

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ



КЕМЕРОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Ф. Павлов

**НАДЁЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК**

Учебное пособие

Для студентов вузов

Кемерово 2008

УДК 568.583.2:62 (075)

ББК 68.907

П12

Рецензенты:

А.В. Лебедев, директор Научного центра Восточного
научно-исследовательского института по безопасности работ
в горной промышленности, профессор, д-р техн. наук;

Л.А. Шевченко, зав. кафедрой аэрологии и охраны труда КузГТУ,
профессор, д-р техн. наук

*Рекомендовано редакционно-издательским советом
Кемеровского технологического института
пищевой промышленности*

Павлов, А.Ф.

П12 Надёжность технических систем и техногенный риск : учебное по-
собие / А.Ф. Павлов; Кемеровский технологический институт пищевой
промышленности. - Кемерово, 2008. - 128 с.
ISBN 978-5-89289-541-5

Рассматриваются основные понятия, термины и определения теории надёжно-
сти технических систем и теории анализа и управления риском, а также основные по-
ложения по оценке, анализу и обеспечению надёжности технических систем, по оцен-
ке, анализу и управлению риском аварий и производственных травм.

Предназначено для студентов вузов различных специальностей направления
280100 «Безопасность жизнедеятельности». Также может использоваться работни-
ками служб охраны труда и промышленной безопасности, проектных, экспертных и
иных специализированных организаций, оказывающих услуги промышленным и
иным предприятиям по вопросам охраны труда и промышленной безопасности, при
решении задач по анализу и управлению риском, экспертизе и декларации промыш-
ленной безопасности.

УДК 568.583.2:62 (075)

ББК 68.907

ISBN 978-5-89289-541-5

*Охраняется законом об авторских правах,
не может быть использовано любым незаконным
способом без письменного договора*

© КемТИПП, 2008

ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью изучения дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» является подготовка специалистов к решению вопросов обеспечения и повышения надежности технических систем, снижения риска аварий и обусловленных ими производственных травм на управляемых технологических процессах и производствах, как на стадии их проектирования, так и в процессе их использования и ликвидации.

Настоящий курс охватывает изучение:

- основных понятий, терминов и положений теории надежности технических систем и теории анализа и управления риском аварий и производственных травм, их общих и отличительных признаков и их предназначения;
- основных положений по оценке и анализу надежности технических систем, по оценке и анализу риска аварий и производственных травм на строительных или производственных объектах и транспортных средствах;
- основных положений по обеспечению и повышению надежности технических систем, по обоснованию приемлемого риска аварий и производственных травм и разработке решений по снижению риска аварий и производственных травм до приемлемого уровня.

Владея этими знаниями, специалисты должны уметь:

- руководствуясь современными понятиями и представлениями о надежности технических систем и техногенном риске, анализировать, выявлять и решать актуальные задачи обеспечения надежности, безопасности и экономической эффективности технологических процессов и производств;
- используя известные методы, решать задачи по оценке и анализу надежности технических систем, по оценке и анализу риска аварий, катастроф и производственных травм на опасных производственных объектах;
- используя известные методы, решать задачи по обеспечению и повышению надежности технических систем, по обоснованию приемлемого риска аварий, катастроф и производственных травм и разработке решений по снижению риска аварий, катастроф и производственных травм до приемлемого уровня.

Учебное пособие состоит из пяти частей. Первая часть рассматривает надежность технических систем. Вторая - методические основы анализа и управления риском. Третья - статистический анализ аварийности и производственного травматизма. Четвертая - методы оценки работоспособности и опасности производственных систем. Пятая - методы обоснования решений по управлению риском аварий и производственных травм на этапах проектирования и эксплуатации производственных объектов.

Анализ и управление риском как завершающий этап всего курса одновременно является и целевой установкой курса. Вопросы надежности рассматриваются в связи с тем, что они являются необходимыми для освоения методов анализа.

Часть 1. НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Надежность как термин широко используется на бытовом уровне и легко понимается как особое свойство качества любого изделия. Труднее воспринимаются и осваиваются определения и аналитический аппарат исследования надежности. Со временем и это постигается как естественное. Для этого важно вначале понять свойства надежности. Однако успех любого дела начинается с осознания важности, с актуальности изучаемого предмета. Именно понимание необходимости и полезности мотивирует упорство и терпение, так необходимые в любой деятельности.

Актуальность проблемы надежности технических систем и объектов часто и вполне справедливо связывают с техническим прогрессом, с возрастанием сложности технических систем и объектов, с возрастанием интенсивности производственных процессов. Обнаружилось, что как увеличение сложности технических систем, так и увеличение интенсивности управляемых производственных процессов неизменно влекут к снижению их надежности, то есть к возрастанию вероятности возникновения всякого рода поломок, приводящих к неожиданным остановкам производственного процесса, разрушениям, аварийным ремонтным работам, неплановым затратам производственных ресурсов и т.п.

В череде таких явлений самое неприятное состоит в том, что в производственных системах, как и на строительстве и транспорте, аварийные ситуации часто сопровождаются несчастными случаями, травмами, нередко со смертельным исходом. Именно это обстоятельство побуждает проблему обеспечения надежности технических систем, кроме всего прочего, рассматривать как одну из основных проблем обеспечения промышленной безопасности.

Надежность и безопасность как явления в механизмах их проявлений во многом схожи. Эта схожесть определяется схожестью их основного свойства: как надежность объекта определяется самим объектом и окружающей его средой, так и безопасность человека определяется самим человеком и его средой, причем средой природной, техногенной и социальной одновременно.

Такая схожесть в механизмах проявления надежности и безопасности привносит некоторую аналогию в аналитический аппарат моделирования, оценки и анализа риска аварий и производственных травм. При этом если учесть, что аналитический аппарат исследования надежности технических систем начал развиваться значительно раньше и достаточно глубоко развит, то было бы естественно вначале ознакомиться с теорией надежности технических систем, а затем перенести все это в теорию промышленной безопасности производственных систем.

Таким образом, актуальность познания теории надежности технических систем в деле охраны труда и обеспечения промышленной безопасности обусловлена, с одной стороны, возможностью ее использования как способа предотвращения аварий и несчастных случаев, а с другой стороны - как аналитического аппарата анализа и управления риском аварий и несчастных случаев.

1. Введение в теорию надежности технических систем

1.1. Теория надежности и история ее становления

Научная дисциплина, изучающая общие методы и приемы проектирования, изготовления, эксплуатации изделий (технических систем) для обеспечения максимально возможной их эффективности в процессе использования, а также разрабатывающая общие методы расчета качества систем по известным показателям качества составляющих их частей, получила название **теории надежности**. Теория надежности устанавливает закономерности возникновения отказов устройств (систем) и методы их прогнозирования, ищет способы повышения их надежности на всех этапах их жизненного цикла (проектирования, создания, использования) и, как любая теория, вносит в обращение количественные показатели надежности.

Несомненно, теория надежности относится к компетенции инженера, хотя, по существу, во многом носит математический характер. Для решения многих вопросов надежности технических систем оказываются необходимыми методы математической статистики, теории вероятности, теории массового обслуживания, исследования операций и систем и др. Вместе с тем она является прежде всего технической дисциплиной и предназначена для решения технических задач, разработке средств и способов обеспечения надежности технических систем (изделий).

Здесь уместно повторить, что теория надежности и теория безопасности технических систем во многом схожи, особенно в части математического аппарата их моделирования, в количественном выражении показателей надежности и безопасности производственных объектов. Именно в этом смысле аналитический аппарат теории надежности представляет особый интерес для специалистов по охране труда и обеспечению промышленной безопасности. Основу такой общности составляет то обстоятельство, что как надежность объекта зависит от объекта и окружающей его среды, так и безопасность человека зависит от самого человека и окружающей его среды, причем одновременно от среды природной, техногенной и социальной.

Важнейшими задачами теории надежности являются:

- разработка методов оценки и прогнозирования надежности (внезапных и постепенных отказов) технических систем и устройств;
- создание надежных технических систем и устройств из менее надежных элементов.

Из всей совокупности первостепенных задач теории надежности особое место приобретает проблема надежности управления, в том числе производством, охраной труда и промышленной безопасностью.

Вопросы надежности технических систем и отдельных объектов всегда были актуальными, но проблемный характер они приобрели примерно полвека

назад (1960-е гг.), вначале в радиоэлектронной промышленности, а затем и во всех других отраслях.

Основная причина такого внимания к проблемам надежности была вызвана тем, что именно в эти годы, которые характеризовались высокими темпами роста механизации и автоматизации производственных процессов, стали возникать сложные технические системы, эффективность использования которых напрямую стала зависеть от надежности их функционирования. Что касается технических систем военной промышленности, то там острота проблемы надежности стала восприниматься на порядок выше.

Как всегда, спрос порождает предложения. На крупных предприятиях, в проектных организациях стали возникать службы надежности. Именно 60-70-е годы прошлого теперь столетия характеризуются бурным всплеском печатных работ по теоретическим и практическим вопросам надежности. Именно в эти годы возникло новое научное направление. Но это продолжалось недолго. Через десяток-другой лет выяснилось, что как теоретические, так и практические исследования вопросов надежности технических систем и процессов весьма трудоемки, требуют большого труда и повседневного внимания, а к этому, к сожалению, оказались готовы не все.

В других странах становление и развитие вопросов надежности шло во многом подобным образом, хотя были и различия. Например, если в СССР в вопросах надежности особое внимание обращалось на военную технику, то в экономически развитых странах - в одинаковой мере и на бытовые объекты. Именно это обстоятельство привело к тому, что зарубежная бытовая техника во многом оказалась более привлекательной для потребителя.

1.2. Основные термины и определения

В любой отрасли техники, промышленности и науки есть свой «птичий язык», то есть свои термины, как правило малопонятные непосвященным, но для профессиональной деятельности в конкретной области знаний необходимые. Так, и теория и практика обеспечения надежности технических систем «запаслась» своей специальной терминологией, которой необходимо владеть в инженерной деятельности.

Надежность - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность или определенные сочетания этих свойств.

Безотказность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние с течением некоторого времени или наработки.

Долговечность - свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ремонтпригодность - свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

Исправное состояние. Исправность - состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Неисправное состояние. Неисправность - состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Работоспособное состояние - состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Неработоспособное состояние. Неработоспособность - состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Для сложных объектов возможно деление их неработоспособных состояний. При этом из множества неработоспособных состояний выделяют частично неработоспособные состояния, при которых объект способен частично выполнять требуемые функции.

Повреждение - событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния.

Отказ - событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Причина отказа - явления, процессы, события и состояния, вызвавшие возникновение отказа объекта.

Последствия отказа - явления, процессы, события и состояния, обусловленные возникновением отказа объекта.

Сохраняемость - свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующие способность объекта выполнять требуемые функции, во время и после хранения и (или) транспортирования.

1.3. Показатели надежности

Интенсивность и тяжесть отказов

Для количественной оценки надежности технических систем используются различные показатели. Показателями надежности или ненадежности производственных объектов принимаются характеристики его негативных проявлений - отказов. Негативные проявления производственных объектов как слу-

чайные явления достаточно полно отражаются распределением их интенсивности и тяжести или их параметрами, например средними значениями.

Интенсивность негативных (опасных) проявлений определяется следующим образом:

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{t_{ij}}, \quad (1.1)$$

где λ_{ij} - интенсивность отказов (проявлений ненадежности, опасности) i -го вида j -й тяжести, 1/час, 1/сут, 1/лет;

t_{ij} - средний интервал времени между отказами (проявлениями ненадежности, опасности) i -го вида j -й тяжести, час, сут, лет.

Тяжесть отказа (проявлений ненадежности, опасности) выражается несколькими категориями (легкие, тяжелые и т.п.) и измеряется различными мерами, например, продолжительностью потерь рабочего времени, стоимостью дополнительных затрат и т.п. Наиболее часто используются следующие показатели тяжести аварийных и опасных явлений:

τ_{ij} - продолжительность снижения уровня функционирования производственного объекта из-за проявлений его ненадежности (опасности) i -го вида j -й тяжести, час, сут;

v_{aij} - уровень функционирования производственного объекта в процессе проявления ненадежности (опасности) i -го вида j -й тяжести и восстановления его, принимается равным от 0 до 1,0;

S_{aij} - величина дополнительных затрат из-за проявления ненадежности (опасности) i -го вида j -й тяжести, руб.

В отдельных случаях могут использоваться и другие показатели тяжести проявлений отказов, аварий, опасности, например, глубина (максимальная концентрация), продолжительность загазования сооружения и т.п.

Различия в интенсивности и тяжести проявлений ненадежности и опасности в сравниваемых производственных объектах учитываются в показателе θ_{ij} , характеризующим тяжесть проявлений ненадежности (опасности) в единицу наблюдаемого периода,

$$\theta_{ij} = \lambda_{ij} \mu_{ij}, \quad (1.2)$$

где μ_{ij} - тяжесть проявления ненадежности или опасности.

Коэффициент готовности

Коэффициент готовности характеризует вероятность того, что в любой момент времени техническая система (производственный объект) будет работоспособна.

$$K_r = t_p / (t_p + t_b), \quad (1.3)$$

где K_r - коэффициент готовности;

t_p - средний интервал времени безотказной (исправной) работы производственного объекта, час, сут;

t_b - средний интервал времени восстановления отказавшего производственного объекта, час, сут.

Коэффициент готовности может быть выражен вероятностью того, что в любой произвольно взятый момент эксплуатации системы параметры, определяющие надежное и безопасное состояние, находятся в пределах их допустимой области.

$$H = P [\varphi(x_1, x_2, \dots x_n) \in S], \quad (1.4)$$

где $\varphi (x_1, x_2, \dots x_n)$ - функция, характеризующая область возможных изменений определяющих параметров $x_1, x_2, \dots x_n$;

S - область в n -мерном пространстве, соответствующая допустимым значениям определяющих параметров.

Определяющими называются такие параметры, при изменении которых за пределы допустимых норм образуется опасная среда. Если допустимые значения определяющих параметров независимы, то во многих случаях достаточно оценивать раздельно вероятность нахождения каждого определяющего параметра в пределах его допустимой области:

$$H = P (\bigvee \bar{x} \leq x \leq \hat{x}) \quad (1.5)$$

или

$$H = P (x < \hat{x}), \quad (1.6)$$

где $\bar{x}, \hat{x}$ - соответственно нижняя и верхняя границы допустимых изменений определяющего параметра.

Эквивалентной формой записи (1.5) и (1.6) является выражение:

$$H = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\tau_i}{t_i}, \quad (1.7)$$

где τ_i - тяжесть опасного состояния, например, длительность нахождения определяющего параметра за пределами допустимой области, час;

t_i - интервал времени между опасными состояниями, час;

n - число учтенных опасных (аварийных) состояний объекта.

Вероятность безотказной работы

Вероятность безотказной работы в течение заданного времени - это вероятность того, что время T безотказной работы больше этого заданного времени t .

$$P(t) = P(T > t) \quad (1.8)$$

Если исходить из такой целевой установки технической системы, как предотвращение возникновения опасного события, например, пожара, взрыва, то показателем ее эффективности в общем виде является вероятность того, что в любой момент рассматриваемого промежутка времени T продолжительность опасного соприкосновения t_c меньше интервала t_a , необходимого для образования другого вида опасного события в результате такого соприкосновения:

$$P(t) = P(t_c < t_a, t), \quad (1.9)$$

где t_c - интервал времени опасного соприкосновения, то есть продолжительность взаимодействия двух и более материальных (энергетических) потоков в их опасном состоянии (таковым может быть интервал соприкосновения источника поджигания со взрывоопасной средой, человека с опасной для него средой), час, мин., сек;

t_a - интервал времени, достаточный для образования нового опасного состояния в результате соприкосновения потоков в их опасном состоянии (достаточный для поражения человека при соприкосновении его с опасной средой), час, мин., сек;

t - рассматриваемый промежуток времени, час, мин., сек.

Вероятность отказа

Вероятность отказа в течение заданного времени t - это вероятность того, что время T безотказной работы меньше t :

$$Q(t) = P(T < t). \quad (1.10)$$

Характеристики $P(t)$ и $Q(t)$ являются функциями времени работы устройства, функциями надежности и ненадежности, поэтому

$$P(t) + Q(t) = 1. \quad (1.11)$$

Плотность распределения

Плотностью распределения (плотностью вероятности) времени безотказной работы называется производная от вероятности отказа.

$$f(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{dP(t)}{dt} \quad (1.12)$$

Интенсивность отказов

Интенсивностью отказов называется отношение плотности распределения к вероятности безотказной работы:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}. \quad (1.13)$$

1.4. Опытное определение показателей надежности и опасности

Для реализации представленного аппарата оценки надежности необходимо определить интенсивность и тяжесть ненадежных (опасных) проявлений технических систем и производственных объектов. Интенсивность и тяжесть аварий (отказов) и опасных проявлений производственных объектов в большинстве случаев определяется в опытном порядке.

Опытное определение проявлений ненадежности (опасности) объектов выполняется на основе накоплений статистики аварий (отказов) и опасных проявлений по предварительно разработанным планам наблюдений (N). Причем план таких испытаний различается для восстанавливаемых (В) и невосстанавливаемых (Б) объектов. При этом планы испытаний различаются в зависимости от продолжительности испытаний до заранее определенного числа выявленных отказов (r) или продолжительности времени наблюдения (T). Таким образом, возникает 6 различных планов:

$$\begin{array}{lll} N, Б, T; & N, Б, r; & N, Б (r, T); \\ N, В, T; & N, В, r; & N, В (r, T). \end{array}$$

Для большинства видов проявлений ненадежности или опасности достаточной статистикой является 50-60, лучше 120 случаев обнаруженных отказов (опасных явлений).

В большинстве случаев наблюдения за производственными объектами и накопление данных об отказах (опасных проявлениях) достаточно выполнять следующим образом. В произвольные моменты времени включаются и выбывают из-под наблюдения отдельные производственные объекты. По каждому такому наблюдению отмечается продолжительность времени наблюдения, число случаев каждого вида отказов (опасных проявлений) и параметры, характеризующие тяжесть этих проявлений.

Период наблюдений определяется продолжительностью накопления достаточной статистики достоверных данных об отказах (опасных проявлениях). Поэтому период наблюдения зависит от множества имеющихся под наблюдением подобных объектов и интенсивности наблюдаемых отказов (опасных явлений).

По результатам выполненных наблюдений по каждому производственному объекту, отличающемуся условиями его подобию и подобию окружающей его среды, определяются средние значения интенсивности и тяжести отдельных видов отказов (опасных явлений):

$$\bar{t}(T) = \frac{1}{m(T)} \sum_{i=1}^{n(T)} T_i, \quad (1.14)$$

$$\bar{\lambda}(T) = \frac{1}{\bar{t}(T)}, \quad (1.15)$$

$$\bar{\tau}(T) = \frac{1}{m(T)} \sum_{i=1}^{n(T)} \tau_i, \quad (1.16)$$

$$\bar{v}_a(T) = \frac{1}{m(T)} \sum_{i=1}^{n(T)} v_{ai}, \quad (1.17)$$

$$\bar{S}(T) = \frac{1}{m(T)} \sum_{i=1}^{n(T)} S_{ai}, \quad (1.18)$$

где $\bar{t}(T)$ - средний интервал времени между аварийными или опасными проявлениями анализируемого вида в производственных объектах данного вида за период оценки T , час, сут, лет;
 $m(T)$ - число обнаруженных аварийных или опасных проявлений анализируемого вида за период оценки на объектах данного вида;
 $n(T)$ - число выполненных наблюдений за отдельными объектами данного вида;
 T_i - продолжительность отдельного наблюдения за отдельным объектом, час, сут, лет;
 $\bar{\lambda}(T)$ - средняя интенсивность аварийных или опасных проявлений анализируемого вида в производственных объектах данного вида за период оценки T , 1/час, 1/сут, 1/лет;
 $\bar{\tau}(T)$ - средняя продолжительность перерыва производственного процесса аварийных или опасных проявлений анализируемого вида в производственных объектах данного вида за период оценки T , час, сут;
 τ_i - продолжительность перерыва производственного процесса при наступлении отдельного аварийного или опасного явления в объектах данного вида, час, сутки;
 $\bar{v}_a(T)$ - средний уровень функционирования производственного объекта (системы) при аварийных или опасных проявлениях анализируемого вида, измеряется от 0 до 1;
 v_{ai} - уровень функционирования производственного объекта при i -м аварийном или опасном проявлении анализируемого вида, измеряется от 0 до 1;

$\bar{S}(T)$ - средняя величина затрат производственных ресурсов, обусловленных возникновением аварийного или опасного явления анализируемого вида в производственных объектах данного вида за период оценки T , руб.;

S_{ai} - величина затрат производственных ресурсов, обусловленных возникновением отдельного аварийного или опасного явления в производственном объекте, руб.

1.5. Характеристические критерии надежности

Статистические характеристики надежности трудно определять на практике для изделий и производственных объектов повышенной надежности. Чем выше надежность объекта, тем меньше возможность для экспериментального подтверждения вероятностной ее характеристики. Особой трудностью или даже невозможностью становится использование вероятностных характеристик при проектировании сложных производственных объектов.

На основе опыта создания уникальных объектов разработан метод оценки и обеспечения особо надежных объектов путем использования характеристических критериев. Характеристическими критериями названы предельные значения физических свойств объектов, их технических данных. Характеристические критерии могут быть как количественными, так и качественными. Они могут быть разделены на две группы:

- критерии, характеризующие правильность выбора основных технических параметров и свойств объекта, его структурных и функциональных схем;
- критерии, характеризующие правильность выбора принципиальной схемы системы (комплекса), его узлов, блоков и других частей.

Для сложных производственных систем характеристические критерии могут быть выражены техническими характеристиками, определяющими оптимальные параметры, структуры производственного объекта, его природной и техногенной среды, то есть условий его использования, а также требованиями к персоналу. Такие критерии представлены требованиями к проектированию надежных и безопасных производственных объектов, требованиями по обеспечению надежности и безопасности производственных объектов в процессе их создания (возведения) и эксплуатации. При этом исходят из того, что надежность и безопасность производственных объектов обеспечивается на всех этапах его жизненного цикла (проектирование, создание, использование) и мероприятия по обеспечению надежности и безопасности на каждом этапе дополняют друг друга.

Характеристические критерии надежности и безопасности - это качественные и количественные требования (организационные и технические условия) к объекту и к окружающей его среде, выполнение которых необходимо для обеспечения приемлемого уровня надежности и безопасности этого объекта. Применительно к производственным объектам характеристические критерии выражены в форме нормированных качественных и количественных, организа-

ционных и технических требований по обеспечению их надежности и безопасности, например, таких как предельно допустимые значения содержания метана в рудничной атмосфере, обособленное проветривание подготовительных и очистных забоев и т.п.

Анализ риска производственных объектов, как правило, начинается именно с проверки, как выполняются нормированные организационные и технические требования по обеспечению надежности и безопасности анализируемого объекта. Только после этого становится возможным переход на иной уровень анализа - к анализу надежности и безопасности с использованием ключевых слов.

Нормированные организационные и технические требования по условию обеспечения приемлемого уровня надежности и безопасности производственного объекта и его частей разделяются на требования по проектированию и требования по эксплуатации этих объектов. И те и другие как виды деятельности настолько существенно различаются между собою в плане обеспечения надежности и безопасности производственных объектов, что заслуживают особого их рассмотрения.

Отбор критериев

Для целей проектирования производственных объектов из всего разнообразия характеристических критериев их надежности и безопасности необходимо выделить те, которые используются для выбора рациональных решений в процессе проектирования этих объектов. Причем необходимо не только выделить, но и представить их в классифицированном виде, что значительно облегчит пользование ими как в процессе проектирования, так и в процессе анализа надежности и безопасности проектных решений.

Классификация критериев

Характеристические критерии различны для разных производственных объектов. В настоящей работе в качестве примера приводится рассмотрение технологических систем. Такие системы характеризуются тем, что состоят из достаточно обособленных взаимодействующих подсистем: транспорта, вентиляции, энергоснабжения и т.п. Те, в свою очередь, состоят из производственных объектов (машин, оборудования, сооружений), обеспечивающих управляемое движение материальных потоков (угля, шахтного воздуха, энергии и т.п.), образующих производственный процесс. И к технологической системе, и к отдельным ее подсистемам, и к отдельным их элементам предъявляются свои, особые требования по обеспечению их надежности и безопасности с одним общим различием: одни из них надо исполнять в процессе проектирования, а другие - в процессе эксплуатации.

Критерии выбора, в свою очередь, возможно различать по тому, к чему они относятся: к структуре объекта, или к его параметрам, или к параметрам управляемых материальных (энергетических потоков), или к параметрам окружающей его среды.

Критерии правильности выбора

Если следовать позиции проф. Б.Е. Бердичевского, то критерии выбора проектных решений не ограничиваются нормированными требованиями к

структуре и параметрам производственного объекта, к структуре и параметрам окружающей его среды. Например, проектировщик часто отдает предпочтение проверенным решениям, испытанным средствам, то есть пользуется еще и критериями правильности выбора проектных решений. Таковыми могут быть:

- простота и ясность решений;
- использование испытанных и проверенных узлов и элементов, наличие опыта использования в сходных условиях;
- наличие блокировок ошибочных действий операторов;
- локализуемость повреждений с предотвращением последствий;
- устойчивость режимов транспортных коммуникаций (напряжений, напоров, нагрузок, давлений и т.п.);
- стабильность параметров объекта;
- приемлемость функциональных нагрузок;
- согласованность режимов функционирования элементов объекта;
- приемлемость нагрузок среды;
- ремонтпригодность объекта и его элементов (обнаруживаемость повреждений и доступность для их ликвидации);
- удобство возведения (монтажа и демонтажа) и ликвидации;
- приемлемость современного уровня квалификации персонала для возведения и эксплуатации объекта.

Эксплуатационная пригодность

Некоторые критерии удобства осмотров, ремонта, монтажа, демонтажа и транспортировки характеризуют эксплуатационную пригодность и определяют надежность и безопасность технических систем и устройств.

Выводы. Теория надежности, опираясь преимущественно на методы математической статистики и теории вероятностей:

- устанавливает закономерности возникновения отказов и восстановления работоспособности технических систем и их элементов;
- исследует влияние внутренних и внешних условий на надежность технических систем и их элементов;
- разрабатывает основы расчета надежности и прогнозирования отказов технических систем и их элементов;
- создает системы сбора, хранения и обработки статистических сведений о проявлениях надежности технических систем и их элементов;
- ищет способы повышения надежности технических систем и их элементов при проектировании, производстве и эксплуатации технических систем и их элементов.

К сожалению, количественные методы оценки и анализа надежности технических систем и их элементов оказываются малопригодными или имеют ограниченное применение в исследовании и обеспечении надежности сложных уникальных систем, к которым предъявляются весьма высокие требования надежности. Вместе с тем обеспечение надежности таких систем - дело не безнадежное, просто для них требуются иные подходы к анализу и обеспече-

нию их надежности, основанные на использовании качественных, характеристических критериев.

Надежность технических систем и их элементов рассматривается как наука, является сугубо технической, хотя сама надежность технических систем и их элементов всецело зависит от людей, которые их проектируют, изготавливают и используют. Поэтому весьма важная роль в обеспечении надежности технических систем и их элементов должна отводиться людям, их квалификации, их отношению к делу обеспечения надежности и безопасности.

2. Методические положения повышения надежности и безопасности технических систем

С развитием цивилизации и благосостояния одновременно возрастают требования к качеству товарной продукции, в том числе к надежности и безопасности технических систем и их элементов. Поэтому задача повышения надежности и безопасности технических систем и их элементов была и остается актуальной.

Первые усилия в теории надежности, как и в теории безопасности труда, в плане обеспечения высокой надежности и безопасности, были направлены на выявление причин надежности и безопасности. Именно понимание истинных причин позволяет целенаправленно направлять ресурсы на обеспечение и надежности, и безопасности.

Затем анализ происшествий, в том числе и несчастных случаев, стал дополняться разработкой методов анализа проектных решений, разработкой методов обоснования рациональных, надежных и безопасных решений. Эта работа продолжается и, надо полагать, еще далека от завершения, особенно для сложных социально-экономических систем, какими являются производственные системы. Необходимо рассмотреть особенности таких систем.

2.1. Производственный объект и его структурные свойства

С позиции оценки надежности технических систем и их элементов различаются системы простые и сложные. Надежность простых систем проявляется в виде безотказности. В сложных системах ненадежность проявляется в снижении эффективности их функционирования.

Количественное описание надежности и безопасности сложных производственных систем (объектов) связано с трудностью выражения взаимосвязанности и взаимообусловленности определяющих параметров составных элементов этих систем. Для более полного отражения влияния взаимосвязанности и взаимообусловленности производственных факторов на работоспособность и опасность производственных объектов всегда было важно найти наиболее пра-

вильный принцип деления производственных объектов на части. Интенсификация и возросшая взаимосвязанность производственных процессов и сопутствующих им процессов еще более обострили внимание к проблеме целого и части производственных объектов. Вместе с тем именно интенсификация производства и связанная с нею возросшая взаимосвязанность параметров элементов производственных систем сделали возможным с единых позиций решить проблему деления целого на части.

Элемент

Считают, что деление объектов на части можно производить произвольно, руководствуясь удобством. Однако для того, чтобы правильно отражать взаимосвязи между элементами системы, которые влияют на ее надежность и безопасность, основным признаком элемента должна быть принадлежность его к объектам, для которых применяется понятие «отказ». Поэтому элементом технологической системы и системы обеспечения надежности и безопасности принят самостоятельный объект конкретной формы и размеров, предназначенный для выполнения определенных функций по обеспечению технологического процесса и предотвращению процесса формирования аварий и производственных травм, если он по сложности своей структуры является простой системой, характеризуется двумя уровнями функционирования и к нему применимо понятие «отказ». Например, такими элементами являются сооружения, аппараты, машины. Если объект протяженной формы, то за элемент принимается его часть, например, 100 м горной выработки, кабеля, трубопровода, дороги, конвейера.

Система

В современных исследованиях работоспособности и опасности производственного объекта угольную шахту, фабрику, завод, цех и их части, например, удобно одновременно рассматривать как технологическую систему по выпуску продукции и как систему обеспечения работоспособности и предотвращения опасности. Здесь под технологической системой шахты, фабрики, цеха, участка понимается организационное множество структурных их элементов: горных выработок, сооружений, оборудования и людей, взаимосвязанных и выполняющих определенные функции по обеспечению технологического процесса. На рис. 2.1 представлена структура производственной системы, объединяющей основой в системе является технологический процесс по выпуску продукции или оказанию услуг. Все, что не участвует в обеспечении этого процесса, не является элементом данной системы.

Подсистема

Следует повторить, что под технологическим процессом выпуска продукции или оказываемых услуг понимается управляемое движение отдельных материальных потоков, например, угля, материалов, энергии, воздуха и др. Управляемое их движение обеспечивается элементами, образующими соответствующие подсистемы: выемки и транспортировки угля, доставки материалов, энергоснабжения, проветривания и др.

Опасность

Известно, что образование опасных сред и поражение людей происходит в результате неуправляемого движения отдельных материальных потоков, например, тепла, электричества, твердых тел и др., то есть когда некоторые параметры этих потоков выходят за пределы их допустимых норм. Неуправляемое движение подобных потоков называется процессом формирования опасности. Степень развития такого процесса характеризуется его состояниями, например, загазованием, взрывом, поражением, наступление которых, в свою очередь, называется опасными событиями.

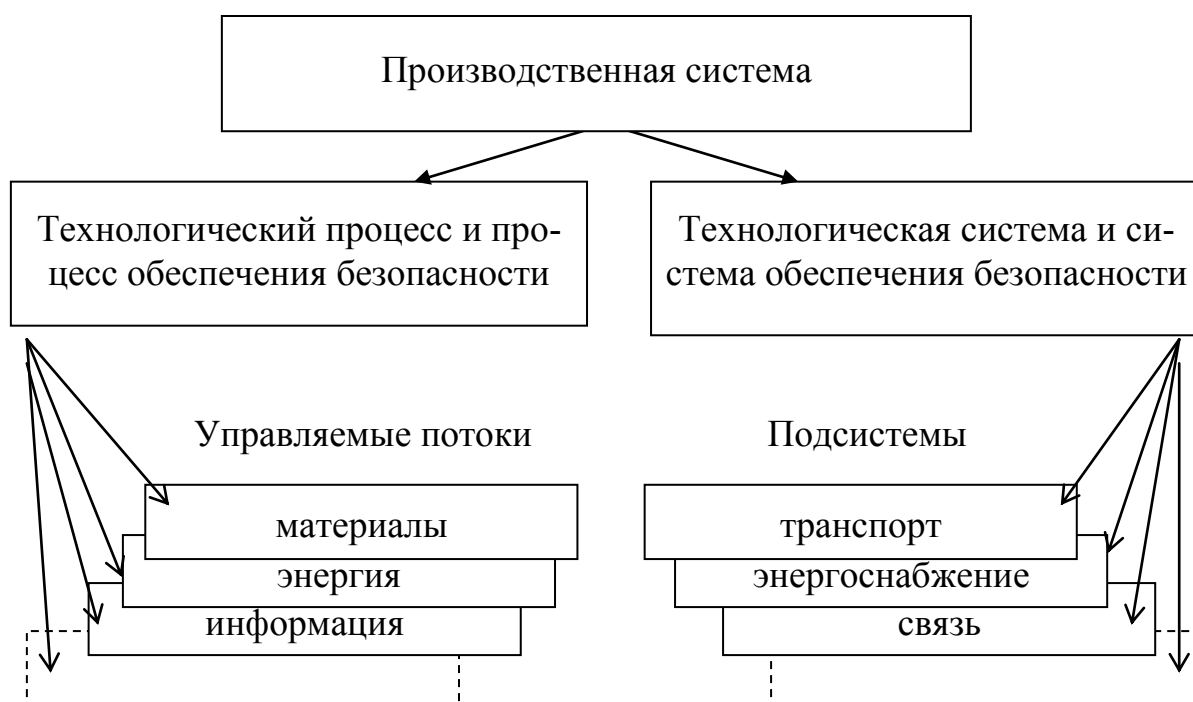


Рис. 2.1. Структура производственной системы

Подсистема предотвращения опасности

Каждый неуправляемый поток образует свой вид опасного события. Возникновение опасного события предотвращается совокупностью элементов, которая называется системой предотвращения опасности. Поэтому угольная шахта, фабрика, цех, участок могут быть представлены как системы предотвращения опасности, состоящие из подсистем предотвращения отдельных опасных событий, например, пожаров, взрывов, загазований. Следовательно, под системой предотвращения опасности понимается также совокупность сооружений, машин, оборудования и людей, выполняющих определенные функции по обеспечению управляемого движения того или иного материального потока, в том числе функции по заблаговременному обнаружению и предотвращению процессов образования опасных сред и поражения людей.

Приведенный принцип деления системы на подсистемы пригоден для любых производственных объектов, для любых предприятий независимо от их сложности и принадлежности к той или иной отрасли.

Деление любой технологической системы по функциональному признаку в соответствии с видами управляемых потоков (материалов, энергии, воздуха и т.п.) и формируемых ими опасностей позволяет расчленить общую задачу разработки мероприятий по обеспечению работоспособности и безопасности и повышению эффективности производства на подзадачи. Этим сокращается размерность моделей. Однако для таких систем, как вентиляционная, или транспортная, или иная коммуникационная система угольной шахты, фабрики, завода, она остается значительной. Поэтому для дальнейшего сокращения размерности моделей рассматриваемых систем рационально продолжить деление производственного объекта уже в рамках рассматриваемых ее функциональных систем. Так, вентиляционная система, как и иные упомянутые системы, может быть разбита на части по естественным иерархическим уровням ее сложности, то есть по уровням сложности структуры, выраженной ее схемой.

Таким образом, деление производственных систем на подсистемы, можно производить по двум признакам: функциональному и структурному. В основе деления системы на подсистемы по функциональным признакам лежит представление производственного процесса как управляемого движения отдельных материальных потоков. Управляемое движение каждого потока обеспечивается отдельной совокупностью элементов, образующих функциональную подсистему: транспорт, проветривание, водоотлив, энергоснабжение, связь. В основе деления производственной системы на технологические подсистемы по структурным признакам, то есть по уровням их сложности, лежит циклическое представление производственного процесса как иерархической структуры циклов производственных операций разного уровня сложности, состоящих из отдельных работ.

Большая система

Большое разнообразие природных, технических и технологических условий, большое разнообразие взаимосвязанных потоков производственного процесса, присутствие человека в технологической системе - все это не только позволяет, но и делает необходимым рассмотрение большинства производственных объектов с кибернетических позиций, как большие системы. Надежность функционирования производственных систем в целом может быть выражена показателем, характеризующим степень реализации ее потенциальной эффективности, путем сравнения эффективности реальной системы с эффективностью идеальной в смысле ее надежности:

$$H = \frac{\mathcal{E}f}{\mathcal{E}_n},$$

где $\mathcal{E}f$ - фактический уровень эффективности анализируемой системы за рассматриваемый период;

$\mathcal{E}_n$ - уровень эффективности анализируемой системы в нормальном работоспособном состоянии.

2.2. Обеспечение надежности элементов

Усилия по обеспечению надежности технических систем начинаются с вопросов обеспечения надежности ее элементов. При этом обеспечение надежности элементов идет по двум направлениям. Первое - это повышение прочности изделия, а второе - создание благоприятного режима его работы. Как уже отмечалось, **надежность любого объекта зависит от самого объекта и от окружающей его среды.**

Это очень важное для понимания сути проблемы надежности и безопасности замечание. Именно поэтому **надежность является характеристикой не собственно объекта, а объекта и окружающей его среды**, то есть совместного проявления. Точно также и **безопасность характеризует не собственно человека и не собственно производственные условия, где он работает, а одновременно и его, и окружающую его среду.** Поэтому мало ограничиваться решением вопросов создания безопасных условий труда, надо заниматься и человеком (повышать квалификацию и мотивацию к труду). Точно также мало заниматься созданием благоприятных условий функционирования производственного объекта - надо повышать его прочностные свойства.

Понимание того, что надежность объекта зависит одновременно от объекта и окружающей его среды, привело к тому, что решение проблемы надежности отдельных элементов технических систем ведется одновременно по двум направлениям: в плане повышения их прочности и в плане облегчения условий их функционирования. Причем это делается на всех этапах жизненного цикла любого производственного объекта как элемента технической системы, то есть в процессе проектирования, создания и использования.

В процессе проектирования для этого используются известные расчетные методы конструирования и проектирования. Таковыми, например, являются известные методы расчета конструкций сооружений. При этом инженерная проработка в процессе проектирования не завершается выбором типа и параметров сооружения. Одновременно немалое внимание обращается на ожидаемые условия работы этого сооружения. Таким образом, задача обоснования типа и прочности сооружения перерастает в задачу выбора места заложения сооружения с тем, чтобы оно не оказалось, если это возможно, в зоне подработки или в зоне оползневых явлений, образований лавин, геологических нарушений, то есть изыскиваются благоприятные условия.

Вместе с тем проблема повышения прочности производственного объекта и обеспечения благоприятных условий его работы одновременно представляется и проблемой надежности, и проблемой экономической эффективности производства. В экономическом отношении возникает вопрос, а каким путем повышать надежность элемента и до какой поры следует повышать надежность? Общего ответа на такие вопросы не существует. Всякий раз эти задачи решаются с учетом конкретных условий.

2.3. Создание надежных систем

Вероятность безотказного состояния системы (P), состоящей из элементов (N), каждый из которых обладает вероятностью безотказности (p_i), определяется двумя простыми соотношениями:

а) если система состоит из независимых по надежности элементов и работоспособна только при работоспособном состоянии всех его элементов, то

$$P_1 = \prod p_i; \quad (2.1)$$

б) если система состоит из независимых по надежности элементов и отказ системы наступает только тогда, когда отказывают все его элементы, то

$$P_2 = 1 - \prod (1 - p_i). \quad (2.2)$$

В первом случае рассматривается структура технической системы с последовательно соединенными элементами, а во втором - с параллельно соединенными элементами, то есть резервированная система. Из сравнения видно, что различия в структуре системы вносят большую разницу в вероятности безотказного состояния этих систем, если учесть, что вероятность безотказного состояния элемента меньше единицы. Вот так могут отличаться надежности разных систем, состоящих из одинакового числа одинаковых по надежности элементов, но структурно организованных иначе. Отсюда вытекают два важных вывода:

- с увеличением сложности (числа элементов) системы, как правило, снижается надежность системы;
- надежность системы зависит не только от надежности ее элементов, но и от ее структуры.

Также присутствует и решается проблема создания надежных систем из менее надежных элементов. Из приведенного примера вполне очевидно, что P_2 значительно больше p_i . Это один из примеров создания надежной системы из менее надежных элементов.

Резервирование

Одним из наиболее распространенных способов повышения надежности технических и иных систем является резервирование. Резервирование основано на привнесении в систему избыточности. Причем существуют различные способы резервирования с использованием разного рода избыточности. Различают следующие виды резервов:

- **нагруженный резерв** - когда один или несколько дублирующих элементов находятся в режиме основного элемента;
- **ненагруженный резерв** - когда один или несколько резервных элементов до начала выполнения основной функции находятся в ненагруженном режиме;
- **скользящий резерв** - когда любой из группы резервных элементов при необходимости может заменить любой из отказавших элементов;
- **резервирование замещением** - когда функции основного элемента передаются резервному элементу только после отказа основного и др.

В промышленном производстве с давних пор широко развито резервирование технических систем, особенно в части обеспечения безопасности. Таким, например, является создание на случай возникновения пожара запасных выходов из помещений, резервное освещение, резервная система энергоснабжения и т.п.

Адаптация

Меняющиеся внешние условия функционирования технических систем порою просто невозможно предусмотреть. Поэтому технические системы изначально конструируются так, чтобы они могли как можно более устойчиво функционировать в меняющихся условиях. Например, автомобиль сконструирован так, чтобы мог работать в достаточно широком диапазоне меняющихся условий дороги, домкрат сконструирован так, чтобы по величине раздвижки мог использоваться в пределах возможной раздвижки штока.

Автомобиль вместе с водителем как система «человек - машина» приобретает еще большие возможности в качестве адаптивной системы.

Таким образом, одним из важных направлений обеспечения надежности и безопасности технических систем является их способность приспосабливаться к меняющимся внешним условиям.

Самоорганизация

Производственные объекты как производственные системы отличаются тем, что люди в них входят в качестве составных элементов, превращая их в социально-экономические самоорганизующиеся системы. Это вносит дополнительные особенности в решение вопросов надежности и безопасности производственных объектов. С одной стороны, присутствие людей в производственных системах приносит или усиливает в них такие весьма важные свойства, как адаптивность и самоорганизация, а с другой стороны (на что мало обращается внимание в теории и практике надежности и безопасности), люди сами часто являются весьма серьезным источником ненадежности и опасности производственных объектов. Таким образом, постоянно присутствует проблема, с одной стороны, более полного и эффективного использования возможностей развития таких свойств производственных систем, как адаптивность и самоорганизация, а с другой стороны - сведения до минимума опасных (неадекватных) действий в поведении персонала, обслуживающего производственный объект. И то и другое в практике обеспечения надежности и безопасности производственных объектов заслуживают того, чтобы на этих вопросах остановиться особо.

Обслуживание

Практически не существует абсолютно надежных и абсолютно безопасных производственных систем. Поэтому надежность большинства технических систем любого производства в процессе их эксплуатации обеспечивается системой текущего, профилактического и аварийного обслуживания.

Организация работ по обслуживанию технических систем ведется на основе специально разработанной технической документации. Текущее повседневное обслуживание ведется в соответствии с инструкцией по обслуживанию конкретного изделия, технической системы. Профилактическое обслуживание организуется по плану, который нередко предусматривает неразрушающий ин-

струментальный контроль. Аварийное обслуживание ведется по предварительно разработанному плану ликвидации аварий.

Надежность, безопасность и эффективность производственных объектов во многом определяются тем, как организована система их обслуживания, и поэтому этому делу на производстве уделяется большое внимание. Дело в том, что и хорошую технику можно преждевременно испортить. Такое происходит или из-за недостаточной квалификации персонала, или из-за его небрежности.

Повышение квалификации

Для того чтобы хорошо обслуживать технические системы и устройства, надо учиться и учить. Есть организации, которые во главу своей деятельности ставят обучение персонала, справедливо считая, что выпуск качественной продукции, как и надежность технических систем, устойчивость технологического процесса являются следствием квалификации персонала.

Если принять во внимание, что современная техника и технология любого производства постоянно обновляются и развиваются, то становится понятным, что профессиональная учеба является:

- повседневной заботой каждого руководителя работ любого предприятия;
- повседневным личным делом каждого работника любого предприятия;
- многоступенчатой, последовательной и непрерывной.

При этом надо исходить из того, что превалирующей формой обучения и повышения квалификации на производстве является самостоятельное освоение теоретических основ с последующим освоением навыков непосредственно на своем рабочем месте.

Сегодня от каждого работника требуется умение и навык управлять всеми машинами и механизмами, которыми оснащено его рабочее место. Деятельность работника по форме и содержанию все больше становится схожей с деятельностью механизатора широкого профиля, а узкая специализация в производственной деятельности становится все менее востребованной.

Современный уровень оснащенности рабочих мест машинами и механизмами существенно изменил характер производственной деятельности рабочего персонала. Производственная деятельность рабочего персонала больше стала походить на работу оператора. Рабочий персонал на уровне рабочего места технологически стал вынужден самостоятельно участвовать в оперативном управлении дорогостоящей техникой, в оперативном управлении производственным комплексом. Все это привело к тому, что возросла роль его ответственности, его отношения к своему делу, к надежности и безопасности подконтрольного ему производственного объекта.

Мотивация

Формирование интереса и ответственности работников в безопасной и эффективной его работе возможно путем использования трех сил: силы власти, силы выгоды и силы мнений. Лучше, когда все эти силы действуют совместно, взаимно дополняя друг друга. Для реализации этих сил необходимо постоянно работать над организацией и совершенствованием системы управления персоналом предприятия, правовую основу которой составляют организационно-право-

вые документы предприятия: должностные инструкции, положения о внутреннем трудовом распорядке, о подразделениях и т.п.

При этом надо иметь в виду, что:

- воспитательная работа среди подконтрольного персонала всегда входила и должна входить в обязанность руководителей работ на всех уровнях управления производством;
- оценка работы механизатора широкого профиля и оператора может и должна производиться по показателю работоспособности обслуживаемых и управляемых им машин и оборудования.

Производственный контроль

Хорошо относиться к имуществу организации, к надежности производственных объектов и к безопасности труда можно и нужно воспитывать. Это входит в обязанность каждого руководителя работ.

Особенностью проблемы организации производственного контроля как инструмента обеспечения надежности и промышленной безопасности является то, что она неразрывно связана с проблемой организации управления производством в целом и с проблемой хозяйственного контроля в частности. Тут одно из двух: система производственного контроля по промышленной безопасности или работает, или нет. Это зависит от того, взаимосвязана или нет, дополняется или нет система производственного контроля системой управления производством в целом.

Таким образом, проблема организации производственного контроля надежности технических систем и промышленной безопасности естественным образом перерастает в проблему управления производством, в проблему организации управления персоналом предприятия. Вместе с тем при организации производственного контроля с позиции обеспечения промышленной безопасности необходимо предусмотреть и выделить четыре вида производственного контроля:

- 1) плановый производственный контроль, осуществляемый специалистами на основании и в соответствии с требованиями нормативных документов;
- 2) оперативный производственный контроль, выполняемый производственной службой и производственными участками в рамках системы оперативного управления производством;
- 3) производственный контроль службой охраны труда и промышленной безопасности в части контроля компетентности и исполнительности работников предприятия по плановому и оперативному контролю;
- 4) производственный контроль уполномоченными профсоюза.

Во всех организационно-правовых документах предприятия красной нитью должна проводиться идея обеспечения высокой трудовой дисциплины путем доведения ответственности за безопасный труд от руководителя предприятия до каждого работника.

Выводы. 1. Особенностью теории надежности является стремление рассматривать обеспечение надежности как единый процесс, охватывающий этапы проектирования, производства и эксплуатации технических систем и их элемен-

тов. При этом вся теория надежности технических систем должна восприниматься как инструмент для обеспечения и повышения надежности производственных объектов, производственных систем, то есть для снижения их аварийности и опасности наиболее экономичным способом. Изучение вопросов надежности, аварийности и даже катастроф - все должно пониматься и восприниматься как преддверие для вхождения в вопросы безопасности труда в форме методов анализа и управления риском.

2. Основная отличительная особенность и надежности, и безопасности производственных систем состоит в том, что они во многом зависят от обслуживающего персонала. Поэтому такая техническая проблема, как надежность технических систем, нередко превращается в организационную социальную проблему. Отсюда следует, что, приступая к решению любой задачи по надежности технических систем любой действующей производственной системы, нельзя ограничиваться рассмотрением только технической ее стороны.

3. Современная проблема надежности и безопасности производственных объектов все больше тяготеет к проблеме профессионального уровня, а еще более - к проблеме интереса и ответственности обслуживающего персонала. Поэтому одним из основных способов обеспечения надежности эксплуатации технических систем может и должен стать способ организации труда персонала.

Часть 2. ОСНОВЫ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ АВАРИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТРАВМ

Анализ и управление риском аварий и производственных травм предполагает два условно самостоятельных этапа. Первый - это собственно анализ и выявление причин аварий и производственных травм, а второй - разработка мероприятий по предотвращению этих причин. Однако такое сравнительно простое представление значительно усложняется, если учесть, что цель разработки мероприятий не ограничивается вопросами обеспечения надежности и безопасности производственных объектов. Современное представление анализа и управления риском аварий и производственных травм предполагает не только необходимым, но и обязательным одновременное обеспечение экономической эффективности не ниже нормированного уровня любым принятым к исполнению мероприятием по снижению аварийности и травматизма. Если это условие не обеспечивается, то можно считать, что инженерная мысль не состоялась, и только.

Это одно из основных современных требований социальной приемлемости к любым мероприятиям по охране труда и обеспечению промышленной безопасности. Оно отражает объективную необходимость обеспечения компромисса между безопасностью и эффективностью производства. При этом обеспечение интересов безопасности не должно осуществляться в ущерб интересам эффективности производства, и наоборот, а если быть точнее, между интересами безопасности и интересами выгоды управляющего субъекта, так как компромисс возникает внутри того или иного управляющего субъекта, принимающего или утверждающего то или иное решение. Отсюда следует, что задача разработки мероприятий по охране труда и обеспечению промышленной безопасности привязывается к интересам управляющих субъектов, и в этом современная объективная реальность.

Из всего этого следует, что, в наиболее общем представлении, анализ и управление риском аварий и производственных травм представляют собою методику поиска компромиссных решений, обеспечивающих устойчивое повышение безопасности и эффективности производства. Последнее обстоятельство делает необходимым дополнить настоящее пособие по анализу и управлению риском аварий и производственных травм методическими положениями оценки приемлемости разрабатываемых решений по критериям технической осуществимости, экономической выгоды и социальной приемлемости.

3. Основные положения анализа и управления риском аварий и производственных травм

3.1. Общие положения

Анализ риска - центральное связующее звено в управлении риском, основывается на собранных сведениях и предопределяет меры по снижению риска. Процедура анализа риска - составная часть декларирования безопасности промышленного объекта, экспертизы безопасности, экономического анализа, страхования и других видов анализа безопасности производственного объекта на всех этапах его жизненного цикла (проектирования, возведения, эксплуатации, ликвидации).

Основная задача анализа риска заключается в предоставлении объективной информации о состоянии производственного объекта лицам, принимающим решения по обеспечению безопасности анализируемого объекта.

Анализ риска должен дать ответы на следующие вопросы:

1. Что плохого может произойти? (Выявление опасностей)
2. Из-за чего это может произойти? (Выявление причин)
3. Как часто это может происходить? (Определение частоты)
4. Какие могут быть от этого последствия? (Определение последствий)

Анализ риска - это эффективное средство по выявлению опасностей, исходная база для выработки решений по снижению опасности до приемлемого уровня.

Термины и определения

Анализ и управление риском - процесс выявления и оценки опасностей для отдельных лиц или групп населения, имущества или окружающей среды с последующей разработкой и принятием решений с конкретными действиями по их снижению.

Идентификация опасности - процесс выявления опасности и определения ее характеристик.

Обеспечение безопасности (управление риском) - оптимальное распределение затрат в условиях ограниченности ресурсов на достижение такого уровня безопасности, какое приемлемо в существующих экономических и социальных условиях.

Опасность - неуправляемое движение материального потока, когда его параметры выходят за пределы допустимых норм и материальный поток превращается в источник потенциального ущерба, вреда или им создается ситуация с возможностью нанесения ущерба.

Опасный производственный объект - объект, содержащий один или несколько видов опасностей.

Оценка риска - процесс определения степени риска анализируемой опасности.

Приемлемый риск - уровень риска, допустимый из экономических и социальных соображений, то есть когда величина риска представляется настолько не-

значительной, что ради получаемой выгоды общество (индивидуум) готово (готов) пойти на этот риск.

Производственный процесс - управляемое движение отдельных материальных потоков (воздуха, воды, электрической энергии, материалов, людей и т.д. и т.п.).

Производственный объект - объект, содержащий и обеспечивающий управляемое движение одного или нескольких материальных потоков производственного процесса.

Риск, или **степень риска** - векторная (многокомпонентная) величина, измеренная с помощью статистических данных или рассчитанная с помощью имитационной модели, состоящая из показателей:

- величины ущерба от воздействия того или иного вида опасности;
- вероятности (частоты) возникновения рассматриваемого вида опасности;
- неопределенности в упомянутых величинах, как ущерба, так и вероятности ее возникновения.

Управление риском - процесс рационального распределения затрат на снижение риска в условиях ограниченности ресурсов, обеспечивающий достижение такого уровня безопасности населения и окружающей среды, какой достижим в существующих экономических и социальных условиях.

Показатели риска

Понятие риска используется для измерения опасности и обычно относится к индивидууму или группе людей (производственному персоналу или населению), имуществу (материальным объектам, собственности) или окружающей среде.

Уровень риска производственного объекта, для которого характерно множество видов проявлений опасностей, определяется на основе анализа совокупности рисков, выявленных при анализе опасных проявлений, например, загазований, взрывов, пожаров и т.п.

Индивидуальный риск - частота поражения отдельного индивидуума в результате воздействия исследуемых видов опасного проявления анализируемого производственного объекта. Индивидуальный риск определяется **потенциальным риском** и вероятностью нахождения человека в зоне влияния исследуемого опасного проявления анализируемого производственного объекта.

При анализе обычно не рассчитывается индивидуальный риск для каждого человека, а оценивается показатель для групп людей, характеризующихся одинаковым временем пребывания в подобных условиях и использующих подобные средства защиты.

Потенциальный территориальный риск - пространственное распределение частоты реализации негативного воздействия определенного уровня. Данная мера риска не зависит от факта нахождения объекта воздействия, например, человека в данном месте пространства. Предполагается, что вероятность нахождения объекта воздействия равна единице, то есть предполагается, например, что человек находится в данной точке пространства в течение всего рассматриваемого периода времени.

Потенциальный риск не зависит от того, находится ли опасный объект в многолюдном или пустынном месте, и может меняться в широком интервале. На практике важно знать распределение потенциального риска для отдельных источ-

ников опасности и для отдельных видов аварий. Как правило, потенциальный риск оказывается промежуточной мерой опасности, используемой для оценки индивидуального и коллективного риска.

Коллективный риск определяет масштаб ожидаемых последствий для людей от потенциальных аварий, то есть ожидаемое количество смертельно травмированных в результате аварий на рассматриваемой территории за определенный период времени.

Социальный риск характеризует масштаб возможных аварий и определяется функцией, у которой есть установившееся название «F/N-кривая». Например, распределение потенциального риска и плотность населения в исследуемом районе позволяет получить количественную оценку социального риска для населения. Для этого нужно определить число пораженных при каждом проявлении каждого источника опасности, а затем определить зависимость частоты событий F, в которых пострадало на том или ином уровне число людей, больше определенного N, от этого определенного числа людей (социальный риск). В зависимости от задач анализа под N можно понимать и общее число пострадавших, и число смертельно травмированных или другой показатель тяжести последствий.

Здесь критерий приемлемого уровня риска определяется не числом для отдельного происшествя, а кривой, построенной для отдельных видов аварий, опасных проявлений производственного объекта.

Для определения приемлемости риска используются две кривые. В логарифмических координатах определяются F/N-кривые приемлемого и неприемлемого социального риска травм со смертельным исходом. Область между этими кривыми определяет промежуточный уровень риска.

Принципы управления риском

1. Стратегическая цель управления риском - стремление к обеспечению материальных и духовных благ (повышению уровня благосостояния общества) при обязательном условии: **никакая практическая деятельность, направленная на реализацию цели, не может быть оправдана, если выгода от нее для общества в целом не превышает вызываемого ущерба** (оправданность практической деятельности). Для практической реализации этого принципа предлагается выразить риск для работников предприятия и для населения от различных технологий или видов деятельности в виде величины сокращения средней ожидаемой продолжительности предстоящей жизни, а выгоду от них - в виде продления ее.

2. Тактическая цель управления риском - стремление к увеличению средней ожидаемой продолжительности предстоящей жизни работников предприятия и людей в обществе, в течение которой личность может вести полную и деятельную жизнь в состоянии физического, душевного и социального благополучия (оптимизация защиты).

3. Политика в области управления риском будет эффективной и полезной только в том случае, если в управление риском включен весь совокупный спектр существующих в обществе опасностей и вся информация о принимаемых решениях в этой области без каких-либо ограничений доступна самым широким слоям населения.

4. Политика в области управления риском, как обязательное условие, должна реализовываться в рамках строгих ограничений на воздействие природной экосистемы.

Основные процедуры анализа и управления риском

Анализ и управление риском должен состоять из следующих процедур:

- планирования и организации анализа;
- выявления опасностей и причин;
- оценки опасности;
- снижения опасности до приемлемого уровня.

3.2. Планирование и организация анализа риска

На этапе планирования и организации анализа риска необходимо:

- описать причины и проблемы, сделавшие необходимым анализ риска;
- выделить анализируемый объект (систему) и подготовить всю необходимую о нем документацию;
- подобрать необходимую группу экспертов;
- оценить ограничения в исходных данных, в финансовых и временных ресурсах и других возможностях, определяющих глубину, полноту и детальность анализа риска;
- определить цели и задачи анализа риска;
- выбрать методы анализа риска;
- определить критерии приемлемого риска.

Обоснование актуальности анализа

Планирование анализа риска следует начинать с обоснования и описания его актуальности. Необходимо описать причины и проблемы, которые делают необходимым анализ. Таковыми могут стать необходимость в декларировании безопасности промышленного объекта, экспертиза безопасности проектных решений опасных производственных объектов, страхования ответственности. Вместе с тем в рамках отдельного предприятия анализ риска необходимо проводить по своей инициативе как составную часть анализа хозяйственной деятельности, он должен предшествовать разработке комплексных планов по охране труда и промышленной безопасности или плана ликвидации аварий.

Выделение объекта анализа

Любой производственный объект не существует сам по себе, то есть он находится во взаимодействии с другими. Поэтому нередко возникает задача обособления, то есть выделения анализируемого объекта как составной части из более общей производственной системы. Этим уменьшается сложность анализируемого объекта и облегчается задача анализа.

Деление целого на части желательно проводить не произвольно, а с учетом естественных признаков обособления. Если производственная система, например, угольная шахта, представляется как совокупность ее элементов, обеспечивающих управляемое движение множества материальных потоков (угля, боковых пород, газов, воздуха, воды, электрической энергии, материалов,

людей и т.п.), то ее подсистемой (вентиляция) является другая совокупность из состава этих же элементов, обеспечивающих управляемое движение одного материального потока (шахтный воздух).

Деление производственной системы и даже ее подсистемы на элементы с позиции оценки их надежности и опасности удобно производить на объекты, характеризующиеся двумя уровнями функционирования - работоспособностью и неработоспособностью, то есть на такие части, отказ которых приводит к полной потере ее работоспособности.

По каждому объекту, выделенному для анализа риска, нужно подготовить всю необходимую документацию производственно-технического назначения, включая руководства и инструкции по ремонту и обслуживанию.

Подбор состава рабочей группы

Подбор состава рабочей группы анализа определяется главным образом составом задач и выбранных методов анализа. При этом в любом случае в состав группы исполнителей, выполняющих анализ риска, рекомендуется включать специалистов, которые работают или которым предстоит работать на анализируемом производственном объекте.

Определение условий анализа

Приступая к анализу на этапе планирования, необходимо также получить ясное представление об ограничениях в исходных данных, в финансовых ресурсах и других возможностях, определяющих глубину, полноту и детальность анализа. Разнообразие производственных объектов и условий их использования всякий раз делает работу по анализу риска делом, требующим творческого подхода.

Определение цели и задач

Основная цель анализа риска состоит в предоставлении объективных сведений о состоянии опасности производственного объекта лицам, принимающим решения по обеспечению безопасности анализируемого объекта. На пути достижения этой цели в каждом конкретном случае по конкретному объекту возникает свой состав задач. Причем цель и состав задач анализа риска по одному и тому же объекту меняются на разных этапах его жизненного цикла.

На этапе проектирования и создания производственного объекта целью анализа может быть:

- выявление опасностей и количественная оценка риска с учетом воздействия различных видов опасностей на персонал, население, материальные объекты, окружающую природную среду;
- выбор оптимальных вариантов размещения производственного объекта, оборудования с учетом особенностей природной среды и результатов анализа приемлемости риска предложенных решений;
- получение и подготовка сведений для разработки инструкций, технологического регламента, планов ликвидации аварий и иных действий в чрезвычайных ситуациях;
- оценка альтернативных проектных и конструкторских предложений и их сравнение с лучшими аналогами мирового уровня.

На этапе эксплуатации целью анализа может быть:

- сравнение состояния объекта с соответствующими требованиями безопасности;
- уточнение сведений об основных видах опасности производственного объекта;
- разработка рекомендаций по организации управления безопасностью производственного объекта, включая обоснования по изменению известных или введению новых нормативных требований по эксплуатации и обслуживанию, по вопросам лицензирования деятельности и т.п.;
- оценка социального и экономического эффекта рекомендаций по организации управления безопасностью анализируемого производственного объекта.

На этапе вывода из эксплуатации целью анализа может быть:

- выявление опасностей и оценка возможных их последствий;
- получение и подготовка сведений для разработки и совершенствования инструкций по выводу из эксплуатации производственного объекта.

Выбор методов анализа

При выборе метода анализа следует учитывать сложность производственного объекта и обеспечиваемых им производственных процессов, этап разработки системы, цели анализа, критерии приемлемого риска, наличие необходимых данных и квалификацию привлекаемых для проведения анализа специалистов. При этом, чем сложнее производственный объект, тем более простыми и ясными должны быть используемые методы анализа.

Метод анализа риска должен удовлетворять следующим требованиям:

- быть научно обоснованным и соответствовать анализируемой системе;
- давать результаты в виде, позволяющем лучше понимать природу опасности, и тем служить хорошей подсказкой для разработки мероприятий по снижению опасности;
- быть повторяемым и проверяемым.

На стадии выявления опасностей производственного объекта рекомендуется использовать один из возможных методов анализа:

- метод поверочного листа;
- метод анализа с использованием ключевых слов;
- статистические методы анализа;
- графоаналитические методы анализа.

Методы могут применяться обособленно или в дополнение друг к другу.

Определение сведений для анализа

На этапе планирования ясное представление о задачах анализа, о возможных управленческих решениях можно получить, имея четкое представление о необходимых входных данных для анализа. При этом состав входных данных определяется особенностями производственного объекта, содержанием решаемых задач и используемых для этого методов анализа. Поэтому решение любой задачи анализа риска нельзя начинать со сбора и подготовки исходных данных. Представление о составе необходимых исходных данных может возникнуть только после выбора или разработки метода анализа риска, так как разным методам решения одной и той же задачи соответствуют разные составы исходных данных.

Выбор критерия приемлемого риска

Критерии приемлемого риска могут задаваться нормативно-правовыми документами или определяться на этапе планирования анализа или в процессе анализа.

Основой для определения приемлемой степени риска в общем случае должны служить:

- законодательство по промышленной безопасности и по охране труда;
- правила и нормы безопасности в анализируемой области;
- опыт практической деятельности (сведения об опасных происшествиях и их последствиях).

Критерии приемлемого риска зависят:

- от анализируемого объекта;
- анализируемого периода его жизненного цикла (проектирования, создания, использования, ликвидации);
- экономического состояния производственного объекта или той системы, куда анализируемый производственный объект входит составной частью.

3.3. Выявление опасных проявлений

Основная задача идентификации - выявление (на основе экспертизы и опыта работы анализируемого производственного объекта) и описание всех присущих производственному объекту видов опасностей. Как правило, любой производственный объект характеризуется возможностью возникновения нескольких видов опасных проявлений. При этом становится важным выделить из них существенные и менее существенные, а также вовсе несущественные. Таким образом, облегчается задача анализа риска в целом.

Каждый вид опасного проявления производственного объекта (взрыв, пожар, прорыв и затопление, обрушение и т.п.) в последующем может анализироваться отдельно по своей самостоятельной программе.

Предварительный анализ

На начальном этапе выявления опасностей проводится предварительный анализ, целью которого является выделение частей производственного объекта (блоков, производственных участков, опасных зон) по степени риска. Критерием опасности частей на данном этапе анализа являются наличие опасных веществ, наличие источников воспламенения, наличие техногенных опасностей (порыв, обрушение, загазование и т.п.).

Предварительный анализ позволяет очертить границы анализируемого производственного объекта и тем ограничить задачу последующего анализа.

Выбор направлений анализа

Предварительный анализ и выявление возможных видов опасностей позволяет определить, какие элементы, блоки или процессы в производственном объекте требуют более серьезного анализа, а какие представляют меньший интерес с точки зрения безопасности производственного объекта.

Идентификация опасностей завершается выбором для каждой выделенной части и производственного объекта в целом и по каждому его виду проявления опасности одного из следующих направлений деятельности:

- прекращение дальнейшего анализа ввиду незначительности опасности;
- проведение более детального анализа риска.

При необходимости после идентификации опасностей переходят к оценке риска.

3.4. Оценка риска

Выявленные опасности должны быть оценены с точки зрения их соответствия критериям приемлемого риска. При этом как критерии приемлемого риска, так и результаты оценки риска могут быть выражены как качественно (в виде текста, таблиц), так и количественно путем расчета показателей риска.

Относительно количественных оценок важно иметь в виду, что сложные и дорогостоящие расчеты дают значения риска, точность которых для сложных систем невелика, то есть их погрешность, как правило, не менее одного порядка. Проведение полной количественной оценки риска более полезно для сравнения мер безопасности, для выбора решений, чем для составления заключения о степени безопасности объекта. Поэтому в первую очередь следует применять качественные методы анализа риска, опирающиеся на практический опыт исполнителей, и продуманную процедуру оценки. Однако количественные методы оценки необходимы для сравнения опасностей различной природы.

Оценка риска включает в себя анализ частоты, анализ последствий опасных проявлений анализируемого объекта и анализ неопределенностей результатов.

Для анализа и оценки частоты используются:

- статистические данные об опасных происшествиях на подобных производственных объектах или при подобных видах деятельности;
- логический анализ «дерева событий»;
- экспертная оценка.

Анализ последствий включает оценку воздействий на людей, имущество и окружающую среду. Для этого необходимо использовать модели аварийных процессов и критерии поражения объектов поражения.

При необходимости на заключительном этапе оценки определяется степень риска всего анализируемого объекта путем анализа и обобщения показателей риска выявленных опасных проявлений.

Чтобы правильно интерпретировать результаты оценки риска, необходимо понимать их неопределенности и их причины. Для этого необходимо проанализировать неопределенность и точность оценки риска. Как правило, основные источники неопределенностей - недостаточность сведений по надежности производственных объектов, по человеческим ошибкам, а также принимаемые предположения и допущения в используемых моделях аварийных ситуаций, проявлений опасностей. Источники неопределенностей должны быть идентифицированы и представлены в результатах.

Обеспечение оценки риска необходимыми сведениями - важное условие анализа риска. Из-за недостатка статистических сведений рекомендуется ис-

пользовать экспертные оценки и ранжирование риска. Для этого виды опасностей разбиваются по величине вероятности возникновения, тяжести последствий на несколько категорий, например: высокий, промежуточный, низкий и незначительный.

Оценка риска производственного объекта должна завершаться определением степени риска всего объекта путем обобщения показателей риска по всем видам опасных проявлений.

3.5. Разработка рекомендаций по снижению риска

Разработка рекомендаций по уменьшению риска (управление риском) - заключительный этап анализа риска. Рекомендации могут признать существующий риск приемлемым или указать меры по уменьшению риска.

Меры по уменьшению риска могут иметь технический или организационный характер. В выборе типа меры решающее значение должны иметь социальная и экономическая оценки действенности мер. Это означает, что в выборе мер не должно априори отдаваться предпочтение усилиям по уменьшению вероятности возникновения опасности над мерами по уменьшению последствий этой опасности или наоборот.

Разработка мероприятий по снижению риска

На стадии эксплуатации производственного объекта организационные меры следует воспринимать как компенсацию недостаточности принятых технических решений по обеспечению надежности и безопасности объекта.

При разработке решений по снижению риска аварий и несчастных случаев, исходя из ограниченности имеющихся ресурсов надо в первую очередь разрабатывать простейшие и связанные с наименьшими затратами рекомендации.

Оценка и выбор решений по снижению риска

Любое организационно-техническое предложение по снижению риска аварий и производственных травм или иного ущерба предварительно до принятия решения об его использовании должно оцениваться на техническую осуществимость, социальную приемлемость и экономическую выгодность.

С позиции экономической эффективности по альтернативным решениям заведомо трудно или практически невозможно делать какие-либо утверждения об их предпочтительности. В равной мере заведомо невозможно делать какие-либо утверждения о первоочередности мер по снижению вероятности возникновения опасного происшествия или по снижению их последствий. Любые утверждения о социальной и экономической предпочтительности сравниваемых мероприятий по снижению вероятности возникновения опасных происшествий и по снижению их последствий можно делать только после оценки их социальной и экономической эффективности при помощи специально разработанных методов.

3.6. Оформление результатов анализа

Результаты анализа риска должны быть обоснованы и оформлены таким образом, чтобы выполненные расчеты и выводы могли быть проверены и повторены.

Анализ риска должен документироваться отчетом, объем которого зависит от содержания анализа и включает следующие разделы:

- титульный лист;
- список исполнителей с указанием должностей, научных званий, организаций;
- аннотацию;
- содержание (оглавление);
- задачи и цели;
- описание анализируемой технологической системы;
- методологию анализа, исходные предположения и ограничения, определяющие пределы анализа;
- обоснования правомерности применения используемых методов анализа;
- исходные данные и их источники, в том числе по аварийности и травматизму;
- результаты идентификации опасности;
- результаты оценки риска;
- анализ неопределенности результатов;
- рекомендации по управлению риском;
- заключение;
- список использованной литературы.

Выводы. 1. Анализ и управление риском в методическом плане существенно отличается от анализа и обеспечения надежности технических систем. Теория надежности включает в себя преимущественно технические аспекты обеспечения надежности производственных объектов и ограничивается этим. Анализ и управление риском в дополнение к этому включает в себя вопросы организации управления риском аварий и производственных травм с использованием как технических, так и организационных мероприятий.

2. Анализ и управление риском аварий и производственных травм предполагает необходимым использование разнообразия методов анализа и разнообразия технических и организационных мероприятий по предотвращению и снижению риска аварий и производственных травм.

3. Для успешного анализа и управления риском аварий и производственных травм необходимы обширные знания в различных отраслях науки, техники, экономики.

4. Состав и содержание задач служб охраны труда и промышленной безопасности

Вопрос о составе и содержании задач по охране труда и промышленной безопасности возникает всякий раз при организации работы служб безопасности на уровне управления отдельным предприятием (шахтой, разрезом, обогатительной фабрикой), объединением предприятий (компанией) или на уровне региона. Этот же вопрос оказывается в центре внимания при создании и совершенствовании информационной системы по охране труда и промышленной безопасности. Для того чтобы знать, какие сведения по охране труда собирать, необходимо прежде всего иметь представление о том, какие задачи нужно решать с их использованием.

На уровне компании или даже отдельного крупного промышленного предприятия в качестве объекта исследования часто выступает система управления охраной труда и промышленной безопасностью. Однако взаимосвязанность и взаимообусловленность вопросов безопасности и эффективности производства делает невозможным выделение системы управления охраной труда и промышленной безопасностью из общей системы управления производством, как и выделение информационной системы по безопасности труда из общей информационной системы. Отсюда следует, что цели и задачи охраны труда трудно, а порою невозможно отделить от целей и задач управления производством, особенно если видишь, что охрана труда и обеспечение промышленной безопасности часто представляется средством обеспечения эффективности производства. Поэтому, чтобы выйти на цели и задачи охраны труда, надо получить хотя бы представление о целях и задачах управления производством на уровне отрасли, объединения предприятий, предприятия и даже на уровне его подразделения, что также бывает важно различать.

Системе управления промышленным производством присуща иерархическая структура. При этом структура информационной системы повторяет структуру системы управления.

Любая иерархическая схема управления производством предусматривает совмещение централизованного и автономного управления. Каждый уровень управления автономен в рамках задач оперативного управления, в рамках тех ограничений и условий, которые налагаются вышестоящим уровнем.

Основная задача любого руководителя любого уровня управления производством - не управление действиями нижестоящих управляющих субъектов, подчиненных ему работников, а согласование их совместных действий, то есть координация их взаимодействия в интересах целого. Что касается конкретных действий отдельных подчиненных, то это является их собственным делом и не подлежит обсуждению, тем более если все это находится в рамках дозволенного, то есть делается не в ущерб интересам других. Здесь уместно заметить следующее: известно, что оптимизация частей не исключает гибели целого, то есть интересы частей могут не сходиться и часто не сходятся. Поэтому согласование взаимодей-

ствия вышестоящим управляющим субъектом производится силой власти. В этом основной смысл любого централизованного управления.

4.1. Условия использования административной и рыночной схемы управления

Необходимым и достаточным условием использования централизованной схемы административного управления на принципах единоначалия является технологически или территориально обусловленная однозначность производственных отношений между производственными объектами, как потребителями, так и изготовителями продукции (услуг). При однозначности технологических связей договорная система взаимоотношений приводит к монопольным устремлениям договаривающихся сторон, что не в интересах целого. В таких условиях только централизованное управление путем нормирования основных показателей хозяйственной деятельности (объема, номенклатуры, качества, цены производства и др.) может обеспечить равную норму эффективности для каждой взаимодействующей структурной единицы целого (отрасли или объединения). Нормирование таких показателей возможно и необходимо вести вышестоящему уровню управления из условия обеспечения равной нормы эффективности для всех управляемых (взаимодействующих) объектов.

Необходимым и достаточным условием использования рыночной схемы самоуправления на договорных началах является многовариантная возможность производственных отношений любого производственного объекта, как потребителя, так и изготовителя продукции (услуг). В таких условиях равная норма эффективности обеспечивается автоматически для большинства участников, входящих или образующих единый рынок. В границах отдельного производственного предприятия всего этого нет из-за однозначности производственных отношений его подразделений, обусловленной однозначностью технологических коммуникаций. В угольном районе этого также нет из-за ограниченного числа специализированных предприятий, образующих инфраструктуру для угольных шахт и разрезов, то есть ремонтных мастерских, обогатительных фабрик, лесных и иных складов, строительно-монтажных управлений и т.п.

Здесь уместен такой вопрос: почему тогда внутри централизованной схемы управления предприятием уживается рыночная схема управления, то есть экономические методы, например, система заработной платы, договорная система найма? Ответ прост: что касается технологии производства, что касается взаимодействия производственных объектов и подразделений (цехов, участков), то тут наблюдаются жесткие, однозначные производственные связи. Это же относится и к людям, но только на время их производственной деятельности, в их рабочее время. За пределами рабочего времени и за пределами производственного объекта между работниками и предпринимателями (руководителями предприятий) существует рыночная схема взаимоотношений и множественная возможность их взаимоотношений.

4.2. Состав и содержание задач охраны труда и промышленной безопасности компании

Необходимо повторить, что любое сложное промышленное производство управляется системой, организованной по иерархической схеме. В любой иерархически организованной системе управления любой вышестоящий управляющий субъект обладает и должен обладать теми или иными властными полномочиями, которые необходимы для согласования взаимодействия подчиняемых (нижестоящих) ему управляющих субъектов. Например, над угольными предприятиями одного месторождения, независимо от организационно-правовой формы их объединения в одно целое, довлеет одно: их производственные отношения технологически однозначны. Следовательно, организация их взаимодействия может и должна производиться на основе нормирования основных показателей их деятельности. Для выполнения этой задачи силой власти у руководителя компании по меньшей мере должен быть контрольный пакет акций каждого предприятия, входящего в объединение.

Сила выгоды толкает предприятия на совместную деятельность, на взаимодействие по всем видам обеспечения их производственной деятельности, включая в том числе и все виды обеспечения промышленной безопасности и охраны труда. Это и организационное, и материально-техническое, и правовое, и информационное, и кадровое, и другие виды обеспечения производственной деятельности предприятий в целом, охраны труда и промышленной безопасности в частности. Таким образом, в объединение вносятся, по сути, принципы кооперации. Следовательно, компания как система управления взаимодействием угольных предприятий одного месторождения задачу пропорционального функционирования и развития предприятий решает, используя силу власти, а задачу обеспечения устойчивого функционирования этих же предприятий - используя силу выгоды. Компания как система управления должна быть заинтересована находить и решать задачи по всем сферам обеспечения устойчиво безопасного и устойчиво эффективного их функционирования и развития на взаимовыгодной с предприятиями основе.

Угольные предприятия производственного объединения фактически участвуют в одном технологическом процессе: добыча, обработка, погрузка, транспортировка и реализация полезного ископаемого. Если где-то угольные предприятия одного месторождения и пытались представить себя абсолютно самостоятельными структурными единицами с взаимодействием на договорной основе, то они просто поспешили, как в свое время поспешили организовать взаимоотношения подразделений предприятия на основе внутрипроизводственного хозрасчета.

В подобных условиях может быть даже кооперативное объединение, где каждому предприятию, каждой организации, любому руководителю предприятия и организации объединения объединение нужно ровно настолько, насколько оно выгодно в решении собственных допроизводственных, производственных и послепроизводственных задач на коллективной основе с меньшей долей собственных затрат. При этом полагается, что объединение, как любая кооперация, не вмешивается силой своей власти во внутривладельческую деятель-

ность любого предприятия, любой организации и тем более, не меняет характер их производственной деятельности. Это может сделать только производственное объединение через систему властного нормирования, пропорционального их функционирования и развития.

Таким образом, исходя из общепроизводственных позиций, объединение предприятий одного месторождения призвано решать следующие группы задач:

1. Выявление актуальных проблем устойчиво безопасного и устойчиво эффективного функционирования и развития предприятий и организаций объединения по всем направлениям их деятельности.

2. Разработка, обновление и доведение до предприятий и организаций объединения в форме плановых заданий норм и нормативов по основным показателям их хозяйственной деятельности, обеспечивающим их пропорциональное функционирование и развитие с равной нормой эффективности, с использованием для этого силы власти административного управления на принципах единоначалия.

3. Разработка, обновление и обеспечение исполнения целевых программ устойчиво безопасного и устойчиво эффективного функционирования и развития предприятий и организаций объединения по всем направлениям их деятельности.

Состав и содержание задач объединения (компании) по охране труда и обеспечению промышленной безопасности

Что касается вопросов охраны труда и обеспечения промышленной безопасности, то к ним также относятся указанные группы задач. При этом нет особого смысла в составлении целевых программ по охране труда и обеспечению промышленной безопасности в отрыве от общепроизводственных программ по таким организационно-техническим вопросам, как вентиляция, предотвращение пожаров и т.п. Другое дело, если целевые программы по охране труда касаются социальных, медицинских, бытовых проблем и проблем страхования. Тут могут быть разработаны свои целевые программы, но это особый вопрос.

Не только в плане производственном, но еще более в плане социальном, включая и охрану труда, объединение угольных предприятий одного месторождения может являться, прежде всего, товариществом взаимопомощи, в любом случае этот аспект объединения не нужно упускать из вида. Это очень важный консолидирующий момент, на базе которого в будущем неизбежно будут созданы новые структурные образования, входящие в объединение или сотрудничающие с объединением и имеющие прямое отношение и к охране труда, и к обеспечению устойчивости производства. Таковым структурным образованием может и, скорее всего, должно стать страховое товарищество, которое входит административно в состав организаций объединения или учредителем которого является объединение. Такое страховое товарищество взаимопомощи может стать многофункциональным и работать на принципах оказания всевозможных специализированных услуг на договорных началах. Например, угольное предприятие заключает договор со страховым обществом, а страховое общество со специализированными организациями: пожарными, горноспасательными службами, поликлиниками, санаториями и т.п. Страховое товарищество может вести операции по социально-

му и медицинскому страхованию и одновременно оказывать различные виды социальной поддержки.

Таким образом, проблемы охраны труда на уровне управления компанией могут решаться по тем же направлениям, что и обеспечение производства силами предприятий в плане их хозяйственной деятельности. Это в части техники безопасности и условий труда. Что касается восстановления здоровья и социальной помощи, то все это должно будет решаться по направлениям социального обеспечения, через государственную систему социального страхования.

Организация взаимодействия предприятий и организаций объединения и сторонних организаций по указанным направлениям охраны труда как раз и входит в задачу службы безопасности труда компании. Начальным этапом такой работы, безусловно, представляется выявление актуальных проблем по каждому направлению, а затем разработка программ и решение проблем. При этом как выявление проблем, так и разработка программ могут быть выполнены не службой охраны труда и промышленной безопасности. В обязанность службы входит организация этих работ. Эти работы могут выполняться специализированными организациями или отдельными специалистами. При этом не обязательно по каждому направлению иметь программу. Есть проблема - есть программа, нет проблемы - нет и программы. Каждая программа финансируется заинтересованными предприятиями и организациями на долевых началах исходя из взаимной ее выгоды.

Отсюда следует, что служба охраны труда и промышленной безопасности призвана выявлять и решать те или иные проблемы по охране труда, а не делать нечто совсем другое - организовывать выявление и решение тех проблем по охране труда, которые по своей значимости соответствуют масштабам компании. Сюда не входят ни проблемы отрасли, ни проблемы собственного предприятия.

Заведомо невозможно дать какой-либо перечень конкретных задач по охране труда на уровне компании. Можно только указать на направление деятельности этой службы.

Таким образом, собственной задачей службы охраны труда и промышленной безопасности, работающей на уровне объединения предприятий (компании), является сбор и систематизированное представление и обновление актуальных проблем по охране труда и промышленной безопасности по всем направлениям, организация работ по разработке и исполнению целевых программ по решению этих проблем.

На первый взгляд служба охраны труда и промышленной безопасности оказывается озабоченной всего лишь двумя-тремя задачами:

- получение полного и достоверного представления об актуальных проблемах охраны труда на подконтрольных предприятиях и организациях;
- формирование целевых программ по решению этих проблем и организация работ по их исполнению.

Но это всего лишь виды, группы задач, так как эти задачи практически повторяются по всем направлениям обеспечения промышленной безопасности и охраны труда: организационно-техническим и социальным, то есть и по технике

безопасности, и условиям труда, и оздоровлению, и социальному обеспечению. Именно такое понимание задач службы охраны труда и промышленной безопасности компании должно лежать в основе информационного и финансового обеспечения деятельности этой службы и целевых программ.

Служба компании не должна заниматься собственно вопросами контроля, как таковыми, в том числе контролем исполнения требований нормативно-правовых документов. Для этого есть надзор предприятий и государственная инспекция. В их прямую обязанность не входит и участие в расследовании аварий и несчастных случаев. Это дело предприятий, инспекций, общественных организаций, страховой службы, наконец. Служба объединения по охране труда и промышленной безопасности, безусловно, занимается проблемой контроля, но это контроль исполнения (прохождения) программ объединения по охране труда и промышленной безопасности, и только.

Состав и содержание задач объединения (компании) по информационному и финансовому обеспечению охраны труда и промышленной безопасности

Если исходить из представленного состава задач службы охраны труда и промышленной безопасности компании, то этой службе необходимы сведения, характеризующие:

- состояние охраны труда на предприятиях объединения;
- состояние актуальных проблем компании по охране труда;
- состояние работ и состояние финансирования работ по охране труда и промышленной безопасности в рамках принятых к исполнению целевых программ компании.

Теперь вопрос о том, как и где получать эти сведения, что считать для них своевременным, достаточно полным и достоверным.

Эта работа ведется в форме рационализации производственных объектов, производственного процесса, включая и процесс предотвращения и ликвидации опасности, улучшения условий труда, повышения своей квалификации.

Таким образом, на уровне рабочего места выделяют указанные группы задач, учитывая, что эти задачи взаимосвязаны между собою, а их деление достаточно условное. Здесь не затрагивается вопрос о том, как обеспечивается и как должно обеспечиваться выполнение этих задач. Это вопросы хозяйственного механизма, это иная тема.

Состав задач надежности, безопасности и экономической эффективности подразделения

Производственное подразделение, в отличие от малой рабочей группы (работника, звена, экипажа, бригады) отдельного рабочего места, уже имеет специализированную группу людей, занятых исключительно вопросами управления. Как правило, в такую группу входят начальник участка (цеха, мастерских и т.п.), его помощники, мастера, механики.

В системе управления производственное подразделение решает задачи преимущественно оперативного плана. Основные организационно-технические решения ему представляются вышестоящим органом управления в форме произ-

водственно-технической документации (проектов, паспортов), нормативных и директивных документов (норм, плановых заданий, приказов, распоряжений).

Преимущественно оперативный характер управления производством на уровне подразделения приводит к тому, что задачи надежности, безопасности и экономической эффективности, присущие рабочему месту, во многом повторяются и для подразделения в целом. Для обеспечения нормального производственного процесса, в том числе и безопасности труда, на уровне управления подразделением предприятия необходимо решать следующие задачи:

- своевременно и достоверно оценивать состояние надежности, безопасности и эффективности производственных объектов и участка (цеха) в целом;
- своевременно принимать и оперативно обеспечивать выполнение мер по предотвращению и ликвидации аварий, опасных происшествий, восстановлению производственных объектов, процессов, нормальных условий труда;
- контролировать и обеспечивать эффективность работы отдельных работников и подразделения в целом.

В дополнение к этому в задачи оперативного управления производством на уровне подразделения входит:

- своевременное и достаточно полное материально-техническое обеспечение рабочих мест;
- снижение интенсивности и тяжести проявлений опасности, включая несчастные случаи и заболевания;
- экономия ресурсов, повышение качества и объемов выполняемых работ.

В соответствии с законодательством Российской Федерации об охране труда и промышленной безопасности сведения по охране труда и промышленной безопасности являются открытыми. Предприятия обязаны предоставлять полные и достоверные сведения о состоянии охраны труда и промышленной безопасности по всем рабочим местам и предприятию в целом по требованиям любой организации, в том числе и общественной. Поэтому службе охраны труда и промышленной безопасности компании не составит большого труда собрать статистические и иные данные, характеризующие состояние охраны труда и промышленной безопасности. Выполнить анализ этих данных и получить достаточно полное и достоверное представление о состоянии охраны труда в целом по компании, выявить из него и иных источников актуальные проблемы компании по охране труда, а затем организовать работу по разработке и осуществлению целевых программ по решению этих проблем - все это входит в обязанности службы охраны труда компании.

Если получение исходных данных для систематизированного представления состояния охраны труда и промышленной безопасности на основе статистических данных в настоящее время не представляет особого труда, то получение представления о проблемах объединения по охране труда и обеспечению промышленной безопасности, да еще выделение из них наиболее актуальных требует дополнительных сведений, дополнительной работы специалистов.

Схема выявления проблем проста. В техническом плане проблемы там, где обнаруживаются проявления опасности, опасные происшествия, а в социальном плане проблемы там, где возникают жалобы. Значительно сложнее вы-

явить наиболее важные причины опасных происшествий. Причины перерастают в проблемы, а причин при каждом происшествии оказывается несколько. При ограниченности ресурсов всегда существует задача отбора. Вот так и возникает проблема отбора наиболее актуальных проблем охраны труда и обеспечения промышленной безопасности, но об этом будет сказано особо в последующих разделах настоящего пособия. Пока же следует отметить, что актуальность определяется мерой воздействия явления (проблемы, ибо проблема всегда выражается в виде явления) на показатели безопасности и эффективности, в данном случае предприятий компании в целом.

Таким образом, мы выяснили, что служба по охране труда и промышленной безопасности остро нуждается в информации, необходимой для выявления проблем и еще больше для определения их актуальности. Что собственно представляет собой эта информация? Это может быть выяснено только на отдельных примерах.

Работа по сбору информации для службы охраны труда и промышленной безопасности компании не представляет каких-либо особых затруднений. Для этого достаточно воспользоваться доступными ей статистическими данными о состоянии охраны труда, об экономическом ущербе наиболее значимых аварий и опасных происшествий.

Допустим, мы решили, что на обоснование решений стоит обращать внимание. Возникает вопрос, какие исходные данные для этого требуются и входит ли это в заботу службы безопасности. В ответ на это можно сказать одно: любая задача, происходящая из любой проблемы, может требовать только свойственные ей исходные данные, а так как невозможно предвосхитить содержание всех возможных задач, то невозможно вообразить состав и содержание исходных данных, необходимых для решения проблем охраны труда во всем их многообразии. Да это и не нужно службам охраны труда, так как решение проблем, в части разработки программ, не является исключительным их делом. Входит в их прямую обязанность, да, но это же входит в обязанность иных специалистов и специализированных организаций. А если помнить, что исходные данные готовит каждый для себя сам, то выявление необходимых данных и получение их входит в обязанности разработчиков программ.

Отсюда следует, коль служба охраны труда и промышленной безопасности занимается преимущественно организацией работ по выявлению и решению проблем охраны труда, то ей и нужны сведения для успешного выполнения собственно только этой организационной работы. Например, служба охраны труда и промышленной безопасности должна владеть сведениями о состоянии работ по каждой целевой программе. Но так как служба охраны труда и промышленной безопасности фактически контролирует финансирование работ по контролируемым ей программам, то она и должна сама из первых рук, то есть от непосредственных исполнителей, получать эти сведения и, естественно, должна сама контролировать достоверность этих сведений. Это ее работа.

4.3. Состав и содержание региональных отраслевых задач охраны труда и промышленной безопасности

Состав и содержание задач отрасли

Организуя управление производством, преимущественно на коммерческой основе, нельзя не учитывать слабые стороны рыночной схемы самоорганизации. Рынок как бы все делает автоматически без какой-либо управляющей надстройки, без бюрократического аппарата. Однако рынок работает по факту, реагирует преимущественно на сложившееся состояние и тем инерционен. Там, где требуются заблаговременные капиталовложения, как, например, в энергетике, угольном производстве, схема рынка может привести к кризисным ситуациям. Поэтому, понимая это, государство назвало энергетику базовой отраслью и не спешит переводить ее полностью на рыночную схему самоуправления. И поэтому административные и рыночные схемы управления угольным производством, видимо, будут сосуществовать и дополнять друг друга на отраслевом уровне управления.

Отсюда следует, что в таких базовых отраслях, как угольная промышленность, одной из основных задач управления является стратегическое планирование развития производства на базе новой техники, технологии и организации производства. В самом широком понимании в задачу отраслевого управления входит обеспечение устойчивого функционирования и развития угольной промышленности путем решения тех вопросов, которые не решит и не сможет решить рыночная схема управления производством из-за того, что там управление ведется преимущественно по факту случившегося.

При таком понимании, то есть при ограниченных возможностях схемы рынка, роль отраслевого регионального управления сводится к стратегическому планированию развития отрасли исходя из возможных, ожидаемых потребностей в угле как по стране в целом, так и по отдельным районам. Здесь не обойтись без изучения перспективы зарубежного рынка.

Состав и содержание задач региональной отраслевой службы охраны труда и промышленной безопасности

Состав задач службы регионального отраслевого управления охраной труда и промышленной безопасностью повторяет состав задач по охране труда на уровне управления объединением. Службы охраны труда, как на уровне управления компанией, так и на уровне региона, призваны не выявлять и решать те или иные проблемы по охране труда и промышленной безопасности, а организовывать выявление и решение проблем по охране труда и промышленной безопасности с той лишь разницей, что каждая из них организует выявление и решение проблем своего масштаба. Как любая служба административного управления, отраслевая служба охраны труда и промышленной безопасности должна:

- иметь своевременное, достоверное и полное представление о состоянии охраны труда и промышленной безопасности в целом по отрасли, включая представление об отраслевых проблемах охраны труда и промышленной безопасности;
- иметь достаточный арсенал целевых программ по решению актуальных региональных отраслевых проблем охраны труда и промышленной безопасности;

- обеспечивать своевременный и действенный контроль за ходом выполнения принятых к использованию отраслевых целевых программ по охране труда.

При этом надо иметь в виду, что все отраслевые задачи по охране труда, даже выделенные по видам проявления опасности и по видам их обеспечения, могут и должны будут решаться в форме отдельных или комплексных целевых программ. Например, обострилась проблема информационного обеспечения - потребовалась и вступила в действие соответствующая отраслевая целевая программа, а вместе с нею подпрограмма по охране труда. Затем, допустим, создали такую систему, нет проблемы - нет и программы. И так по всем направлениям обеспечения охраны труда и промышленной безопасности.

Основным предназначением целевых программ является создание систем, например, информационной системы, системы обучения и продвижения работников по службе и т.п., которые бы затем сами решали соответствующие вопросы. Любая целевая программа может и должна быть ориентирована на результат, даже такой, как формирование, восполнение отраслевого фонда охраны труда. И в решении этого вопроса должна действовать определенным образом организованная система, предусматривающая в том числе и коммерческие принципы. В продолжение этой темы следует указать на два важных момента. Во-первых, если в разработке целевых программ ориентироваться на конечные результаты, главным образом, в форме тех или иных систем, то такие программы должны будут состоять из отдельных частей, куда входят и научно-исследовательские работы. Таким образом, научно-исследовательские работы по охране труда и промышленной безопасности могут оказаться рассредоточенными по отдельным целевым программам в качестве их составных частей. Программа научно-исследовательских работ по охране труда и промышленной безопасности, безусловно, может быть представлена в едином виде, но финансироваться частями из различных источников. Так, разные целевые программы по охране труда и промышленной безопасности могут финансироваться по-разному: или из отраслевого фонда охраны труда и промышленной безопасности, или из специальных фондов, образованных под конкретные программы на кооперативных (паевых) началах.

Во-вторых, из разрозненных программ целевого значения, так или иначе имеющих отношение к проблемам охраны труда и промышленной безопасности, может быть составлена отраслевая комплексная программа, точнее - свод отраслевых программ по охране труда и промышленной безопасности. Примечательно, что свод отраслевых программ по охране труда и промышленной безопасности не должен включать в себя содержание аналогичных сводов программ по охране труда и промышленной безопасности отдельных компаний и тем более предприятий отрасли.

Состав и содержание исходных данных для отраслевой службы охраны труда и промышленной безопасности

В конечном счете ответ на вопрос о составе и содержании исходных данных, необходимых для нормальной деятельности той или иной службы, может дать только сама служба.

Как любая служба административного управления, отраслевая служба охраны труда и промышленной безопасности должна иметь:

- своевременное, полное и достоверное представление о состоянии охраны труда и промышленной безопасности в отрасли и об актуальных их проблемах;
- достаточный арсенал эффективных программ по решению актуальных отраслевых проблем по охране труда и промышленной безопасности;
- своевременное, полное и достоверное представление о состоянии работ по принятым к исполнению отраслевым программам по охране труда и промышленной безопасности.

Таким образом, отраслевой службе охраны труда и промышленной безопасности в первую очередь необходимы сведения, характеризующие состояние охраны труда и промышленной безопасности в отрасли. Безусловно, это статистические характеристики аварийности, травматизма, заболеваемости за выбранный период, состояния отдельных объектов и работ по охране труда и промышленной безопасности. Но это вовсе не значит, что все эти сведения должна собирать, накапливать и обновлять отраслевая служба охраны труда и промышленной безопасности. Во-первых, эти сведения открыты широкому доступу, во-вторых, всю эту работу должна будет делать специализированная информационная служба по охране труда и промышленной безопасности, а отраслевая служба является пользователем этой информационной системы. Более трудным видится организация работ по выявлению актуальных отраслевых проблем и разработке эффективных программ их решения. Вся эта работа может и должна проводиться отдельными специалистами или специализированными организациями. Необходимая для этой работы информация будет весьма разнообразной, но все это входит в заботу разработчиков этих программ. Даже оценка актуальности проблем по охране труда и промышленной безопасности и эффективности представляемых программ по их решению может и должна будет производиться не отраслевой службой охраны труда и промышленной безопасности, а специализированными комиссиями.

Теперь необходимо сказать об информации по обеспечению и контролю принятых к исполнению программ. Предполагается, что отраслевая служба принимает к оплате работы по отраслевым программам по охране труда и промышленной безопасности и из первых рук получает сведения о состоянии работ по исполнению этих программ. Таким образом, у отраслевой службы по охране труда и промышленной безопасности не должно быть особых проблем по получению необходимой ей информации. Если и существует какое-либо представление об информационных проблемах отраслевой службы безопасности труда, то оно исходит, во-первых, из искаженного понимания задач этой службы, во-вторых, из понимания задач информационного обеспечения отрасли как задач информационного обеспечения отраслевой службы охраны труда и промышленной безопасности, а это не одно и то же. Следует остановиться на этом подробнее.

Отраслевая служба по охране труда и промышленной безопасности призвана решать стратегические задачи отраслевого масштаба. Оперативные задачи - удел предприятий, в лучшем случае - компаний. Поэтому оперативная информация если и нужна отраслевой службе по охране труда и промышленной безопасности, то не больше, чем для обозрения. На этом проблемы не выявить и целевые

программы не сформировать, а целевые программы - одна из основных форм ее деятельности. Состав исходных данных, необходимых для нормального функционирования отраслевой службы охраны труда и промышленной безопасности, мы уже выяснили. Остается получить представление о задачах службы (центра) информационного обеспечения отрасли по охране труда.

Задачи такого центра определяются интересами потребителей в тех или иных сведениях. Одним из потребителей, как уже указывалось, видится отраслевая служба охраны труда и промышленной безопасности, другим - службы охраны труда и промышленной безопасности объединений. Отсюда следует, коль схожи их направления деятельности, то должны быть подобными необходимые им сведения, только масштабы разные. Подобные сведения, то есть статистические характеристики состояния аварийности, травматизма и заболеваемости, представляют интерес для всех уровней государственного управления, общественных организаций, учебных заведений. Однако отрасль представлена еще ее предприятиями и организациями, а для них требуется преимущественно иная информация. Предприятия интересуются сведениями об опасных происшествиях, случившихся в отрасли и даже за ее пределами, положительным опытом по охране труда, новой техникой и технологией, средствами защиты, спецодеждой и спецобувью, данными об их изготовителях. В свою очередь, изготовителей интересуют данные о потребителях, их потребности в средствах защиты, в технике, технологии, в спецодежде и спецобуви. Особый интерес для промышленных предприятий вызывает обновляемый фонд нормативно-правовых документов, методических и учебных средств по охране труда и промышленной безопасности.

Некоторые выводы

Настоящее изложение ориентировано на получение более четкого представления об объективных основах, определяющих строение и содержание сложных систем управления промышленным производством. Вот некоторые из них.

1. Целью деятельности любого руководителя, целью функционирования любой системы управления вышестоящего уровня является организация устойчиво безопасного и устойчиво эффективного взаимодействия подчиненных (управляемых) субъектов (объектов).

2. Как на отраслевом уровне, так и на уровне управления компанией нет и не может быть однозначно установленного состава задач, в том числе и по охране труда и промышленной безопасности. У службы охраны труда и промышленной безопасности, как и у любой другой службы, есть три направления ее деятельности:

- получение своевременного, достоверного и полного представления о состоянии охраны труда и промышленной безопасности и об актуальных их проблемах;
- организация работ по формированию достаточно полного арсенала эффективных программ по решению актуальных проблем охраны труда и промышленной безопасности;

- организация работ по обеспечению выполнения и действенный контроль за осуществлением принятых к исполнению целевых программ по решению актуальных проблем охраны труда.

Состав задач на любой момент времени определяется составом актуальных проблем, выявленных и принятых к исполнению программ по их решению. При этом надо иметь в виду, что «абсолютно чистая» задача по охране труда и промышленной безопасности явление редкое. Поэтому многие проблемы по охране труда и промышленной безопасности часто будут решаться в составе иных технико-экономических и социальных программ.

3. Однозначность технологического взаимодействия делает необходимым использование административной схемы организации взаимодействия структурных подразделений, что позволяет исключать монопольные устремления внутри системы и обеспечивать структурным подразделениям равную норму эффективности. Многозначная возможность производственных отношений делает рациональной договорную схему взаимоотношений.

Угольные предприятия одного месторождения из-за однозначности производственных (технологических) связей со специализированными организациями (мастерскими, фабриками, транспортными управлениями и т.п.) и из-за постоянной угрозы их выживанию обречены на объединение при любых организационно-правовых формах их деятельности.

4. Основная деятельность управляющих субъектов на отраслевом уровне и на уровне объединений предприятий должна быть сосредоточена на формировании и осуществлении целевых программ. При этом целевые программы предприятий, объединений, отрасли не должны пересекаться между собою, то есть каждая из них должна соответствовать своему уровню управления производством. Материально-технические аспекты охраны труда и промышленной безопасности присущи предприятию, социальные аспекты тяготеют к компетенции объединения, а нормативно-правовые - к отраслевому уровню управления.

4.4. Состав и содержание задач управления охраной труда и промышленной безопасностью на производственном предприятии

Задачи управления охраной труда и обеспечением промышленной безопасности на уровне предприятия конкретизируются в задачи снижения аварий, травм и заболеваний путем повышения надежности, безопасности и экономической эффективности производственных объектов, воспитания безопасного поведения и безопасного ведения работ персоналом предприятия. В общем представлении задачи охраны труда и обеспечения промышленной безопасности на уровне производственного предприятия ориентированы:

- на обеспечение устойчиво надежного, безопасного и экономически эффективного функционирования и развития производственной системы;
- на обеспечение устойчивого повышения надежности, безопасности и экономической эффективности производственной системы.

Для целей анализа безопасности труда на предприятии могут быть выделены следующие уровни управления производством:

- отдельный работник или малая рабочая группа (звено, бригада) на отдельном производственном объекте предприятия (рабочем месте);
- производственное подразделение предприятия (участок, цех);
- производственный коллектив (предприятие в целом).

Управление производством в технологическом аспекте по своему содержанию сводится к управлению отдельными материальными потоками (угля, материалов, воды, воздуха, энергии и т.п.). При этом:

а) управление каждым материальным потоком в отдельности представляет самостоятельную задачу и обеспечивается отдельной функциональной подсистемой (вентиляция, транспорт, водоотлив, водоснабжение и т.п.);

б) каждая задача управления отдельным материальным потоком по структуре выполняемых операций одинакова и предусматривает:

- сбор, подготовку, хранение и обновление сведений, оценку состояния и прогноз перспективы;
- разработку и принятие решений;
- организацию исполнения решений;
- исполнение решений; контроль исполнения принятых решений;

в) состав управляемых материальных потоков в системах разного уровня сложности различен.

Все материальные потоки производственного процесса получают отражение в информационных потоках процесса управления производством. Технология процесса управления производством представляет собою и должна восприниматься как технология управления информационным потоком производственного процесса.

Состав задач надежности, безопасности и эффективности производства на рабочем месте

Рабочее место как производственный объект представляется совместно с человеком, хотя человек может рассматриваться самостоятельно как объект, как элемент производственной системы.

Особенностью системы управления на уровне рабочего места является то, что человек совмещает в себе одновременно функции и разработчика управляющих решений, и их исполнителя. Он принимает решения и сам их исполняет. Идет процесс самоуправления. Здесь нет той специализации по управлению, что наблюдается на более высоких уровнях управления производством. Поэтому каждый работник по своему рабочему месту в части безопасности труда обязан:

- постоянно следить и заблаговременно выявлять ранние стадии проявлений производственной опасности, своевременно сообщать о них товарищам по работе, принимать неотложные меры по их предотвращению;
- своевременно и полно выполнять плановые операции по профилактике опасных происшествий, пресекать опасные действия товарищей по работе;
- принимать неотложные меры по ликвидации опасных производственных ситуаций и восстановлению производственных объектов.

Все это относится к обеспечению нормального производственного процесса. Рационализация производства каждым работником на его рабочем месте возможна в следующих направлениях:

- координация работы отдельных рабочих мест подразделения путем: согласования производственных операций, согласования интересов исполнителей, нормирования организационно-технических условий и требований и т.п.;
- контроль и обеспечение исполнения принятых решений непосредственными исполнителями.

Задачи рационализации производства на уровне управления подразделением по своему содержанию фактически повторяют задачи рационализации производства на уровне отдельных рабочих мест.

Исключительной особенностью в деятельности управляющей группы подразделения предприятия - руководителя подразделения и руководителей работ - является ведение учебно-воспитательной работы в вверенных ей коллективах по формированию интереса и ответственности работников в безопасной и производительной работе.

Состав задач надежности, безопасности и экономической эффективности предприятия

Управление промышленным предприятием ведется специализированными службами, включая службу оперативного управления производством. Каждая служба призвана решать отдельные функциональные задачи управления, которые, за тем или иным исключением, в целом сводятся к следующему:

- своевременно оценивать состояние надежности, безопасности и эффективности производственных объектов, производственных участков (цехов) и предприятия в целом;
- своевременно разрабатывать и обеспечивать выполнение оперативных и перспективных мероприятий по обеспечению надежности, безопасности и экономической эффективности производственных объектов, участков и предприятия в целом;
- достаточно полно оценивать и обеспечивать эффективность работы отдельных рабочих групп, подразделений, служб по обеспечению надежности, безопасности и эффективности производственных объектов, участков и предприятия в целом.

Особенностью управления производством на уровне предприятия является то, что наряду с оперативными задачами солидную долю составляют задачи перспективного плана. Отличие оперативного и перспективного управления производством для первой группы задач сводится к тому, что если в плане оперативной работы оценка надежности и безопасности ведется по индивидуальным характеристикам объектов, как, например, концентрация опасных газов, то в перспективном планировании и проектировании работ используются обобщающие вероятностные характеристики, полученные статистическим путем. Например, такие как частота и тяжесть аварий и опасных проявлений, в том числе и несчастных случаев.

К задачам перспективного планирования относятся:

- разработка нормативно-технических документов безопасного и эффективного ведения работ (планы развития работ, проекты, паспорта, технические нормы и т.п.);
- разработка и обеспечение программ социально-экономического развития предприятия и его подразделений;
- разработка нормативно-правовых документов предприятия в плане создания хозяйственного механизма по обеспечению интереса и ответственности работников в безопасной и эффективной работе.

Все эти задачи решаются специализированными службами по отдельным направлениям, например, энергоснабжению, транспорту, вентиляции, водоотливу и т.п. Однако интенсификация производства усилила взаимосвязанность технологических параметров. Требуется комплексный подход, совместное обоснование многих организационно-технических параметров безопасного и эффективного ведения работ на отдельных рабочих местах.

Состав и содержание задач службы охраны труда и обеспечения промышленной безопасности предприятия

Состав и содержание задач службы охраны труда и обеспечения промышленной безопасности, как и любой другой специализированной службы предприятия, определены положением этой службы, если быть точнее, нормативными документами, и потому они известны. Анализ и управление риском на уровне предприятия и отдельных его объектов (подразделений) всецело относится к этой службе. Причем выполняется эта работа по следующим направлениям:

- расследование инцидентов, аварий, производственных травм и разработка мероприятий по их предотвращению;
- организация и проведение целевых и комплексных обследований производственных объектов предприятия и разработка мероприятий по обеспечению их надежности, безопасности и экономической эффективности;
- периодический (ежегодный) анализ инцидентов, аварий и производственных травм и разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экономической эффективности подразделений и предприятия в целом;
- составление и периодическое обновление комплексного плана предприятия по охране труда и промышленной безопасности;
- организация производственного контроля работниками предприятия и ведомственного инспекционного контроля работниками службы охраны труда и промышленной безопасности;
- организация эффективного использования автоматизированных систем мониторинга в системе производственного контроля;
- взаимодействие с органами государственной инспекции по вопросам охраны труда, промышленной и экологической безопасности и др.

4.5. Состав исходных данных для решения задач надежности, безопасности и экономической эффективности производства

Состав задач предопределяет состав исходных данных. Каждый уровень управления производством отличается своим составом решаемых задач. Поэтому для каждого уровня управления производством должен быть установлен свой состав исходных данных.

Задачи надежности и безопасности производства взаимосвязаны между собой, а надежность и безопасность, в свою очередь, активно влияют на эффективность производства. Таким образом, задачи надежности и безопасности являются частью задач эффективности производства, а состав исходных данных для решения задач надежности и безопасности - частью состава исходных данных для решения задач эффективности производства.

Под исходными данными понимают качественные и количественные характеристики производственных объектов, их среды и управляемых ими материальных потоков производственного процесса. Исходные данные отражают состояние производственных объектов и отнесены к конкретным объектам. Состояние объекта оценивается с позиции наиболее общих их свойств: надежности, безопасности, эффективности.

Таким образом, под исходными данными понимаются качественные и количественные характеристики, необходимые для определения надежности, безопасности и эффективности производственных объектов. При этом полагается, что каждому иерархическому уровню управления производством (рабочее место, подразделение, предприятие) соответствует свой уровень сложности управляемого объекта (производственный объект, участок, предприятие и т.д.).

Для каждого уровня управления, для каждого уровня сложности управляемого объекта различают входные и выходные данные. Выходные данные - это показатели надежности, безопасности и эффективности, а входные - все то, что необходимо для определения этих показателей.

Выходные характеристики надежности, безопасности и эффективности любого уровня сложности объекта, в свою очередь, наряду с другими характеристиками, могут быть всего лишь исходными данными для определения характеристик надежности, безопасности и эффективности объекта более высокого уровня сложности.

Состав исходных данных для решения задач надежности, безопасности и эффективности на рабочем месте

На уровне рабочего места решаются преимущественно задачи обеспечения устойчивости (надежности, безопасности, эффективности) производственного процесса путем обеспечения надежности и эффективности функционирования производственных объектов и людей. Непосредственные исполнители на своих рабочих местах призваны, в первую очередь, обеспечивать устойчиво безопасное и устойчиво эффективное производство. В решении их производственных задач исходными данными является все то, что для инженерных служб управления производством представляется продуктами их труда, их выходными данными, результатами решения их задач. Это проекты ведения горных работ, технические нормы и нормативы, паспорта проведения горных выработок, управления кровлей, установок оборудования, технологические карты, инструкции и руководства по выполнению отдельных работ.

Вся эта нормативно-техническая документация определяет технологию безопасного и эффективного ведения работ. Есть еще и другая, нормативно-правовая система документации (регламенты, приказы и распоряжения, наряды и т.п.) с условиями, требованиями, правами, формирующая интерес и ответственность работника в безопасном и эффективном труде.

Помимо таких достаточно стабильных, долговременных исходных данных, заложенных в нормативно-технических и организационно-правовых документах, определяющих поведение работника в стратегическом плане, есть целая система кратковременных данных, используемых в оперативном плане. Это сведения о состоянии производственного объекта, управляемом процессе и производственной среде, включая и среду социальную, на тот или иной момент времени.

На уровне производственной системы, на уровне рабочих мест учет ведется в оперативном плане и используется в системе оперативного управления. Здесь состояние объекта и его среды меняется довольно быстро. Источники информации - субъекты производственной системы. Носители информации самые разнообразные. Здесь практически не работают со статистикой и потому ее фактически не накапливают. Для оперативного управления она быстро стареет, ибо ситуация обновляется быстро. Для оперативного управления производством важен сам факт опасного происшествия, важны выводы и предложения на ближайшее время.

Эти данные, назовем их оперативными, в отличие от нормативно-технических и нормативно-правовых данных, не обязательно бывают зафиксированы документально. Они чаще просто передаются устно друг другу, реже бывают записанными в книге нарядов и иных сводках. Эти сведения в основном остаются в памяти того или иного работника. Носителями и хранителями оперативной информации, особенно на рабочих местах, в первую очередь являются люди, что вполне естественно. Однако роль этих сведений, этих данных в обеспечении надежности, безопасности и эффективности производства просто нельзя переоценить.

Состав исходных данных для решения задач надежности, безопасности и эффективности в подразделении

Особенность этих исходных данных состоит в том, что руководство подразделением свои рабочие места обеспечивает нормативно-технической и нормативно-правой документацией, то есть организационно-техническими условиями и нормативами, а рабочие места обеспечивают подразделения сведениями о своем состоянии на начало очередной смены. Первая группа информации необходима рабочим местам для их повседневной деятельности, а вторая - необходима руководству подразделения для координации работ на рабочих местах.

Таким образом, исходными данными для руководства подразделением являются сведения о состоянии рабочих мест преимущественно на начало очередной смены, по аварийным ситуациям, представляющим угрозу безопасности людей и эффективности работы подразделения, - на текущий момент.

Состав исходных данных для решения задач надежности, безопасности и эффективности на предприятии

Если учесть, что на уровне предприятия или даже компании их специализированными службами разрабатывается практически вся нормативно-техническая документация (проекты, планы, паспорта), то становится понятно, что исходными

данными для такой работы являются сведения о производственных объектах и их среде. Однако эти сведения представляются уже не в виде текущих значений отдельных характеристик на тот или иной момент времени, а в форме обобщающих значений этих характеристик, агрегированных данных в виде среднестатистических значений отдельных характеристик, например, мощности, газообильности пласта и т.п. Такие данные получаются путем статистической обработки множества сведений, характеризующих текущее значение того или иного параметра того или иного подобного объекта, работающего в подобных условиях.

В плане оперативного управления на уровне предприятия используются сведения о состоянии производственных объектов, главным образом, в форме отклонений от нормы, об опасных происшествиях и назревающих опасностях. Все это передается с рабочих мест по мере возникновения такой необходимости. Оперативные сведения, поступающие на уровень управления предприятием, отличаются от сведений, поступающих на уровень управления подразделением, объемом информации, так как передается не вся информация, которой владеет подразделение. Часть сведений, касающихся мелких аварийных ситуаций, ликвидируемых силами и средствами самого подразделения и не представляющих угрозу другим подразделениям предприятия, часто отсеивается и не передается на уровень управления предприятием.

Состав исходных данных для решения задач надежности, безопасности и эффективности на уровне регионального отраслевого управления

Многие, кто занимается задачами специализированного анализа, разработкой программных и методических пособий по решению инженерных задач, разработкой средств и способов обеспечения безопасности, выявлением закономерностей проявления опасности, вынуждены пользоваться исходными данными, подготовленными на уровне предприятия, непосредственно из банка данных предприятия или даже из множества банков данных отдельных предприятий. В иных случаях приходится проводить специальные наблюдения, замеры на предприятиях, накапливать эти данные и, используя статистические методы, представлять в агрегированном виде. Таким образом, формируются статистические характеристики подобных объектов, работающих в подобных условиях. Используются они преимущественно в научно-исследовательских и проектно-конструкторских учреждениях, входящих в структуры регионального и отраслевого управления производством.

Для обеспечения сопоставимой оценки состояния безопасности труда на уровне регионального или отраслевого управления используются статистические характеристики проявлений опасности (аварий, травм, заболеваний), результаты специальных обследований предприятий и отдельных производственных объектов, результаты расследований опасных происшествий. На региональном и отраслевом уровне собираются и накапливаются сведения о крупных авариях, о травмах, преимущественно со смертельным исходом, о групповых несчастных случаях и эпидемиях. Часть сведений поступает с предприятий в виде сигнальных сообщений, а другая, более подробная - в виде актов расследования и специальных форм статистической отчетности.

Сигнальные сообщения о несчастных случаях со смертельным исходом представляют практически в произвольной форме. Обязательными являются следующие сведения: фамилия, год рождения и профессия пострадавшего, дата происшествия, предполагаемая причина и фамилия того, кто руководит расследованием.

Выводы. 1. Промышленные предприятия и их объединения характеризуются сложной многоуровневой иерархической структурой управления, что приводит к необходимости согласования задач и интересов управляющих субъектов. Однозначная природа взаимодействия между управляющими субъектами структурных подразделений делает необходимым осуществлять согласование интересов путем использования силы власти вышестоящего руководителя.

2. Каждому уровню управления производством, в том числе охраной труда и промышленной безопасностью, соответствует свой состав не пересекающихся задач.

3. Современный уровень развития механизации и автоматизации производства естественным образом вовлекает весь персонал промышленного предприятия, включая и работников рабочей профессии, в управление производством, в том числе и в управление охраной труда и промышленной безопасностью на его рабочем месте.

Часть 3. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

5. Основные положения статистического анализа аварийности и производственного травматизма

Статистический анализ производственного травматизма на предприятиях угольной промышленности достаточно квалифицированно начал осуществляться в 1940-е послевоенные годы в работах Е.С. Курмея в ВостНИИ. Уже тогда были сформированы основные поисковые признаки, оказывающие то или иное влияние на уровень травматизма.

Статистический анализ по тому времени, естественно, базировался на ручном счете, и поэтому классификационные признаки были не обширными, а статистический анализ, главным образом, сводился к выявлению распределения аварий и производственных травм по признакам, характеризующим место, время, вид происшествий.

В 60-х годах для статистического анализа стали внедряться перфокарты, и состав классификационных признаков стал более обширным. В 70-е годы производственные объединения уже активно оснащались и пользовались информационно-вычислительными центрами. Наличие таких центров стимулировало работы по созданию отраслевых автоматизированных систем по решению ряда задач производственно-технического назначения, в том числе и по обеспечению безопасности труда. Отраслевой статистический анализ производственного травматизма на предприятиях угольной промышленности стал осуществляться с использованием вычислительных машин. Применительно к вычислительной технике стали возникать кодификаторы признаков анализа. Классификационное поле учитываемых признаков становилось все более обширным. Один только перечень учитываемых профессий в статистическом анализе травматизма в угольной промышленности достигал до сотни. Подобное наблюдалось и в смежных направлениях создания автоматизированных систем.

Для хорошего анализа аварийности и производственного травматизма необходима активная позиция исследователя. Изложение основных положений, которые формируют такую позицию и которые называются концепцией современного анализа аварийности и производственного травматизма, представлено далее.

Анализ аварийности и производственного травматизма как элемент системы управления производством - это, прежде всего, оценка того, что есть и что ожидает нас, с тем чтобы можно было своевременно и правильно реагировать на предстоящие события в благоприятном отношении по надежности, безопасности и эффективности функционирования опасных производственных объектов. Анализ аварий и производственных травм любого производственного объ-

екта - исследование, в результате которого выявляются закономерности, определяющие его безопасность и эффективность, и их взаимосвязь.

В настоящее время вошли в практическое употребление такие понятия, как приемлемый уровень опасности, экономически выгодное мероприятие по охране труда и промышленной безопасности и пр. Все это сделало необходимым анализ травматизма проводить по схеме анализа и управления риском, то есть превращая его в разработку решений по снижению аварийности и производственного травматизма до приемлемого их уровня.

Однако и здесь уместно заметить, что при применении этого метода часто не обходится без издержек. Дело в том, что в процессе анализа объект или явление разделяется на отдельные, как бы самостоятельные части. В этом суть метода и одновременно его беда: многие после этого начинают части целого воспринимать как нечто самостоятельное и даже самодостаточное. А этого часто нет, и в этом происходит искажение действительности. Например, используются такие понятия, как безопасность и экономическая эффективность производственной системы. Необходимость и полезность такого различения свойств производственной системы очевидна и несомненна. Однако попробуйте провести границу в производственных затратах, направляемых на обеспечение безопасности и экономической эффективности производства, или найти границу между системой управления производством и системой управления безопасностью труда на этом производстве. Невозможно ни то, ни другое, и так во многом другом.

5.1. Основные термины и определения

Авария - разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ (ст. 1 Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97).

Инцидент - отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонения от режима технологических процессов, но не вызвавшие разрушения сооружений и (или) технических устройств (п. 1.3 Положения о порядке технического расследования причин аварий на опасных производственных объектах. Утв. Госгортехнадзором России 08.06.99).

Убытки - расходы, которые лицо, чье право нарушено, произвело или должно будет произвести для восстановления нарушенного права, утрата или повреждение его имущества (реальный ущерб), а также неполученные доходы, которые это лицо получило бы при обычных условиях гражданского оборота, если бы его право не было нарушено (упущенная выгода) (ст. 15 Гражданского кодекса Российской Федерации).

Производственная травма - травма, в том числе полученная в результате нанесения телесных повреждений другим лицом, острое отравление, тепловой удар, ожог, обморожение, утопление, поражение электрическим током, молнией, излучением, укусы насекомых и пресмыкающихся, телесные повреждения,

нанесенные животными, полученные в результате взрывов, аварий, разрушений зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций, повлекшие за собой необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату трудоспособности либо его смерть, если они произошли при выполнении им трудовых обязанностей и работы по заданию организации или индивидуального предпринимателя (п. 3 Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве. Утв. Правительством РФ от 11.03.99 № 279).

Острое профессиональное заболевание (отравление) - заболевание, являющееся, как правило, результатом однократного (в течение не более одного дня, одной рабочей смены) воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшее временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

Хроническое, профессиональное заболевание (отравление) - заболевание, являющееся результатом длительного воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшее временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

Промышленный риск определяется вероятностью возникновения промышленной аварии, производственных неполадок и инцидентов и показателями, характеризующими ущерб, нанесенный имуществу предприятия; вред, причиненный производственному персоналу; затраты на компенсационные выплаты третьим лицам и оплату работ по ликвидации последствий (за исключением экологических), обусловленные возникновением указанных нежелательных событий.

Экологический риск характеризуется вероятностью возникновения промышленной аварии, производственных неполадок и инцидентов и показателями, характеризующими ущерб, нанесенный окружающей среде; затраты на компенсационные выплаты и штрафы природоохранным органам, оплату работ по ликвидации экологических последствий, обусловленные возникновением указанных нежелательных событий.

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций - это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций - это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также

на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов (ст. 1 Федерального закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Утв. Государственной думой 11.11.94).

Безопасные условия труда - условия труда, при которых воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов исключено либо их воздействие не превышает установленные нормативы.

Несчастный случай - событие, вызвавшее травму человека в результате совпадений или нескольких аварийных ситуаций, или отклонений от обычных (нормальных) процессов.

Опасный производственный фактор - производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья человека.

Организационные причины несчастных случаев (аварий) - нарушение или несоблюдение определенных юридических норм на производстве: правил безопасности, должностных инструкций по охране труда, требований трудовой дисциплины; неудовлетворительные условия и организация труда и производства на предприятии (санитарно-гигиенические, эргономические), отсутствие или низкое состояние средств техники безопасности и индивидуальной защиты и т.д.

Охрана труда - система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Приемлемый риск - уровень риска, допустимый исходя одновременно из экономических и социальных соображений, то есть когда величина риска представляется настолько незначительной, что ради получаемой выгоды общество (индивидуум) готово (готов) пойти на этот риск.

Постоянное рабочее место - место, на котором работающий находится большую часть (более 50 % или более 2 часов непрерывно) своего рабочего времени. Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Рабочее место - место, на котором работник должен находиться или на которое ему необходимо прибыть, в связи с его работой, и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя (Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации»).

Требования безопасности труда - требования, которые установлены законодательными актами, нормативно-технической документацией, правилами, инструкциями и выполнение которых обеспечивает безопасность работающих.

Условия труда - совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

Физические опасные и вредные факторы для предприятий угольной промышленности:

- обрывающиеся горные породы;

- движущиеся машины и механизмы;
- подвижные части производственного оборудования;
- передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенная или пониженная подвижность воздуха;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола). (ГОСТ 12.0.003-74 в Системе стандартов безопасности труда (ССБТ)).

Технические причины несчастных случаев - несовершенство технологических систем, орудий производства, конструктивные недостатки оборудования, машин и механизмов, средств защиты, приспособлений, а также недостаточно изученные явления природы (внезапные выбросы угля и газа, горные удары и т.д.).

Аварии и катастрофы. Аварии нередко сопровождаются производственными травмами, и потому проблема производственного травматизма, как правило, воспринимается как проблема аварийности, и наоборот. На предприятии аварии как опасные происшествия различаются на собственно аварии и инциденты. Вместе с тем аварии нередко перерастают в катастрофы, в чрезвычайные ситуации.

Для установления единого подхода к оценке чрезвычайных ситуаций природного и техногенного порядка они разделяются на локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные.

Чрезвычайные ситуации классифицируются в зависимости от количества людей, пострадавших в этих ситуациях, людей, у которых нарушены условия жизнедеятельности, в зависимости от размера материального ущерба, а также границы зон распространения поражающих факторов. Например, к локальной относятся чрезвычайные ситуации, в результате которых пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составил не более 1 тыс. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории производственного объекта.

Производственные опасности. Большинство крупных производственных опасностей обычно связано с возникновением взрыва, пожара или с распространением токсических веществ, то есть аварии чаще происходят из-за утечки горючих и токсичных веществ.

В случае утечки горючих веществ наибольшая опасность возникает при выбросе быстроиспаряющихся жидкостей или газов, образующих взрывоопасное облако.

Вероятными последствиями выбросов токсичных веществ могут стать тяжелые травмы людей, находящихся на больших расстояниях от места выброса. Здесь многое зависит от погодных условий и заселенности территории.

Нередко при авариях один вид опасности следует за другим, создавая «эффект домино», то есть пожар нередко сопровождается взрывом, а взрыв вызывает разрушения зданий и сооружений.

Особенности аварий угольных шахт. Аварии и катастрофы на угольной шахте занимают особое место, как по природе своего возникновения, так и по своим последствиям. Шахта отличается тем, что в ее пределах возникают такие уникальные явления, как внезапные выбросы газа угля и горных пород, горные удары, экзогенные и эндогенные пожары, взрывы метана и угольной пыли, прорывы воды, глины и затопление ими горных выработок и др. Физика их возникновения и проявления неповторимы для других производственных объектов. Особенностью аварий на угольных шахтах является и то, что сразу возникает проблема безопасного вывода людей, застигнутых аварией. Именно на угольных шахтах раньше, чем на всех других промышленных предприятиях, стали разрабатываться и использоваться планы ликвидации аварий.

5.2. Статистические показатели опасности

Показателями опасности производственных объектов принимаются характеристики его опасных проявлений. Наиболее полной характеристикой опасности производственных объектов являются производственные травмы.

Опасные проявления производственных объектов как случайные явления для обеспечения сопоставимых оценок в наиболее общем случае достаточно полно отражаются распределением их интенсивности и тяжести или их параметрами, например средними значениями. Интенсивность опасных проявлений определяется следующим образом:

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{t_{ij}}, \quad (5.1)$$

где λ_{ij} - интенсивность проявления производственной опасности i -го вида j -й тяжести, 1/час, 1/сут, 1/лет;

t_{ij} - средний интервал времени между проявлениями производственной опасности i -го вида j -й тяжести, час, сут, лет.

Для сопоставления опасности различных производственных объектов используются общие показатели, учитывающие влияние тех признаков, которыми отличаются сравниваемые объекты.

Различия по числу и продолжительности занятости работников отражаются в показателях удельной интенсивности опасных явлений, например, производственных травм:

- на одного работающего

$$\lambda_{ijN} = \frac{\lambda_{ij}}{N}; \quad (5.2)$$

- на тысячу проработанных человеко-часов

$$\lambda_{ijN} = \frac{\lambda_{ij}}{T}; \quad (5.3)$$

- на единицу валового или чистого продукта

$$\lambda_{ij\Pi} = \frac{\lambda_{ij}}{\Pi}, \quad (5.4)$$

где N - средняя численность работников, работающих на одном объекте, чел.;

T - число тысяч проработанных человеко-часов, чел.-час;

Π - величина валового или чистого продукта, вырабатываемого в единицу времени, руб.

Тяжесть опасных проявлений (μ), как правило, выражается несколькими категориями (легкие, тяжелые и т.п.) и измеряются различными мерами, например, продолжительностью потерь рабочего времени, стоимостью дополнительных затрат, анатомической тяжестью производственных травм и т.п.

Наиболее часто используются следующие показатели тяжести опасных явлений:

τ_{ij} - продолжительность снижения уровня функционирования производственного объекта из-за проявлений его ненадежности (опасности) i -го вида j -й тяжести, час, сут;

v_{aij} - уровень функционирования производственного объекта в процессе проявления ненадежности (опасности) i -го вида j -й тяжести, принимается равным от 0 до 1,0;

S_{aij} - величина дополнительных затрат из-за проявления ненадежности (опасности) i -го вида j -й тяжести, руб.

В отдельных случаях могут использоваться и другие показатели тяжести проявлений отказов, аварий, опасности, например, глубина (максимальная концентрация), продолжительность загазования сооружения и т.п.

Различия в интенсивности и тяжести проявлений ненадежности и опасности в сравниваемых производственных объектах иногда пытаются учитывать в показателе, характеризующем тяжестью проявлений ненадежности (опасности) в единицу наблюдаемого периода, то есть интенсивностью ненадежности (опасности):

$$\theta_{ij} = \lambda_{ij} \cdot \mu_{ij} \quad (5.5)$$

или удельной интенсивностью опасности:

- на одного работающего

$$\theta_{ij} = \lambda_{ijN} \cdot \mu_{ij}; \quad (5.6)$$

- на тысячу проработанных человеко-часов

$$\theta_{ij} = \lambda_{ijT} \cdot \mu_{ij}; \quad (5.7)$$

- на единицу валового или чистого продукта

$$\theta_{ij} = \lambda_{ijП} \cdot \mu_{ij}. \quad (5.8)$$

Приведенные показатели опасности производственных объектов практически охватывают все разнообразие известных показателей опасности. При этом сопоставимость оценок опасности обеспечивается при условии, если по всем производственным объектам рассматривается один и тот же вид проявления опасности, например, или только загазования, или воспламенения, или травмы, а тяжесть опасного проявления измеряется одной и той же мерой, например, мерой анатомической тяжести производственных травм, мерой стоимости дополнительных затрат и т.п.

Вместе с тем **на уровне управления предприятием, а тем более на уровне управления подразделением (объектом) предприятия, как для анализа, так и для управления риском аварий и производственных травм, часто достаточно пользоваться более простыми и более удобными показателями опасности производственных объектов. Например, это могут быть число инцидентов, число аварий, число легких производственных травм, число производственных травм с инвалидным исходом, число производственных травм со смертельным исходом - на анализируемом производственном объекте за тот или иной анализируемый период (месяц, год).** Здесь каждое число отражает вполне конкретный уровень тяжести опасного происшествия.

5.3. Условия статистического анализа

Достаточность и сопоставимость

В статистическом анализе первоначально все внимание должно быть сосредоточено на двух аспектах: на достаточности статистики и на сопоставимости оценок. Поэтому когда используются абсолютные величины числа несчастных случаев за год, то оценка состояния производственного травматизма производится путем сравнения с таким же показателем за предыдущий год по тому же объекту (регион, объединение, предприятие, подразделение, рабочее место)

и статистические таблицы абсолютных величин должны содержать данные анализируемого и предшествующего годов. Если необходимо получить сопоставимые оценки по различным объектам и за разные периоды времени, то используются относительные показатели, такие как число несчастных случаев, приходящихся на один миллион добытого угля, или число несчастных случаев за год, приходящихся на тысячу работников. Для этой цели представляется более предпочтительным использовать показатель, характеризующий число несчастных случаев на тысячу проработанных часов, что позволяет делать сопоставление более корректным, так как режимы работы разных предприятий часто отличаются.

Недостаточность статистики несчастных случаев за год для их группировки по отдельным признакам и причинам их проявления часто является основным препятствием для широкого использования статистического метода анализа на уровне управления отдельного угольного предприятия и тем более его подразделения. Для того чтобы делать достаточно достоверные выводы о степени влияния того или иного признака, необходимо иметь минимум 12-15 случаев по каждому признаку, а лучше 50-60 случаев. Такое возможно, как правило, в отраслевом и региональном анализе и реже по крупным предприятиям за несколько лет.

Другая ошибка, которая наиболее часто встречается в практике статистического анализа, относится к сопоставимости. Часто делаются группировки количества несчастных случаев, относящихся к таким признакам, как возраст, профессия и др., без соотношения этого количества с численностью персонала, обладающего этими признаками.

Ориентация на конкретную задачу

Любой анализ тогда становится конструктивным, предметным, когда ориентирован на решение какой-либо конкретной задачи. Причем чем конкретнее задача, тем конкретнее анализ. В зависимости от поставленной задачи и анализ получается разный. Разный в смысле тех явлений, которых он касается. Например, была пора активного оснащения угольных шахт забойной техникой - был вопрос для тех, кто разрабатывал и внедрял эту технику, о том, как новая техника влияет на безопасность и эффективность труда. Сегодня, наряду с вопросом о новой технике, возникла проблема обновления организации управления производством. Сегодня активно обновляются организационные структуры на всех уровнях управления производством. Одновременно возникают другие вопросы, например, какие направления в совершенствовании структур управления производством наиболее рациональны с позиции обеспечения безопасности и эффективности работ.

Состав задач по охране труда на любой момент времени определяется составом актуальных проблем, выявленных и принятых к исполнению программ по их решению. При этом надо иметь в виду, что «абсолютно чистая» задача по охране труда - явление редкое, поэтому многие проблемы по охране труда могут решаться в составе иных технико-экономических и социальных программ.

Разные задачи по анализу производственного травматизма обуславливают различные модели, алгоритмы и различную для них информационную базу. Раз-

ные задачи решаются по-разному, и для каждой новой задачи требуется свой состав исходных данных.

Возможности анализа

Анализ, указывая распределение опасности по отдельным признакам, способен указать наиболее актуальные направления исследований. Эффективность же выбранных направлений зависит от конкретных результатов специальных разработок. Если мы хотим получать от анализа радикальные предложения по снижению травматизма, то в том видится искаженное, превратное понимание задач и возможностей анализа. Радикальные предложения по средствам и способам предотвращения травматизма должны давать разработчики этих средств и способов. Анализ способен выявить новые задачи, способен выявить эффективные решения из множества задач, представленных к рассмотрению или ранее известных.

Для получения своевременного, достоверного и полного представления о состоянии охраны труда и промышленной безопасности на предприятиях службе охраны труда и промышленной безопасности в первую очередь необходимы статистические характеристики аварийности, травматизма, заболеваемости за выбранный период, характеристики рабочих мест, состояния отдельных объектов и работ по охране труда.

Анализ производственного травматизма для решения этих задач направлен:

- на установление уровня производственного травматизма (в разных показателях) в структурных подразделениях и в целом по предприятию (отрасли) за отчетный (анализируемый) период;
- выявление технических, организационных и личностных причин;
- выявление мест, производственных процессов, операций, видов работ, в которых (или при которых) наблюдается повышенная опасность;
- выявление опасных ситуаций, возникающих в процессе производства, и причин, их формирующих;
- установление характера и степени влияния техники, технологии, уровня организации производства и ряда социальных условий на уровень производственного травматизма.

Анализ проводится по всем принятым к учету несчастным случаям с легким, тяжелым и смертельным исходами (одиночные и групповые). Исходными материалами для проведения анализа являются акты расследования несчастного случая по форме Н-1, а также акты специального расследования групповых, тяжелых и смертельных несчастных случаев.

Сбор и обработка сведений

Единый порядок учета и оформления сведений о несчастных случаях на производстве обеспечивают следующие документы:

1. Положение о порядке расследования и учета несчастных случаев на производстве.
2. Порядок заполнения акта о несчастном случае на производстве по форме Н-1.

3. Сообщение о групповом несчастном случае на производстве (несчастном случае с возможным инвалидным исходом, несчастном случае со смертельным исходом).

4. Журнал регистрации несчастных случаев на производстве.

5. Сообщение о последствиях несчастного случая на производстве.

Ежегодно каждое предприятие составляет отчет по результатам работы по статистической форме № 7 - травматизм «Сведения о травматизме на производстве и профессиональных заболеваниях» и приложению к форме № 7 - травматизм «Сведения о распределении числа пострадавших при несчастных случаях на производстве по основным видам происшествий и причинам несчастных случаев».

Выводы. 1. Анализ производственных травм становится конструктивным, предметным, когда ориентирован на решение какой-либо конкретной задачи по охране труда и промышленной безопасности. При этом «абсолютно чистая» задача по охране труда и промышленной безопасности - явление редкое. Многие проблемы охраны труда и промышленной безопасности решаются в составе технико-экономических и социальных программ, ориентированных на обеспечение безопасности и экономической эффективности производства одновременно.

2. Анализ производственных травм, указывая распределение травм по условиям возникновения, способен указать наиболее актуальные направления исследований. Анализ способен лишь выявить новые задачи или оценить эффективные решения, а радикальные предложения по средствам и способам предотвращения производственных травм могут и должны давать разработчики этих средств и способов.

3. Современный отраслевой анализ производственного травматизма должен проводиться по всем принятым к учету несчастным случаям с легким, тяжелым и смертельным исходами (одиночные и групповые). Исходными материалами для проведения анализа являются акты расследования несчастного случая по форме Н-1, а также акты специального расследования групповых, тяжелых и смертельных несчастных случаев.

4. В основе любого статистического анализа лежит тот или иной классификатор отличительных признаков. Для статистического анализа производственного травматизма используются признаки, характеризующие условия и причины возникновения производственных травм. При этом различные задачи анализа производственного травматизма могут решаться на базе различных классификаторов условий и причин их возникновения.

6. Классификация условий причин и исходов возникновения опасных происшествий

В основе любого статистического анализа лежит классификатор. Классификатор необходим для того, чтобы по любому происшествию, по любому несчастному случаю можно было получать такое описание, которое впоследствии, при статистическом анализе, давало бы возможность сопоставлять и сравнивать их, то есть делать то главное, что лежит в основе любого статистического анализа. Чтобы делать такое описание происшествий и несчастных случаев, необходимо одинаковое понимание используемых терминов и одинаковое описание подобных явлений, то есть нужен единый классификатор для всех, кто участвует в сборе исходных данных. В этом суть и необходимость классификатора.

Вместе с тем любые классификаторы статистического анализа опасных происшествий, в том числе и представленные в настоящей работе, не следует воспринимать абсолютными. Дело в том, что для разных задач требуется разный состав исходных данных. Так и анализ аварийности и производственного травматизма, например при использовании горнотранспортного оборудования, по уровню детализации и составу условий и причин возникновения несчастных случаев, безусловно, отличается от подобного анализа в целом по отрасли.

Для того чтобы одинаково описывать все происшествия, следует обратить внимание на то, что любое происшествие при его расследовании рассматривается в нескольких частях:

- вначале представляются оперативные сведения, характеризующие, когда, где, что случилось;
- затем описывается происшествие как возникновение и развитие некоторого явления, как процесс с указанием обстоятельств происшествия, то есть представляется краткое изложение последовательности событий, приведших к возникновению происшествия, исход происшествия;
- после этого выявляются причины, причем отдельно причины технические, организационные и личностные;
- завершается описание происшествия выводами, указываются причины происшествия, виновность и принятые решения, то есть организационно-технические мероприятия по поводу случившегося.

Исходя из понимания, что классификатор всего лишь инструмент для однотипного описания опасных происшествий и несчастных случаев, его строение соответствует представленному описанию опасного происшествия. Все признаки, характеризующие опасное происшествие, группируются в три подраздела:

- общие сведения о происшествии (место, время, пострадавший);
- условия возникновения происшествия (природная, техногенная, социальная среда);
- процесс возникновения и развития опасного происшествия (технические, организационные и личностные причины).

6.1. Классификационные группировки происшествий

Вид и наименование организации (предприятия):

- шахта;
- разрез;
- обогатительная фабрика или установка;
- погрузочно-транспортное управление;
- строительное и монтажное управление;
- автохозяйство, автобаза;
- завод, мастерская;
- прочие.

Время происшествия:

- Наблюдаемые годы - 1951, 1952, 1953, ..., 2003, 2004...
- Наблюдаемые месяцы - все 12 месяцев года: январь, февраль, март, ...
- Наблюдаемые числа месяца: все (31 день).
- Наблюдаемые дни - все дни недели: понедельник, вторник, ..., воскресенье.
- Наблюдаемые часы - все 24 часа суток: 1, 2, 3, ..., 24.
- Наблюдаемые минуты - все 60 минут любого часа: 1, 2, 3, ..., 60.

Пример: 12 января 1995 года, в четверг, в 14 часов 15 минут.

Место происшествия:

- на предприятии;
- на рабочем месте;
- вне рабочего места;
- по пути следования на транспорте предприятия;
- в командировке.

Место происшествия на предприятии:

- автомобильный транспорт;
- железнодорожный транспорт; подъем;
- электровозная откатка;
- концевая (канатная) откатка;
- конвейерный транспорт;
- водоснабжение; водоотлив;
- погрузочные пункты; и т.п.

Выполняемая работа:

- передвижение по территории предприятия;
- монтаж и демонтаж оборудования;
- погрузочно-разгрузочные работы;
- управление машинами и механизмами;
- обслуживание машин и механизмов;
- ведение буровзрывных работ и т.п.

Исход происшествия (виды опасных происшествий):

- автомобильное дорожно-транспортное происшествие, в том числе на транспорте организации, на общественном транспорте, на личном транспорте;
- падение;
- обрушение, обвал предметов, материалов, земли;
- воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей;
- поражение электрическим током;
- воздействие экстремальных температур;
- воздействие вредных веществ;
- воздействие ионизирующих излучений;
- физические перегрузки;
- нервно-психологические нагрузки;
- повреждения животными, насекомыми, пресмыкающимися;
- утопление;
- убийство;
- повреждения при стихийных бедствиях;
- взрывы газа и угольной пыли;
- внезапные выбросы и горные удары;
- экзогенные пожары;
- эндогенные пожары;
- прорывы воды, пливунов, пульпы;
- происшествия на железнодорожном транспорте;
- прочие.

6.2. Классификационные группировки сведений о пострадавшем

Сведения о пострадавшем:

- фамилия, имя, отчество пострадавшего;
- пол пострадавшего (муж., жен.);
- возраст пострадавшего (год рождения);
- образование общее:
 - начальное;
 - среднее;
 - высшее;
- образование специальное:
 - курсы по профессии;
 - профессиональное училище, школа;
 - среднеспециальное (техническое);
 - высшее специальное (техническое).

Категория пострадавшего работника:

- специалист;
- служащий;
- мастер,
в том числе горный мастер поверхностный,

горный мастер подземный;

• рабочий:

- горнорабочие подземные,
в том числе подготовительных забоев, очистных забоев,
подземного транспорта,
монтажники,
крепильщики,
слесари;
- горнорабочие поверхностные,
в том числе экскаваторщики,
буровики,
взрывники,
трактористы-бульдозеристы,
электрики;
- железнодорожники,
в том числе машинисты и их помощники,
составители поездов и кондукторы,
путевые работники;
- автотранспортники,
в том числе шоферы технического транспорта;
- обогатители,
в том числе мотористы конвейеров и питателей,
операторы,
аппаратчики.

Стаж по выполняемой работе:

до 1 года

от 1 до 3 лет

от 3 до 5 лет

от 5 до 10 лет

от 10 до 15 лет

от 15 до 20 лет

свыше 20 лет

Исход травм: травма; травма с инвалидным исходом; смерть.

Травмированная часть тела:

череп

лицо

шея

глаз

грудь

живот

спина

позвоночник

плечо

предплечье

локоть

кисть

бедро

голень

колени

стопа

ягодица

внутренние органы

Вид травмы:

ушиб

порез

перелом

сотрясение мозга

растяжение

вывих

разрыв (отрыв)

ожог термический

ожог химический

отравление, удушье

Экономический ущерб, в том числе:

- затраты на ликвидацию аварии;
- стоимость испорченного (машин, оборудования, сооружений, материалов);
- выплаты за вынужденный простой;
- единовременные выплаты по возмещению ущерба от увечий; ожидаемые выплаты по возмещению ущерба от увечий;
- ожидаемые затраты на восстановление производства.

6.3. Классификационные группировки условий происшествия

Виды дополнительных группировок, необходимых для анализа аварийности и травматизма в специальных исследовательских целях, могут быть весьма разнообразными. Все зависит от конкретной задачи анализа. В качестве примера ниже приведены классификационные группировки для анализа влияния горно-технических и горно-геологических условий на аварийность и травматизм.

Горнотехнические условия очистной выемки:

- система разработки;
- суточная нагрузка;
- комбайновая выемка;
- буровзрывная выемка;
- гидроотбойка и гидротранспорт.

Горно-геологические условия очистной выемки:

- мощность разрабатываемого пласта, м;
- вынимаемая мощность, м;
- угол падения пласта, град;
- газоносность разрабатываемого пласта, м³/мин:
 - по метану;
 - по углекислому газу;
- опасность пласта:
 - по внезапным выбросам;
 - самовозгоранию;
 - взрывчатости угольной пыли;
- глубина залегания разработки.

Горнотехнические условия проходки:

- комбайновая проходка;
- буровзрывная;
- сечение выработки и т.п.

Свои группировки будут для анализа влияния горных машин и механизмов, транспортных средств и даже поведения людей на аварийность и травматизм.

6.4. Классификация причин возникновения опасных происшествий

Общие положения

Причины обычно различают технические и организационные, хотя если углубиться в содержание технических причин, то в их основе непременно обнаружатся причины организационные. Анализ организационных причин часто приводит к причинам личностным. Поэтому в концептуальном плане относительно причин следует придерживаться следующих позиций:

- существует одновременно несколько причин возникновения большинства происшествий, как технических, так организационных и личностных, и эти причины нередко взаимосвязаны. Поэтому, выявляя причины по тем или иным проявлениям опасности, трудно утверждать, что происшествие явилось следствием только той или иной одной причины;

- причина любого происшествия, в том числе и несчастного случая, практически всегда сводится к опасным действиям тех или иных работников, руководителей работ или руководителя предприятия. С одной стороны, работник, с другой - руководитель предприятия со своими руководителями работ - вот два управляющих субъекта, от которых зависит состояние охраны труда на предприятии. Что касается руководителей работ, то они в юридическом плане представляют руководителя предприятия перед работником;

- каждому управляющему субъекту на каждом уровне управления производством соответствует свой состав задач, свои интересы, свой состав возможных причин возникновения возможных опасных происшествий, включая и производственные травмы, и свой состав возможных мероприятий по их предотвращению;

- в цепи последовательных событий, характеризующих процесс возникновения, развития и предотвращения опасных происшествий, включая и производственные травмы, нет большого смысла в выделении причин «основных», «непосредственных», «косвенных» или иных подобных. Все они оказываются равно важными;

- в наиболее общем представлении все причины опасных происшествий обусловлены или состоянием производственных объектов, или состоянием и поведением людей, создающих эти объекты и работающих с этими объектами. Внешнюю среду этих объектов и этих людей, в форме их техногенной или социальной среды, при выяснении причин возникновения опасных происшествий нужно воспринимать не более того, что они на самом деле представляют. Окружающая природа как среда производственной системы или как среда производственного объекта и людей, работающих с ними, будь то погода или даже недра земли с различными горно-геологическими условиями, не может быть причиной опасных происшествий. Причина скрыта не в условиях и проявлениях природы, а часто в том, что люди ведут себя неадекватно условиям и проявлениям природы.

Причины возникновения опасных происшествий

Причины аварий и производственных травм условно различают на технические, организационные и личностные.

Технические причины - это все то, что выражается в недостаточной надежности и недостаточной эффективности производственных объектов и обу-

славливает возникновение неуправляемого движения различных материальных потоков и образование опасной среды.

Организационные причины - все то, что выражается в неудовлетворительном взаимодействии людей и подразделений предприятия и обуславливает неадекватное поведение и неадекватное ведение своей работы людьми, то есть персоналом организации, недостаточную надежность, или недостаточную эффективность производственных объектов или людей, или и то и другое вместе.

Личностные причины - все то, что выражается физиологическими, интеллектуальными, профессиональными, мотивационными и психологическими ограничениями человека и что обуславливает неадекватное поведение или неадекватное ведение своей работы людьми или и то и другое вместе.

Агрегирование причин

Многообразие причин аварий и опасных происшествий, кроме всего прочего, организовано еще и по иерархической, то есть по многоуровневой структуре. Для пояснения сказанного, во-первых, необходимо повторить, что любая причина так или иначе соотносится или с производственными объектами, или с людьми и в наиболее крупном плане выражается в неисполнении ими своих функций. Во-вторых, все многообразие причин, соотнесенных с людьми и объектами, сводится к опасному их бездействию или к опасным их действиям. Вопрос лишь в том: кто совершил такое действие или бездействие и почему. В этом вся суть выяснения причин (рис. 6.1 и 6.2).

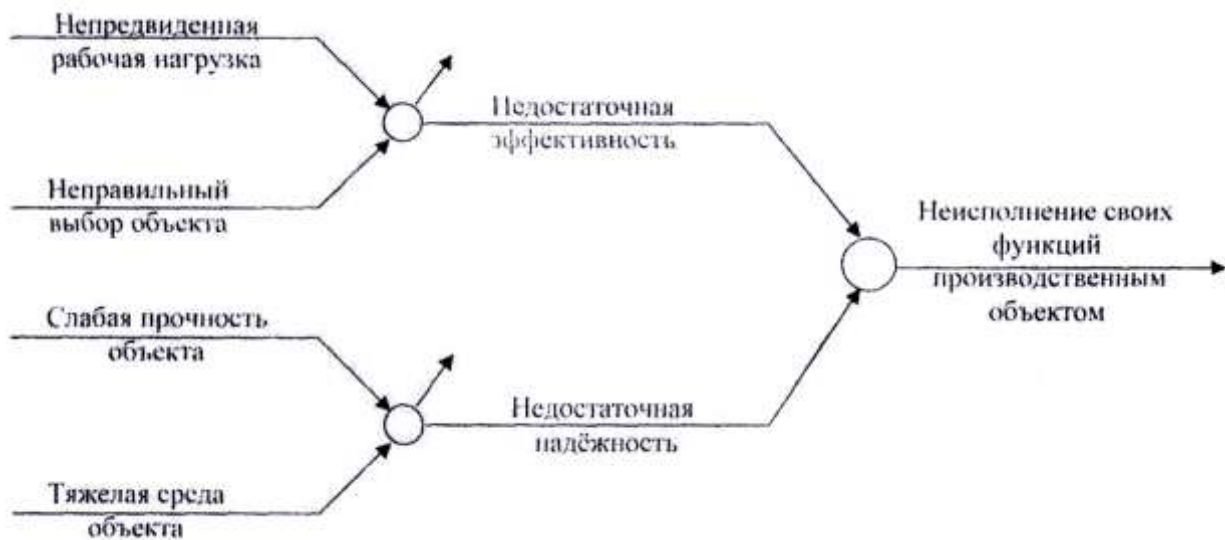


Рис. 6.1. Схема анализа и агрегирования технических причин опасного состояния производственного объекта

С позиции надежности для производственных объектов опасное действие в форме неисполнения своих функций происходит по двум причинам. В одних случаях это недостаточная эффективность объекта, а в других - недостаточная надежность объекта. Эта схема, то есть такое представление опасных действий, практически пригодна и для людей, но с иной терминологией. Дело в том, что

если человека условно принять за объект, то многие формальные модели теории надежности могут быть использованы в исследованиях безопасности труда.

Для человека неисполнение своих функций также возможно по двум причинам. Во-первых, это недостаточная эффективность в деятельности работника, то есть когда действия его были правильными, но недостаточно эффективными, а во-вторых, когда действия его были неправильными, то есть недостаточная устойчивость его эффективной работы.

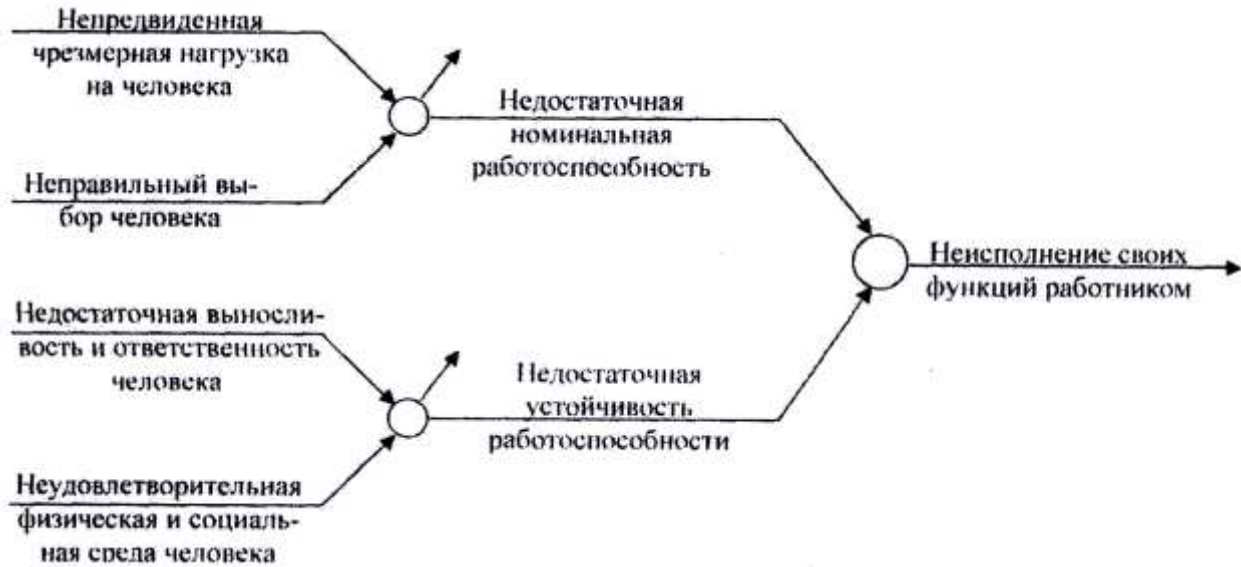


Рис. 6.2. Схема анализа и агрегирования организационных и личностных причин опасного поведения работника

Таким образом, были рассмотрены два верхних уровня агрегирования причин опасных происшествий. Агрегирование - это когда исследование аварии или опасного происшествия ведется «снизу вверх», то есть когда делаются обобщения. Далее продолжится рассмотрение причин в сторону их уточнения, но прежде необходимо воспользоваться аналогиями из теории надежности:

- относительно производственного объекта недостаточная его эффективность может быть обусловлена по причине неправильного выбора объекта и реже из-за непредвиденно высокой рабочей нагрузки на объект;
- относительно человека недостаточная его эффективность также может быть обусловлена двумя подобными же причинами: неправильным подбором работника или непредвиденно завышенной рабочей нагрузкой на работника;
- относительно объекта недостаточная его надежность может быть обусловлена двумя причинами: слабой прочностью объекта или тяжелой средой объекта;
- относительно человека недостаточная устойчивость эффективной его деятельности также может быть вызвана двумя причинами: недостаточной выносливостью и мотивацией работника или неудовлетворительной (физической или социальной) средой работника.

Причины технические

Технические причины как **причины неисполнения производственным объектом своих функций** характеризуют объект и окружающую его среду. В соответствии с вышеизложенным они группируются по следующим признакам:

А. Недостаточная эффективность объекта

1. Неправильный выбор объекта:

- несоответствие объекта природным и производственным условиям его использования;
- несоответствие объекта социальным условиям его использования (недостаточная квалификация обслуживающего персонала, использование объекта не в интересах персонала и др.).

2. Непредвиденно высокая рабочая нагрузка на объект:

- массовое обрушение угля на забойный конвейер;
- разрушение колчедана рабочим органом комбайна и т.п.

Б. Недостаточная надежность объекта

1. Слабая прочность объекта: слабая прочность частей объекта; плохая структура (схема) объекта; плохое изготовление, исполнение объекта; высокий износ объекта.

2. Тяжелая среда объекта: неблагоприятные климатические условия; неблагоприятные горно-геологические условия; неблагоприятные производственные условия.

Причины организационные

Организационные причины как **причины неисполнения работником своих функциональных обязанностей** отличаются тем, что они характеризуют работника не как личность, не индивидуальные его особенности, а как составной элемент производственной системы, эффективность и надежность функционирования которого зависят от системы организации управления персоналом организации. Они характеризуют организацию управления персоналом предприятия и в общем случае сводятся к следующему.

А. Недостаточная работоспособность работника

1. Неправильный подбор работника:

- неудовлетворительная работа кадровой службы по подбору и продвижению персонала по службе;
- неудовлетворительная работа аттестационной комиссии по аттестации работников организации;
- неудовлетворительное медицинское освидетельствование работников.

2. Непредвиденно повышенная рабочая нагрузка на работника: недостаток времени, непредвиденно завышенный объем работы, возникновение нештатной ситуации, например, заболел товарищ по работе, возникла авария, отвлечение на другие работы и т.п.

Б. Недостаточная устойчивость работника

1. Недостаточная выносливость и ответственность работника: неудовлетворительный внутренний трудовой распорядок, неудовлетворительный режим труда и отдыха, неудовлетворительная доставка работников на рабочее место, неудовлетворительное бытовое обслуживание работников; недостаточная орга-

низация и эффективность системы производственного контроля, недостаточная система стандартов предприятия (организационно-правовых документов предприятия, паспортов, схем и других документов производственно-технического назначения), недостаточная система приемки и браковки работ, недостаточная система нарядной системы, недостаточная система ведения воспитательной работы среди персонала предприятия.

2. Неудовлетворительная физическая и социальная среда работника:

2.1. Неудовлетворительное состояние рабочего места:

- неисправный инструмент;
- неисправное оборудование;
- плохое состояние крепи и ограждений;
- плохое освещение;
- плохое проветривание;
- теснота и беспорядок на рабочем месте;
- неудовлетворительное состояние крепи горной выработки;
- неудовлетворительное состояние зданий и сооружений.

2.2. Неудовлетворительный социальный климат в рабочей группе, в коллективе предприятия, неудовлетворительный экономический климат и т.п., включая общее пренебрежение опасностью.

Причины личностные

Если исходить из понимания того, что все причины, в конце концов, сводятся к одному - к человеку, то становится понятным, что коренная причина - это та, которая отвечает на вопрос о том, почему тот или иной работник не выполнил возложенные на него функции, в результате которых произошло то или иное аварийное происшествие или несчастный случай. Ответ вначале не может быть разнообразным: работник или «хотел, но не мог», или «просто не хотел» выполнять свои функции. Только после того как выяснится один из двух возможных исходов (не мог или не хотел), то сразу возникает разнообразие возможных ответов. Необходимо рассмотреть структуру такого разнообразия. При этом следует различать работника - как подчиненного и как руководителя.

Коренные причины отражают мотивы действий или бездействий. Если видимой причиной является опасное действие и опасное бездействие людей, то коренной причиной - мотив таких действий.

Личностные причины характеризуют индивидуальные особенности работника, такие как: физиологические, интеллектуальные, профессиональные, мотивационные, психологические. При этом нужно исходить из того, что при мотивах как «хотел», так и «не хотел» одинаково присутствуют или могут присутствовать все нижеприведенные виды личностных причин.

Физиологический недостаток:

- недостаточная физическая сила;
- физический дефект (слепой, глухой, с повреждением);
- недостаточная выносливость, быстрая утомляемость;
- недомогание, работа при физическом повреждении.

Профессиональная недостаточность:

- неумение предвидеть опасность;

- неумение организовать свою работу;
- неумение принимать квалифицированные решения;
- неумение владеть обстановкой;
- неумение руководить;
- неумение воздействовать.

Недостаточная мотивация:

- невыгодная работа;
- трудоемкая и грязная работа;
- работа, без которой можно обойтись;
- опасная работа;
- «не до того», «обойдется».

Психологическая недостаточность:

- неприятие согласованных действий, «сам справлюсь»;
- некоммуникабельность;
- стрессовый случай;
- страх.

Многоуровневая структура организационных и личностных причин приведена на рис. 6.3, где первые три уровня относятся к организационным причинам, а последний - к личностным.

Иерархическая структура организационных и личностных причин отражает последовательность расследования несчастных случаев и выявления коренных причин. Вначале выявляется отношение работника к несчастному случаю в позиции «должен».

Схема агрегирования коренных причин производственных травм, обусловленных действием или бездействием пострадавшего или его товарищей по работе, следующая (см. рис. 6.3): должен ли был предпринять какие-либо действия или нет. Если нет, то к нему нет иных вопросов. Если да, то выясняется, по каким путям представленной схемы выразились его действия.

Теперь, руководствуясь вышеизложенным, следует продолжить классификацию личностных причин опасных происшествий по упомянутой схеме.

А. Недостаточная работоспособность работника

1. Неправильный подбор работника:

- недостаточная физическая сила;
- физический дефект (слепой, глухой и т.п.);
- неумение предвидеть опасность;
- неумение организовать свою работу;
- неумение принимать квалифицированные решения;
- неумение владеть обстановкой; неумение руководить;
- неумение воздействовать.

2. Непредвиденно повышенная рабочая нагрузка на работника: стрессовый случай; страх.

Б. Недостаточная устойчивость работника

1. Недостаточная выносливость и ответственность работника:

- недостаточная выносливость, быстрая утомляемость;

- недомогание, работа при физическом повреждении;
- невыгодная работа;
- трудоемкая и грязная работа;
- работа, без которой можно обойтись;
- опасная работа;
- «не до того», «обойдется».

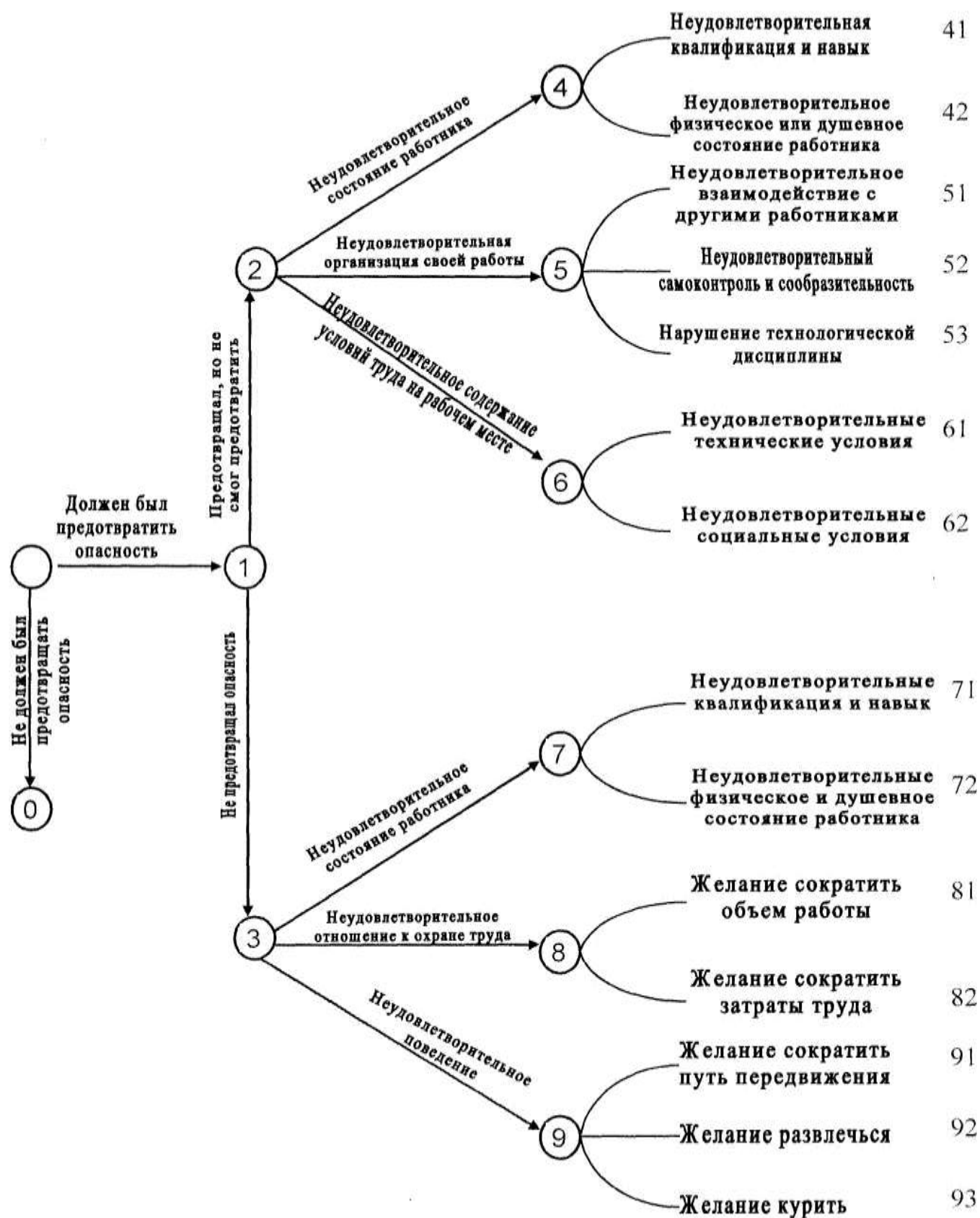


Рис. 6.3. Структура организационных и личностных причин

2. Неудовлетворительная физическая и социальная среда работника:

2.1. Неудовлетворительное состояние рабочего места:

- неумение предвидеть опасность;
- неумение организовать свою работу;
- неумение принимать квалифицированные решения;
- неумение владеть обстановкой.

2.2. Неудовлетворительный социальный климат в рабочей группе:

- неприятие согласованных действий, «сам справлюсь»;
- некоммуникабельность; неумение руководить;
- неумение воздействовать.

Выводы. В различных отраслях экономики в содержательном плане классификатор характеристик опасных происшествий, безусловно, будет иным, но структура его сохранится.

7. Статистический анализ производственного травматизма

Необходимо повторить, что в статистическом анализе первоначально все внимание должно быть сосредоточено на двух аспектах: на достаточности статистики и на сопоставимости оценок. Поэтому когда используются абсолютные величины числа несчастных случаев за год, то оценка состояния производственного травматизма производится путем сравнения с таким же показателем за предыдущий год по тому же объекту (регион, объединение, предприятие, подразделение, рабочее место) и статистические таблицы абсолютных величин содержат данные анализируемого и предшествующего годов. Если необходимо получить сопоставимые оценки по различным объектам и за разные периоды времени, то используются относительные показатели. Таковыми являются число несчастных случаев, приходящихся на один миллион добытого угля, или число несчастных случаев за год, приходящихся на тысячу работников. Более предпочтительным для таких целей является показатель, характеризующий число несчастных случаев на тысячу проработанных часов. Он позволяет делать сопоставление более корректным, так как режимы работы разных предприятий часто отличаются.

Статистический метод анализа производственного травматизма заключается в обобщении материалов о травматизме и основывается на группировке несчастных случаев по различным классификационным признакам. При этом изучаемые несчастные случаи, происшедшие за определенный промежуток времени - обычно год (в абсолютном их значении или в различных относительных показателях), распределяются по одинаковым признакам. Например, распределив все несчастные случаи по видам опасностей, можно исследовать, какие виды представляют наибольшую опасность. Распределив все несчастные случаи по причинам, представляется возможным установить основные причины несчастных случаев, что позволяет наметить наиболее актуальные направления

исследований по разработке эффективных мер по их устранению. Также используется группировка несчастных случаев по местам происшествий. Этот способ группирования позволяет выявлять наиболее опасные места несчастных случаев и помогает разрабатывать профилактические мероприятия. Кроме того, становится возможным установить динамику изменения производственного травматизма в различных показателях за разные промежутки времени.

Производя анализ частоты несчастных случаев по какому-либо признаку, необходимо учитывать абсолютное количество несчастных случаев, их удельный вес, а также ряд других показателей, наиболее полно отражающих состояние производственного травматизма.

7.1. Анализ структуры определяющих признаков производственных травм

Структура распределения производственных травм

Из опыта расследования и анализа аварий и несчастных случаев известно, что причины их возникновения в большинстве своем повторяются, то есть имеют тенденцию к устойчивости. Более того, сохраняется и долевое участие отдельных причин в формировании аварий и несчастных случаев. Например, на угольных шахтах 80-90 % производственных травм происходят по организационным причинам. Причем такое положение сохраняется многие годы.

Устойчивое сохранение во времени условий возникновения производственных травм приводит к формированию достаточно устойчивой структуры распределения этих признаков. Если при этом учесть, что доля участия преобладающих признаков в процессе формирования производственных травм не одинакова, то признаки могут быть ранжированы по их весовым коэффициентам долевого участия в формировании производственного травматизма (рис. 7.1 и 7.2). Причем такое ранжирование также является достаточно устойчивым во времени.

Из представленной схемы ранжирования видно, что долевое участие того или иного признака в формировании производственных травм, выраженное в процентах или долях единицы, является ни чем иным, как коэффициентом связанности этого признака с общим уровнем производственного травматизма. Отсюда следует, что, зная общий уровень производственного травматизма и коэффициент связанности отдельного его признака, можно указать число возможных его проявлений, и наоборот. Например, зная, что коэффициент связанности организационных причин составляет 0,85, а за текущий год произошло 200 несчастных случаев, то нетрудно установить, что 170 несчастных случаев были организационными. И обратное, зная, что причины 170 несчастных случаев были организационными, нетрудно установить общее число производственных травм.

Из опыта работы угольных шахт выявлено также, что природные условия часто определяют технологию работ, а технология работ совместно с природными условиями определяет частоту и тяжесть аварий, частоту и

тяжесть несчастных случаев, структуру распределения определяющих признаков производственных травм.



Рис. 7.1. Распределение коэффициентов связанности производственных травм по видам работ



Рис. 7.2. Распределение коэффициентов связанности производственных травм по видам происшествий

Если так, то есть если техника и технология работ определяют природу проявления аварий и несчастных случаев, то именно она формирует и структуру признаков, определяющих распределение производственных травм. Но все дело в том, что техника и технология любого производства хотя и медленно, но постоянно меняется. Вслед за ней медленно и постоянно меняется и структура распределения производственных травм по определяющим их признакам. Отсюда следуют важные для практического приложения выводы, а именно:

- *структура распределения производственных травм по определяющим их признакам устойчива ровно столько, сколько устойчива структура техники и технологии производства;*

- *изменение структуры техники и технологии является действительным средством влияния на структуру определяющих признаков и уровень производственного травматизма.*

Управление структурой определяющих признаков

Развитие техники и технологии производства способно влиять на уровень производственного травматизма положительно и отрицательно. Например, оснащение сельскохозяйственных работ машинами и механизмами приблизило сельскохозяйственное производство по травматизму к уровню промышленного производства. Оснащение же очистных забоев механизированными крепями привело к сокращению травматизма со смертельным исходом от обвалов и обрушений. Вместе с тем развитие техники и технологии производства привнесло в промышленное производство новые виды опасностей, то есть ведет к адекватным изменениям состава выполняемых операций, организации труда, состава и остроты видов опасных проявлений, а в конечном счете всего того, что определяет структуру распределения производственных травм по определяющим их признакам.

7.2. Одномерный статистический анализ структуры производственного травматизма

Традиционно сложилось так, что статистический анализ аварийности и производственного травматизма выполняется по заведомо установленным классификационным признакам в одномерном их представлении, то есть точно так, как они представлены в классификаторе. Таким образом, получается распределение производственных травм обычно в показателях частоты или в процентах или по местам их возникновения (видам предприятий, рабочих мест), или по профессиям работников, или по видам выполняемой работы, или по видам опасностей и т.д. В качестве примера одномерного статистического анализа структуры производственного травматизма по предприятиям угольной промышленности приведены таблицы 7.1-7.3.

Таблица 7.1

Распределение травм со смертельным исходом по видам предприятий

Вид предприятия	1999 год	2000 год	+, - к 1999 году
Отрасль всего	141	170	29
Шахты	102	129	27
Разрезы	15	26	11
Обогатительные фабрики	6	1	-5
Строительные управления	2	0	-2
Шахтостроительные управления	7	1	-6
Энергоуправления	0	4	4
Автомобильные хозяйства	1	1	0
Прочие предприятия	8	8	3

Таблица 7.2

Распределение травм со смертельным исходом на шахтах по видам происшествий

Вид происшествия	1999 год	2000 год	+, - к 1999 году
Отрасль всего	102	129	27
Обвалы и обрушения	32	26	-6
Происшествие на транспорте:			
внутришахтном рельсовом	23	21	-2
конвейерном	6	17	11
подъемном	2	2	0
автомобильном	3	2	-1
железнодорожном	0	1	1
Воздействие:			
машин и механизмов	4	9	5
электротока до 1000 кВ	2	3	1
электротока свыше 1000 кВ	2	1	-1
Взрывы газа и пыли	5	16	11
Взрывные работы	1	0	-1
Внезапные выбросы	0	0	0
Прорыв воды, пульпы	2	0	-2
Падение людей	9	6	-3
Падение предметов	2	10	8
Удушье и отравление	4	3	-1
Пожар	1	10	9
Прочие происшествия	4	2	-2

Распределение травм со смертельным исходом на шахтах по профессиям

Профессии	1999 год	2000 год	+, - к 1999 году
Отрасль всего	102	129	27
Горнорабочий очистного забоя	18	23	5
Проходчик	20	14	-6
Электрослесарь, слесарь	12	11	-1
Машинист горных выемочных машин	1	8	7
Машинист подземных установок	2	3	1
Машинист бульдозера	1	1	0
Машинист электровоза	3	2	-1
Мастер-взрывник	2	2	0
Горнорабочий	14	24	10
Инженерно-технический работник	15	15	0
Монтажник-такелажник	2	3	1
Шофер	2	0	-2
Прочие (в т.ч. ВГСЧ)	10	23	13

7.3. Двумерный статистический анализ структуры производственного травматизма

В отличие от одномерного, двумерное матричное распределение определяющих признаков производственного травматизма позволяет получать более полное представление о природе проявлений производственной опасности, а по результатам анализа принимать более действенные целенаправленные действия. Так, таблицы 7.4. и 7.5 представляют матрицы распределения производственного травматизма одновременно по таким признакам, как выполняемая работа и вид происшествия в очистном забое.

Таблица 7.4

Распределение производственных травм в очистных забоях

Производственная операция	Происшествия						Итог
	Вывал породы	Отжим угля	Выброс эмульсии	Падение с грузом	Поражение тяговой цепью	Прочие	
Выемка угля	3	1	-	-	-	-	4
Передвижка секций и конвейера	7	1	2	-	1	-	11
Ремонтные работы	4	-	1	-	1	3	9
Крепление сопряжения	3	-	-	-	-	-	-
Прочие	-	1	-	2	-	3	6
Итого	17	3	3	2	2	6	33

Распределение производственных травм на подземном транспорте

Производственная операция	Происшествия			
	Падение, наезд	Не удержал, обронил	Поражение оборудованием	Итого
Посадка и высадка из автобуса, кресельные дороги	5	-	-	5
Погрузочно-разгрузочные работы	-	6	-	6
Передвижение по выработке	4	-	-	4
Доставка	-	-	-	4
Ремонтные работы	1	-	-	1
Перенос материалов оборудования	-	-	-	-
Итого	10	9	3	22

7.4. Анализ коренных причин производственных травм

Обобщенные представления о распределении организационных и личностных (коренных) причин производственных травм без летального исхода на шахтах России, приведенные в таблицах 7.6 и 7.7, подтвердили, что производственный травматизм без летального исхода определяется прежде всего поведением пострадавших. Однако если учесть, что поведением можно и нужно управлять, то приходится признать, что коренная причина высокого уровня производственного травматизма кроется в неумении или нежелании руководителей работ и предприятий управлять персоналом.

Современное состояние производственного травматизма без летального исхода в угольной промышленности России оценивается как недопустимо неудовлетворительное. Вместе с тем положение с производственным травматизмом не безнадежное. На первом этапе значительные результаты по снижению производственного травматизма могут быть достигнуты даже без существенных затрат финансовых ресурсов, так как основная причина высокого уровня производственного травматизма состоит не только и не столько в устаревшей технике и технологии производства, сколько в недопустимо низкой организации управления персоналом предприятий.

Формируя задачи по охране труда, нужно исходить из понимания того, что сегодня основная задача во всей чрезвычайной проблеме травматизма - это обеспечение дисциплины труда путем формирования интереса и ответственности работников на всех уровнях управления производством. Это, безусловно, задача системы хозяйственного управления охраной труда.

Для ее решения необходимо срочно пересмотреть и обновить всю систему организационно-правовых документов предприятий, всю систему организа-

ции управления персоналом и привести их в соответствие с современными законодательными актами, с современными организационно-правовыми формами хозяйственного управления. Для ее решения необходимо продолжить работу по правовому обеспечению наметившихся реформ хозяйственного управления.

Таким образом, задача реформирования управления промышленными предприятиями - это не только политическая и экономическая задача, но еще и задача охраны труда.

Таблица 7.6

Распределение коренных причин производственных травм,
обусловленных действиями или бездействием руководителя

Наименование коренных причин	Количество Н.С.	Доля в %
Всего происшествий	793	100
0 - Не должен был предотвращать	694	87,5
1 - Должен был предотвратить	99	12,5
2 - Не смог предотвратить	92	11,6
4 - Неудовлетворительное состояние руководителя	-	-
41 - Неудовлетворительные квалификация и навыки	-	-
42 - Неудовлетворительное физическое и душевное состояние	-	-
5 - Неудовлетворительная организация работы на объекте	65	8,2
52 - Неудовлетворительная организация взаимодействия работников или подразделений	20	2,5
53 - Неудовлетворительная осведомленность о состоянии дел на подконтрольном объекте	-	-
54 - Неудовлетворительные надзор и контроль	39	4,9
55 - Неудовлетворительное решение инженерных вопросов безопасного ведения работ	9	1,1
6 - Неудовлетворительное обеспечение безопасных условий труда на подконтрольном объекте	50	6,3
61 - Неудовлетворительное содержание технических условий ..	44	5,5
62 - Неудовлетворительное содержание социальных условий ..	7	0,9
3 - Не предотвращал	18	2,3
7 - Неудовлетворительное состояние руководителя	-	-
71 - Неудовлетворительные квалификация и навыки	-	-
72 - Неудовлетворительное физическое и душевное состояние	-	-
8 - Неудовлетворительное отношение к охране труда	18	2,3
81 - Желание сократить затраты на охрану труда	16	2,0
82 - Желание сократить нормированный объем работ	2	0,2
9 - Опасное поведение руководителя	-	-
91 - Соучастие руководителя в нарушении законодательных и нормативных актов по охране труда	-	-
92 - Непринятие руководителем должных мер воздействия к нарушителям нормированных требований по охране труда ..	-	-

Распределение коренных причин производственных травм, обусловленных действием или бездействием пострадавшего или его товарищей по работе

Наименование коренных причин	Количество Н.С.	Доля в %
Всего происшествий	793	100
0 - Не мог предотвратить	29	3,4
1 - Должен был предотвратить	766	96,6
2 - Не смог предотвратить	752	94,9
4 - Неудовлетворительное состояние работника	181	22,8
41 - Неудовлетворительные квалификация и навыки	104	13,1
42 - Неудовлетворительное физическое и душевное состояние ..	84	10,6
5 - Неудовлетворительная организация своей работы	721	90,6
52 - Неудовлетворительное взаимодействие с другими	64	8,1
53 - Неудовлетворительная осведомленность о состоянии дел на подконтрольном объекте	10	1,3
54 - Неудовлетворительный самоконтроль и осторожность	680	85,8
55 - Нарушения технологии работы, включая и правила безопасного ведения работ	309	38,9
6 - Неудовлетворительное содержание безопасных условий труда на подконтрольном объекте	366	46,2
61 - Неудовлетворительное содержание технических условий ..	354	644,6
62 - Неудовлетворительное содержание социальных условий ..	8	0,2
3 - Не предотвращал	183	23,1
7 - Неудовлетворительное состояние работника	5	0,6
71 - Неудовлетворительные квалификация и навыки	3	0,4
72 - Неудовлетворительное физическое и душевное состояние ..	2	0,2
8 - Неудовлетворительное отношение к охране труда	145	18,3
81 - Желание сократить затраты на охрану труда	138	17,4
82 - Желание сократить нормированный объем работ	45	5,7
9 - Опасное поведение работника	15	1,9
91 - Желание сократить путь, проехать и т.п.	14	1,9
92 - Желание удовольствий (курить, выпить и т.п.)	1	1,8

Оценка работы любых органов хозяйственного и государственного управления охраной труда, включая и структуры государственной инспекции по охране труда, может и должна проводиться по показателям снижения производственного травматизма на подконтрольных им объектах. Тогда станет очевидной для всех руководителей всех структур государственного и хозяйственного управления охраной труда необходимость и полезность пропаганды и воспитательной работы по охране труда.

Выводы. В угольной промышленности, в отличие от других отраслей, с давних пор присутствует высокий уровень травматизма и, вследствие этого, довольно отлаженная система учета и анализа несчастных случаев.

Анализ травматизма на предприятии ведется по результатам года. За год на отдельном предприятии (шахте) совершается в среднем от 50 до 120 травм. Статистический анализ сводится к группировке по подразделениям предприятия, по местам происшествий, по видам происшествий, по профессиям пострадавших, по причинам происшествий. Одновременно делается оценка уровня травматизма на один миллион добычи и на 1000 работающих. Подобная статистическая группировка дополняется выводами и мероприятиями по снижению травматизма. Все это оформляется в виде приказа руководителя предприятия.

В компании также ведется статистический анализ общего травматизма, но уже по всем предприятиям в целом. Группировки делаются те же, что и на предприятии. Только вместо подразделений отдельный учет ведется по каждому предприятию. Анализ завершается мероприятиями по снижению травматизма, и все это оформляется приказом по объединению.

Групповые несчастные случаи и несчастные случаи со смертельным исходом чаще всего представляются как следствие аварий и даже катастроф. Поэтому, анализируя обстоятельства и причины несчастных случаев, неизбежно приходится анализировать обстоятельства и причины таких происшествий, как обрушения, взрывы, пожары, внезапные выбросы, происшествия на подземном транспорте. Таким образом, статистический анализ естественным образом дополняется анализом обстоятельств и причин указанных видов опасных происшествий.

Часть 4. АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Обеспечение работоспособности и безопасности производственного объекта на всех стадиях его жизненного цикла основывается на использовании стандартов и правил его проектирования, эксплуатации и ликвидации. Вместе с тем любой производственный объект, независимо от того, какие бы типовые проектные решения и какие бы серийные машины и механизмы он не использовал, всегда вынужден вписываться в конкретные природные, технические и социальные условия. Это в конечном счете делает его уникальным в своем роде с трудно предсказуемым поведением в плане его работоспособности и безопасности. Кроме того, все новые проекты стремятся иметь элементы новизны, и потому накопленный опыт, содержащийся в стандартах и правилах, для них может оказаться недостаточным для обеспечения их работоспособности и безопасности. Поэтому применительно к новым производственным объектам известные стандарты и правила необходимо дополнять предвидением опасностей.

Применительно к производственным объектам следует согласиться с тем, что наличие большого числа устройств и связей между ними приводит к невозможности исследования такой системы традиционными методами, хотя характеристики некоторых ее элементов вполне могут быть изучены даже аналитически. Однако такое изучение «изолированных» элементов не дает информации о работоспособности системы в целом. Лишь анализ работы подсистем с учетом их взаимодействия способен дать ответы на вопросы о работоспособности всей системы.

Признанным и наиболее распространенным способом выявления ошибочных решений является последовательная проверка соответствия всех элементов объекта нормативным требованиям и техническим условиям с использованием поверочного листа. Однако любая система от свойств составных ее частей отличается свойством целого, образуемого взаимодействием этих частей. Поэтому для обеспечения работоспособности и безопасности объекта как производственной системы не менее важным является устойчиво работоспособное и безопасное взаимодействие частей объекта. Следовательно, анализ работоспособности и опасности производственного объекта должен быть продолжен для выявления потенциально опасных явлений, возникающих преимущественно в таком взаимодействии. Оценка безопасного и эффективного взаимодействия составных частей производственного объекта должна, безусловно, проводиться с учетом того, что в качестве таковых часто являются и люди.

Задачи анализа условно можно разделить на два типа. К первому относятся задачи исследования качественных свойств изучаемых систем. Ко второму - задачи нахождения количественных отношений, характеризующих систему. Применительно к сложным системам роль качественных исследований остается преобладающей. Часто эти исследования являются единственно доступными и единственно необходимыми. Качественные свойства выявляются и

используются прежде всего на этапе решения принципиальных вопросов обеспечения работоспособности и безопасности системы. Затем исследования могут продолжаться для установления конкретных режимов работы системы.

Описание любого физического процесса или явления, системы или объекта, как правило, связано с объективно присутствующими при этом неопределенностями. Существуют два подхода к учету неопределенности: стохастический, использующий вероятностные представления случайных событий, и нечеткий, основанный на использовании нечетких представлений качественных характеристик процессов, явлений, систем, объектов.

Использование вероятностных представлений случайных явлений существенно расширяет класс детерминированных моделей явлений, процессов, систем, объектов, но при этом качественная информация о них просто теряется, не используется. Использование субъективных оценок эксперта об особенностях исследуемого явления, процесса, системы, объекта в процессе создания модели, по сути, позволяет более полно учитывать разнообразие реального мира.

8. Анализ работоспособности и опасности системы по качественным признакам

8.1. Анализ работоспособности и опасности объекта с помощью поверочного листа

Любой анализ риска производственных объектов начинается в первую очередь с проверки того, как выполняются нормированные технические и организационные требования к отдельным элементам анализируемого объекта по обеспечению их надежности и безопасности. Только после этого становится возможным переход на иной уровень анализа - к анализу надежности и безопасности производственного объекта как единого целого.

Разнообразие элементов, образующих производственный объект, и разнообразие организационно-технических требований к ним делает удобным и даже необходимым весь обозримый состав таких требований представлять в виде отдельных списков, отдельно для каждого элемента. Каждый список, как правило, помещается на отдельном листе, который и называется поверочным листом. Отсюда и название метода - метод поверочного листа. Поверочный лист, являясь средством поиска, представляет собой документ, содержащий перечень известных требований к проектируемому объекту, к его отдельному элементу или отдельной операции, осуществляемой в границах этого объекта. Поверочный лист представляется в виде унифицированного бланка, на одной стороне которого заносятся требования к тому или иному элементу, к условиям его использования или к отдельной производственной операции, а на другой делаются отметки в форме «да» или «нет», в зависимости от результатов оценки проектируемого объекта.

Метод относится к группе качественных методов оценки опасности, основанных на изучении соответствия условий эксплуатации проекта действующим требованиям промышленной безопасности.

Предварительный анализ опасностей применяется как первая ступень выявления возможных опасных происшествий и несчастных случаев. Процедура предварительного анализа сводится к выявлению элементов системы (машины, сооружения, оборудование, люди) и возможных событий (доставка, погрузка, разгрузка, передвижка, падение и т.п.), которые могут привести к несчастному случаю.

Это наиболее распространенный и привычный метод обеспечения работоспособности и безопасности производственного объекта на стадии его проектирования, и базируется он на применении различных правил эксплуатации и проектирования отдельных производственных объектов и знаний профессиональных экспертов и специалистов отрасли.

Метод поверочного листа прост в применении, однако позволяет выявлять ключевые проблемы обеспечения работоспособности и безопасности анализируемого производственного объекта. Его результаты дают возможность делать выводы о том, какие элементы и какие операции представляют наибольший интерес в плане обеспечения надежности и безопасности производственного объекта, исключив при этом малозначащее и лишнюю работу.

Выделение элементов и операций

Прежде всего, анализируемый производственный объект должен быть разбит на логически независимые части - элементы, которыми могут быть отдельные сооружения, машины, оборудование, комплексы и целые системы. В равной мере производственный процесс разделяется на отдельные подпроцессы (вентиляция, транспорт, доставка, водоотлив, водоснабжение и т.п.) - управляемые материальные потоки, а в их границах - на отдельные производственные операции (передвижка секций лавной крепи, отбойка и погрузка угля на конвейер, возведение изолирующей перемычки и т.п.).

Затем для каждого элемента объекта (машины, механизма, сооружения и т.п.) и производственного процесса (операции) составляется таблица со списком нормированных требований охраны труда и промышленной безопасности к этому элементу (таблица 8.1).

Таблица 8.1

Поверочный лист

Технические требования к анализируемому элементу	Да	Нет	Мероприятия по исполнению технических требований
1.			
2.			
...			
N			

По этой таблице ведется последовательное обследование элемента на предмет исполнения им каждого требования. Если очередное требование исполняется, то в поверочной таблице проставляется отметка «Да». Если нет, то «Нет». Там, где «Нет», предусматриваются специальные мероприятия по выполнению требований по охране труда или промышленной безопасности. И так по всему списку требований и по всему списку элементов.

Условия использования метода

Следует повторить, что использование метода поверочного листа является первым необходимым, но не достаточным условием анализа работоспособности и опасности отдельных производственных объектов. Производственные системы в своем большинстве представляются сложными системами, надежность и безопасность которых во многом определяется характером взаимодействия частей, то есть элементов. Поэтому продолжением анализа работоспособности и опасности сложных систем является использование таких методов, которые учитывают влияние взаимодействия частей на надежность и безопасность целого.

8.2. Анализ работоспособности и опасности производственного объекта с помощью ключевых слов

Основные положения

Анализ начинается с проверки работоспособности и опасности производственного объекта. Целью проверки работоспособности и опасности производственного объекта является выявление всех возможных отклонений от предусмотренного проектом режима работы производственного объекта и всех потенциальных опасностей, связанных с этими отклонениями.

Анализ работоспособности и опасности производственного объекта предусматривает (рис. 8.1):

- подготовку и представление всей необходимой технической документации производственного объекта с полным описанием технологического процесса;
- проверку каждого элемента производственного объекта на соответствие стандартам, правилам и иным организационно-техническим условиям проектирования и эксплуатации;
- выявление всех возможных отклонений от проектных решений нормального работоспособного и безопасного состояния: производственного объекта и его частей (элементов), производственного процесса и его отдельных управляемых материальных (энергетических) потоков путем составления ряда вопросов, сформулированных на основе использования ключевых слов.

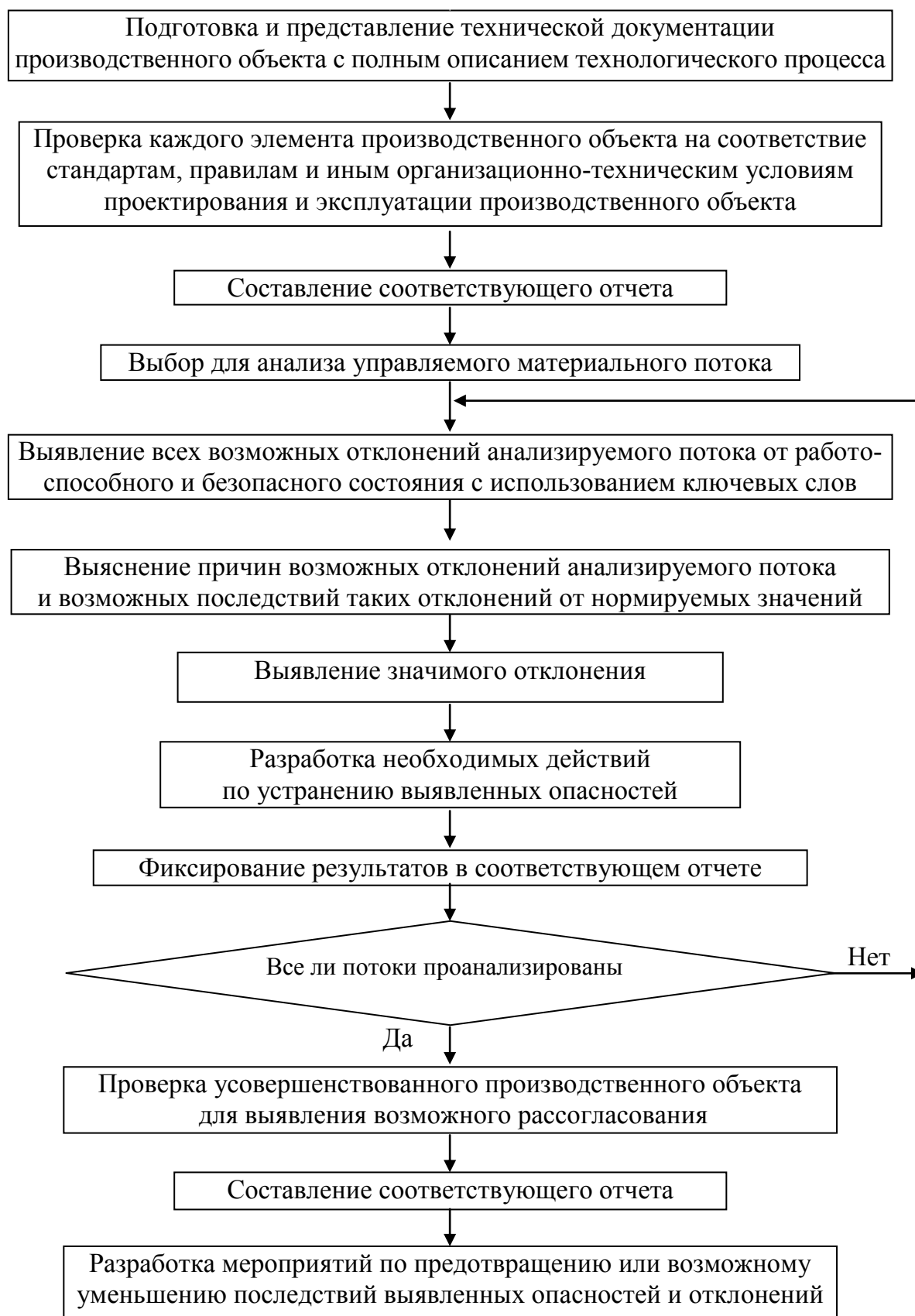


Рис. 8.1. Алгоритм анализа работоспособности и опасности производственного объекта с использованием ключевых слов

Одновременно с этим:

- выясняются причины возможных отклонений и возможные последствия таких отклонений;
- выделяются и отклоняются из последующего рассмотрения те возможные причины, возникновение которых не реально, и те, последствия которых незначительны;
- фиксируются для последующего рассмотрения и исправления все те возможные опасные отклонения, возникновение которых вполне реально, а последствия значительны. По некоторым отклонениям режима работы производственного объекта и опасностям могут быть приняты решения.

Таким образом, результатом проверки работоспособности и опасности производственного объекта являются некоторые решения и вопросы для последующего обсуждения.

По выявленным причинам возможных отклонений разрабатываются и принимаются мероприятия (действия) по предотвращению таких отклонений, а если такое представляется невозможным, то принимаются решения по уменьшению возможных последствий таких отклонений.

По завершении разработки и принятия таких решений производственный объект вновь проверяется на возможные отклонения. Это необходимо для выявления возможного рассогласования, возможных противоречий, которые могли быть привнесены в анализируемый производственный объект в процессе его совершенствования.

Для обеспечения необходимого качества проверки работоспособности и опасности производственного объекта необходимо учитывать:

- точность представленной технической документации производственного объекта;
- профессиональную подготовку, производственный опыт и интуицию экспертов;
- способность экспертов к творческому воображению относительно причин и следствий возможных отклонений от нормированных режимов работы производственного объекта;
- способность экспертов сохранять чувство меры.

Строго систематизированная структура анализа предполагает однозначное понимание следующих терминов.

Замысел определяет предполагаемое (желаемое) функционирование производственного объекта или его части. Замысел может быть выражен в виде описания производственного процесса, технологической карты и т.п.

Отклонение характеризует выход контролируемого параметра материального (энергетического) потока за допустимые (нормированные) его значения с последующим образованием опасного явления (пожар, обрушение, загазование, взрыв и т.п.).

Причина - происшествие (явление), предопределяющее возникновение отклонений.

Последствие - результат возможных отклонений.

Опасность - неуправляемое движение материального (энергетического) потока, которое может вызвать повреждение, травму и ущерб.

Ключевые слова - простые слова, используемые для организации мышления при выявлении отклонений.

Ключевые слова

НИКАКОЙ, НЕТ или НЕ - полное отрицание идеи. Ни одна часть проектных замыслов не достигает цели, но ничего другого не происходит.

БОЛЕЕ, МЕНЕЕ - количественное увеличение или снижение. Это относится к таким количествам и свойствам, как скорость и температура потока, а также к таким действиям, как нагревание, вступление в реакцию.

ТАК ЖЕ КАК - количественное увеличение. Задачи замысла производственного объекта достигнуты наряду с некоторыми дополнительными действиями.

ЧАСТЬ ЧЕГО-ЛИБО - количественное снижение. Только некоторые замыслы осуществлены, иные не реализованы.

ОБРАТНЫЙ - логическая противоположность замыслу. Это слово применимо к действиям (поток, реакция), к веществам (А вместо Б).

ИНАЧЕ ЧЕМ - полное замещение. Ни одна часть первоначального замысла не реализована. Происходит что-то совершенно непредвиденное.

Пример. Рассмотрим некоторое сооружение, в котором активно перемешиваются два вещества Q (воздух) и J (метан) с получением третьего вещества R (воздуха с содержанием метана в пределах допустимой нормы). Предположим, что технические условия процесса таковы, что объемная концентрация вещества J в исходном продукте R, во избежание взрыва, никогда не должна превышать допустимой величины, например, 1 %. В соответствии с замыслом на установленную интенсивность J проектом предусмотрена соответствующая интенсивность Q.

Замысел, представленный на рис. 8.2. и в виде требования для контроля над процессом, предусматривает поступление в сооружение потока воздуха Q с определенной интенсивностью.

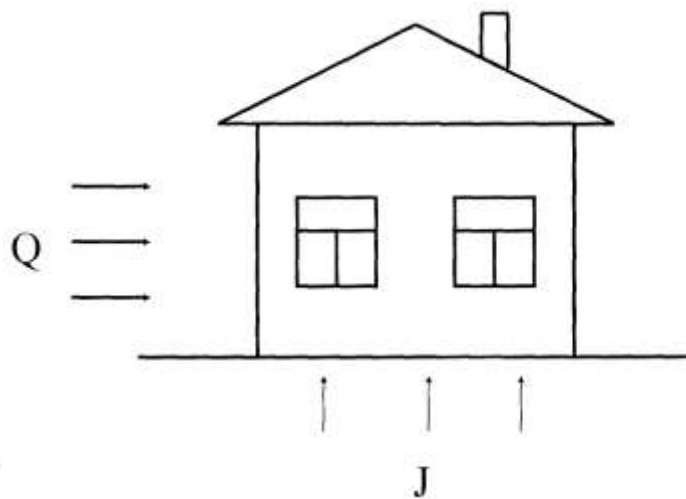


Рис. 8.2. Анализируемое сооружение

Первое отклонение появляется при использовании ключевого слова НЕ, НЕТ применительно к замыслу. Получаем: поток воздуха Q НЕ поступает в сооружение или так - сооружение НЕ проветривается вовсе (таблица 8.2).

Затем приступаем к выявлению причин, которые могли бы полностью прекратить подачу Q. Такими причинами могут быть:

1. Прекратился ветер, и приостановилось естественное проветривание сооружения.

2. Не действует вентилятор принудительной вентиляции сооружения из-за отключения энергии.

3. Появились холода, сквозняки раздражают людей, и они отключили вентилятор.

Некоторые из этих причин вполне возможны и могут вызвать существенные отклонения. Поэтому рассмотрим возможные последствия.

Полное прекращение доступа Q (воздуха) в сооружение скоро приведет к тому, что содержание J (метана) в атмосфере сооружения будет превышать допустимую норму 1 %, что приведет к опасности взрыва.

Выявив, с использованием первого ключевого слова НЕ, опасность в форме возможности возникновения взрыва, приступаем к использованию следующего ключевого слова БОЛЕЕ. Отклонение формулируется так: сооружение проветривается потоком воздуха Q БОЛЬШЕЙ интенсивности, чем предусмотрено проектом. Причинами такого отклонения могут быть: усилившийся ветер, разрушенная герметизация сооружения. Следствия такого отклонения в плане взрывоопасности не представляют реальную угрозу и потому могут и не быть принятыми во внимание для последующего рассмотрения, так как с увеличением интенсивности проветривания концентрация опасного газа только снижается.

Следующее ключевое слово МЕНЕЕ. Отклонение формулируется так: сооружение проветривается потоком воздуха МЕНЬШЕ заданной проектом (замыслом) интенсивности. Причины такого отклонения мало отличаются от причин, вызвавших полное прекращение проветривания сооружения:

1. Ослаб ветер, и ослабло естественное проветривание сооружения.

2. Появились холода, сквозняки раздражают людей, и они частично перекрыли сечение вентиляционной трубы.

Следствия таких происшествий в конечном счете аналогичны тем, которые являются результатом полного прекращения проветривания. Различия только во времени возникновения исходов.

Аналогичным образом используются оставшиеся четыре ключевых слова для выявления отклонений анализируемого потока воздуха.

После проверки потока воздуха он отмечается как прошедший проверку, и приступают к проверке потока газа. И так по всем элементам производственного объекта. Рекомендуемые действия регистрируются.

Значения ключевых слов

Первые два ключевых слова обычно используются в своем прямом значении и дают четкую характеристику отклонения от предписанного технологического режима. Применение остальных четырех слов требует пояснений.

Таблица 8.2

Отчет о результатах исследования интенсивности поступления воздуха в сооружение на поверхности с использованием вентиляционной установки с целью разбавления метана, поступающего из подземных выработок

Ключевое слово	Отклонение от нормального процесса	Возможные причины	Следствия	Необходимые действия
НЕТ, НЕ	Поток воздуха НЕ поступает	1. Отсутствие естественной вентиляции из-за безветренной погоды. 2. Вентилятор не работает: отключена электроэнергия, поломка, отключили работники из-за дискомфорта	Нет поступления свежего воздуха, повышается содержание метана в атмосфере помещения, увеличивается опасность взрыва	Установить автоматизированную систему контроля расхода воздуха
МЕНЬШЕ	Поток воздуха МЕНЬШЕ	Те же причины	То же, только за более длительный период	То же
НИЖЕ	Температура поступающего воздуха НИЖЕ	Холодная погода	Дискомфорт от низкой температуры в помещении, отключение вентилятора работниками, повышение содержания метана в атмосфере помещения, увеличение опасности взрыва	Рассмотреть возможность обогрева помещения
ТАК ЖЕ КАК	Присутствие в потоке воздуха вредных примесей	Поступление с потоком воздуха пыли, угарного газа, метана	Дискомфорт от загрязненной атмосферы помещения, отключение вентилятора, повышение содержания метана в атмосфере помещения, увеличение опасности взрыва	Устранить источник поступления вредных примесей
ЧАСТЬ ЧЕГО-ЛИБО	Только ЧАСТЬ поступающего воздуха участвует в разбавлении метана	Поток воздуха полностью не попадает в помещение из-за захламленности	Нет поступления свежего воздуха, повышается содержание метана в атмосфере помещения, увеличивается опасность взрыва	Освободить помещение от громоздких и ненужных предметов
ОБРАТНЫЙ	Поток воздуха ОБРАТНЫЙ, из помещения	Вентилятор работает в реверсивном режиме	Нет поступления свежего воздуха во все части сооружения, повышается содержание метана в атмосфере помещения, увеличивается опасность взрыва	Установить правильный режим работы вентилятора
ИНАЧЕ ЧЕМ	Поток воздуха не поступает в помещение, попадает в другое	Неправильное расположение вентилятора в помещении	Нет поступления свежего воздуха во все части сооружения, повышается содержание метана в атмосфере помещения, увеличивается опасность взрыва	Установить вентилятор в нужном месте, создать разводку вентиляционных труб

Следующие за двумя первыми два отклонения качественного характера. При этом проектный замысел производственного объекта полностью сохраняется.

Отклонение с применением ключевого слова **ТАК ЖЕ КАК** может быть представлено следующим образом: **ТАК ЖЕ, КАК** поток воздуха Q . Это может означать:

- поступление в сооружение какого-либо компонента в дополнение к Q , то есть поступление вместе с потоком воздуха, например, пыли, дыма, холода, повышенной влажности и т.п., что, в свою очередь, может, например, создать дискомфорт и побудить людей прекратить нормальное проветривание своего помещения;

- поступление в сооружение метана, содержащегося в потоке Q , что вполне возможно в рассматриваемом примере.

Отклонение с применением ключевого слова **ЧАСТЬ ЧЕГО-ЛИБО** применительно к данному примеру может быть представлено так: только **ЧАСТЬ** потока Q участвует в формировании продукта R , то есть только **ЧАСТЬ** воздуха, поступающего в сооружение, участвует в разбавлении метана.

Следующие два отклонения также качественного характера, но проектный замысел при этом не сохраняется.

Отклонение с применением ключевого слова **ОБРАТНЫЙ** противоречит замыслу проекта и в данном примере может быть представлено так: поток Q принял обратное направление.

Такое возможно, например, если реверсировать вентилятор, используемый для проветривания сооружения. Значимость последствий такого явления нужно оценивать исходя из конкретного. Возможно, это и не приведет к какой-либо опасности, однако в рассматриваемом примере это может привести к нарушению схемы проветривания и снижению интенсивности поступления воздуха в помещение, куда поступает метан.

Отклонение с применением ключевого слова **ИНАЧЕ ЧЕМ** приводит к изучению возможности полной замены проектного замысла. Применительно к рассматриваемому примеру это могло бы означать следующее: поток Q поступает в **ДРУГОЕ** помещение, а не в то, куда поступает J , то есть проветривается совершенно иное помещение.

Ключевые слова в виде набора стандартных терминов могут использоваться при анализе проектных замыслов для выявления возможных значимых отклонений. Их конкретное выражение и даже необходимость в модификациях возникает в зависимости от конкретных производственных объектов и производственных процессов, к которым они применяются.

Когда ключевые слова применяются для обозначения таких видов деятельности, как **РЕАГИРОВАТЬ** И **ПЕРЕМЕЩАТЬ**, обычно можно пользоваться всеми ключевыми словами и четко формулировать отклонения от запланированного режима. Иногда даже с помощью одного ключевого слова можно выявить несколько возможных отклонений.

Все ключевые слова, возможно за исключением слова ОБРАТНЫЙ, могут применяться и к веществам. Применительно к ним также можно сформулировать два или несколько отклонений. Например, БОЛЬШЕ воздуха может означать:

- увеличение количества воздуха (расхода);
- повышение скорости его потока;
- повышение скоростного напора (давления).

В отдельных производственных объектах возможности отклонений могут быть весьма ограничены. Единственными возможными могут стать отклонения, выявленные с помощью ключевых слов БОЛЕЕ или МЕНЕЕ.

Ключевые слова БОЛЕЕ и МЕНЕЕ в зависимости от предмета исследования могут быть заменены словами ВЫШЕ и НИЖЕ, а слова ИНАЧЕ (ПОДРУГОМУ) заменены словами СКОРЕЕ или ПОЗЖЕ.

При комплексном обследовании производственного объекта, характеризующегося наличием нескольких контролируемых параметров (скорость, состав, влажность, температура и т.п.), рекомендуется применение всей последовательности ключевых слов отдельно к каждому параметру вместо применения каждого ключевого слова ко всему составу контролируемых параметров.

Порядок экспертизы

Анализ работоспособности и безопасности любого производственного объекта может быть обусловлен необходимостью решения различных задач в процессе его проектирования, эксплуатации и даже ликвидации, таких как:

- проверка работоспособности и безопасности объекта;
- выбор места возведения производственного объекта;
- приобретение оборудования;
- проверка или составление инструкций по эксплуатации объекта.

Анализ производственного объекта может проводиться с целью выявления возможной опасности:

- для работающих на предприятии;
- предприятия и оборудования;
- выпускаемой продукции;
- населения;
- окружающей среды.

Задачи и цели анализа устанавливает лицо, ответственное за анализируемый проект, или руководитель предприятия.

Состав группы

Анализ опасности производственных объектов рационально проводить группой специалистов. Так как работоспособность и безопасность производственных объектов во многом определяется обслуживающим персоналом, то было бы ошибочно состав группы ограничивать только техническими специалистами.

Поэтому в состав группы желательно включать руководителей производства с опытом работы с обслуживающим персоналом, в обязанность которых входило бы оценивать социальную приемлемость тех или иных технических и организационных решений.

Группа не должна быть большой, не более 3-5 человек. Желательно, чтобы в состав группы входили лица, в обязанность которых входила бы в последующем реализация разработанных и принятых к исполнению решений. Работа группы должна организовываться руководителем группы. Желательно, чтобы руководителем группы было лицо, ответственное за исполнение принятых решений. Кроме руководителя группы, желательно предусмотреть компетентного специалиста в качестве секретаря группы, что позволит облегчить организацию работы группы.

Анализ в конечном счете предполагает разработку конструктивных решений по обеспечению работоспособности и безопасности анализируемого производственного объекта. Поэтому необходимо, чтобы члены исследовательской группы были заинтересованы в результатах своей работы.

Подготовительная работа

Исследовательской работе должна предшествовать подготовительная работа по подготовке и представлению исходных данных. Таковыми являются различные чертежи и схемы расстановки оборудования, планы развития работ, паспорта, инструкции и т.п., то есть вся имеющаяся и предусмотренная организационно-техническая документация анализируемого объекта. Причем эта документация должна быть проверена с целью выявления в них неточностей и противоречий.

Проведение экспертизы

Для эффективного применения изложенных выше принципов экспертизы необходимо следовать определенным рекомендациям, содержание которых сводится к следующему:

- для организации содержательной дискуссии руководитель группы должен иметь заранее разработанный план;
- нельзя приступать к рассмотрению возможных отклонений до тех пор, пока не будет получено ясное представление о функционировании анализируемого объекта в целом и его частей.

Исследование должно начинаться с организации обсуждения внутри рабочей группы с таких вопросов, как: может ли поток остановиться? или означает ли что-нибудь эта остановка?

Должны задаваться вопросы только экспертного характера. Ответы должны быть технического и организационного содержания, грамотными, с использованием всех творческих возможностей эксперта для мысленного представления всех возможных отклонений от заданного технологического процесса и возникающих при этом опасностей.

Выявленные причины часто сами подсказывают решения. Если решения просты и имеют локальный характер, то они должны приниматься сразу. Если рассматриваются непрерывные потоки, для которых характерна взаимосвязанность и взаимозависимость, то могут возникать противоречивые решения. Чтобы этого не случилось, необходимо по ним окончательные решения принимать с учетом такой взаимосвязанности.

Завершающий этап

Работа должна завершаться принятием решений технического и организационного плана. Вместе с тем работа может завершиться лишь постановкой ряда вопросов, ответы на которые могут быть получены позже.

При обнаружении опасности необходимо как можно быстрее принять эффективные меры по обеспечению безопасности объекта. В большинстве случаев такие меры известны. В некоторых случаях, когда существуют альтернативные меры, возникает задача выбора из них наиболее предпочтительных.

Существует четыре вида действий по устранению опасностей:

- изменения в производственном процессе;
- изменение условий процесса;
- изменения в конструкции объекта;
- изменения режима работы объекта.

Очень важно рассмотреть широкий диапазон возможных действий (мер), имея в виду, что каждую опасность можно устранить простым изменением конструкции объекта.

Действия различаются на две категории:

- по устранению причин опасности;
- по ликвидации последствий.

В случае невозможности устранения опасности, необходимо рассмотреть предложения по защите работников и имущества при аварии.

Анализ опасности следует рассматривать как метод обоснования действий, предусматривающий рассмотрение ряда возможностей по предотвращению опасности.

После внесения ряда изменений (мероприятий) по совершенствованию анализируемого производственного объекта необходимо повторно проверить объект для того, чтобы удостовериться, что эти изменения не вызвали новые опасности.

Регистрация результатов анализа

Результаты анализа должны регистрироваться в специальном файле, который должен храниться на предприятии (производственном объекте) и служить источником информации для обслуживающего персонала при проведении последующих анализов производственного объекта.

Выводы. Метод поверочного листа необходим, но недостаточен тем, что не учитывает влияние взаимодействия элементов на надежность производственной системы.

Метод ключевых слов дополняет метод поверочного листа тем, что выявляет влияние взаимодействия частей на надежность системы в целом.

Вместе с тем ни тот, ни другой метод не позволяют оценивать работоспособность и опасность производственной системы количественно.

9. Анализ работоспособности и опасности производственного объекта с использованием графоаналитического метода

9.1. Сетевое представление процессов формирования и предотвращения опасности

Причинно-следственные связи достаточно сложных процессов формирования любого вида опасности наиболее полно и наглядно отражаются в сетевом их представлении.

Для обеспечения машинного моделирования процессов формирования и предотвращения опасных проявлений в качестве элементов сети достаточно принять:

- дуги, характеризующие опасные состояния производственного объекта, например, загазование, воспламенение и т.п.;
- узлы, характеризующие переход производственного объекта из одного состояния (загазование) в другое (воспламенение).

К каждой дуге, характеризующей соответствующий этап развития производственной опасности объекта, можно привести его числовые показатели: интенсивность и тяжесть опасного явления (загазования, воспламенения).

Узлы, изображая начальный и конечный моменты каждого из возможных опасных состояний производственного объекта, одновременно являются логическими операторами защиты, отражающими различные системы предотвращения опасных состояний производственного объекта, например, это газовая защита, защита от короткого замыкания и т.п. Поэтому узлы как операторы по меньшей мере имеют два исхода: благоприятный и неблагоприятный. Благоприятный исход наблюдается при эффективной работе защиты. Неблагоприятный исход - если защита не сработает или отсутствует, процесс развивается в другое, более опасное состояние.

К каждому узлу, характеризующему оператор защиты, приводятся количественные показатели исходов (рис. 9.1):

вероятность неблагоприятного опасного исхода

$$q_1 = \frac{\lambda_{1-0}}{\lambda_{2-1}}; \quad (9.1)$$

вероятность благоприятного исхода

$$p_1 = 1 - q_1, \quad (9.2)$$

где λ_{1-0} , λ_{2-1} - интенсивности опасных явлений 1-0 и 2-1, 1/год, 1/час.

Свойства этой матрицы:

- все элементы матрицы по диагонали равны единице;
- все элементы матрицы в правую сторону от диагонали отсутствуют, не имеют коэффициентов связанности, так как связанность обнаруживается только в одном направлении;
- все остальные элементы матрицы меньше единицы и численно равны произведению значений всех элементов матрицы, расположенных по диагонали второго ряда от центральной.

Из анализа иерархической структуры процессов формирования производственных ситуаций (рис. 9.2) и свойств матрицы коэффициентов их связанности выявляется следующая закономерность: с увеличением числа иерархических уровней процесса развития и предотвращения производственной опасности, то есть с ростом числа ступеней защит, взаимосвязанность опасных ситуаций ослабевает по следующей зависимости:

$$q_{(i-n)} = \prod_{i=1}^n q_i, \quad (9.3)$$

где $q_{(i-n)}$ - коэффициент взаимосвязанности краевых опасных проявлений, разделенных n линиями защиты.

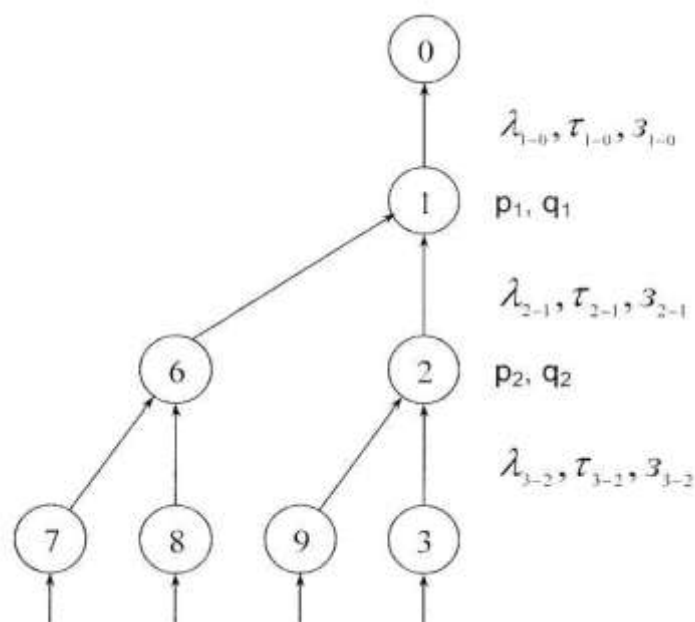


Рис. 9.2. Агрегирование показателей опасности производственного объекта

Вероятность благоприятного исхода любой опасной ситуации, обеспеченной n линиями защиты, определяется по формуле:

$$p_{(i-n)} = 1 - q_{(i-n)}. \quad (9.4)$$

Иерархическое представление процесса развития и предотвращения производственной опасности вносит свои особенности в расчет социального и экономического эффектов мероприятий по предотвращению (снижению интенсивности) того или иного вида проявления опасности на рассматриваемом производственном объекте.

Повышение эффективности любой линии защиты на величину Δp автоматически приводит к равнопропорциональному снижению:

интенсивности всех последующих опасных проявлений

$$\Delta \lambda_i = \Delta p \cdot \lambda_i ; \quad (9.5)$$

общей суммы аварийных затрат за период

$$\Delta Z_{ai}(T) = \Delta p \cdot Z_{ai}(T) ; \quad (9.6)$$

аварийных потерь рабочего времени за период

$$\Delta T_{ai} = \Delta p \cdot T_{ai} . \quad (9.7)$$

Опасные ситуации, отличающиеся последствием, характеризуются обусловленными ими аварийными затратами производственных ресурсов и аварийными перерывами производственного процесса, определяемыми по формулам, вывод которых очевиден из таблицы 9.1 и рис. 9.3.

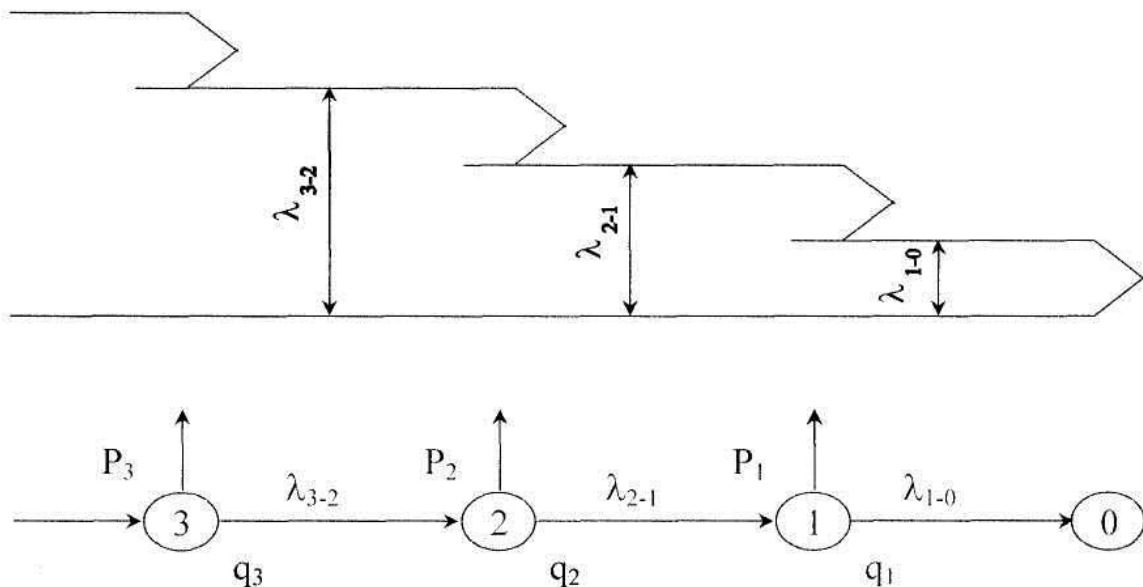


Рис. 9.3. Схема развития и гашения опасных проявлений

$$Z_a(T) = T \left(Z_0 \cdot \lambda_0 + \sum_{i=1}^n Z_{(i+1)-i} \cdot \lambda_{(i+1)-i} \cdot P_i \right), \quad (9.8)$$

где Z_0 - показатель интенсивности и тяжести конечного опасного события, 1/год, час/руб.;

n - число линий защит, предотвращающих конечное опасное событие.

Таким образом, сформировался расчетный аппарат оценки опасных проявлений производственных объектов с учетом их последствий и эффективности многоуровневых систем защит.

9.2. Составление «дерева событий»

Сетевые графы процессов формирования и предотвращения различных видов опасностей в различных местах анализируемого объекта составляются по типовым схемам, заведомо разработанным для подобных объектов, путем исключения из типовой схемы тех элементов сетевой модели, которые отсутствуют в анализируемом случае или влияние которых столь незначительно, что ими можно пренебречь.

К каждому элементу сетевой модели формирования и предотвращения опасности, выраженному в форме дуги или узла, приводится количественное выражение соответственно интенсивности и тяжести опасных проявлений анализируемого объекта и эффективности средств и способов защиты объекта от опасных состояний в форме вероятности благоприятного или неблагоприятного исхода. Эти сведения представляются в форме таблицы.

Для определения опасности производственного объекта минимальным и достаточным объемом исходной информации по представленному графу сетевой модели являются сведения об интенсивностях и тяжестих всех начальных форм проявлений опасностей этого объекта и сведения об эффективностих всех средств и способов защиты объекта на всех уровнях защиты. Сведения об интенсивностях проявления всех последующих форм проявления опасности производственного объекта возможно установить в процессе моделирования агрегированного, обобщающего показателя опасности.

Отсюда следует, что начальные формы проявления опасностей, как наиболее часто проявляемые, устанавливаются из опыта с использованием статистической или экспертной оценки, а все последующие маловероятные опасные события оцениваются в процессе их моделирования по представленной графоаналитической схеме.

9.3. Определение социального эффекта

Социальный эффект организационно-технических мероприятий по снижению производственной опасности измеряется показателями, характеризующими абсолютное или относительное снижение производственной опасности, абсолютное или относительное повышение эффективности систем предотвращения производственной опасности (опасных ситуаций).

Повышение вероятности предотвращения производственной опасности (опасной производственной ситуации) определяется по формуле:

$$\Delta H(T) = H(T_n) - H(T_o), \quad (9.9)$$

где $\dot{I}(\dot{O}_i)$, $\dot{I}(\dot{O}_a)$ - эффективность систем предотвращения отдельных опасных ситуаций систем нового и базового организационно-технического уровня в новом и базовом периодах оценки, измеряется вероятностью предотвращения опасной ситуации.

Снижение интенсивности аварий (опасных ситуаций), производственных травм и профессиональных заболеваний

$$\Delta \lambda_{ij}(T_i) = \lambda_{ij}(T_a) - \lambda_{ij}(T_i), \quad (9.10)$$

где $\lambda_{ij}(T_i)$, $\lambda_{ij}(T_a)$ - интенсивность i-го вида проявлений производственной опасности j-й тяжести в системе нового и базового организационно-технического уровня в новом и базовом периодах оценки, 1/час, 1/сут, 1/лет.

Снижение продолжительности проявления производственной опасности и восстановления производственной системы

$$\Delta \tau_{ij}(T_i) = \tau_{ij}(T_a) - \tau_{ij}(T_i), \quad (9.11)$$

где $\tau_{ij}(T_i)$, $\tau_{ij}(T_a)$ - продолжительность снижения уровня функционирования производственной системы нового и базового организационно-технического уровня в новом и базовом периодах оценки при i-м проявлении производственной опасности j-й тяжести, час, сут.

Увеличение уровня функционирования производственной системы во время проявлений производственной опасности и восстановления системы

$$\Delta v_{aij}(T_i) = v_{aij}(T_i) - v_{aij}(\dot{O}_a), \quad (9.12)$$

где $v_{aij}(T_i)$, $v_{aij}(\dot{O}_a)$ - уровень функционирования производственной системы нового и базового организационно-технического уровня в новом и базовом пе-

риодах оценки во время i -го проявления производственной опасности j -й тяжести и восстановления системы, измеряется долями единицы от 0 до 1,0.

Снижение затрат производственных ресурсов из-за аварий (опасных проявлений), травм, заболеваний

$$\Delta S_{aij}(T_i) = S_{aij}(T_a) - S_{aij}(T_i), \quad (9.13)$$

где $S_{aij}(T_i)$, $S_{aij}(T_a)$ - дополнительные затраты производственных ресурсов в системах нового и базового организационно-технического уровня в новом и базовом периодах оценки при i -х проявлениях производственной опасности j -й тяжести, руб.

Улучшение показателей, например, производственной среды выражают: температуры - $\Delta t^0(T_n)$, скорости движения - $\Delta V(\dot{O}_i)$ и влажности - $\Delta W(\dot{O}_i)$ шахтного воздуха, продолжительности нахождения людей в неблагоприятной среде - $\Delta t^0(\dot{O}_i)$ и т.п.

Приведенные виды показателей производственной опасности и социальной эффективности не исчерпывают всего многообразия известных показателей, но являются достаточными для отражения экономической эффективности мероприятий по улучшению безопасных условий труда.

Любое организационно-техническое мероприятие по снижению производственной опасности, как правило, ориентировано на повышение эффективности системы предотвращения того или иного вида проявления производственной опасности. Социальный эффект от повышения эффективности систем предотвращения производственной опасности выражается в снижении интенсивности и тяжести непосредственно предотвращаемых этими системами защиты проявлений производственной опасности и всех последующих явлений большего уровня опасности.

Определение социального эффекта от повышения эффективности любой системы предотвращения n -го и всех последующих видов проявлений производственной опасности выполняется с использованием расчетных формул:

$$\Delta \lambda_i(T_i) = P_{n+1}(T_i) \cdot \lambda_i(T_a), \quad (9.14)$$

$$\Delta T_a(T_n) = \Delta P_{n+1}(T_n) \cdot T_n \left(\tau_0(T_{\bar{o}}) \cdot \lambda_0(T_{\bar{o}}) + \sum_{i=2} \tau_i(T_{\bar{o}}) \cdot (\lambda_i(T_{\bar{o}}) - \lambda_{i-2}(T_{\bar{o}})) \right), \quad (9.15)$$

$$\Delta S_a(T_n) = \Delta P_{n+1}(T_n) \cdot T_n \left(S_0(T_{\bar{o}}) \cdot \lambda_0(T_{\bar{o}}) + \sum_{i=2}^{n/2} S_i(T_{\bar{o}}) \cdot (\lambda_i(T_{\bar{o}}) - \lambda_{i-2}(T_{\bar{o}})) \right), \quad (9.16)$$

где i - порядковый номер проявления производственной опасности, принимается 0, 2, 4, ..., n ;

$n+1$ - порядковый номер совершенствуемой рассматриваемым мероприятием линии защиты;

$\Delta\lambda_i(T_i)$ - снижение интенсивности i -го проявления производственной опасности, 1/час, 1/сут;

P_{n+1} - повышение эффективности $(n+1)$ -й линии защиты;

$\lambda_i(T_a)$, $\lambda_{i-2}(T_a)$ - интенсивности i -го и $(i-2)$ -го проявления производственной опасности в базовом периоде оценки T_a , 1/час, 1/сут;

T_n - продолжительность нового периода оценки в нормальных безаварийных условиях работы производственного объекта, час, сут;

$\Delta T_a(T_n)$ - снижение продолжительности аварийного простоя производственного объекта и аварийных затрат в новом периоде оценки, обусловленное повышением эффективности $(n+1)$ -й линии защиты, час, сут;

$\lambda_0(T_o)$, $\tau_0(T_o)$, $S_o(T_o)$ - показатели эффективности опасных проявлений с поражением людей и связанные с ними продолжительностью аварийного простоя аварийные затраты, 1/час, 1/сут, час, сут, руб.

При расчете указанных показателей социального эффекта в качестве $\lambda_i(T_a)$, $\lambda_{i-2}(T_a)$, $\lambda_0(T_o)$ принимаются такие значения интенсивности опасных проявлений i -го, $(i-2)$ -го и 0-го уровня опасности, которые обусловлены возникновением n -го опасного явления и которые рассчитываются по формуле:

$$\lambda_i(T) = \lambda_n(T) \cdot \prod_{j=i+1}^{\frac{n+i}{2}} q_j, \quad (9.17)$$

где $\lambda_n(T)$ - интенсивность n -го опасного явления, обусловившего появление последующих, 1/час, 1/сут;

q_j - неэффективность очередной линии защиты, коэффициент связанности последующих смежных опасных проявлений.

Для обеспечения сопоставимости показателей социального эффекта мероприятий по снижению опасности их оценка сводится к интервалу одного года, к одинаковым границам производственного объекта.

База сравнения формируется из объекта предшествующего организационно-технического уровня и предшествующего периода оценки этого объекта. Базовый объект устанавливается исходя из общих к нему требований.

В отдельных случаях, когда разработка и внедрение организационно-технических мероприятий вызвана ухудшением природных и технических условий, приводящих к увеличению интенсивности и тяжести опасных явлений, в качестве базы сравнения принимаются такие значения интенсивности и тяжести опасных явлений, которые получаются при работе производственного объекта предшествующего организационно-технического уровня в новых, более тяжелых природных условиях.

Для оценки фактического или прогнозирования ожидаемого значения опасности в форме опасных проявлений, включая производственные травмы и

профессиональные заболевания, в зависимости от производственных условий накапливается достаточная статистика, как о проявлениях производственной опасности, так и об условиях их возникновения по каждому производственному объекту. Затем с использованием известных программ статистического анализа выявляются зависимости интенсивности и тяжести опасных проявлений на анализируемых объектах от выявленной группы определяющих факторов.

Выводы. Представленные методы анализа работоспособности и опасности производственных объектов входят в Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов (РД 03-418-01. Утв. Росгортехнадзором России 10.07.01) [18]. Они могут использоваться при разработке декларации и при экспертизе промышленной безопасности производственных объектов.

Часть 5. ОБОСНОВАНИЕ РЕШЕНИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Разработка рекомендаций по снижению риска аварий и производственных травм - заключительный этап анализа и управления риском. Рекомендации могут признать существующий риск приемлемым или указать меры по уменьшению риска.

Меры по уменьшению риска могут иметь технический или организационный характер. В выборе типа меры решающее значение должна иметь общая (социальная и экономическая) оценка действенности мер. Это означает, что в выборе мер не должно априори отдаваться предпочтение усилиям по уменьшению вероятности возникновения опасности над мерами по уменьшению последствий этой опасности или наоборот.

Удовлетворительно выполненная оценка опасности позволяет не только выявить места и условия, позволяющие устанавливать, где и когда не обеспечивается приемлемый уровень опасности, но и указать причины этого. Это важно тем, что удовлетворительно выявленные причины уже сами по себе являются хорошей подсказкой для разработки эффективных средств и способов снижения опасности производственного объекта до приемлемого уровня.

Основной целью оценки работоспособности и безопасности проектных решений является рациональная организация предпринимаемых усилий по обеспечению безопасности труда до приемлемого уровня. Во-первых, вполне очевидно, что любые мероприятия по снижению опасности разумно проводить там, где такая опасность выше приемлемого уровня. Такая определенность возникает на этапе оценки опасности производственных объектов. Вместе с тем снижение опасности производственного объекта до приемлемого уровня может проводиться различными средствами и способами, как правило не равноценными в социальном и экономическом отношении. Последнее обстоятельство делает необходимым по любому предлагаемому варианту средств и способов снижения опасности производственных объектов проводить по специальным методикам оценку его социальной и экономической эффективности. Только тогда становится возможным определить, какому варианту средств и способов обеспечения приемлемого уровня опасности производственного объекта следует отдать предпочтение, то есть тому варианту, который решает эту задачу с наибольшей приемлемостью социальной и экономической эффективности.

10. Обоснование решений по охране труда и промышленной безопасности

10.1. Алгоритм анализа и управления риском аварий и производственных травм в процессе проектирования

Для потенциально опасных объектов обеспечение безопасности должно проводиться с начальных этапов проектирования, а в проектных решениях должны быть предусмотрены аварийная диагностика и мониторинг.

Надо признать, что анализ безопасности сегодня представляется возможным и необходим только производственных объектов, находящихся на стадии их эксплуатации, хотя это надо делать начиная с начальных этапов их проектирования и создания.

«Если учесть все возрастающие потери от крупных аварий и катастроф, то можно увидеть, что фактически в отечественной и международной практике отсутствуют как общепринятые методы анализа, расчетов и моделирования тяжелых аварий и катастроф, так и нормативная количественная база для обеспечения безопасности при комбинированных воздействиях поражающих факторов. Это обстоятельство можно объяснить тем, что в целом усложнение создаваемых технических объектов и условий их работы шло существенно быстрее, чем исследование и нормирование их работоспособности» [9].

Действительно, сложившаяся практика проектирования во всех отраслях промышленного производства, в том числе и горного, в решении задач обеспечения задач надежности и безопасности производственных объектов и систем ограничивается обеспечением требований нормативных документов. И это в то время, когда для современных сложных производственных систем стал не только необходимым, но и неотложным анализ и управление риском аварий и производственных травм как в процессе их эксплуатации, так и в процессе их проектирования. Сегодня назрела такая ситуация, когда надо обновлять саму технологию проектирования опасных производственных объектов, вводя дополнительные операции, связанные с обеспечением их надежности и безопасности.

Таким образом, назрела задача методического обеспечения для решения задач надежности, безопасности, а следовательно, и экономической эффективности на всех этапах проектирования производственного объекта. В основу такого методического обеспечения должно лечь следующее методологическое (концептуальное) положение: **безопасность и экономическая эффективность производства - категории одного порядка сложности. Отсюда следует, что на всех этапах проектирования производственной системы уровень сложности решаемых задач безопасности труда должен соответствовать уровню сложности решаемых задач экономической эффективности.** Так, на этапе разработки технического задания определяются цели и задачи проектирования, а также рубежи, которые могут быть достигнуты в деле обеспечения безопасности

и эффективности производства, то есть приемлемый уровень безопасности и приемлемый уровень экономической эффективности производства.

Предэскизный проект определяет основное содержание и основные показатели производственной системы. Эскизный проект определяет технологию производства и возможные его риски. На уровне разработки предэскизного проекта должен быть проведен анализ надежности, безопасности и эффективности производственной системы и предусмотрены адекватные меры по обеспечению нормированных ее показателей, то есть приемлемых для нее уровней безопасности и экономической эффективности.

Рабочий проект от предэскизного отличается «детализировкой», то есть обоснованием элементов системы, разработкой рабочих чертежей, а в плане обеспечения надежности и безопасности системы - обеспечением исполнения нормированных требований к надежности и безопасности отдельных объектов системы (машинам, механизмам, оборудованию, сооружениям и т.п.).

Алгоритм анализа и управления риском аварий и производственных травм в процессе проектирования показан на рис. 10.1.

Отсюда возникают задачи методического обеспечения анализа и управления риском аварий и производственных травм на всех этапах проектирования производственной системы, а именно:

- обоснование приемлемого уровня опасности и экономической эффективности производственной системы на этапе разработки технического задания;
- организационно-техническое обеспечение приемлемого уровня опасности и экономической эффективности производственной системы на этапе разработки предэскизного проекта;
- организационно-техническое обеспечение нормативных требований надежности и безопасности элементов (машин, механизмов, оборудования, сооружений) производственной системы.

Если следовать положению, что на каждом этапе проектирования производственной системы уровень сложности решаемых задач по обеспечению безопасности должен соответствовать уровню сложности задач по обеспечению эффективности производства, то на этапе разработки технического задания обоснование приемлемого уровня безопасности производственной системы должно будет осуществляться подобно обоснованию ее эффективности.

Метод обоснования приемлемого уровня эффективности известен. Он сводится к выбору базы сравнения. Известно также, что на этапе разработки технического задания в качестве базы сравнения для любого объекта (системы) берутся лучшие образцы подобных объектов на мировом уровне, а в качестве приемлемого уровня эффективности проектируемого объекта (системы) принимается показатель не ниже эффективности лучшего на мировом уровне базового образца. Подобно этому приемлемый уровень безопасности проектируемого объекта может и должен быть не ниже уровня безопасности лучшего на мировом уровне образца подобного объекта (системы).

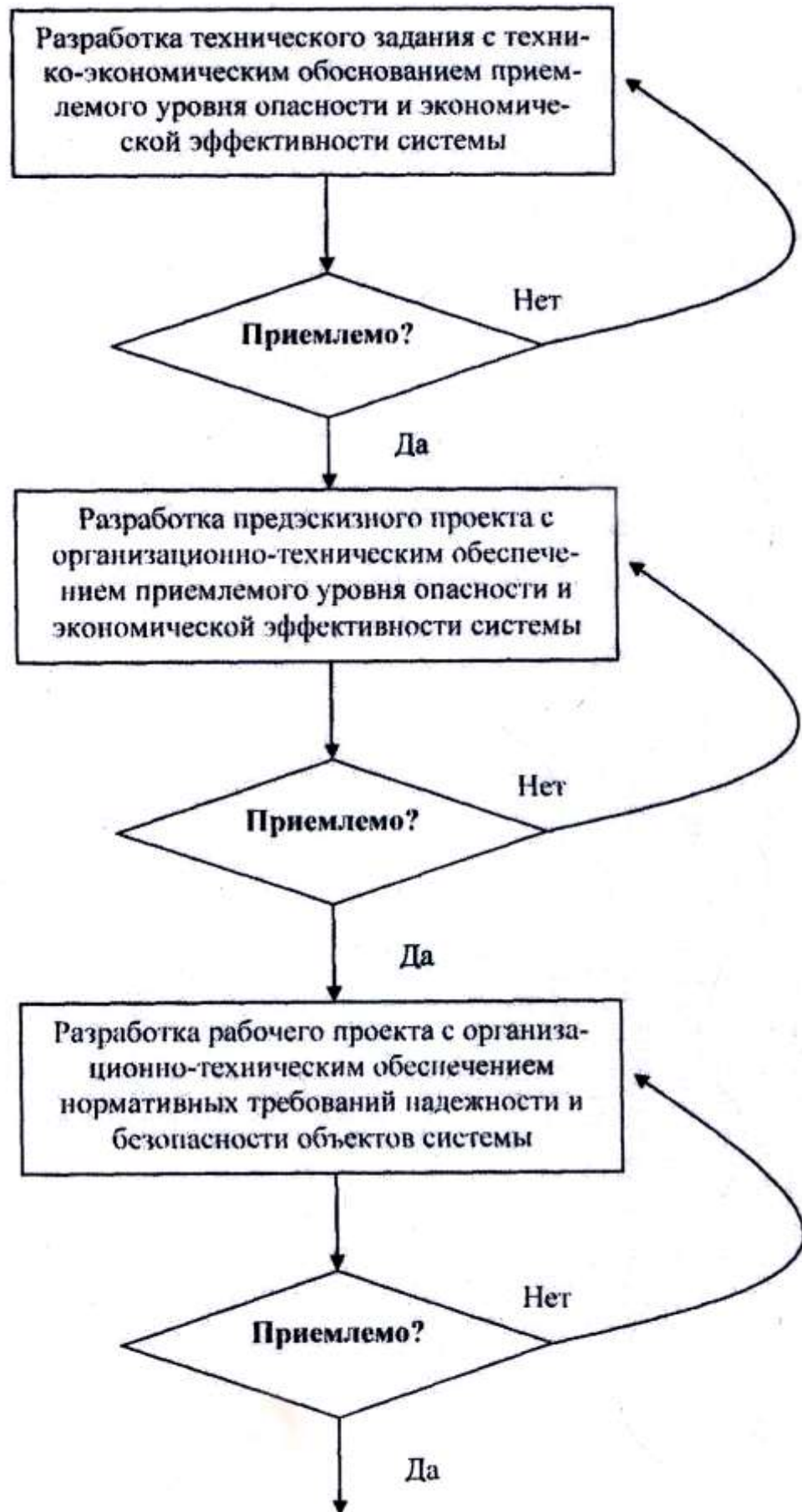


Рис. 10.1. Алгоритм анализа и управления риском аварий и производственных травм в процессе проектирования

Теперь следует рассмотреть вопрос об обеспечении приемлемого уровня и безопасности и эффективности проектируемого объекта (системы). Этот вопрос необходим в целом для объекта предэскизного проектирования, то есть когда формируются и воплощаются основные идеи проекта, как в части обеспечения эффективности, так и безопасности. Именно здесь, на этом этапе ведется глубокий системный анализ и управление риском безопасности и эффективности проектируемого объекта как системы в целом. Именно на этом этапе ведется выявление возможных опасностей с использованием различных методов моделирования и прогнозирования ситуаций и принятия упреждающих решений по их предотвращению.

На этапе разработки рабочего проекта происходит закрепление всего того, что было достигнуто на этапе предэскизного проекта. Достигается это обеспечением надежности и безопасности составляющих частей (элементов) проектируемого объекта (системы) путем исполнения нормированных к ним требований по надежности и безопасности.

В настоящем изложении дается описание процедуры анализа опасности и работоспособности производственного объекта с использованием различных методов, пригодных для оценки работоспособности и опасности производственного объекта на стадии его проектирования.

10.2. Обоснование решений

Выбор критерия оценки

Чтобы принимать решения по разработке или использованию техники и технологии горного производства, включая и технику безопасности, необходимо пользоваться критериями.

С позиции рациональности по альтернативным решениям по снижению производственного травматизма заведомо трудно или практически невозможно делать какие-либо утверждения об их предпочтительности. В равной мере заведомо невозможно делать какие-либо утверждения о первоочередности мер по снижению вероятности возникновения опасного происшествия или по снижению их последствий. Любые утверждения о предпочтительности сравниваемых мероприятий по снижению риска возникновения опасных происшествий и по снижению их последствий можно делать только после оценки их социальной и экономической эффективности, социальной приемлемости, технической осуществимости и финансовой обеспеченности. Это и есть критерии оценки рациональности мероприятий по снижению производственного травматизма.

Выбор базы сравнения

Любая оценка предполагает сравнение. В выборе базы сравнения необходимо исходить из следующих положений.

1. В границах отдельного угольного предприятия любой производственный объект совместно с его природной, техногенной и социальной средами является уникальным, неповторимым, и практически не приходится рассчитывать на то, что существует другой подобный объект, функционирующий в подобных условиях, то есть в подобных природной, техногенной и социальной средах.

2. На промышленных предприятиях из-за отсутствия достаточного подобия производственных объектов даже одного вида (систем «работник - производственный объект - производственная среда»), работающих в подобных производственных условиях, нельзя оценивать результаты их деятельности путем сравнения показателей их надежности, безопасности и даже экономической эффективности.

3. Результат деятельности любого уникального в своем роде производственного объекта (системы «работник - производственный объект - производственная среда») необходимо оценивать путем сравнения показателей надежности, безопасности и эффективности этого же объекта за анализируемый и аналогичный прошлый (базовый) периоды, то есть путем выявления уровня и динамики указанных показателей этого же объекта.

4. Для такой сравнительной оценки надежности, безопасности и эффективности производственного объекта с самим собой за анализируемый и предшествующие периоды часто достаточно пользоваться абсолютными значениями проявлений ненадежности и опасности производственного объекта. Однако если за сравниваемые периоды времени в производственной системе произошли какие-либо изменения в режиме работы, то показатели надежности и безопасности производственного объекта необходимо оценивать относительно проработанного времени в человеко-часах.

Обоснование приемлемого риска

В мировой практике наблюдаются три подхода к обеспечению безопасности труда. В Германии используется детерминистический подход, который подразумевает возможность создания безопасных технологий с практически нулевым риском. В США, Голландии и Великобритании в 1980-е годы утвердился концептуальный подход «ненулевого риска». Такой подход предполагает невозможным достижение абсолютной безопасности и ориентирует на установление экономически обоснованного риска. В Японии придерживаются принципа «ненулевого риска» в сочетании с элементами детерминизма [7].

В настоящее время принцип «ненулевого риска» получает все большее признание и в отечественной практике как среди ученых, так и среди специалистов и как бы противопоставляется пропагандировавшемуся в недалеком прошлом принципу «нулевого риска», когда утверждали, что «аварий не должно быть», что «безопасность - прежде всего». По нашему мнению, **не следует абсолютизировать ни то, ни другое, каждому из этих принципов должно быть свое место.**

Действительно, аварийность и травматизм на производстве является объективной реальностью, и абсолютная безопасность современных производственных процессов не может быть обеспечена в принципе. Поэтому существует необходимость в оптимизации всех аспектов производства, в том числе и обеспечения безопасности труда. Решение этой задачи становится возможным только при условии, если заведомо будет установлен приемлемый уровень риска аварий или травматизма.

В установлении приемлемого уровня опасности нередко используется известный принцип **практически достижимого уровня безопасности.** В отече-

ственной практике этот принцип использовался, например, в установлении практически достижимого уровня снижения запыленности горных выработок. При этом важно, чтоб приемлемый, то есть практически достижимый, уровень не был чрезмерно затратным. Таким образом, приемлемый уровень безопасности должен быть **разумно достижимым уровнем безопасности**.

В самом первом приближении общественно приемлемый уровень риска любого производственного объекта, в том числе и объектов угольной шахты, и самой шахты, в целом определяется общепринятыми требованиями и нормами, декларированными законодательными актами и нормативными документами по охране труда и промышленной безопасности. Уровни приемлемого риска могут задаваться нормативно-правовыми документами или определяться на этапе планирования риск-анализа или в процессе риск-анализа.

Основой для определения приемлемой степени риска в общем случае должны служить:

- законодательство по промышленной безопасности и по охране труда;
- правила и нормы безопасности в анализируемой области;
- опыт практической деятельности (сведения об опасных происшествиях и их последствиях).

Критерии приемлемого риска зависят:

- от анализируемого объекта;
- анализируемого периода его жизненного цикла (проектирования, создания, использования, ликвидации);
- экономического состояния производственного объекта или той системы, куда анализируемый производственный объект входит составной частью.

Однако большинство из этих требований и норм ориентировано, адресовано к контролируемым и управляемым параметрам производственных объектов и производственных процессов, в то время как надежность и безопасность производственных объектов наиболее полно характеризуется частотой и тяжестью последствий аварий и производственных травм. Поэтому изложение методики обоснования приемлемого уровня опасности производственных объектов необходимо выполнять в категориях частоты и тяжести аварий и производственных травм.

Дело в том, что аварии и производственные травмы, то есть то, что и определяет промышленную безопасность, зависят не только от производственных объектов, но и от людей. Вместе с тем известно, что и безопасность, и производительность труда двух производственных участков, работающих в одинаковых условиях с одинаковой техникой и технологией в производстве, нередко отличаются в 5-7 раз. Оказывается, многое, очень многое зависит от людей. Однако трудно представить, чтобы производственные условия даже однотипных производственных объектов были одинаковыми. Как правило, любой производственный объект с его природной и социальной средой использования является уникальным и несопоставимым с другими подобными объектами по условиям обеспечения безопасности труда.

Следует заметить, что стандарт безопасности, по сути, представляет собой норму. Стандарт как равную норму надежности и безопасности правомерно предъявлять к подобным объектам, работающим в подобных условиях. Произ-

водственные объекты, как правило, являются уникальными, как в конструктивном плане, так и в плане природной и социальной среды их использования. Для уникальных объектов правомерно разработать индивидуальные нормы, то есть индивидуальные стандарты, хотя если они индивидуальные, то, видимо, это уже нечто другое, то есть норма, а не стандарт. Если так, то возникает вопрос о том, как разрабатывать индивидуальные нормы безопасности. Решение этого вопроса возможно на основании следующих особенностей производственных систем производственных объектов:

а) предназначение норм безопасности, приемлемого уровня риска производственных травм служит инструментом повышения уровня безопасности, а коль так, то и сами нормы периодически должны обновляться, повышаться;

б) безопасность труда, как и производительность труда, и эффективность производства, может и должна планироваться, и потому норма может устанавливаться как плановое задание.

Известный и нередко порицаемый принцип планирования от достигнутого, во-первых, ориентирован на учет индивидуальных особенностей производственных объектов, во-вторых, обеспечивает непрерывный рост безопасности труда, а в-третьих, позволяет установить индивидуальные нормы.

Процедура планирования, то есть установления индивидуальных норм безопасности труда, предусматривает исполнение следующих операций:

- оценивается производственный травматизм на анализируемом производственном объекте за прошлый календарный период, как правило год, в абсолютных показателях частоты и тяжести;

- разрабатываются экономически выгодные организационно-технические мероприятия по снижению аварийности и травматизма на анализируемом объекте;

- оценивается ожидаемое снижение частоты и тяжести возможных аварий и несчастных случаев, обусловленных осуществлением включенных в планы реализации экономически выгодных организационно-технических мероприятий;

- с учетом частоты (η_a , 1/год) и тяжести аварий и несчастных случаев базового периода (прошлого года) (m_a , дни) и ожидаемого их снижения ($\Delta\eta_i$ и Δm_i) за счет внедрения организационно-технических мероприятий оцениваются экономически приемлемые уровни риска (η_i и m_i) в форме достижимого уровня безопасности:

$$\eta_i = \eta_a - \Delta\eta_i, \quad (10.1)$$

$$m_i = m_a - \Delta m_i. \quad (10.2)$$

Настоящий подход к установлению индивидуальных норм безопасности, индивидуальных приемлемых уровней риска производственных объектов на принципах планирования позволяет периодически (ежегодно) обновлять подобные нормы и тем стимулировать и обеспечивать непрерывный рост безопасности труда. Кроме того, он наиболее подходит для организации управления персоналом по обеспечению безопасности труда тем, что позволяет оценивать работу руководителя производственного объекта (предприятия, подразделения, рабочего места) по воспитанию безопасного правосознания и безопасного поведения у

вверенного ему персонала по абсолютной величине снижения частоты и тяжести аварий и производственных травм за оцениваемый период, год. При этом оказывается, что важен не столько достигнутый абсолютный уровень безопасности, сколько экономически выгодное абсолютное снижение аварийности и травматизма за оцениваемый период.

Представленная процедура определения индивидуальной нормы безопасности труда, основанная на принципах планирования от достигнутого, по своей сути, придерживается управления на упомянутом принципе «ненулевого риска». Использование этого принципа, как и использование индивидуальных норм безопасности отдельных производственных объектов шахты, возможно и допустимо для разработки проектных решений при составлении планов развития горных работ, при составлении комплексного плана мероприятий по охране труда и промышленной безопасности, при разработке плановых заданий по снижению аварийности и травматизма на отдельных производственных объектах (подразделениях) угольной шахты, то есть для решения тех задач, которые входят в состав задач перспективного управления. Однако принцип «ненулевого риска» ни в коем случае не годится для организации и ведения оперативного управления производством. Оперативное управление безопасностью труда строится и должно строиться на принципах «нулевого риска». Это значит, что каждый работник в течение всей смены, в течение всего дня должен руководствоваться одним из основных требований, одним из основных своих желаний: **«аварий, а тем более производственных травм не должно быть»** и все делать для этого.

Определение экономической выгоды

С позиции экономической эффективности по альтернативным решениям заведомо трудно или практически невозможно делать какие-либо утверждения об их предпочтительности. В равной мере заведомо невозможно делать какие-либо утверждения о первоочередности мер по снижению вероятности возникновения опасного происшествия или по снижению их последствий. Любые утверждения о социальной и экономической предпочтительности сравниваемых мероприятий по снижению вероятности возникновения опасных происшествий и по снижению их последствий можно делать только после оценки их социальной и экономической эффективности по специально разработанным методам.

Известно, что дополнительные затраты часто увеличивают себестоимость продукции или услуг и тем снижают прибыль, но это не общее правило. Нередко одни затраты производственных ресурсов ориентированы на экономию других, более значительных по размерам. Таковыми нередко являются затраты на профилактические мероприятия по предотвращению аварий и производственных травм. Оценка эффективности таких затрат ведется путем сравнения тех и других затрат за один и тот же период оценки. Это при условии, что все остальное остается неизменным. Если же при этом сокращаются аварийные простои производственного процесса и тем самым увеличивается интенсивность производства, то одно это, при наличии спроса на продукцию или услуги, может приносить дополнительный экономический эффект.

Другим направлением эффективного вложения дополнительных ресурсов являются или могут стать мероприятия по механизации тяжелых и травмоопас-

ных операций, выполняемых вручную. Экономический эффект таких мероприятий по снижению аварийности и производственного травматизма, безусловно, возможен за счет высвобождения персонала, но часто не это является главным аргументом экономической эффективности подобных мероприятий. Дело в том, что производственные операции, выполняемые вручную, в цепи последовательных операций производственного процесса часто являются фактором, сдерживающим интенсивность горных работ в целом, а вместе с этим и удлиняющим сроки использования производственных ресурсов, снижающим их оборачиваемость и эффективность производства в целом.

На рис. 10.2 представлен алгоритм выбора экономически приемлемых мероприятий по безопасности труда на угольном предприятии. Обозначения алгоритма следующие:

η - оборачиваемость производственных ресурсов, 1/мес. (сутки);

C - цена единицы выпускаемой продукции (услуг), руб.;

C - себестоимость выпускаемой продукции (услуг), руб./т (ед.);

L - лаг, продолжительность использования каждого рубля затрат производственных ресурсов в производственном процессе, год, мес., сут;

T - продолжительность жизненного цикла анализируемого производственного объекта (период подготовки и отработки запасов выемочного поля или участка и т.п.), год, мес., сут;

K_C, K_T - коэффициенты изменения соответственно себестоимости продукции и продолжительности технологического (жизненного) цикла в новом варианте относительно базового и наоборот;

C_n, C_b - себестоимости выпускаемой продукции (услуг) соответственно в новом и базовом вариантах, руб./т (ед.);

T_b, T_n - продолжительности жизненного цикла производственного объекта соответственно в новом и базовом вариантах, год, мес., сут;

C_n, C_b - цена единицы выпускаемой продукции (услуг) соответственно в новом и базовом вариантах, руб.

Для определения экономически выгодного мероприятия вначале предлагается оценить, каким образом изменилась величина оборачиваемости производственных ресурсов (η), которая зависит от себестоимости выпускаемой продукции и продолжительности технологического цикла в новом варианте относительно базового, и величина коэффициентов изменения себестоимости продукции (K_C) и продолжительности технологического (жизненного) цикла (K_T) в новом варианте относительно базового. Затем если при сравнении себестоимости выпускаемой продукции (C) оказывается, что в новом варианте (C_n) она стала меньше, чем в базовом (C_b), то сразу можно сделать вывод об экономической приемлемости такого мероприятия. Если же себестоимость в новом варианте больше, то необходимо рассмотреть новый вариант с точки зрения уменьшения длительности технологического процесса. В этом случае для выбора лучшего варианта необходимо, чтобы коэффициент изменения себестоимости выпускаемой продукции нового варианта к базовому был меньше коэффициента изменения продолжительности производственного цикла базового варианта к новому.

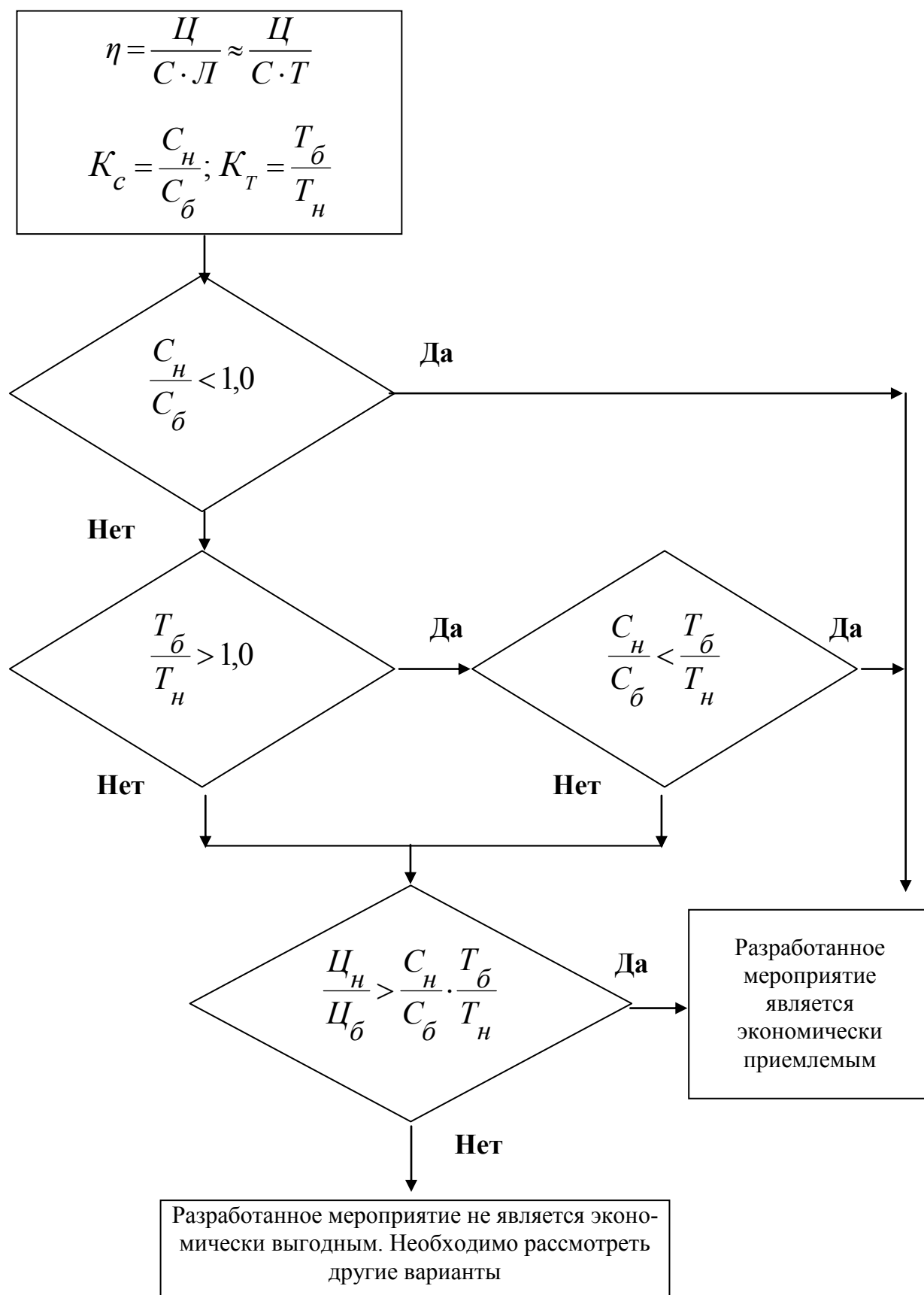


Рис. 10.2. Алгоритм выбора экономически выгодного мероприятия

В том случае, когда длительность производственного процесса (T_n) и себестоимость выпускаемой продукции (C_n) в новом варианте больше длительности производственного процесса и себестоимости в базовом варианте, необходимо оценить величину соотношения цены производства продукции в новом (Π_n) и базовом вариантах (Π_6). Если отношение цены производства продукции в новом варианте к базовому превышает произведение коэффициентов изменения себестоимости продукции и продолжительности производственного процесса, то можно утверждать, что предложенный вариант экономически выгодный. В противном случае необходимо рассмотреть другие варианты.

Определение технической осуществимости

Техническая осуществимость многих организационно-технических решений, направленных на снижение производственного травматизма, как правило, определяется легко, так как подобные предложения на уровне управления предприятием возникают и могут возникнуть только по имеющимся аналогам.

Определение социальной приемлемости

Социальная приемлемость любых организационно-технических решений обеспечивается в том случае, если такое решение согласуется с интересами управляющих субъектов на всех уровнях управления производством, начиная с руководителя предприятия и кончая работником на его рабочем месте. Поэтому по каждому мероприятию надо провести исследование на предмет выявления того, не противоречит ли его внедрение интересам каких-либо субъектов из состава персонала предприятия и, если таковое обнаружится, нельзя ли найти компромиссный вариант согласования интересов.

Дело в том, что не все прозрачно в производственных и иных служебных отношениях, казалось бы, даже в таком благородном деле, как общественное движение по снижению производственной опасности. Во-первых, все ли мы хотим этого, то есть снижения производственного травматизма? Вопрос далеко не риторический, так как известно, что безопасности труда бывает ровно столько, сколько мы ее желаем. Во-вторых, не ясно, чего хочет каждый из нас в этом деле? Да, также известно, что каждый из нас руководствуется своим пониманием рациональности, своими интересами и наши интересы должны были бы определяться нашим служебным положением, но кто знает наши подлинные интересы, как они согласуются с задачей снижения производственной опасности?

Чтобы все это не казалось досужими размышлениями, необходимо привести такой пример. Допустим, пожарная опасность снизилась в 10 и более раз. Хорошо это или плохо? Кому как. Многим пожарным пришлось бы искать иную работу. И так по многим направлениям государственного и хозяйственного управления охраной труда и промышленной безопасностью.

Об этом никто не говорит, как будто и нет такой проблемы. Говорят о надвигающихся угрозах, о своих мнимых достижениях, о необходимости финансирования и, молчаливо, о своей необходимости.

Выводы. Собственно анализ производственного травматизма завершается выявлением причин, причин технических, организационных, личностных.

Причин оказывается много, причем и тех, и других, и третьих. Возникает вопрос: на какие из них реагировать принятием конкретных мер воздействия, так как использование любой меры сопровождается затратами производственных ресурсов, а ресурсы всегда ограничены. В общем виде ответ прост: те меры, использование которых приносит в производственную систему наибольшую пользу, наибольший эффект. Однако чем и как измерять такую пользу, такой эффект и как выйти на те или иные конкретные причины, на которые надо воздействовать?

В решении таких задач могут использоваться определенные правила, полученные из опыта их решения. Например, известно, что:

- на уровне управления отдельным действующим предприятием, в процессе использования производственного объекта, производственной системы, первоочередными мерами воздействия являются организационные;
- на уровне управления компанией, в процессе создания, обновления и использования производственного объекта, производственной системы, мерами воздействия являются как организационные, так и технические;
- на уровне отраслевого управления в плане научно-исследовательских и проектно-конструкторских разработок преимущество отдается техническим мерам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К, Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. - М.: Наука, 1965. - 524 с.
2. Рахвальский В.М. Надежность кибернетических систем. - М.: Знание, 1969. - 62 с.
3. Гнеденко Б.В., Соловьев А.Д. Математика и теория надежности. - М.: Знание, 1982. - 64 с. - Вып. № 10.
4. Хевиленд Р. Инженерная надежность и расчет на долговечность / Пер. с англ. - М.: Энергия, 1966. - 232 с.
5. Бердичевский Б.Е. Оценка надежности аппаратуры автоматики. Методы оценки надежности в процессе разработки. - М.: Изд-во «Машиностроение», 1966. - 276 с.
6. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. - М.: Машиностроение, 1986.
7. Справочник по надежности. В 3 т. / Пер. с англ. - М.: Мир, 1969.
8. Разгильдеев Г.И. Надежность электромеханических систем и электрооборудования: учебн. пособие / Кузбасс. гос. техн. ун-т. - Кемерово, 1997. - 152 с.
9. Нечипоренко В.И. Структурный анализ и методы построения надежных систем. - М.: Изд-во «Советское радио», 1968. - 256 с.
10. Бердичевский Б.Е. Вопросы обеспечения надежности радиоэлектронной аппаратуры при разработке. - М.: Сов. радио, 1977. - 387 с.
11. Мясников А.А., Гимельшейн Л.Я., Седельников Ф.И., Романенко М.Н. Повышение надежности проветривания подготовительных выработок. - Кемерово, 1973. - 128 с.
12. Мясников А.А., Павлов А.Ф., Бонецкий В.А. Повышение эффективности и безопасности горных работ. - М.: Недра, 1979. - 216 с.
13. Предупреждение крупных аварий. Практическое руководство / Пер. с англ.; Международное бюро труда. - М., 1992. - 256 с.
14. Методические рекомендации для руководителей работ по ликвидации аварий на угольных шахтах / А.П. Костарев, А.Л. Савватеев, С.М. Баранов. - М.: Изд-во АГН, 1996. - 143 с.: ил.
15. Аварии на угольных предприятиях России в 1997 году / А.Е. Евтушенко, Г.Л. Злобин, А.В. Лебедев, А.Ф. Павлов; НЦ ВостНИИ. - Кемерово, 1998. - 85 с.
16. Положение о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Утв. пост. Правительства РФ № 1094 от 13.09.96 // Собрание законодательства РФ. - 1996. - № 39.
17. Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте. Утв. Правительством РФ от 10.03.99 // Собрание законодательства РФ. - 1999. - № 11.

18. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. РД 03-418-01. Утв. Госгортехнадзором России 10.07.01 // Безопасность труда в промышленности. - 2001. - № 10. - С. 40-50.
19. Управление риском в социально-экономических системах: концепция и методы ее реализации // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - 1995. - № 11. - С. 3-20.
20. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. - М.: ГНТП «Безопасность», МИБС ТС, 1996. - 424 с.
21. Белов П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере. - М.: Изд-во Акад. гражд. защиты МЧС РФ, 1999. - 124 с.
22. Калашников В.В. Сложные системы и методы их анализа. - М.: Знание, 1980. - 64 с.
23. Дмитриев А.К., Мальцев П.А. Основы теории построения и контроля сложных систем. - Л.: Энергоиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. - 192 с.
24. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. - М.: Наука, 1978.
25. Махутов Н.А., Гаденин М.М., Грацианский Е.В., Петров В.П., Юдина О.Н. Анализ тяжелых технологических аварий и катастроф // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - М.: ВНИИТИ, 2003. - Вып. 1. - С. 26-64.
26. Гвишиани Д.М. Организация и управление. - М.: Изд-во «Наука», 1972. - 536 с.
27. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. - М.: Изд-во «Мир», 1973. - 344 с.
28. Шор Я.Б., Кузмин Ф.И. Таблицы для анализа и контроля надежности. - М.: Изд-во «Советское радио», 1968. - 288 с.
29. Васильев Б.В. Прогнозирование надежности и эффективности радиоэлектронных устройств. - М.: Изд-во «Советское радио», 1970. - 336 с.
30. Червонный А.А., Лукьященко В.П., Котин Л.В. Надежность сложных систем. - М.: Машиностроение, 1972. - 304 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Часть 1. Надежность технических систем.....	4
1. Введение в теорию надежности технических систем.....	5
1.1. Теория надежности и история ее становления.....	5
1.2. Основные термины и определения.....	6
1.3. Показатели надежности.....	7
1.4. Опытное определение показателей надежности и опасности.....	11
1.5. Характеристические критерии надежности.....	13
2. Методические положения повышения надежности и безопасности технических систем.....	16
2.1. Производственный объект и его структурные свойства.....	16
2.2. Обеспечение надежности элементов.....	19
2.3. Создание надежных систем.....	20
Часть 2. Основы анализа и управления риском аварий и производственных травм.....	26
3. Основные положения анализа и управления риском аварий и производственных травм.....	26
3.1. Общие положения.....	26
3.2. Планирование и организация анализа риска.....	30
3.3. Выявление опасных проявлений.....	33
3.4. Оценка риска.....	34
3.5. Разработка рекомендаций по снижению риска.....	35
3.6. Оформление результатов анализа.....	35
4. Состав и содержание задач служб охраны труда и промышленной безопасности.....	36
4.1. Условия использования административной и рыночной схемы управления.....	37
4.2. Состав и содержание задач охраны труда и промышленной безопасности компании.....	38
4.3. Состав и содержание региональных отраслевых задач охраны труда и промышленной безопасности.....	44
4.4. Состав и содержание задач управления охраной труда и промышленной безопасностью на производственном предприятии.....	49
4.5. Состав исходных данных для решения задач надежности, безопасности и экономической эффективности производства.....	52
Часть 3. Статистический анализ аварийности и производственного травматизма.....	56
5. Основные положения статистического анализа аварийности и производственного травматизма.....	56
5.1. Основные термины и определения.....	57

5.2. Статистические показатели опасности.....	61
5.3. Условия статистического анализа.....	63
6. Классификация условий причин и исходов возникновения опасных происшествий.....	67
6.1. Классификационные группировки происшествий.....	68
6.2. Классификационные группировки сведений о пострадавшем.....	69
6.3. Классификационные группировки условий происшествия.....	71
6.4. Классификация причин возникновения опасных происшествий...	71
7. Статистический анализ производственного травматизма.....	79
7.1. Анализ структуры определяющих признаков производственных травм.....	80
7.2. Одномерный статистический анализ структуры производственного травматизма.....	82
7.3. Двумерный статистический анализ структуры производственного травматизма.....	84
7.4. Анализ коренных причин производственных травм.....	85
Часть 4. Анализ работоспособности и опасности производственных систем.....	89
8. Анализ работоспособности и опасности системы по качественным признакам.....	90
8.1. Анализ работоспособности и опасности объекта с помощью поверочного листа.....	90
8.2. Анализ работоспособности и опасности производственного объекта с помощью ключевых слов.....	92
9. Анализ работоспособности и опасности производственного объекта с использованием графоаналитического метода.....	102
9.1. Сетевое представление процессов формирования и предотвращения опасности.....	102
9.2. Составление «дерева событий».....	106
9.3. Определение социального эффекта.....	107
Часть 5. Обоснование решений по охране труда и промышленной безопасности.....	111
10. Обоснование решений по охране труда и промышленной безопасности.....	112
10.1. Алгоритм анализа и управления риском аварий и производственных травм в процессе проектирования.....	112
10.2. Обоснование решений.....	115
Список литературы.....	124

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Павлов Архип Фёдорович

Надёжность технических систем и техногенный риск

Учебное пособие

Для студентов вузов

Зав. редакцией *И.Н. Журина*

Редактор *Н.В. Шишкина*

Технические редакторы: *Т.В. Васильева, Я.Я. Демарчек*

Художественный редактор *Л.П. Токарева*

ЛР № 020524 от 02.06.97

Подписано в печать 28.12.08. Формат 60х84^{1/16}

Бумага типографская. Гарнитура Times

Уч.-изд. л. 8. Тираж 150 экз.

Заказ № 174

Оригинал-макет изготовлен в редакционно-издательском отделе
Кемеровского технологического института пищевой промышленности
650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

ПЛД № 44-09 от 10.10.99

Отпечатано в лаборатории множительной техники
Кемеровского технологического института пищевой промышленности
650010, г. Кемерово, ул. Красноармейская, 52