

УДК 622.86.001.18

**Кравчук Игорь Леонидович**

доктор технических наук,  
директор Челябинского филиала  
ИГД УрО РАН  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 83  
e-mail: [kravchuk65@mail.ru](mailto:kravchuk65@mail.ru)

**ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРОИЗВОДСТВА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ  
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ  
ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ  
СОБЫТИЙ\*****Kravchuk Igor L.**

Doctor of Technical Sciences,  
Director of the Chelyabinsk branch  
Institute of mining UB RAS  
454080, Chelyabinsk Lenin avenue, 83  
e-mail: [kravchuk65@mail.ru](mailto:kravchuk65@mail.ru)

**THE FORECAST OF DEVELOPMENT  
SAFETY PROVIDING SYSTEMS IN COAL  
MINES BASED ON MANAGEMENT OF  
RISKS OF HAZARDOUS EVENTS ORIGIN***Аннотация:*

*В статье опубликованы материалы, полученные в ходе выполнения ЧФ ИГД УрО РАН исследования по программе Президиума РАН № 14 (№ 34) «Фундаментальные проблемы региональной экономики».*

*Перспективой развития систем обеспечения безопасности производства угледобывающих предприятий с подземным способом добычи является нацеленность этих систем на управление рисками возникновения негативных событий. Первоочередной задачей предприятий при этом является сокращение доли риска негативных событий, обусловленных нарушениями требований безопасности*

*Ключевые слова: система обеспечения безопасности производства, риск, негативное событие, нарушение требований безопасности, угледобывающие предприятия*

*Abstract:*

*The materials published in the article were obtained during the research program of the Presidium of Russian academy of sciences No. 14 (No. 34) execution "Fundamental problems of regional economy" by the Chelyabinsk branch Institute of mining UB RAS. The prospect of development safety providing systems in coal mines with subsurface mining is the focus of these systems on management the risks of hazardous events origin. The priority task of coal plants is to reduce the risk portion of hazardous events caused by safe-ty requirements violations*

*Keywords: Safety providing systems, risk, hazardous events, safety requirements violation, coal-mining plants*

Предыдущими исследованиями установлено [1], что в настоящее время наиболее действенным способом значимого повышения эффективности работы системы обеспечения безопасности производства является ее интеграция в систему управления предприятия. Неинтегрированность, в большей мере на уровне функций и структуры системы обеспечения безопасности производства, обуславливает наличие на предприятиях значительного количества воспроизводящихся нарушений требований безопасности и, как следствие, высокого риска травмирования работников.

Одной из важнейших задач системы обеспечения безопасности производства является снижение уровня риска аварий и травм. Поэтому именно в организации и освоении процесса управления риском возникновения негативных событий заключается перспектива развития систем обеспечения безопасности производства угледобывающих предприятий с подземным способом добычи.

В ОАО «СУЭК-Кузбасс», как и на других предприятиях и региональных производственных объединениях ОАО «СУЭК», начато освоение методов управления рисками возникновения негативных событий. Активная рыночная позиция «Сибирской

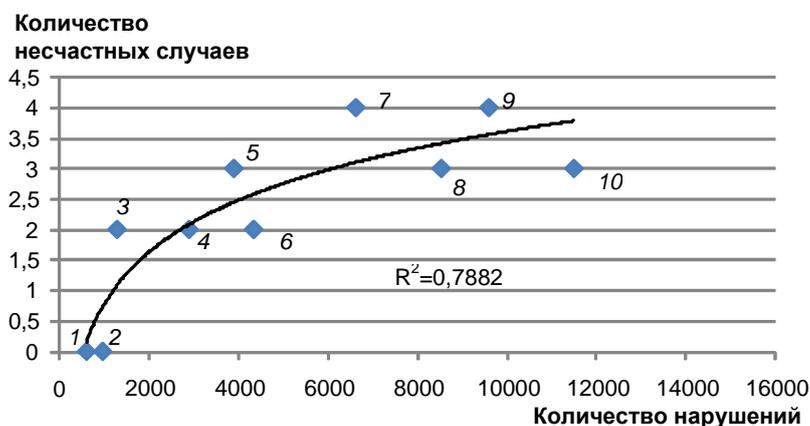
\* Статья выполнена по результатам работы ЧФ ИГД УрО РАН в рамках исследования по программе Президиума РАН № 14 (№ 34) «Фундаментальные проблемы региональной экономики»

угольно-энергетической компании» и ужесточение требований в области промышленной безопасности со стороны государства обусловили повышение актуальности этой задачи. В ОАО «СУЭК-Кузбасс» уже получены первые результаты, в частности, зафиксировано сокращение рисков возникновения негативных событий, обусловленных технологией производства и используемой техникой. Снижению риска способствовали использование современного горно-шахтного оборудования, отвечающего самым высоким требованиям безопасности; обеспечение шахт расчетным количеством воздуха; использование современных эффективных многофункциональных систем контроля функционирования шахты, прежде всего системы аэрогазового контроля, и др.

Анализ результатов расследования недавних крупных аварий и связанных с ними производственных травм показывает, что основная причина их возникновения – организационная. Это грубейшее игнорирование, в том числе преднамеренное «загрубление» систем контроля безопасного функционирования шахты. Это подтверждается результатами

- расследований причин аварий на шахтах, происшедших с 2007 г. по настоящее время;
- анализа предписаний об устранении выявленных нарушений требований безопасности, выданных территориальными органами Ростехнадзора по итогам многочисленных проверок;
- анализа нарушений требований безопасности, допускаемых работниками шахт ОАО «СУЭК-Кузбасс».

Главными причинами возникновения негативных событий (аварий, травм, инцидентов) на шахтах являются нарушения требований безопасности вследствие принятия и реализации управленческих решений, неадекватных производственной ситуации. Известно, что уменьшение количества нарушений требований безопасности приводит к снижению количества несчастных случаев, что подтверждается статистическими данными (рис. 1).



Предприятия ОАО «СУЭК-Кузбасс»:

1 — разрез «Майский», 2 — разрез «Камышанский», 3 — разрез «Заречный»,

4 — ш. Талдинская-Западная-2, 5 — ш. Талдинская-Западная-1, 6 — ш. Котинская,

7 — ш. «Комсомолец», 8 — ш. им. 7 Ноября, 9 — ш. Полысаевская, 10 — ш. им. А.Д. Рубана

Из выборки исключены две шахты — № 7 и им. С.М. Кирова, — поскольку в отдельные годы на них наблюдался всплеск травматизма в связи с групповыми несчастными случаями со смертельным исходом.

Рис. 1 – Зависимость количества несчастных случаев от количества нарушений требований безопасности (на примере угольных предприятий ОАО «СУЭК-Кузбасс»)

Устранение нарушений требований безопасности на предприятиях осуществляется без устранения причин, их вызывающих. Например, в соответствии с Правилами безопасности в угольных шахтах и согласно паспорту крепления выработки проходче-

ский цикл включает в себя две основные части: непосредственно «проходку» выработки на ограниченное (в зависимости от устойчивости кровли) расстояние и ее крепление. Сменное задание всегда предусматривает осуществление нескольких таких циклов. Допустим, на конкретном проходческом участке сменное задание составляет 2,4 м: тремя циклами по 0,8 м. Работники нередко выполняют это сменное задание двумя или даже одним циклом: сразу проходят 2,4 м и только затем крепят выработку. Причиной отставания крепления является неритмичность работы комбайна, участкового конвейера, магистрального конвейера и т. д. Соблюдение регламента работ при простоях из-за частых остановок комбайна неизбежно приводит к невыполнению сменного плана участка. Это провоцирует работников нарушать требование безопасности. Само нарушение, отставание крепления, выявляется, фиксируется и устраняется – работники после получения предписания осуществляют крепление выработки. А его причина – неритмичная работа – сохраняется. Таким образом, устранение следствия, а не причины нарушения приводит к воспроизводству одних и тех же нарушений требований безопасности. Доля воспроизводимых нарушений, которые возникают повторно в течение небольшого периода времени после их устранения, в общем количестве нарушений на предприятиях ОАО «СУЭК-Кузбасс» составляет 50 – 70 %.

Наличие воспроизводимых нарушений обуславливает повышенный уровень риска возникновения негативных событий. Для устранения сложившейся ситуации на предприятиях ОАО «СУЭК-Кузбасс» совместно со специалистами ООО «НИИОГР» (на базе которого создан Челябинский филиал ИГД УрО РАН) разработана и осваивается методика снижения риска возникновения негативных событий, обусловленного нарушениями требований безопасности [2]. Основой данной методики стал подход, предложенный А.И. Добровольским (ОАО «Ургалуголь») [3], который заключается в дифференцированном подходе к выявлению, контролю и снижению риска травмирования работников. Риск, в соответствии с данным подходом, разделен на две группы:

– *фоновый (естественный) риск*, обусловленный конкретными горно-геологическими условиями разработки месторождений, способом добычи полезного ископаемого, уровнем развития горно-шахтного оборудования, технологии ведения горных работ, организации производства, а также средств коллективной и индивидуальной защиты. Анализ показал, что фоновый риск обуславливает возникновение малого количества негативных событий. Доля фонового риска на отечественных угледобывающих предприятиях составляет 3 – 5 %;

– *добавленный (искусственный) риск*, обусловленный наличием нарушений требований безопасности двух категорий — возникших вследствие низкой квалификации и дисциплины работников (добавленный индивидуальный риск, его доля на отечественных угледобывающих предприятиях составляет 27 – 35 %) или вследствие несоответствий организационной системы угледобывающего предприятия внешним и внутренним условиям его функционирования (добавленный системный риск, доля которого на угледобывающих предприятиях России составляет 60 – 70 %).

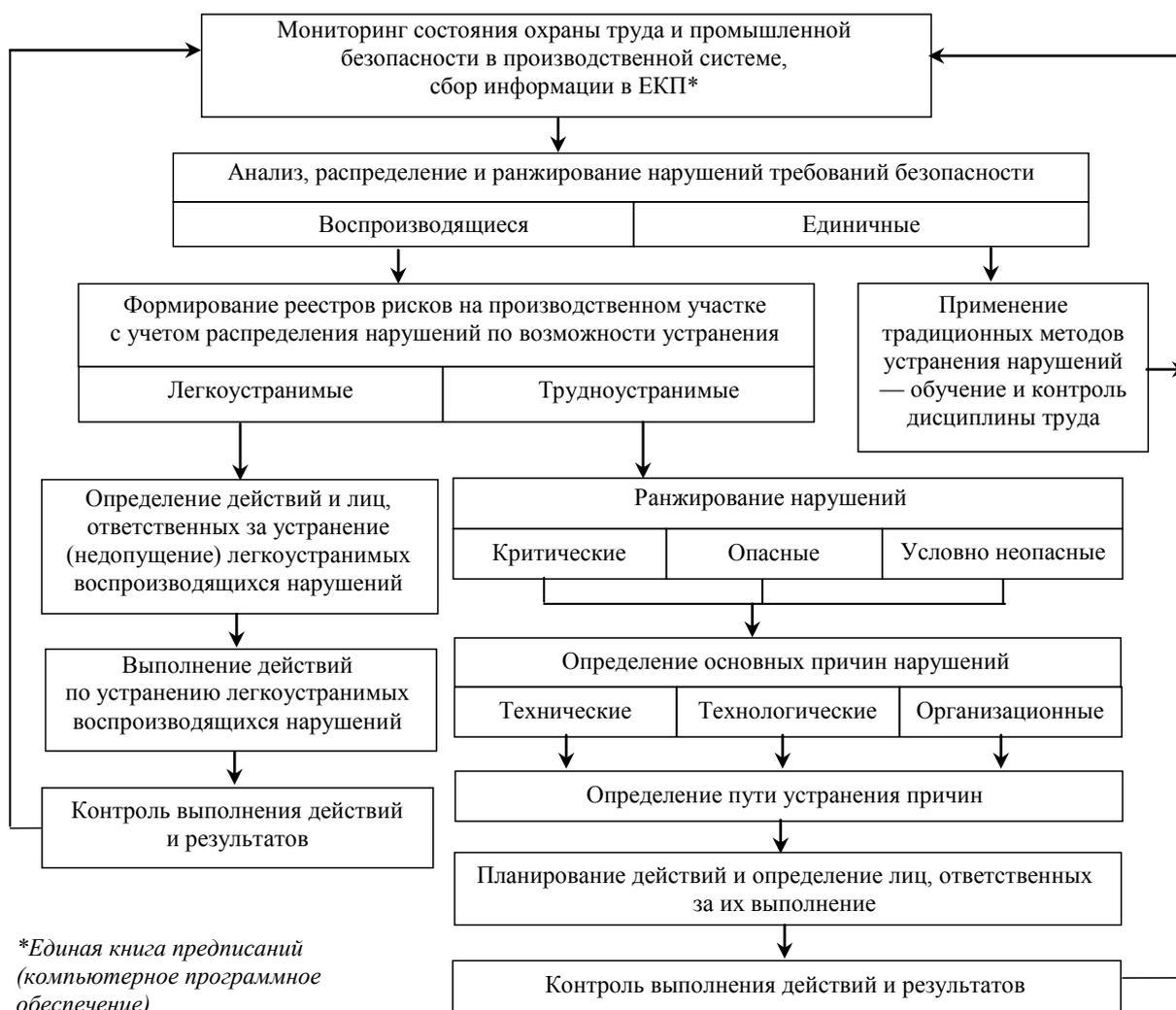
Снижение именно добавленного риска является основной задачей разработанной в ОАО «СУЭК-Кузбасс» методики, поскольку фоновый риск уже приблизился к уровню, приемлемому в данных социально-экономических условиях, за счет освоенных инвестиций в технико-технологическое развитие угледобывающих предприятий.

Дифференцированный подход в предложенной методике заключается в том, что из всего списка нарушений требований безопасности в отдельную группу выделяются воспроизводимые нарушения; затем они разделяются на легко- и трудноустраняемые; трудноустраняемые, в свою очередь, распределяются на критические, опасные и условно неопасные. После этого устанавливаются причины этих нарушений (их повторов) и определяются пути их устранения.

Согласно блок-схеме (рис. 2) в первую очередь будут устраняться причины повторов всех легкоустраняемых нарушений требований безопасности, если нарушения

относятся к легкоустраняемым (не требуют дополнительных ресурсов, времени, людей), их надо устранить и не допустить их повтора (воспроизводства). Одновременно необходимо вести работу по устранению критических трудноустраняемых нарушений, поскольку именно их реализация приводит к наиболее тяжелым последствиям.

Из категории трудноустраняемых нарушений (требуются дополнительные ресурсы, время, люди) необходимо в первую очередь взяться за устранение особо опасных (критических) нарушений, поскольку они могут привести к тяжелым последствиям (смертельной травмы, аварии с групповым несчастным случаем).



\*Единая книга предписаний  
(компьютерное программное обеспечение)

Рис. 2 – Блок-схема методики устранения воспроизводящихся нарушений требований безопасности

Реализация методики направлена на устранение как нарушений требований безопасности (эта функция уже осуществляется в рамках действующего механизма производственного контроля), так и обуславливающих их причин. Работу при этом предполагается выполнять циклами: устранение группы воспроизводящихся нарушений – закрепление состояния «невозврата» к этим нарушениям – запуск следующего цикла. При этом эти циклы целесообразно осуществлять, переходя от легкоустраняемых к трудноустраняемым, от критических – к условно неопасным нарушениям требований безопасности.

Этапы устранения воспроизводящихся нарушений требований безопасности оформляются документально:

1. Повторяющиеся нарушения требований безопасности, характерные для конкретного процесса (очистных, проходческих работ, доставки конвейерным транспортом), фиксируются в таблицах и оцениваются по балльной шкале. На этой основе формируется *реестр рисков* для каждого участка.

2. В соответствии с реестром работники участка берут на себя обязательства по устранению повторяющихся нарушений требований безопасности и ежемесячно формируют *план работы* участка по их реализации. Планы работы участков нацелены на причины нарушений требований безопасности, устранение которых возможно силами участка, без привлечения дополнительных ресурсов. Устранение причин нарушений рассматривается с трех аспектов:

- инженерное решение (рационализаторские предложения);
- организационное решение (изменение взаимодействия персонала, повышение согласованности работ, сокращение простоев по вине ИТР);
- управленческое решение (мотивация работников на безопасный труд — заинтересованность, усиление спроса).

Контроль за реализацией плана работ со стороны каждой шахты осуществляет отдел производственного контроля, со стороны объединения — дирекция по промышленной безопасности. По результатам выполнения (невыполнения) плана работ участковый реестр рисков пересматривается.

На начальном этапе работы в ОАО «СУЭК-Кузбасс» для оценки работы по снижению риска негативного события, связанного с нарушениями требований безопасности, потребовались контрольные показатели. Идею их разработки определил тот факт, что на уровень добавленного риска значительно влияют два фактора — своевременность и качество устранения нарушений требований безопасности [2].

Предложенный коэффициент устраняемости нарушений требований безопасности ( $K_{устр}$ ) представляет собой отношение количества устраненных нарушений требований безопасности к количеству выявленных нарушений за временной период:

$$K_{устр} = \frac{N^{устр}}{N^в} \cdot K_{п}, \quad (1)$$

где  $N^{устр}$  — количество устраненных нарушений;

$N^в$  — количество выявленных нарушений;

$K_{п}$  — поправочный коэффициент:  $K_{п} = 1$ , если нарушение устранено в срок;  $K_{п} = 0,85$ , если нарушение устранено с опозданием в 1 – 3 дня;  $K_{п} = 0,6$ , если нарушение устранено с опозданием в 4 – 6 дней;  $K_{п} = 0,3$ , если нарушение устранено с опозданием в 7 – 10 дней;  $K_{п} = 0,1$  если нарушение устранено с опозданием более 10 дней.

Коэффициент устраняемости позволяет оценить результативность работы подразделения (участка или предприятия) в части устранения допущенных нарушений, но не отражает динамику допускаемых нарушений. Поэтому предложен удельный показатель количества нарушений — частота нарушений ( $P_{н}$ ), с помощью которого оценивается «производительность» работников по нарушениям требований безопасности. Этот показатель приведен к численности работников (участка или шахты в целом) — в формулу введен коэффициент 100 (среднее количество трудящихся на участке) или 1000 (среднее количество трудящихся на предприятии). В рамках работы в ОАО «СУЭК-Кузбасс» сравнивались предприятия, поэтому формула представлена в следующем виде:

$$P_{н} = \frac{N^в}{n_{т}} \cdot 1000, \quad (2)$$

где  $N^B$  — количество выявляемых нарушений требований безопасности;  
 $n_T$  — списочная численность трудящихся за период.

Следует отметить, что оптимальным периодом для расчета значений критерия устраняемости нарушений и обоих показателей является месяц. И коэффициент устраняемости нарушений требований безопасности, и показатель количества нарушений требований безопасности на 1000 трудящихся стали составной частью формулы для расчета итоговой величины добавленного риска травмирования ( $R_d$ ):

$$R_d = P_n / K_{устр} = \frac{1000 \cdot N_B^2}{n_T N_{устр} K_{п}}. \quad (3)$$

Таким образом, итоговый показатель величины добавленного риска травмирования  $R_d$  учитывает работу предприятий по обеспечению как своевременности (оценивается через  $K_{устр}$ ), так и качества (оценивается через  $P_n$ ) устранения нарушений требований безопасности.

Эти показатели были взяты под контроль руководителями подразделений и предприятий ОАО «СУЭК-Кузбасс» в 2013 г. Уже на первоначальном этапе работы по снижению риска, обусловленного нарушениями требований безопасности, наблюдалось значительное повышение значений коэффициента устраняемости нарушений. Вследствие этого произошло и снижение значений итогового показателя величины добавленного риска травмирования (рис. 3).

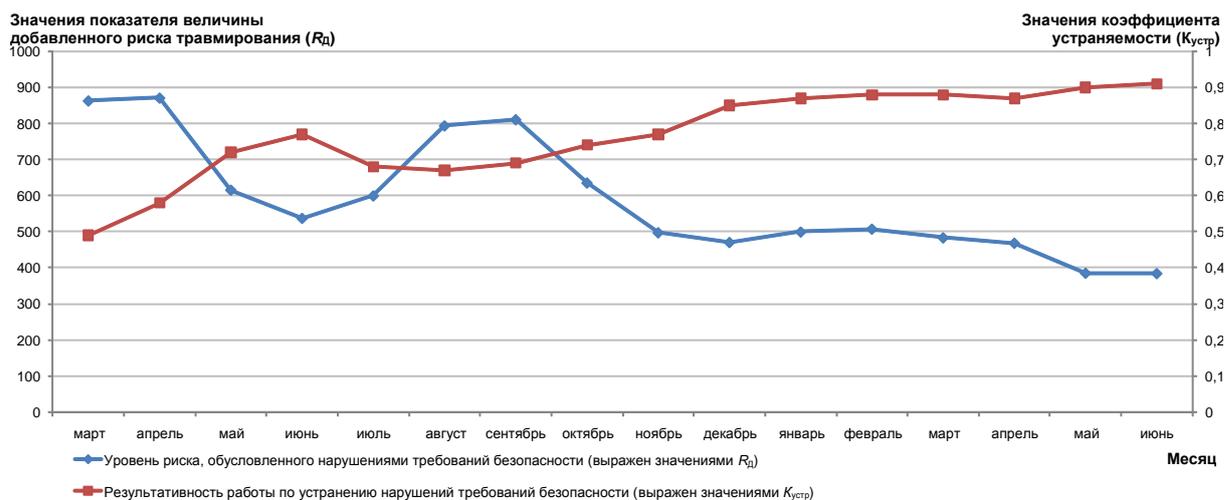


Рис. 3 – Динамика показателей работы по снижению уровня риска, обусловленного нарушениями требований безопасности в ОАО «СУЭК-Кузбасс»

При освоении предложенной методики на предприятиях ОАО «СУЭК-Кузбасс» было отмечено, что работу по выявлению и устранению причин нарушений сразу освоить не удалось. Поэтому планируемый результат не был достигнут в полном объеме. Добавленный риск возникновения негативного события снизился (хоть и неявно для работников шахт!) только благодаря тому, что работники стали устранять большее количество нарушений требований безопасности, и устранять вовремя.

На сегодняшний день значения коэффициента устраняемости нарушений на предприятиях, достигнутые на предприятиях ОАО «СУЭК-Кузбасс», приближаются к своему максимальному уровню. Достигнутые результаты необходимо поддерживать на высоком уровне: без своевременного устранения нарушений требований безопасности следующий этап работы по снижению уровня добавленного риска – сокращение количества выявляемых нарушений – не может быть реализован.

Таким образом, практика показала, что снижение уровня добавленного риска на предприятии проходит в два этапа. Первый – обеспечение своевременности устранения нарушения требований безопасности – является необходимым подготовительным этапом для реализации второго, основного этапа. Второй этап – обеспечение снижения количества выявляемых нарушений – целесообразно осуществлять путем устранения причин возникновения нарушений. Одним из наиболее результативных способов установления причин возникновения нарушений является выявление, контроль и устранение опасных производственных ситуаций, возникающих в производственном процессе и провоцирующих работу с нарушениями требований безопасности.

Сущность зарождения, развития и реализации/нереализации опасной производственной ситуации заключается в том, что сформированная совокупность обстоятельств и факторов (в том числе нарушений), сопровождается адекватными или неадекватными ситуации решениями и действиями работников. Выявление реальной и прогнозирование возможной совокупности опасных производственных факторов осуществляется на основе ретроспективного анализа статистических данных и экспертной оценки по следующему алгоритму (рис. 4).

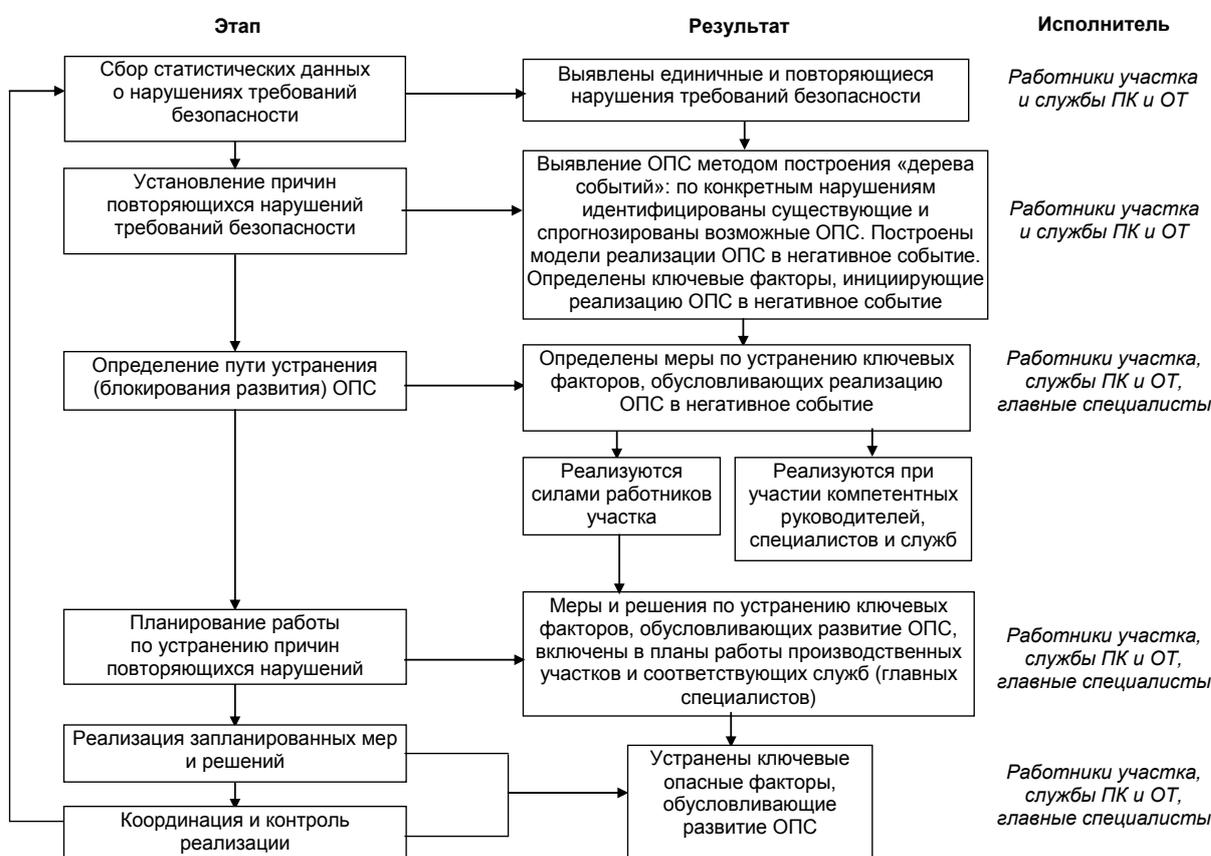


Рис. 4 – Алгоритм выявления, контроля и устранения опасной производственной ситуации

Создание логической модели возникновения и развития опасной производственной ситуации, то есть выявления опасных производственных факторов или их совокупностей, ставших причиной негативных событий, целесообразно с применением метода построения «дерева событий». Количество и набор выявляемых опасных производственных ситуаций впоследствии может изменяться – при изменении внешних и (или) внутренних условий функционирования предприятия.

На основе моделей опасных производственных ситуаций выявляются наиболее значимые факторы, устранение которых остановит развитие опасных производствен-

ных ситуаций, то есть опасная ситуация не будет реализована в негативное событие. И выявление, и оценка значимости факторов осуществляется экспертно. Наиболее значимые факторы должны быть устранены в первую очередь. Для этого необходимо определить меры, позволяющие устранить опасный фактор, и включить эти меры в планы работы конкретных служб, главных специалистов и руководителей.

На данном этапе в ОАО «СУЭК-Кузбасс» методика выявления, контроля и устранения опасных производственных ситуаций осваивается и корректируется. В августе 2014 г. работе с методикой выявления, контроля и устранения опасных производственных ситуаций были обучены около 130 линейных руководителей и инженерно-технических работников производственных участков шахт ОАО «СУЭК-Кузбасс». Освоение методики на производственных участках позволит выявлять опасные факторы и условия, обуславливающие возникновение нарушений требований безопасности.

Таким образом, положительные результаты работы по снижению доли риска, обусловленного нарушениями требований безопасности, проделанной в ОАО «СУЭК-Кузбасс», позволяют утверждать:

1. Сокращение количества нарушений требований безопасности с целью снижения уровня добавленного риска возникновения негативных событий является наиболее актуальным способом (направлением) развития систем обеспечения безопасности производства угледобывающих предприятий с подземным способом добычи.

2. На следующем этапе работы целесообразно осуществлять устранение причин возникновения нарушений требований безопасности посредством выявления, контроля и устранения опасных производственных ситуаций. Это позволит интегрировать систему обеспечения безопасности в систему управления угледобывающего предприятия, а именно:

- усилит функцию контроля в рамках работы системы обеспечения безопасности производства;
- снизит долю воспроизводимых нарушений требований безопасности на угледобывающих предприятиях;
- обеспечит согласованность мнений и действий работников путем формирования системы компетенций и обучения работников требуемым методам работы.
- 

### Литература

1. Прогноз развития систем обеспечения безопасности производства при подземной разработке месторождений угля / И.Л. Кравчук и др. // Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 12. – С. 67 – 73.

2. Гришин В.Ю. Снижение добавленного риска травмирования персонала угольной шахты, обусловленного нарушениями требований безопасности / В.Ю. Гришин // Уголь. – 2014. – № 10 (октябрь). – С. 68 – 71.

3. Добровольский А.И. Повышение эффективности производственного контроля на угледобывающем предприятии на основе дифференцированного подхода к снижению риска травмирования персонала: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.И. Добровольский. – М., 2012. – 19 с.