ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2020;(2):112-120
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 504.056+502.35+502.37+502.52 DOI: 10.25018/0236-1493-2020-2-0-112-120

РЕАБИЛИТАЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ — СТРУКТУРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.К. Ахмадиев[1], В.Н. Экзарьян[1]

[1] Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе (МГРИ), Москва, Россия, e-mail: art696@mail.ru

Аннотация: Горно-геологическая отрасль комплексно воздействует на окружающую природную среду. Добыча полезных ископаемых приводит к изменениям в ландшафте, обеднению почв, образованию отходов производства. Процессы, сопутствующие добыче, являются причиной загрязнения атмосферы (выбросы от оборудования и техники), поверхностных и подземных вод (сточные и шахтные воды, проникновение в горизонты растворов бурения), активизации существующих и возникновения новых природно-техногенных процессов (склоновых и т.д.). Техногенные аварии, происходящие при проведении горных работ, также являются одним из факторов негативного воздействия на окружающую природную среду. Результатом воздействий является ухудшение экологической ситуации или трансформация (деградация) экосистем. В последнем случае встает вопрос о реабилитации природной среды, т.е. восстановлении функционирования экосистем. Целью исследования стало описание характеристик основных способов реабилитации природной среды и определение ее места в системе экологической безопасности. Выделены три способа реабилитации: естественный, технологический и смешанный. В отношении технологической реабилитации была опровергнута точка зрения об ее абсолютности. Отмечено, что в горно-геологической отрасли основным реабилитационным мероприятием является рекультивация земель. Однако она не позволяет полностью восстановить экосистему, поэтому существует потребность в применении экосистемного подхода к реабилитации природной среды. Намечены пути совершенствования мероприятий по восстановлению экосистем. В частности, предлагается разработка единой системно-целостной методологии реабилитации природной среды. Указывается, что саму реабилитацию следует рассматривать не как отдельное мероприятие, а как часть экологической безопасности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, загрязнение окружающей среды, реабилитация среды, восстановление природной среды, природоохранная деятельность, горнопромышленная отрасль, самовосстановление, технологическая реабилитация, рекультивация.

Для цитирования: *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.

Rehabilitation of the natural environment as the structural element of ecological security

A.K. Akhmadiyev[1], V.N. Ekzaryan[1]

[1] Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University (MGRI-RSGPU), Moscow, Russia, e-mail: art696@mail.ru

© А.К. Ахмадиев, В.Н. Экзарьян. 2020.

Abstract: The mining and geology sector exerts the integrate effect on the environment. Mining mining leads to landscape transformation, soil impoverishment and accumulation of waste. The mining-associated processes are the cause of pollution of air (emissions of equipment and machine) surface and ground water (effluents and mine water, drilling mud), as well as activate or induce natural and stimulated processes (on hillslopes, etc.). Man-made accidents during mining are also one of the aggravating environmental impacts. The result is the deterioration of the ecological situation or transformation (degrading) of ecosystems. In the latter case, it is required to rehabilitate the natural environment, i.e. to recover functions of ecosystems. This research aims to describe basic methods of the nature rehabilitation and to determine its place in the system of ecological security. This study distinguishes between three groups of rehabilitation: natural, technological and mixed. The opinion on absoluteness of the technological rehabilitation is refuted. It is emphasized that in the mining and geology sector, the main rehabilitating measure is land reclamation. However, it fails to recover an ecosystem in full, and it is necessary to use an eco-system approach to rehabilitation of the natural environment. This study also appoints some ways of improving the ecosystem recovery activities. In particular, it is suggested to develop a unified system integral methodology of the nature rehabilitation. It is highlighted that rehabilitation should be considered not as a separate measure but as a part of the ecological security.

Key words: ecological security, environmental pollution, nature rehabilitation, natural environment recovery, environmental activity, mining industry, self-recovery, technological rehabilitation, reclamation.

For citation: Akhmadiyev 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.

Введение

Процессы деградации экосистем, которые наблюдаются как на глобальном, так и на локальном уровнях, являются прямым или косвенным следствием возрастающей техногенной нагрузки на окружающую природную среду, в отдельных случаях выходящую за пределы устойчивости. Вследствие этого происходит увеличение доли обезлесенных (за последние 30 лет площадь лесов в мире сократилась более чем на 1%) и пустынных территорий (так, пустыня Сахара занимает уже 30% всей территории Африки). Список глобальных экологических проблем с каждым годом увеличивается. Еще одним следствием техногенного воздействия является появление зон экологического бедствия или неблагополучия (например, регион уже бывшего Аральского моря). Накопившиеся экологические проблемы являются одним из главных препятствий на пути к модели устойчивого развития, коэволюции человека и природы. Поэтому в 2019 г. было объявлено о наступающем Десятилетии Организации Объединенных Наций по восстановлению экосистем (2021—2030 гг.).

Для России обеднение или ухудшение функциональности экосистем так же актуально, как и во всем мире. В Стратегии экологической безопасности России до 2025 г. [1] отмечается, что общая площадь загрязненных земель, находящихся в обороте, составляет около 75 млн га; площадь нарушенных земель, утративших свою хозяйственную ценность, — более 1 млн га. В ней же указано, что опустынивание в России затронуло более 100 млн га, а свыше 30 млрд т отходов накоплено в результате прошлой хозяйственной деятельности.

Свой существенный вклад в загрязнение окружающей природной среды вносят горнодобывающая, нефтегазовая сферы. Эксперты и специалисты отрасли

[2, с. 765—766, 3, с. 81] обращают внимание на следующие виды нарушений природной среды:

• загрязнение местности сточными и шахтными водами, промывочной жидкостью и химическими реагентами, остатками горюче-смазочных материалов (ГСМ);

• загрязнение атмосферы выбросами котельных, двигателей внутреннего сгорания (ДВС), испарением газообразных продуктов, пылью и аэрозолями, складируемыми отходами;

• нарушение естественной изоляции между пластовыми флюидами в земных недрах, химическое загрязнение горизонтов подземных вод;

• утечка и проникновение в продуктивный горизонт масел, нефтепродуктов и глинистых растворов, обработанных химическими реагентами;

• загрязнение поверхностных вод различными маслами, нефтепродуктами и химическими веществами, что ведет к последующему проникновению этих вод в скважину;

• загрязнение подземных вод в ходе бурения эксплуатационных скважин на нефть и газ при использовании таких технических и технологических средств, как торпедирование, солянокислотная обработка призабойной зоны и гидроразрыв пласта.

Отдельно от всех видов загрязнения как по масштабу, так и по силе действия выделяются техногенные аварии. М.М. Редина [4, с. 15] в одной из своих работ приводит следующие типы аварий:

• неконтролируемые выбросы нефти и газа при строительстве, эксплуатации и ремонте скважин;

• полное или частичное разрушение или падение буровых вышек, мачт и их частей;

• полное или частичное разрушение или падение морских стационарных платформ, плавучих буровых установок в процессе строительства и эксплуатации;

• взрывы и пожары на объектах;

• полное или частичное разрушение объектов добычи и подготовки нефти и газа;

• порывы нефте-, газо- и продуктопроводов за счет возникновения сильных землетрясений и супераномальных деформационных процессов;

• нарушение герметичности, смятие, отрыв колонн эксплуатационных скважин с последующей утечкой углеводородов.

Все обозначенные выше факторы подтверждают мысль о презумпции экологической опасности хозяйственной деятельности человека и говорят о необходимости эффективной организации, обеспечении экологической безопасности.

Описание методов и результаты

Экологическая безопасность связана с функционированием не только естественных экосистем, но и техносферы, социосферы. На данный момент сложилось несколько подходов к ее определению. Обозначим лишь некоторые из них [5, с. 50]:

• экологическая безопасность трактуется как состояние системы, при котором предотвращены или сведены к минимуму возможности наступления техногенной аварии или катастрофы;

• экологическая безопасность понимается как совокупность природоохранных и ограничительных мер с целью минимизации уровней загрязнения, предотвращения экологических бедствий, массовой деградации природной среды;

• экологическая безопасность представляется как состояние природной системы, в которой не нарушается естественный ход развития благодаря рациональному использованию ресурсов.

В Федеральном законе от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об охране

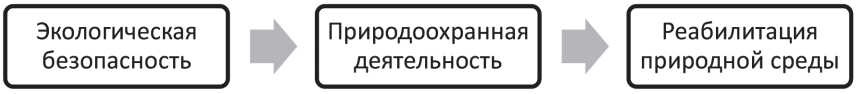

Схема связи экологической безопасности и реабилитации природной среды
Interrelationship chart of ecological security and natural environment rehabilitation

окружающей среды» [6] экологическая безопасность определяется как состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Заострим внимание не только на понятии, но и на компонентах экологической безопасности. А.Г. Шмаль [7, с. 110—111] в своих исследованиях выделил следующие элементы системы экологической безопасности:

• комплексная экологическая оценка территорий (выявление и оценка показателей совокупности факторов потенциальной экологической опасности);

• экологический мониторинг (мониторинг источников воздействия на окружающую среду, параметров качества компонентов природной среды и мониторинг экологических рисков);

• экологическая политика (совершенствование природоохранного законодательства, управление экологическими рисками, формирование экологического мировоззрения).

Между тем, в российской законодательной практике укоренилось представление, что основополагающим элементом экологической безопасности является природоохранная деятельность.

Принимая данное утверждение, посредством построения логической цепочки (рисунок) можно установить связь между экологической безопасностью и реабилитацией природной среды.

Реабилитация природной среды является одним из основных путей нейтрализации техногенных последствий и восстановления нарушенных территорий. С латинского языка реабилитация — это возвращение (re) способности (habilitas), поэтому существует синонимичный термин «восстановление природной среды» [8, с. 418]. В зарубежной литературе можно также встретить такие понятия, как экологическое восстановление или реставрация, восстановление окружающей среды [9, 10]. На данный момент выделяют три основных способа реабилитации природной среды:

• естественный (самовосстановление, самоочищение);

• технический (технологический);

• смешанный (т.е. технологическая реабилитация с учетом процессов самореабилитации экосистем и природной среды).

Естественная, природная реабилитация хотя и происходит, как правило, очень медленно, но позволяет воссоздать (восстановить) первозданную природу во всей ее красе и вернуть нам особенность и характерные черты, присущие экосистемам и природным ландшафтам [8, с. 418].

Технологическая реабилитация происходит несоизмеримо быстрее природной и позволяет создавать практически неотличимые от подлинников, но все-таки «копии» дикой природы. По существу, создаются своеобразные системы, имеющие большое, заданное нами, сходство с первозданной природой. Научные достижения в данном виде реабилитации рождают мнение об отсутствии необходимости защищать природу.

Однако такое суждение иллюзорно, потому что в каждом конкретном случае при выборе способа реабилитации при-

родной среды необходимо определить, насколько возможны процессы самореабилитации и осталась ли способность природной среды к самовосстановлению. В случае перехода экосистемы за пределы границ гомеостазиса, она теряет способность к самореабилитации, следовательно, необходимо разработать проект технологической реабилитации, т.е. проект по созданию новой природно-технической системы. Из этого вытекает, что не следует природную и технологическую реабилитацию рассматривать как альтернативные решения. Они замещают друг друга в зависимости от сложившихся условий после ликвидации объекта воздействия. Если же необходимо ускорить процессы восстановления природных условий, то тогда рассматривают возможность применения смешанной реабилитации [8, с. 418—419].

Определенный научный интерес представляют исследования состояния сельскохозяйственных территорий Калифорнии, проводимые группой ученых из США и Канады. В основе их изысканий было стремление не только оценить состояние использованных земель, но и предложить методические рекомендации по их реабилитации. По мнению ученых, для эффективного восстановления экосистем необходимо внедрение и применение эколого-стратегического планирования вывода сельскохозяйственных земель из эксплуатации, что позволит предотвратить полное истощение почв. Сама же программа реабилитации должна снижать плотность инвазивных растений, способствовать смягчению последствий засухи и, по возможности, использовать в качестве критериев близость к существующим или прежним экосистемам. В исследованиях отмечается, что восстановление природной среды должно основываться на экосистемном подходе [11]. Отметим, что сформулированные выводы и предложения можно использовать не только для сельскохозяйственной, но и иной деятельности человека, например, горнодобывающей.

Перейдем теперь к описанию некоторых методов реабилитации. В настоящее время имеется довольно большой положительный опыт применения различных способов восстановления природной среды. Это растительная реабилитация, экологическая реабилитация водных объектов, реабилитация радиационно загрязненных территорий и другие. Примером растительной реабилитации может служить использование водорослей — абсорбентов для дезактивации воды при радиационном загрязнении. Подобный метод был использован для локализации и нейтрализации радионуклидов после техногенной аварии на атомной электростанции «Фукусима-1» [8, С. 418—419].

Еще одним примером растительной реабилитации можно назвать использование созданных плавучих обработанных водно-болотных участков (территорий). В настоящее время это один из инновационных методов, подходящих для очистки водных объектов небольшого размера от нефтяного загрязнения. Суть метода заключается в том, что растения обеспечивают питательные вещества для ризосферных микробов, которые в свою очередь разлагают органические соединения (углеводороды) [12].

В горнодобывающей отрасли традиционным и одним из главных реабилитационных мероприятий является рекультивация. Она позволяет приводить земельные участки в состояние, пригодное для использования в сельском, лесном и рыбном хозяйстве [2, с. 772]. Рекультивацию земель выполняют в два этапа: технический и биологический. Технический этап предусматривает планировку, формирование откосов, снятие и нанесение плодородного слоя почвы, устройство гидротехнических и мелиора-

тивных сооружений, захоронение токсичных вскрышных пород, засыпку оврагов, карьеров, уничтожение отвалов горных пород и т.д. Биологический этап включает в себя комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы. Также он может включать в себя восстановление почв и растительности, лесовосстановление, создание новых ландшафтов [13, с. 254—255].

Биологическая рекультивация имеет особое значение, так как направлена на восстановления плодородия. Имеются примеры, когда после разработки месторождений полезных ископаемых состояние земель, с точки зрения их использования в сельском хозяйстве или мелиорации, улучшилось. Так, в Лейнстерском угольном бассейне (в 80 км от Дублина) по окончании разработок угля пастбища на восстановленных землях по своим агрономическим характеристикам превзошли окружающие естественные пастбища. Поэтому неудивительно, что местные фермеры обычно довольны, когда какая-то компания желает начать добычу на части их земель. Однако такие примеры не являются преобладающими в реальной практике [14, с. 154].

Рекультивация имеет и свои недостатки. При ее проведении чаще всего стремятся к тому, чтобы в неполной степени, но восполнить хозяйственный и экологический ущерб, наносимый почвенному покрову. Современные технологии позволяют сформировать технозем с уровнем стабильных и динамических функций. Рекультивация также не подразумевает восстановление нарушенных экосистем и биоразнообразия в целом. Включение же процессов полноценного экологического восстановления в мероприятия по рекультивации приведет к восстановлению биоразнообразия и основных функций экосистем [15, с. 290, 16]. Таким образом, необходимо снова говорить о применении экосистемного подхода в реабилитации природной среды.

Обсуждение результатов

В настоящее время можно констатировать, что основные усилия в научных изысканиях направлены на разработку отдельных методов реабилитации природной среды. Между тем необходимо отметить следующие задачи и проблемы, которые предстоит решить в будущем:

- отсутствие единой системно-целостной методологии реабилитации природной среды;
- отсутствие единого глобального документа (Конвенции ООН или Глобального Кодекса) о рациональном природопользовании и охране окружающей среды;
- необходимость в расширении понятийно-терминологического аппарата в области реабилитации природной среды. Отметим, что к настоящему моменту даже само понятие реабилитации в российском законодательстве не сформулировано. Также отсутствует четкое определение зон экологического бедствия и катастроф, экологической информации;
- необходимость в разработке более полной, детальной классификации известных сегодня эколого-реабилитационных мероприятий;
- проведение оценки отечественного опыта по реабилитации природной среды с разработкой рекомендаций по улучшению системы экологической безопасности.

Заключение

Современное природопользование движется по антроцентричным рельсам. Это одна из основополагающих причин трансформации биосферы. Кроме того,

такая модель природопользования антагонистична к концепции устойчивого развития, направленной на формирование коэволюции общества и природы. По мнению С.Д. Гановой, необходим экоцентрический подход к природопользованию, при котором обеспечивается стабильность природных экосистем, самовоспроизводство их биоресурсов и экологическая безопасность в целом [17, с. 109]. Именно биоцентричная модель природопользования будет способствовать переходу регионов к устойчивому развитию. Пока этого не произошло, все большую роль будет играть восстановление природной среды. Благодаря восстановлению появляется возможность для смягчения экологической деградации, особенно в крупных масштабах. Оно может способствовать улучшению качества воздуха, обращению вспять процесса обезлесения и опустынивания, замедлению темпов утраты биоразнообразия, в отдельных случаях может привести и к улучшению городской среды [9]. Из всех существующих типов реабилитации, невозможно выбрать какой-то один универсальный тип. Поэтому необходимо разрабатывать комплексный (системный) подход в реабилитации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Указ* Президента РФ от 19.04.2017 № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. *Калинин А.Г., Косьянов В.А., Лисов В.И., Власюк В.И., Карпиков А.П.* Геологоразведочное дело. Учебно-справочное пособие. РГГУ им. Серго Орджоникидзе. — М.: Изд-во «ЦентрЛитНетеГаз», 2018. — 800 с.

3. *Парфенов В.Г., Сивков Ю.В.* Геоэкология: учебное пособие. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. — 176 с.

4. *Редина М.М., Хаустов А.П.* Экологическая безопасность в нефтегазовом комплексе: монография. — М.: РУДН, 2016. — 196 с.: ил.

5. *Ахмадиев А.К., Экзарьян В.Н.* Экологическая безопасность нефтегазовой отрасли: нормативно-правовой аспект // Газовый бизнес. — 2019. — № 3. — С. 48—54.

6. *Федеральный* закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. *Шмаль А.Г.* Глобальная система экологической безопасности. — М.: Изд-во «Спутник+», 2018. — 304 с.

8. *Экзарьян В.Н.* К вопросу о реабилитации окружающей природной среды / Новые идеи в науках о Земле. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. — М., 2019. — С. 418—421.

9. *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.

10. *Yang Li, Zhongjun Jia, Qingye Sun, Jing Zhan, Yang Yang, Dan Wang* Ecological restoration alters microbial communities in mine tailings profiles // Scientific Reports. 2016. Vol. 6. Article 25193. DOI: 10.1038/srep25193.

11. *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.

12. *Muhammad Afzal, Khadeeja Rehman, Ghulam Shabir, Razia Tahseen, Amna Ijaz, Amer J. Hashmat, Hans Brix* Large-scale remediation of oil-contaminated water using floating treatment wetlands // npj Clean Water. 2019, no 2.Article 3. DOI: 10.1038/s41545-018-0025-7.

13. *Питулько В.М., Кулибаба В.В.* Восстановление природных систем и ликвидация объектов прошлого экологического ущерба. Монография. — СПб.: Изд-во ВВМ, 2014. — 445 с.

14. *Экзарьян В.Н.* Геоэкология и охрана окружающей среды. Учебник для вузов, 2-е изд., доп. и перераб. — М.: Щит-М, 2009. — 208 с.

15. *Галинина Т.В.*, *Баумгартэн М.И.* Экологические последствия техногенного воздействия при открытых горных работах // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2013. — № 7. — С. 288—292.

16. *Лукьянова Н.В.*, *Мясков А.В.* Обоснование необходимости учета ландшафтных особенностей при восстановлении естественных экосистем в горнопромышленных регионах // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2013. — № 7. — С. 312—316.

17. *Ганова С.Д.* Совершенствование системы геоэкологического мониторинга городских территорий / Современные проблемы географии. Межвузовский сборник научных трудов. — Астрахань, 2018. — С. 107—113. ГИАБ

REFERENCES

1. *Ukaz Prezidenta RF ot 19.04.2017 № 176 «O Strategii ekologicheskoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda»* [On the Environmental Security Strategy of the Russian Federation for the period until 2025]. Decree of the President of the Russian Federation of April 19, 2017, No 176], Moscow, 2017.

2. Kalinin A.G., Kos'yanov V.A., Lisov V.I., Vlasyuk V.I., Karpikov A.P. *Geologorazvedochnoe delo*. Uchebno-spravochnoe posobie [Геологоразведочное дело. Training and reference manual], Moscow, Izd-vo «TsentrLitNeteGaz», 2018, 800 p.

3. Parfenov V.G., Sivkov Yu.V. *Geoekologiya*: uchebnoe posobie [Geoecology: Educational aid], Tyumen, TyumGNGU, 2015, 176 p.

4. Redina M.M., Khaustov A.P. *Ekologicheskaya bezopasnost' v neftegazovom komplekse*: monografiya [Environmental safety in the oil and gas sector: monograph], Moscow, RUDN, 2016, 196 p.

5. Akhmadiev A.K., Ekzar'yan V.N. Environmental safety of the oil and gas industry: the legal and regulatory aspect. *Gazovyy biznes*. 2019, no 3, pp. 48—54.

6. *Federal'nyy zakon ot 10.01.2002 no 7-FZ (red. ot 26.07.2019) «Ob okhrane okruzhayushchey sredy»* [About environmental protection. Federal Law dated 10.01.2002 No 7 (as amended on 07.26.2019)].

7. Shmal' A.G. *Global'naya sistema ekologicheskoy bezopasnosti* [Global environmental security system], Moscow, Izd-vo «Sputnik+», 2018, 304 p.

8. Ekzar'yan V.N. On the issue of environmental remediation. *Novye idei v naukakh o Zemle. Materialy XIV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [New ideas in Sciences about the Earth. Proceedings of the XIV International scientific and practical conference], Moscow, 2019, pp. 418—421.

9. 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.

10. Yang Li, Zhongjun Jia, Qingye Sun, Jing Zhan, Yang Yang, Dan Wang Ecological restoration alters microbial communities in mine tailings profiles. *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. Article 25193. DOI: 10.1038/srep25193.

11. 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.

12. Muhammad Afzal, Khadeeja Rehman, Ghulam Shabir, Razia Tahseen, Amna Ijaz, Amer J. Hashmat, Hans Brix Large-scale remediation of oil-contaminated water using floating treatment wetlands. *npj Clean Water*. 2019, no 2.Article 3. DOI: 10.1038/s41545-018-0025-7.

13. Pitul'ko V.M., Kulibaba V.V. *Vosstanovlenie prirodnykh sistem i likvidatsiya ob"ektov proshlogo ekologicheskogo ushcherba*. Monografiya [Restoration of natural systems and elimination of objects of the past environmental damage. Monograph], Saint-Petersburg, Izd-vo VVM, 2014, 445 p.

14. Ekzar'yan V.N. *Geoekologiya i okhrana okruzhayushchey sredy*. Uchebnik dlya vuzov. 2-e izd. Geoecology and environmental protection. Textbook for high schools, 2nd edition], Moscow, Shchit-M, 2009, 208 p.

15. Galinina T.V., Baumgarten M.I. Environmental consequences of technogenic impact of open-pit mining operations. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2013, no 7, pp. 288—292.

16. Luk'yanova N.V., Myaskov A.V. Justification of the necessity to take into account landscape peculiarities when restoring natural ecosystems in mining regions. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2013, no 7, pp. 312—316.

17. Ganova S.D. Improvement of the system of geoecological monitoring of urban areas. *Sovremennye problemy geografii. Mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov* [Modern problems of geography. Intercollegiate collection of scientific works], Astrakhan, 2018, pp. 107—113. [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ахмадиев Артур Константинович[1] — аспирант, e-mail: art696@mail.ru,
Экзарьян Владимир Нишанович[1] — д-р геол.-минерал. наук, профессор,
зав. кафедрой, e-mail: vnekzar@rambler.ru,
[1] Российский государственный геологоразведочный университет
им. Серго Орджоникидзе (МГРИ), 117997 Москва, Россия.
Для контактов: Ахмадиев А.К., e-mail: art696@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

A.K. Akhmadiyev[1], Graduate Student, e-mail: art696@mail.ru,
V.N. Ekzaryan[1], Dr. Sci. (Geol. Mineral.), Professor, e-mail: vnekzar@rambler.ru,
[1] Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University
(MGRI-RSGPU), 117997, Moscow, Russia.
Corresponding author: A.K. Akhmadiyev, e-mail: art696@mail.ru.

Получена редакцией 01.11.2019; получена после рецензии 19.11.2019; принята к печати 20.01.2020.
Received by the editors 01.11.2019; received after the review 19.11.2019; accepted for printing 20.01.2020.

ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

НОВЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

(2019, № 12, СВ 44, 24 с.)

Браговский Богдан Викторович[1] — аспирант, e-mail: bragovsky@inbox.ru,
Кайдо Ильмар Ильмарович[1] — канд. техн. наук, горный инженер-физик, e-mail: ikay_1953@mail.ru,
[1] НИТУ «МИСИС».

Рассмотрены новые технологические решения при разработке месторождений калийных солей на примере Гремячинского месторождения калийных руд Прикаспийского соленосного бассейна, а так же предложен метод определения горного давления на рассматриваемом месторождении. Предложенные решения могут быть применены для других месторождений солей, находящихся на больших глубинах.

Ключевые слова: горные работы, состояние массива, геологические процессы, очистные выработки, свойства вмещающих пород, горное давление.

A NEW APPROACH TO DEVELOPMENT OF POTASH SALT DEPOSITS AT GREAT DEPTHS

B.V. Bragovsky[1], Graduate Student, e-mail: bragovsky@inbox.ru,
I.I. Kaydo[1], Cand. Sci. (Eng.), Mining Physics Engineer, e-mail: ikay_1953@mail.ru,
[1] National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia.

New technological solutions for the development of potash salt deposits are considered on the example of the gremyachinsky potash ore Deposit in the Caspian salt basin, and a method for determining the rock pressure at the field under consideration is proposed. The proposed solutions can be applied to other salt deposits located at great depths.

Key words: mining operations, state of the massif, geological processes, treatment workings, properties of host rocks, rock pressure.