

УДК 622.8

*В.Л. Могилат***ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
И РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
СИТУАЦИЙ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Существующая система управления промышленной безопасностью горнодобывающих предприятий не в полной мере реализует имеющиеся возможности по снижению уровня травматизма и аварийности. Происходит это, как правило, вследствие запаздывания адекватной реакции управляющих объектов на возникновение и развитие опасных производственных ситуаций (ОПС). Для улучшения работы в этом направлении на горнодобывающих предприятиях в соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» был введен производственный контроль для мониторинга системы промышленной безопасности в процессе эксплуатации опасных производственных объектов. Однако практика показала его недостаточную эффективность, так как инциденты, не приведшие к авариям и несчастным случаям, часто оказываются вне зоны внимания производственного контроля.

Для эффективного управления промышленной безопасностью предприятия необходима информация, адекватная складывающейся обстановке и имеющая собственную внутреннюю структуру, которая должна использоваться для формирования управляющих воздействий. Эффективность информации следует оценивать по ее способности влиять на процесс управления уровнем безопасности производства. При этом следует учитывать, что внедрение новых информационных технологий, предусматривающих только автоматизацию процесса управления, не обеспечивает переход от оперирования информацией как набором данных о состоянии объектов управления к информации в виде согласованных между собой сведений о достижении поставленных целей. Здесь требуется изменить принципы формирования информационных потоков, их структуру

и механизм функционирования информационной системы предприятия в целом.

В зависимости от уровня и объекта управления определяются целевая функция и основные информационные массивы на входе в систему управления промышленной безопасностью, которые формируют управленческое воздействие. Для этого определены основные информационные массивы на выходе из системы управления: собственника – параметры эффективного и безопасного развития предприятия; директора – параметры системных клиентских и партнерских связей; руководителей и специалистов – регламент соблюдения технологических режимов; операционного персонала – адекватные алгоритмы выполнения операций. Для каждого уровня управления безопасностью характерна определенная структура информационной модели. Различие заключается в связях между основными блоками информационной модели – показателями состояния объекта управления, сущностью происходящих процессов, целевой функцией управления, системой управленческих решений и реакцией объекта управления на управляющие воздействия.

Алгоритм использования информационных потоков, обеспечивающих промышленную безопасность, приведен на рис. 1.

В рамках теории гуманитарного баланса общество представляется как открытая неравновесная система, а информация (культура) – как антиэнтропийный механизм, препятствующий разрушению системы. С большой долей достоверности можно провести аналогию данного представления с функционированием горнодобывающего предприятия: в процессе производства в его подсистемах накапливается все большее количество энтропии, грозящее ему разрушением. При этом производственная система ведет себя как диссипативная структу-

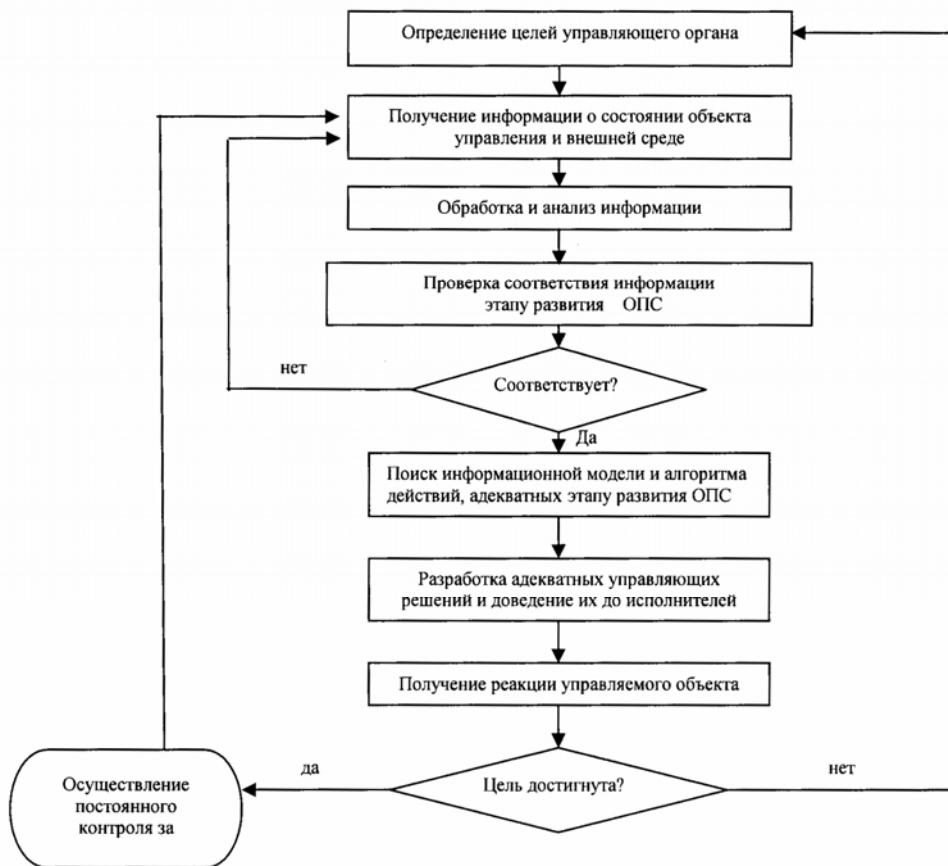


Рис. 1. Алгоритм формирования и использования информационных потоков, обеспечивающих промышленную безопасность горнодобывающего предприятия

ра, то есть при создании нового антиэнтропийного механизма система переходит в одно из возможных устойчивых состояний, причем эта устойчивость сохраняется до начала увеличения критической массы энтропии в системе. В момент потери устойчивости, называемой «точкой бифуркации», система может перейти в одно из нескольких других вероятных устойчивых состояний, которые заранее спрогнозировать невозможно.

В то же время, путем увеличения количества информации, преобразования ее в знания и их эффективного использования можно достичь желаемого состояния системы. Интенсивным наращиванием количества и качества информации, ускорения ее обработки и донесе-

ния до потребителей, а также эффективным ее использованием мы можем добиться достаточного уровня безопасности работы горнодобывающего предприятия. Важно подчеркнуть, что требуется не просто знание этой информации, а использование ее для обоснования своих решений.

Эффективность управления зависит от соответствия используемой информационной модели реальным условиям функционирования производственной системы. Выбор той или иной информационной модели определяет объем и содержание информации, собираемой, передаваемой, накапливаемой и обрабатываемой в коммуникационной системе и системе управления горнодобывающего предприятия. С другой стороны, задача выбора структуры информационных потоков возникает вне зависимости от типа исполь-



Рис. 2. Матрица закономерности развития опасной производственной ситуации в системе горнодобывающего производства:

И (+) – есть информация о состоянии связей между элементами системы; И (-) – нет информации о состоянии связей между элементами системы; А (+) – есть алгоритм адекватных действий; А (-) – нет алгоритма адекватных действий

ца закономерностей возникновения и развития опасной производственной ситуации в системе горнодобывающего производства (рис. 2).

При наличии этих двух составляющих (информации и алгоритма адекватных действий) сохраняется штатный режим и стандартное управление безопасностью производства. Отсутствие одного из этих составляющих приводит систему в состояние угрозы, инцидента или аварии, то есть к управлению с отклонениями или потере управления. Отсутствие обоих составляющих означает катастрофу и разрушение системы. Для более объективной оценки обеспечения промышленной безопасности на горнодобывающих предприятиях, наряду с этим необходимо учитывать также мотивированность персонала на соблюдение безопасных режимов и приемов работы.

зуемой в процессе развития информационной модели.

От правильного определения цели и частных задач во многом зависит и выбор средств, при этом постановка цели и ее реализация должны рассматриваться в рамках программно-целевого подхода. Принятые управляющие решения в зависимости от масштаба, глубины, ресурсоемкости, а также последствий для системы, могут носить тактический или стратегический характер.

На основе возможных сочетаний наличия или отсутствия информации о состоянии связей между элементами системы, а также алгоритма адекватных действий составлена матри-

Коротко об авторах

Могилат Виталий Лазаревич – кандидат технических наук, директор Автомобильно-дорожного института, г. Екатеринбург.



ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

В технической литературе по безопасности движения автотранспорта принято два основных показателя, характеризующих уровень опасности движения: коэффициент безопасности и коэффициент аварийности.

Коэффициент безопасности K_6 представляет собой отношение скорости движения V_2 , соответствующей данному участку автодороги, к скорости движения автомобиля V_1 на предыдущем участке:

$$K_6 = \frac{V_2}{V_1}$$

Он характеризует степень снижения скорости движения автомобилей вследствие неудовлетворительных дорожных условий. Расчет коэффициентов безопасности производится на основе анализа графика скоростей движения. Для вновь проектируемых автодорог он рассчитывается аналитическим путем, а на эксплуатируемых автодорогах определяется путем замера фактических скоростей движения. По полученным данным строится график изменения величин коэффициентов безопасности по длине дороги и определяются участки, характеризующиеся минимальными значениями коэффициентов безопасности.

Коэффициент аварийности K_a – это отношение возможного количества дорожных происшествий на рассматриваемом участке дороги к среднему числу происшествий на горизонтальном участке трассы с двумя полосами движения и шероховатым покрытием. Данный метод позволяет определить уровень аварийности движения на рассматриваемом участке и установить необходимую величину изменения

его параметров для обеспечения требований безопасного движения.

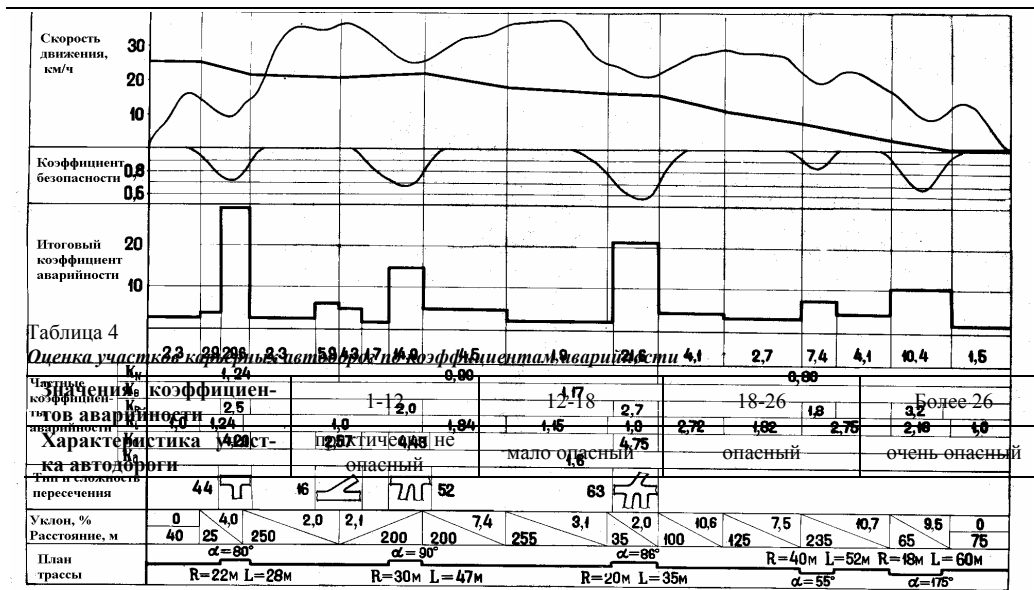
Для оценки безопасности эксплуатации карьерного автотранспорта с помощью приведенных показателей автором были произведены замеры фактических скоростей движения автосамосвалов на наиболее характерных технологических схемах транспортирования горной массы в карьерах. Установлено, что скорость движения автосамосвалов в грузовом направлении на карьерах глубинного типа ограничивается их тяговыми характеристиками и составляет в среднем 12-18 км/ч, а в порожняковом направлении лимитируется требованиями безопасности и изменяется в пределах 35-40 км/ч. Поэтому график коэффициентов безопасности строится только для порожнякового направления, как наиболее опасного. На основе анализа скоростного режима автосамосвалов построен график коэффициентов безопасности для технологической схемы «экскаваторный забой – склад бедных руд», на который нанесены планы трассы, уклоны и расстояния (рисунок).

На основании полученных коэффициентов безопасности произведена оценка технологических схем транспортирования горной массы (табл. 1).

В работе было определено, что в проектах новых карьерных автодорог должны отсутствовать участки со значениями коэффициента безопасности менее 0,8, что соответствует снижению скорости движения более чем на 20%. При реконструкции и ремонте действующих автодорог рекомендуется перепроектировать участки со значениями коэффициентов

Таблица 1
Оценка участков карьерных автодорог по коэффициентам безопасности

Значение коэффициентов безопасности	более 0,8	0,6-0,8	0,4-,06	менее 0,4
Характеристика участка дороги	практически неопасный	мало опасный	опасный	очень опасный



Оценка технологических схем транспортирования горной массы на Михайловском ГОКе методами коэффициентов безопасности K_6 и коэффициентов аварийности K_a

безопасности менее 0,6.

На трассе рассматриваемой технологической схемы имеется пять участков, на которых значения коэффициентов безопасности меньше 1. Среднее значение коэффициентов безопасности находится в пределах 0,6-0,7, что характеризует эти участки как мало опасные. Участок автодороги с коэффициентом безопасности 0,57 следует классифицировать как опасный и требующий реконструкции перекрестка дорог, на котором происходит резкое снижение скорости движения автосамосвалов.

Исходя из специфики открытых горных работ, в качестве факторов влияния на безопасность движения, учитываемых про вычисления

коэффициентов аварийности, приняты: интенсивность движения, ширина проезжей части, радиусы кривых в плане и продольный уклон карьерных автодорог, сложность пересечений транспортных потоков и качество дорожного покрытия.

Итоговые коэффициенты аварийности K_a для карьерных условий рассчитываются по формуле:

$$K_a = K_N K_B K_R K_i K_{\Pi} K_g,$$

где $K_N, K_B, K_R, K_i, K_{\Pi}, K_g$ – коэффициенты, учитывающие влияние на уровень аварийности перечисленных факторов.

Показатель сложности пересечения рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{ср} = K_{ст}(n_0 J_0 + n_c J_c + \sum_{i=1}^m n_{\Pi i} J_{\Pi i}),$$

Таблица 2
Значения величин для определения интегрального коэффициента влияния горнотехнических условий на безопасность движения

Интенсивность движения по одной дороге, % от интенсивности движения по двум дорогам	Менее 10	20	30	40	50
K_N	1,1	1,18	1,27	1,46	1,66
Продольный уклон, %	2	4	6	8	10
k_i	1,0	1,07	1,16	1,28	1,42
Видимость пересечения, м	100	80	60	40	20 и менее
k_B	1,0	1,09	1,20	1,36	1,52

Таблица 3
**Индексы опасности точек взаимодействия
 транспортных потоков**

Конфликтные точки	Индексы опасности
Отклонения	1
Слияния	2
Пересечение под углом	
45°	5
90°	6
120°	7
150°	9

где $K_{ГТ}$ - интегральный коэффициент влияния горнотехнических условий, учитывающий интенсивность движения по пересекаемой автодороге K_N (табл. 2), продольный уклон участка автодороги, на котором находится пересечение k_i , и расстояние видимости до пересечения k_B ($K_{ГТ} = K_N k_i k_B$); $n_0, n_C, n_{П}$ - количество точек взаимодействия транспортных потоков (отклонения, слияния и пересечения); $J_0, J_C, J_{П}$ - индексы опасности этих точек (табл. 3).

Указанная технологическая схема транспортирования горной массы оценена также методом коэффициентов аварийности (см. рисунок) Для нее определены частные коэффициенты аварийности и рассчитана степень сложности пересечений. Трасса автодороги анализируется по каждому из учитываемых шести показателей (интенсивность, ширина проезжей части, радиус кривых, продольный уклон, сложность пересечения, тип покрытия) с выделением однородных участков по условиям движения.

Итоговый коэффициент аварийности определяется перемножением частных коэффициентов. На основании построенного графика итоговых коэффициентов аварийности выделены участки, опасные для движения (табл. 4).

Установлено, что наиболее опасными участками на рассматриваемой трассе являются места пересечений транспортных потоков и повороты. Так, участок на пересечении автодорог у склада бедных руд, характеризующийся итоговым коэффициентом аварийности 29,6, классифицируется как опасный и требует реконструкции с целью уменьшения сложности пересечения или увеличения радиуса поворота при выезде с перегрузочной площадки склада (частные коэффициенты аварийности составляют, соответственно, 4,20 и 2,5). Опасным для движения автотранспорта является также перекресток карьерных автодорог на горизонте +115 м (коэффициент аварийности 21,6). Остальные участки рассматриваемой технологической схемы относятся к мало опасным и практически безопасным

Оценка транспортных коммуникаций карьера с помощью коэффициентов безопасности и аварийности позволяет определить участки повышенной опасности на дорогах, где работает технологический автотранспорт, и уровень безопасности движения автосамосвалов по элементам технологических схем транспортирования горной массы, а также разработать комплекс мероприятий для улучшения дорожных условий эксплуатации автотранспорта в карьерах.

Коротко об авторах

Могилат Виталий Лазаревич – кандидат технических наук, директор Автомобильно-дорожного института, г. Екатеринбург.

