

## Научно-техническое сопровождение ликвидации неперспективных угольных шахт на основе системного анализа информации

*М.Д. Молев, И.А. Занина, И.А. Стуженко, А.И. Шеметов*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** Статья посвящена описанию результатов научных исследований в области обоснования программы действий при реструктуризации угольной промышленности. Основное внимание авторов сосредоточено на методах обеспечения экологической безопасности организационно-технических мероприятий. Показано, что цели охраны окружающей среды на территории ликвидируемых шахт могут быть достигнуты только при формировании производственной программы, учитывающей результаты детального комплексного изучения объекта и его взаимосвязи с внешней средой (горным массивом, подземной и поверхностной гидросферой и атмосферой) с использованием теорий системного анализа и прогностики. В частности, на основе анализа научных публикаций по тематике и результатов собственных исследований установлены ведущие факторы негативного воздействия на безопасность жизнедеятельности населения и сформулированы требования к прогнозной системе

**Ключевые слова:** научное сопровождение, ликвидация, угольная шахта, методология, системный анализ, прогностика, угленородный массив, экологическая безопасность, моделирование.

Переход российской экономики на рыночные методы хозяйствования сопровождается реструктуризацией угольной отрасли, в процессе которой возникают техногенные процессы, оказывающие негативное влияние на окружающую среду. Среди них выделяются [1]:

- загрязнение подземных водоносных горизонтов и водозаборов;
- подтопление прилегающих территорий и деформации поверхности;
- неуправляемое выделение газов из горных выработок в атмосферу.

На горном отводе ликвидируемой шахты остаются накопители твердых и жидких отходов производства: терриконы и шламонакопители, являющиеся также довольно серьезными источниками загрязнения подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха [2]. В целом правомерно определить продолжающуюся ликвидацию как негативный источник влияния на безопасность региона, в том числе на экологию, экономику и социальную сферу. Основная экологическая цель

---

реструктуризации – обеспечить нормальные условия жизнедеятельности населения шахтерских территорий. Достижение этой цели предполагает решение следующих задач:

- выявление природных и техногенных факторов, определяющих характер и масштабы экологических последствий ликвидации шахт;
- оценка роли выявленных факторов на окружающую среду;
- разработка методов и методик геоэкологических наблюдений;
- формирование оптимальной программы технических мероприятий, направленных на предотвращение (минимизацию) отрицательного воздействия ликвидационных работ.

Характер негативных процессов в каждом регионе имеет свои специфические особенности, поэтому использование стандартных технологий может привести к экологическим происшествиям и катастрофам регионального масштаба. В связи с возникающими неопределенностями необходимо выполнять научное обоснование проекта ликвидации. Анализ публикаций показывает, что отсутствуют работы, в которых была бы системно изложена теория и практика подготовки организационно-технических мероприятий по ликвидации угольных шахт, поэтому авторы считают необходимым представить методологию исследований [3–5].

Авторская теория обоснования ликвидационных мероприятий базируется на методологиях системного анализа, исследования операций и прогнозтики. Исследование проблемы обеспечения техносферной безопасности свидетельствует о том, что шахты совместно с окружающей средой образуют сложную динамическую природно-техническую систему (ПТС), характеризующуюся множеством компонентов и взаимоотношений в процессе функционирования системы в целом [6 – 10]. Системный анализ направлен на то, чтобы сосредоточить главные усилия на масштабных проблемах, не поддающихся решению простыми исследованиями.

---

Применение методологии исследования операций обусловлено тем, что ее методы и модели позволяют получить решения (в частности оптимальное значение целевой функции), наилучшим образом отвечающие целям организации технологических процессов ликвидации шахт. Органам управления регионом и общественности чрезвычайно важно знать состояние ПТС в перспективе, поэтому необходимо выполнять комплексное прогнозирование жизни населения при осуществлении ликвидационных мероприятий. В связи с этим предлагается использовать методологию прогностики, которая содержит законы и способы разработки прогнозов развития динамических систем.

Элементы авторской методологии объединяет в общую систему целевая функция оценки суммарного риска, а именно – вероятности возникновения и развития негативных природно-техногенных процессов. При этом обеспечивается полный комплекс исследования негативного воздействия

Необходимым инструментом научного обоснования является моделирование [11,12]. Оптимальный комплекс должен включать модели объектов углепородного массива, воздушной и водной сред, техногенных процессов, сети наблюдений, оценки эффективности мероприятий.

Авторами были выполнены исследования проблемы ликвидации шахт на территории Ростовской области. В процессе изучения ситуации установлено ряд факторов, которые потенциально определяют геологические, гидрогеологические и экологические процессы во времени и пространстве. Согласно результатам исследований сделан вывод о формировании подземного водоаккумулирующего горизонта. Так, шахты бывшего ОАО «Ростовуголь» имеют объединенную сеть горных выработок, что в результате затопления привело к образованию единого техногенного горизонта объемом около 25 миллионов м<sup>3</sup>. О реальной угрозе для ОПС в

---

случае неконтролируемого процесса затопления можно судить по составу шахтных вод, которые заполняют выработанное пространство. По данным Шахтинской санэпидстанции (Ростовская область) эти воды содержат свинец, цинк, железо в концентрации, значительно превышающей предельно-допустимые нормы.

Для научного обоснования ликвидационных мероприятий были проанализированы результаты измерений по 57 стволам и скважинам 25 закрытых шахт Российского Донбасса и сделан фундаментальный вывод: интегральная характеристика динамики затопления выработанного пространства шахт может служить объективным критерием для прогнозирования развития гидравлической ситуации на вновь закрываемых предприятиях. Экспериментальное распределение значений уровней подъема удовлетворительно аппроксимируется регрессией в виде отрезка параболы:

$$y = h_{\text{нач}} + 26,04x - 0,3833x^2 \quad (1)$$

где  $h_{\text{нач}}$  – начальная глубина затопления, м;  $x$  – нормированное время.

Применение полученной зависимости позволит выполнить диагностику обстановки и прогнозирование развития ситуации, затем провести выбор вариантов мероприятий. Для предотвращения опасных ситуаций необходимо:

- включать в проект стабилизирующие технические мероприятия;
- разработать механизм корректировки проектных решений;
- формулировать альтернативные сценарии развития событий.

В рамках проекта рассчитываются скорости и уровни подъема шахтных вод, дата полного затопления шахты и выхода воды на дневную поверхность.

Предлагаемая методика может быть использована во всех угольных регионах, поскольку установленные тенденции развития негативных экологических факторов носят универсальный характер.

Реальным подтверждением технико-экономической эффективности описанной в работе методологии являются результаты внедрения методики и отдельных ее элементов в практику научно-технического сопровождения ликвидационных работ на территории Российского Донбасса.

### Литература

1. Молев М.Д. Основные аспекты методологии проведения геофизических исследований при оценке геоэкологической ситуации в угледобывающих районах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2000. № 11. С. 97-99.

2. Golik V.I., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. Experimental Study Of Non-Waste Recycling Tailings Ferruginous// International Journal of Applied Engineering Research. 2015. V. 10, № 15. pp. 35410-35416.

3. Мохов А.В. Геомеханические аспекты консервации и ликвидации каменноугольных шахт с затоплением горных выработок // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2000. № 3. С. 123-127.

4. Зайденварг В.Е., Навитный А.М., Твердохлебов В.Ф. Гидрогеологические аспекты ликвидации шахт в России // Уголь. 1999. №12. С. 17-21.

5. Еремеев В.М. Экологический мониторинг ликвидации неперспективных шахт Восточного Донбасса. Шахты: ЮРО АГН, 2001. 182 с.

6. Молев М.Д., Молев А.М. Теория и практика управления региональной экологической безопасностью: монография. Шахты: ЮРГУЭС, 2006. 86 с.

7. Голик В.И., Масленников С.А., Прокопов А.Ю., Базавова О.В. Обеспечение экологической безопасности техногенных отходов // Научное обозрение. 2014. №9. С. 726-729.



8. Kokhanenko V.N., Duvanskaya E.V., Molev M.D., Zanina I.A., Iliev A.G. The New Approach When Solving The Equation of The Extreme Current Line In The Problem of Free Spreading of A Turbulent Flow // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. № 4. pp. 10033-10039.

9. Голик В.И., Комащенко В.И., Масленников С.А., Страданченко С.Г. Повышение полноты использования недр путем глубокой утилизации отходов обогащения угля // Горный журнал. 2012. №9. С. 91-95.

10. Молев М.Д., Занина И.А., Стуженко Н.И. Синтез прогнозной информации в практике оценки эколого-экономического развития региона //Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2013/1993.

11. Кузнецов К.К. Имитационное моделирование взаимосвязи инициаторов высокотехнологичных инноваций // Инженерный вестник Дона, 2009, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2009/250/.

12. Hecker, R.L., Liang S.Y. Predictive modeling of surface roughness in grinding // International Journal of Machine Tools and Manufacture. 2003. V. 43, Iss. 8. pp. 755-761.

### References

1.Molev M.D. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2000. № 11. pp. 97-99.

2. Golik V.I., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. International Journal of Applied Engineering Research. 2015. V. 10, № 15. pp. 35410-35416.

3. Mokhov A.V. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2000. № 3. pp.123-127.

4. Zaydenvarg V.E., Navitniy A.M., Tverdokhlebov V.F. Ugol'. 1999. №12. pp. 17-21.

5. Eremeev V.M. Ekologicheskii monitoring likvidatsii neperspektivnykh shakht Vostochnogo Donbassa. Shakhty: YURO AGN, 2001. 182 p.



[Environmental monitoring of the elimination of unproductive mines of East Donbass]. Mines: SRO AGN , 2001. 182 pp.

6. Molev M.D., Molev A.M. Teoriya i praktika upravleniya regional'noy ekologicheskoy bezopasnost'yu: monografiya. Shakhty: YURGUES, 2006. 86 p. [Theory and practice of management of regional ecological security: monograph]. Mines: SRSUES, 2006. 86 p.

7. Golik V.I., Maslennikov S.A., Prokopov A.Yu., Bazavova O.V. Nauchnoe obozrenie. 2014. №9. pp. 726-729.

8. Kokhanenko V.N., Duvanskaya E.V., Molev M.D., Zanina I.A., Iliev A.G. International Journal of Applied Engineering Research. 2015. № 4. pp.10033-10039.

9. Golik V.I., Komashchenko V.I., Maslennikov S.A., Stradanchenko S.G. Gornyy zhurnal. 2012. №9. pp. 91-95.

10. Molev M.D., Zanina I.A., Stuzhenko N.I. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №1 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/).

11. Kuznetsov K.K. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2009, №1 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2009/250/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2009/250/).

12. Hecker, R.L., Liang S.Y. International Journal of Machine Tools and Manufacture. 2003. V. 43, Iss. 8. pp. 755-761.