

Math-Net.Ru

All Russian mathematical portal

D. V. Nemchinov, O. M. Protalinskiy, Management decision-making system decreasing the influence of a subjective factor as an emergency reason, *Vestn. Astrakhan State Technical Univ. Ser. Management, Computer Sciences and Informatics*, 2011, Number 2, 43–48

<https://www.mathnet.ru/eng/vagtu122>

Use of the all-Russian mathematical portal Math-Net.Ru implies that you have read and agreed to these terms of use

<https://www.mathnet.ru/eng/agreement>

Download details:

IP: 18.97.9.173

April 23, 2025, 12:09:52



Д. В. Немчинов, О. М. Проталинский

СИСТЕМА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВЛИЯНИЯ СУБЪЕКТИВНОГО ФАКТОРА КАК ПРИЧИНЫ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ

Введение

Снижение риска аварийных ситуаций на промышленных объектах – одна из приоритетных задач управления промышленной безопасностью. Реальные проблемы, встречающиеся на практике и связанные с возникновением аварий, исключительно сложны и многообразны. На аварийную ситуацию в технических системах влияет масса факторов: не только координаты объекта, но и показатели, связанные с оценкой состояния оборудования, производственных условий, а также субъективный фактор [1]. На современном этапе развития техники и технологий значительно улучшились показатели надежности технических систем, а надежность человека, которая тоже росла за счет повышения качества образования, профотбора, тем не менее со временем стала все более заметно отставать от их развития, тем самым увеличивая роль субъективного фактора в возникновении производственных аварий и несчастных случаев [2]. При эксплуатации различных промышленных объектов на долю конкретно технических причин возникновения аварий приходится 15–25 %, а предпосылки к авариям, вызванные ошибочными и несанкционированными действиями человека, составляют 50–80 % [3].

В связи с этим актуальными становятся анализ влияния субъективного фактора на состояние промышленной безопасности и нахождение способов снижения его влияния на возникновение аварийных ситуаций.

Анализ влияния субъективного фактора

Обзор статистических данных по авариям и травматизму на предприятиях показал [3], что их основной причиной является неудовлетворительная организация производства работ, хотя лица, виновные в нарушениях требований безопасности, проходили установленные проверки знаний, а следовательно, знали правила безопасности. Выявленные при проведении производственного контроля нарушения требований безопасности также показали, что работники проходят все инструктажи и проверки знаний, но тем не менее нарушают требования безопасности. В этой связи выявлена закономерность в виде осознанного нарушения правил безопасности в силу различных обстоятельств. Установлены следующие причины такого поведения: сложность исполнения процедур обеспечения безопасности, связанная с наличием большого объема правил, усугубленная их наличием в различных источниках; длительность и рутинность исполнения процедур по обеспечению безопасности, которая снижает производительность труда по основным производственным задачам; сложность восприятия и запоминания правил, процедур и их последовательности «неспециалистами»; сложность восприятия информации, поступающей одновременно из различных источников.

Другими словами, работнику сложно воспринимать, систематизировать и исполнять требования и правила безопасности, причем их рутинность воспринимается как фактор, мешающий работе.

Применяя принципы системного анализа, возникновение и развитие нештатных ситуаций с участием человека можно описать последовательной комбинацией случайных событий [4]. На первом этапе происходит формирование опасной ситуации (нарушение правил безопасности), затем – восприятие опасности (осознание нарушения), связанное с обработкой полученной или имеющейся информации. После осознания опасности человек решает, как на нее реагировать. Этот процесс наиболее сложен, поскольку подвержен влиянию множества факторов, таких как индивидуальные мнения, пристрастия, склонности и установки, взгляды, внушенные руководителями, принятые в данной организационной структуре нормы поведения и организованность процессов по обеспечению безопасности и др. Затем происходит попытка предотвратить дальнейшее развитие опасной ситуации. В этом большое значение имеет наличие совокупности антропометрических, биомеханических и психофизиологических характеристик работника, способных предотвратить аварию или несчастный случай, а также реальной возможности избежать

несчастного случая или аварии. При этом необходимо учитывать, что особое значение в усугублении производственной ситуации имеют опасные и вредные производственные факторы, которые негативно воздействуют на работника, многократно усиливая риски, связанные с человеческим фактором.

Существует прямая зависимость между влиянием человеческого фактора на возникновение несчастных случаев и факторами грамотной организации трудового процесса, выражающимися в создании таких процедур по обеспечению производственной безопасности, которые бы минимизировали влияние психофизиологических особенностей человека и его трудовой деятельности.

Условно причины влияния субъективного фактора можно разделить на следующие классы: не умеет, не хочет, не может, не обеспечен [5]. В таблице приведена классификация непосредственных причин несанкционированных (опасных) действий работников и показано, как они соотносятся с организационными причинами.

Классификация несанкционированных действий работников

Класс причин	Непосредственная причина	Организационная причина
Не умеет	Не владеет необходимыми для данной профессии, работы профессиональными знаниями. Не способен к обучению, самообучению, запоминанию	Неэффективная подсистема обучения, инструктажа, контроля знаний и умений. Неэффективная подсистема повышения квалификации. Неэффективная подсистема профессионального отбора
Не хочет	Негативная установка на выполнение требований безопасности. Недобросовестность. Безответственность. Недисциплинированность. Пассивность. Предрасположенность к риску. Мотивация, побуждающая к нарушениям требований безопасности	Неэффективная подсистема профессионального отбора. Неэффективная подсистема стимулирования. Неэффективная подсистема пропаганды, воспитания. Неэффективная (по критериям безопасности) подсистема организации и оплаты труда. Низкая эффективность подсистемы обеспечения культуры производства
Не может	Временное или хроническое недомогание, усталость, нервный срыв и т. п. Эмоциональная неустойчивость. Рассеянность. Алкогольное (наркотическое) опьянение. Физические отклонения (недостатки слуха, зрения и т. п.). Недостаточный уровень интеллектуальных способностей и волевых качеств. Слабая память. Слабое оперативное мышление	Неэффективная подсистема профессионального отбора. Неэффективная подсистема лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий
Не обеспечен	Необеспеченность инструментами, материалами и другими средствами. Несоответствие условий на рабочем месте санитарно-гигиеническим требованиям. Не обеспечен необходимой информацией, нормативными или технологическими документами. Не обеспечен оргсредствами и средствами коммуникации. Недостаток времени. Не обеспечен информацией об обстановке на рабочем месте, об опасностях предстоящей работы, о конкретных процедурах и операциях выполнения и т. п.	Неэффективная подсистема организации труда. Неэффективная подсистема обеспечения и контроля за условиями труда. Неэффективная подсистема обеспечения оперативной информацией. Неэффективная подсистема управления производством, в частности неопределение или неправильное распределение обязанностей, прав и ответственности.

Первые три группы причин обусловлены индивидуальными и личностными особенностями (качествами) работника. В целом эти причины именуется человеческим фактором.

Четвертая группа непосредственных причин является внешним по отношению к работнику фактором, иначе говоря, – это производственная среда, в которой протекает деятельность работника.

При анализе субъективного фактора – влияния человека $Z(z_1, \dots, z_i \dots z_n)$ – будем учитывать причины всех указанных четырех групп. Для определения уровня влияния субъективного фактора на возникновение аварийной ситуации введем показатель состояния объекта по субъективному фактору – субъективный показатель состояния объекта S .

На основании рассмотренных причин влияния субъективного фактора рассмотрим человеческие качества, влияющие на риск аварий и инцидентов:

– *профессионализм* – квалификация по роду деятельности, наличие смежных квалификаций, умение пользоваться компьютерной техникой, знания в области промышленной безопасности, умение ориентироваться в информационном пространстве, объем общих и специальных знаний, профессиональный и общий стаж работы, образование и специальность, соответствие специальности, должность и эрудиция в специальных вопросах, трудовые навыки, умение действовать в нештатных и экстремальных ситуациях;

– *психофизиологические качества* – способность к запоминанию и переработке информации, концентрация внимания, сообразительность, скорость восприятия информации;

– *личностные качества* – ответственность, эмоциональная устойчивость, степень социальной зрелости, отношение к образованию и повышению профессиональной квалификации, культура самосовершенствования, ориентация в информационном пространстве, коммуникабельность, здоровье, работоспособность, объективность, эрудиция. Для определения личностных и психофизиологических факторов можно использовать тестирование, например тест Кеттелла [6].

Метод расчета субъективного показателя состояния объекта

Для определения уровня субъективного фактора, влияющего на аварийность, создан метод расчета субъективного показателя состояния объекта.

Формальное описание множества факторов опасности, учитываемых при оценке субъективного фактора Z , представлено следующим видом [7]:

$$Z = \{z_i(F, w)\}, i = 1, n,$$

где z_i – i -й составляющий фактора опасности; F – оценка составляющего фактора опасности; w – степень влияния на формирование аварийных ситуаций.

При этом субъективный показатель состояния объекта S есть функция оценок факторов опасности $S = f(z_1, \dots, z_n)$.

Влияющие факторы рассматриваются как лингвистические переменные, заданные на соответствующих универсальных множествах при помощи лингвистического терм-множества. Для определения показателя состояния объекта S по влиянию факторов опасности $Z(z_1, \dots, z_n)$ используется продукционная база знаний, включающая в себя базу данных и базу правил с использованием логических правил типа ЕСЛИ – ТО. Базы данных по факторам Z формируются на основе экспертных оценок параметров z_1, \dots, z_n .

Входными параметрами являются: «Профессионализм», «Психофизиологический фактор», «Личностный фактор», «Повышение квалификации», «Организация труда», «Уровень контроля условий труда» и т. д.

Для определения субъективного показателя состояния объекта S введена лингвистическая переменная «Уровень субъективного фактора» G . Терм-множество представлено двумя элементами: «нормальный» g_1 , «низкий» g_2 на универсальном множестве $\{0..10\}$. При этом нечеткие множества «нормальный» и «низкий» подразумеваются как дополнения друг к другу, и, соответственно, функция принадлежности $\mu_{g1} = 1 - \mu_{g2}$.

База правил формируется на основании данных, полученных от экспертов. Нечеткие правила имеют следующий вид:

ЕСЛИ Профессионализм «Очень высокий» и Психофизиологический фактор «Высокий»
и Личностный фактор «Высокий» и «Уровень контроля условий труда» «Средний» и ...,
ТО «Уровень субъективного фактора» = «нормальный»,
ИНАЧЕ «Уровень субъективного фактора» = «низкий».

Если в системе определено n факторов z_i и определено множество G , причем z_i описывается лингвистическими переменными $z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{ik}$, а G – переменными g_1, g_2 , то набор правил будет иметь следующий вид:

ЕСЛИ $(z_{11} \cdot z_{21} \cdot \dots \cdot z_{i1})$
или ЕСЛИ (...)
...
или ЕСЛИ (...) ТО g_1
ИНАЧЕ g_2 .

Принадлежность текущего состояния по фактору Z к нормальному состоянию определяется функцией принадлежности, рассчитываемой по алгоритму Мамдани.

Функция принадлежности текущего состояния к заданному по параметру z_i

$$\mu_{Z_{\text{тек}}}^{Z_{if}} = \sum_{j=1}^{J_{Zif}} (\mu_j^{Z_{if}} \cdot \mu_j^{Z_{\text{тек}}}),$$

где J_{Zif} – число элементов нечеткого множества, описывающего z_i -й параметр в правиле f .

При определении показателя состояния S вместо логических операций в алгоритме Мамдани применяются алгебраические произведения и суммы. Для одного правила показатель состояния S представлен как

$$S^1 = \prod_{k=1}^N \mu_{Z_{k\text{тек}}}^{Z_{k1}},$$

где N – число параметров в правиле.

Для f правил, определяющих «нормальный» уровень S , имеем

$$S^{\text{норм}} = S^1 + \sum_{i=2}^f \left[S^i \prod_{j=1}^{i-1} (1 - S^j) \right].$$

Так как уровни «нормальный» и «низкий» являются дополнениями друг к другу, то показатель состояния по фактору Z к уровню «низкий» определен как $S_{\text{низ}} = 1 - S_{\text{норм}}$.

В итоге получим значение субъективного показателя состояния S , отображающее текущий уровень человеческих качеств и организации работы при эксплуатации технической системы.

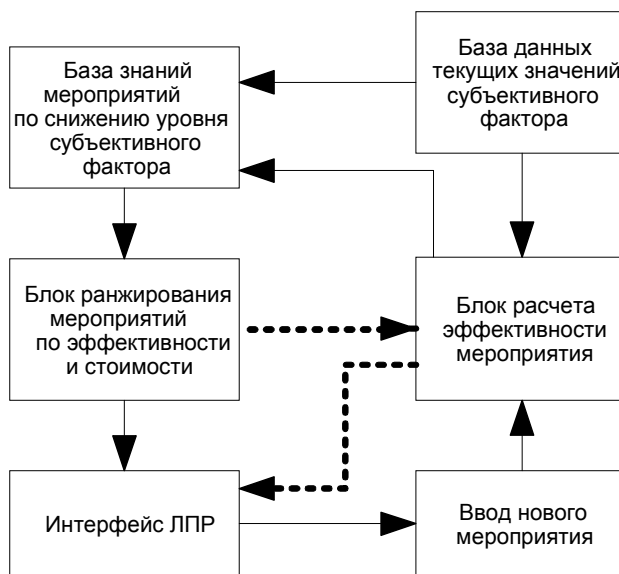
Система принятия управленческих решений

Существует прямая зависимость между влиянием субъективного фактора на возникновение несчастных случаев и факторами грамотной организации трудового процесса, выражающимися в создании таких процедур по обеспечению производственной безопасности, которые минимизировали бы влияние психофизиологических особенностей человека и его трудовой деятельности.

Для качественного обеспечения производственной безопасности, минимизации ошибок, вызванных ошибочными и несанкционированными действиями человека, построена система поддержки принятия решений (СППР), позволяющая формировать управленческие решения в виде набора организационных мероприятий по снижению влияния субъективного фактора (рис.).

Для формирования базы знаний мероприятий по снижению влияния субъективного фактора используется блок расчета эффективности мероприятия. С помощью этого же блока можно определить эффективность внедрения мероприятий, предложенных СППР.

Первоначально для получения решений по снижению риска необходимо сформировать базу данных множества мероприятий $M = \{m_i\}$ по улучшению состояния субъективного фактора. Для определения эффективности мероприятий необходимо знать стоимость внедрения конкретного мероприятия и его влияние на снижение уровня риска. На основе продукционной базы знаний формируется комплекс мероприятий по снижению показателя уровня риска и устанавливается вес каждого мероприятия φ . В результате получим набор мероприятий $MP_j = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}$ по снижению влияния субъективного фактора. Вес мероприятия φ в базе знаний представляет собой воздействие данного мероприятия на снижение уровня субъективного фактора и определяет эффективность данного мероприятия.



СППР по снижению влияния субъективного фактора

Определить вес мероприятия можно с использованием знаний о текущем уровне субъективного фактора (субъективного показателя состояния) и уровне после внедрения мероприятия m_i .

Заключение

Результатом принятия управленческих решений является совокупность мероприятий по снижению влияния субъективного фактора. Ранжируя мероприятия по весу и затратам, конечный пользователь системы получает N наиболее эффективных вариантов улучшения безопасности, причем каждый вариант может включать одно или более мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов П. Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. – М.: Академия, 2003. – 512 с.
2. Либерман А. Н. Техногенная безопасность: человеческий фактор. – СПб.: ВИС, 2006. – С. 10–13.
3. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2009 году. – М.: Закрытое акционерное о-во «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2010. – 460 с.
4. Немчинов Д. В. Оценка риска аварий с использованием экспертных систем // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. – 2007. – № 1 (36). – С. 40–45.
5. Психология безопасного труда. [Электронный ресурс] / URL: <http://www.dvkuot.ru/index.php/artikul/227>.
6. Анастази А., Урбина С. Психологическое тестирование. – СПб.: Питер, 2004. – 688 с.
7. Немчинов Д. В., Проталинский О. М. Снижение риска аварийной ситуации на производственном объекте // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2009. – № 1. – С. 111–116.

Статья поступила в редакцию 30.05.2011

**MANAGEMENT DECISION-MAKING SYSTEM
DECREASING THE INFLUENCE
OF A SUBJECTIVE FACTOR
AS AN EMERGENCY REASON**

D. V. Nemchinov, O. M. Protalinskiy

The analysis of influence of the subjective factor on a condition of industrial safety is carried out. Principal causes of influence of the subjective factor are considered. The method of calculation of a subjective indicator of a condition for definition of level of the subjective factor on the basis of the system analysis and methodology of construction of systems of support of decision-making is offered. It is constructed system of support of decision-making allowing to form administrative decisions in the form of a set of organizational actions for decrease in influence of the subjective factor.

Key words: subjective factor, emergency, system of support of decision-making, system analysis.