зависит от погодных условий, размеров конструкции, состава бетона. От состава бетона также зависит продолжительность набора прочности. Бетон М 200 застывает в течение 14–18 сут., М 400 — за 7–14 сут.

Перед заливкой монолита под нижнюю часть лотка необходимо подготовить песчаную подушку толщиной не менее 10 см. Поэтому траншею под лоток необходимо делать с глубиной по центру не менее 0,67 м и шириной у поверхности почвы 1,7 м. При подготовке траншеи для лотка от отстойника до пруда извлечь придется 127 м<sup>3</sup> грунта. Помимо основной траншеи, необходимо предварительно вырыть временную траншею 55,5 м<sup>3</sup> для предотвращения попадания воды в основную траншею на период подготовки опалубки и укладки бетона.

Кроме сооружения основных монолитных лотков, необходимо создать дренажную траншею по периметру территории бывшей шахты, так как на ней на-

ходится породный отвал. Эта траншея позволит предотвратить вынос дождевыми и талыми водами загрязняющих веществ с отвала и минимизирует поступление воды с близлежащих территорий, расположенных выше шахты.

Таким образом, очищенная предлагаемым способом вода из затопленной шахты № 56, в объеме, близком к 1 млн м<sup>3</sup>/год, будет поступать в Несветайское водохранилище, которое является резервным для обеспечения питьевой водой городов Новошахтинск и Красный Сулин. Благодаря биоочистке удастся снизить концентрацию железа в шахтной воде до 0,28 г/м<sup>3</sup>.

### **Заключение**


В статье рассмотрен актуальный вопрос о возникновении опасностей, связанных с затоплением шахт и рудников, которые приводят к деформациям и просадкам поверхности и, как следствие, к проявлению процессов загрязнения, засоления и заболачивания земель, а также попаданию загрязняющих веществ в подземные водоносные горизонты и поверхностные источники. На примере затопленной шахты в Восточном Донбассе предложен способ очистки шахтных вод от ионов железа, поступающих с затопленной шахты. Произведен расчет и предложены мероприятия для сооружения биологического пруда. С помощью бактерий удастся снизить концентрацию железа до приемлемого уровня, позволяющего сбрасывать очищенную воду в водоемы, осуществляющие рыбохозяйственную деятельность. Внедрение таких комплексных мероприятий позволит полностью контролировать сбор шахтной воды, поступающей из затопленных шахт и производить очистку в естественных природных условиях, что предотвратит в дальнейшем загрязнение поверхностных водотоков, водоемов, колодцев, а также других источников водоснабжения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пелипенко М. В., Баловцев С. В., Айнбиндер И. И. К вопросу комплексной оценки рисков аварий на рудниках // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2019. — № 11. — С. 180–192. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-11-0-180-192.
2. Кречетова Е. А., Иофис М. А. Экологические последствия ликвидации угольных шахт Восточного Донбасса // Научный вестник Московского государственного горного университета. — 2011. — № 11. — С. 35–40.
3. *Batugin A., Kolikov K., Ivannikov A., Ignatov Y., Krasnoshtanov D.* Transformation of the geodynamic hazard manifestation forms in mining areas // International Multidisciplinary Scientific Geosymposium SGEM. 2019. Vol. 19. No 1.3. Pp. 717–724. DOI: 10.5593/sgem2019/1.3/S03.091.
4. Захарова А. А., Вишневецкая Е. П. Выявление провалоопасной зоны и планирование мероприятий по ее ликвидации на основе анализа горно-графической документации по полю шахты № 12 в г. Киселевске // Исследования по геоинформатике: труды Геофизического центра РАН. — 2017. — Т. 5. — № 2. — С. 61–71, DOI:10.2205/2017BS045.
5. Лебедев В. С., Скопинцева О. В., Савельев Д. И. Исследование остаточной газоносности угля при тепловом воздействии // Горный журнал. — 2014. — № 5. — С. 20–22.
6. Лебедев В. С., Скопинцева О. В. Остаточные газовые компоненты угольных пластов: состав, содержание, потенциальная опасность // Горный журнал. — 2017. — № 4. — С. 84–86. DOI: 10.17580/gzh.2017.04.17.
7. Ганова С. Д., Скопинцева О. В., Исаев О. Н. К вопросу исследования состава углеводородных газов угольных пластов и пыли с целью возможного прогнозирования их потенциальной опасности // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2019. — Т. 330. — № 6. — С. 109–115.
8. *Kulikova E. Yu.* Estimation of factors of aggressive influence and corrosion wear of underground structures // Materials Science Forum. 2018. Vol. 931. Pp. 385–390. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.931.385.
9. Куликова Е. Ю. Оценка экологичности полимерных материалов в подземном строительстве // Экология и промышленность России. — 2016. — Т. 20. — № 3. — С. 28–31.
10. *Kulikova E. Yu.* Assessment of operating environment of concrete lining of sewage collector tunnels // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 687. Article 044035. Pp. 1–7. DOI: 10.1088/1757-899X/687/4/044035.
11. Маркина Н. К., Бабаев М. В., Доценко Е. А. Повышение экологической безопасности отведения шахтных вод во Львовско-Волынском угольном бассейне // Технологический аудит и резервы производства. — 2016. — Т. 6. — № 3 (32). — С. 57–63.
12. Баловцев С. В., Шевчук Р. В. Геомеханический мониторинг шахтных стволов в сложных горно-геологических условиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — № 8. — С. 77–83. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-8-0-77-83.
13. Ахмадиев А. К., Экзарьян В. Н. Реабилитация природной среды — структурный элемент экологической безопасности // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — № 2. — С. 112–120. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-2-0-112-120.
14. *Perring M. P., Standish R. J., Price J. N., Craig M. D., Erickson T. E., Ruthrof K. X., Whiteley A. S., Valentine L. E., Hobbs R. J.* Advances in restoration ecology: rising to the challenges of the coming decades // Ecosphere. 2015. Vol. 6. No 8. Pp. 1–25. DOI: 10.1890/ES15-00121.1.
15. *Lortie C. J., Filazzola A., Kelsey R., Hart A. K., Butterfield H. S.* Better late than never: a synthesis of strategic land retirement and restoration in California // Ecosphere. 2018. Vol. 9. No 8. Article e02367. DOI: 10.1002/ecs2.2367.
16. Тимофеева С. С. Фитомайнинг: современное состояние и перспективы // Журнал XXI век. Техносферная безопасность. — 2018. — Т. 3. — № 3. — С. 112–128.
17. Крупина М. В., Любимов М. В., Стуколова И. В. Закономерности накопления тяжелых металлов морскими травами вида *Zostera marina* L. // Вопросы современной альгологии. — 2016. — № 1 (11). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.algology.ru/682>. **УДК**



## REFERENCES

1. Pelipenko M. V., Balovtsev S. V., Aynbinder I. I. Integrated accident risk assessment in mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019;(11):180-192. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-11-0-180-192.
2. Krechetova E. A., Iofis M. A. Ecological consequences of the liquidation of coal mines in the East Donbass. *Nauchnyy vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta.* 2011, no 11, pp. 35 – 40. [In Russ].
3. Batugin A., Kolikov K., Ivannikov A., Ignatov Y., Krasnoshtanov D. Transformation of the geodynamic hazard manifestation forms in mining areas. *International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM.* 2019. Vol. 19. No 1.3. Pp. 717 – 724. DOI: 10.5593/sgem2019/1.3/S03.091.
4. Zakharova A. A., Vishnevskaya E. P. Identification of a sinkhole zone and planning of measures for its elimination at the analysis of mining and graphic documentation for the field of mine No. 12 in Kiselevsk. *Issledovaniya po geoinformatike: trudy Geofizicheskogo tsentra RAN.* 2017. Vol. 5, no 2, pp. 61 – 71. [In Russ]. DOI:10.2205/2017BS045.
5. Lebedev V. S., Skopintseva O. V., Savel'ev D. I. Research of residual gas-bearing capacity of coal with thermal influence. *Gornyi Zhurnal.* 2014, no 5, pp. 20 – 22. [In Russ].
6. Lebedev V. S., Skopintseva O. V. Residual coalbed gas components: Composition, content, hazard. *Gornyi Zhurnal.* 2017, no 4, pp. 84 – 86. [In Russ]. DOI: 10.17580/gzh.2017.04.17.
7. Ganova S. D., Skopintseva O. V., Isaev O. N. On the issue of studying the composition of hydrocarbon gases of coals and dust to predict their potential hazard. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov.* 2019. Vol. 330, no 6, pp. 109 – 115. [In Russ].
8. Kulikova E. Yu. Estimation of factors of aggressive influence and corrosion wear of underground structures. *Materials Science Forum.* 2018. Vol. 931. Pp. 385 – 390. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.931.385.
9. Kulikova E. Yu. Assessment of polymer materials environmental compatibility in underground development. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii.* 2016, Vol. 20, no 3, pp. 28 – 31. [In Russ].
10. Kulikova E. Yu. Assessment of operating environment of concrete lining of sewage collector tunnels. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2019. Vol. 687. Article 044035. Pp. 1 – 7. DOI: 10.1088/1757-899X/687/4/044035.
11. Markina N. K., Babaev M. V., Dotsenko E. A. Improving the environmental safety of mine water disposal in the Lviv-Volyn coal basin. *Tekhnologicheskiiy audit i rezervy proizvodstva.* 2016. Vol. 6, no 3 (32), pp. 57 – 63. [In Russ].
12. Balovtsev S. V., Shevchuk R. V. Geomechanical monitoring of mine shafts in difficult ground conditions. *Gornyy informatsionno-analiticheskiiy byulleten'.* 2018, no 8, pp. 77 – 83. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-8-0-77-83.
13. Akhmediyev A. K., Ekzaryan V. N. Rehabilitation of the natural environment as the structural element of ecological security. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(2):112-120. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-2-0-112-120.
14. Perring M. P., Standish R. J., Price J. N., Craig M. D., Erickson T. E., Ruthrof K. X., Whiteley A. S., Valentine L. E., Hobbs R. J. Advances in restoration ecology: rising to the challenges of the coming decades. *Ecosphere.* 2015. Vol. 6. No 8. Pp. 1 – 25. DOI: 10.1890/ES15-00121.1.
15. Lortie C. J., Filazzola A., Kelsey R., Hart A. K., Butterfield H. S. Better late than never: a synthesis of strategic land retirement and restoration in California. *Ecosphere.* 2018. Vol. 9. No 8. Article e02367. DOI: 10.1002/ecs2.2367.
16. Timofeeva S. S. Phytomining: current state and prospects. *Zhurnal XXI vek. Tekhnosfer-naya bezopasnost'.* 2018. Vol. 3, no 3, pp. 112 – 128. [In Russ].
17. Krupina M. V., Lyubimov M. V., Stukolova I. V. Accumulation's patterns of heavy metals in sea grass of the species *Zostera marina* L. *Voprosy sovremennoy al'gologii.* 2016, no 1 (11). [In Russ]. <https://www.algology.ru/682>. 

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Куликова Александра Анатольевна*<sup>1</sup> – старший преподаватель, e-mail: alexaza\_@mail.ru,  
*Стельмахов Андрей Анатольевич*<sup>1</sup> – канд. экон. наук, доцент,  
e-mail: 1predsedatel@mail.ru,

*Бачева Татьяна Анатольевна* – горный инженер, e-mail: tanya-zavdoveva2016@yandex.ru,  
*Цымбал Марина Николаевна* – старший преподаватель,

Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ – РГГУ), e-mail: cimbal\_mar@mail.ru,

<sup>1</sup> ГИ НИТУ «МИСиС»,

**Для контактов:** Куликова А.А., e-mail: alexaza\_@mail.ru.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*A.A. Kulikova*<sup>1</sup>, Senior Lecturer, e-mail: alexaza\_@mail.ru,

*A.A. Stelmakhov*<sup>1</sup>, Cand. Sci. (Econ.) Assistant Professor, e-mail: 1predsedatel@mail.ru,

*T.A. Bacheva*, Mining Engineer, e-mail: tanya-zavdoveva2016@yandex.ru,

*M.N. Tsybmal*, Senior Lecturer, e-mail: cymbal\_mar@mail.ru,

Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological  
Prospecting University (MGRI-RSGPU), 117997, Moscow, Russia,

<sup>1</sup> Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,  
119049, Moscow, Russia.

**Corresponding author:** A.A. Kulikova, e-mail: alexaza\_@mail.ru.

Получена редакцией 11.03.2020; получена после рецензии 26.03.2020; принята к печати 20.05.2020.

Received by the editors 11.03.2020; received after the review 26.03.2020; accepted for printing 20.05.2020.



---

РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

---

## ПОНЯТИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И АКТУАЛЬНОСТЬ ЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

(№ 1220/06–20 от 24.04.2020; 17 с.)

*Косарева-Володько Ольга Владимировна*<sup>1</sup> – канд. техн. наук, доцент,  
e-mail: kosareva-volodko@rambler.ru; *Жумаев Алишер Олим угли*<sup>1</sup> – магистр,

<sup>1</sup> ГИ НИТУ «МИСиС».

Энергоэффективность является вопросом экономической и национальной безопасности страны. Низкий уровень энергоэффективности сказывается на окружающей среде: загрязняется атмосфера, вода и земная поверхность, а в результате эмиссии парниковых газов происходит изменение климата. Энергоэффективность включает следующие составляющие: энергосбережение, энергодостаточность, универсальность, бесперебойность и устойчивость. Проанализировав опыт повышения энергоэффективности многих стран, можно сделать вывод: энергетическая политика страны должна основываться на энергосбережении; энергоэффективности; экологической безопасности.

Ключевые слова: энергетика, энергообеспечение, энергосбережение, энергоэффективность, ресурсы, энергоёмкость, экологическая безопасность.

## CONCEPT OF ENERGY EFFICIENCY AND RELEVANCE OF ITS RESEARCH

*O.V. Kosareva-Volod'ko*<sup>1</sup>, Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor, e-mail: kosareva-volodko@rambler.ru,  
*Zhumaev Alisher Olim ugli*<sup>1</sup>, Magister,

<sup>1</sup> Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia.

Energy efficiency is a matter of economic, and therefore national security of the country. Low level of energy efficiency affects the environment: the atmosphere, water and the earth's surface are polluted, and as a result of greenhouse gas emissions, climate change occurs. Energy efficiency includes the following components: energy saving, versatility, uninterrupted operation and sustainability. After analyzing the experience of improving energy efficiency in many countries, we can conclude that the country's energy policy should be based on energy saving, energy efficiency, environmental safety.

Key words: energy, energy supply, energy conservation, energy efficiency, resources, energy intensity, environmental safety.