

**УДК 622.861**

**СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМ  
МОНИТОРИНГА УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ВЕДЕНИИ ОТКРЫТЫХ  
ГОРНЫХ РАБОТ**

Скударнов Д.Е., аспирант

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.  
Горбачева

Междисциплинарное направление научных исследований, задачами которого является изучение состояния систем, внутренней самоорганизации, переход систем в качественно новое состояние получило название «Синергетика» [1]. Объектами исследований данного направления стали системы, которые характеризуются открытостью и саморазвитием.

Добыча полезных ископаемых приводит к травматизму [2], загрязнению окружающей среды пылью [3], газообразными продуктами окисления угля [4], радоном [5]. Большую опасность для людей и природы представляют пожары на породных отвалах [6-9], угольных складах [10]. С целью снижения опасности горных работ для людей и природы предложены различные меры предотвращения аварийных ситуаций [11-14].

Процесс ведения открытых горных работ представляет собой сложную открытую систему, имеющую способность к саморазвитию. Под саморазвитием системы понимается процесс изменения горно-геологических условий, параметров работы горнотранспортного оборудования, психофизиологического состояния работников направленный на реализацию опасных и вредных факторов производственной среды.

Так как процесс ведения открытых горных работ может осуществляться только при определенных условиях, обеспечивающих горнорабочим безопасность, то технологические процессы, входящие в данную систему, ведутся таким образом, чтобы реализация опасных и вредных факторов производственной среды не превышала установленные нормы ПДК или ПДУ. Если действие на человека опасных и вредных факторов производственной среды при ведении технологических процессов открытых горных работ не превышает установленные нормы ПДК или ПДУ, то такая система находится в состоянии динамического равновесия.

В случаях, когда реализация вредных и опасных факторов производственной среды приводит к причинению вреда жизни и здоровью человека, такое состояние системы добычи полезных ископаемых открытым способом характеризуется выходом ее из состояния равновесия. Момент качественного преобразования системы представляет собой процесс прохождения точки бифуркации. Точка бифуркации одно из наиболее значимых понятий теории самоорганизации [15].

Выделение человека как компонента системы дает нам понятие о человекообразных системах. Процесс ведения открытых горных работ представляет собой не только систему, характеризующуюся открытостью и способностью к саморазвитию, но и человекообразностью. Взаимодействие человека с производственной средой сопровождается воздействием на него потоков вещества, энергии и информации. Состояние человека зависит от величины взаимодействия и может быть комфортным (потоки создают оптимальные условия для деятельности, сохранения здоровья), допустимым (потоки не оказывают негативного влияния на человека, не приводят к дискомфорту), опасным (потоки превышают допустимые уровни, вызывая при длительном воздействии заболевания) и чрезвычайно опасным (потоки высоких уровней за короткое время могут нанести травму, привести к летальному исходу).

Поскольку основной задачей систем управления охраной труда на горнодобывающих предприятиях является деятельность, направленная на сохранение жизни и здоровья человека в процессе его профессиональной деятельности, то закон сохранения жизни находит применение при построении систем мониторинга вредных и опасных факторов производственной среды. При ведении открытых горных работ вредные и опасные факторы производственной среды являются ее неотъемлемой частью, поэтому их воздействие на организм человека необходимо сокращать до минимального предельно допустимого уровня.

Потоки вещества и энергии, воздействующие на организм человека, сопровождаются потоками информации. На стадии проектирования систем мониторинга условий труда, обеспечивающих безопасность человека в производственной среде, производятся исследования по выявлению вредных и опасных факторов на рабочих местах. Процесс идентификации источников опасности переходит в процесс подбора систем мониторинга концентраций вредных и опасных факторов производственной среды. Получение информационных потоков о концентрациях вредных и опасных факторов, реализуемых в производственной среде, обработка полученных данных и передача необходимой информации до рабочих с целью обеспечения безопасности составляют информационную основу проектируемых решений.

Производственная среда оцифровывается в информационное пространство. Информация своевременная полученная для принятия управленческого решения может использоваться как средство индивидуальной или коллективной защиты. Работа с информационным пространством требует создания такой сети информационных потоков, которые бы охватывали воздействия на человека производственной среды. Источник сбора данных должны располагаться в местах идентификации опасностей, а также в местах пребывания человека в производственной среде.

В зависимости от полученных потоков информации о опасностях производственной среды для работников подбираются мероприятия по

обеспечению безопасных условий труда. Мероприятия могут отличаться по степени защиты человека от опасностей на его рабочем месте, начиная от применения средств индивидуальной защиты, дополнительных обучений, заканчивая остановкой технологических процессов.

Мониторинг потоков информации, оцифровывающий опасности производственной среды может быть двух типов. Первый направлен на измерение концентрации вредных и опасных факторов в уже установленных источниках опасности. Второй направлен для прогноза и оценки внезапно возникающих опасностей производственной среды. Внезапно образующиеся опасности производственной среды наносят наибольший вред жизни и здоровью человека.

В тех случаях, когда в производственной среде происходит внезапное образование источников опасности, большое значение имеет скорость передачи потоков информации о случившемся инциденте или аварии. Информация должна поступать мгновенно с момента обнаружения внезапного источника опасности, система обеспечивающая мониторинг должна обладать таким свойством как оперативность. В зависимости от того какой скоростью коммуникаций обладает система мониторинга вредных и опасных факторов производственной среде, определяются возможности вывода горнорабочих из опасной зоны, а также последующие мероприятия по ликвидации инцидента или аварии.

Изменения, происходящие в производственной среде, которые приводят к реализации опасных и вредных факторов и причинение вреда жизни и здоровью горнорабочих, рассматриваются как прохождение точек бифуркации системы ведения открытых горных работ. Переход параметров через критические значения дают нам перестройку системы с последующими последствиями для жизни и здоровья горнорабочих, состояния технологического оборудования, состояния горного хозяйства.

Функционирование системы управления охраной труда на предприятии должно обеспечивать поддержание динамического равновесия в системе ведения открытых горных работ и обеспечивать безопасность трудовых процессов на приемлемом уровне. В тех случаях, когда нарушается динамическое равновесие системы ведения открытых горных работ и человек подвергается опасностям в производственной среде в зависимости от степени воздействия на жизнь и здоровье проводится ряд мероприятий. В первую очередь это эвакуация из опасной зоны, если в этом есть необходимость. Далее необходимо проводить мероприятия по локализации и ликвидации источников опасности в производственной среде, что возвращает систему к состоянию динамического равновесия.

#### Список литературы:

1. Синергетика в научной картине мира: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.gramota.net/materials/3/2017/12-2/25.html](http://www.gramota.net/materials/3/2017/12-2/25.html)

2. Скударнов Д.Е., Портола В.А., Квасова А.А., Сачков А.В. Анализ смертельного травматизма при добыче угля открытыми горными работами. Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2018. – № 1. С. 33-39.

3. Open pits automobile transport impact on the environment and labor safety / Vyacheslav Portola, Alyona Bobrovnikova, Elena Murko // The 9th Russian-Chinese Symposium. Coal in the 21st Century: Mining, Intelligent Equipment and Environmental Protection, China, Qingdao, 18–21 October 2018. – Paris : Atlantis Press, 2018.– P. 345–347.

4. Влияние химической активности угля на выделение газов при низкотемпературном окислении / Портола В.А., Храмцов В.И., Щербакова В.А., Бобровникова А.А. // Вестник КузГТУ. – 2017. – № 5. – С. – 63-67.

5. Portola, Vyacheslav Alekseevich. Radon Emission from Coal Mines of Kuzbass Region [Electronic resource] / V. A. Portola, E. S. Torosyan, V. K. Antufeyev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2016. — Vol. 127 : Urgent Problems of Modern Mechanical Engineering. — [012021, 5 p.]. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/127/1/012021>

6. Проблемы и пути снижения пожароопасности при добыче угля открытым способом / В.А. Портола, С.И. Протасов, С.Н. Подображин //Безопасность труда в промышленности. – 2004, № 11. – С.41-43.

7. Борьба с самовозгоранием породных отвалов / В.А. Портола, С.И. Протасов, Е.С. Торосян // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири: материалы IX научно-практ. конф. 1-2 ноября 2012г. – Кемерово: КузГТУ, 2012. – С. 50-53.

8. Интенсификация процесса самовозгорания угля при перевозке автомобильным транспортом / В.А. Портола, Е.С. Торосян // Безопасность труда в промышленности. – 2015, № 1. – С. 46-49.

9. Портола В.А., Скударнов Д.Е., Протасов С.И., Подображин С.Н. Оценка параметров очагов самовозгорания породных отвалов угольных карьеров и способов их тушения. Безопасность труда в промышленности. – 2017. – № 11. – С. 42–47.

10. Ютяев Е.П., Портола В.А., Мешков А.А., Харитонов И.Л., Жданов А.Н. Развитие процесса самонагревания в скоплениях угля под действием молекулярной диффузии кислорода. Уголь. – 2018. – № 10 (1111). – С. 42–46.

11. Син С.А., Портола В.А., Игишев В.Г. Повышение эффективности применения азота для борьбы с самовозгоранием угля в шахтах. Уголь. – 2018. – № 5. – С. 51–57.

12. Портола В.А. Изоляция горных выработок при добыче угля в метановой атмосфере / Портола В.А. // Вестник КузГТУ. – 2017. – № 2. – С. – 42-47.

13. Портола В.А. Подавление очагов самовозгорания угля инертными составами на основе жидкого азота: монография / В.А. Портола, Н.Л.

Галсанов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 214. – 157 с.

14. Галсанов Н.Л., Портола В.А. Распространение инертных составов в выработанном пространстве шахт. Вестник КузГТУ, 2013, № 6. С. 80-83.

15. Бифуркации в природе и обществе: естественнонаучный и социосинергетический аспект: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=26640>