

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ АППАРАТА ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ*

Методы теории нечетких множеств в настоящее время находят все более широкое применение для описания и управления сложными техническими и организационными системами, для которых невозможно или экономически нецелесообразно применять точные методы управления.

Характерной предметной областью, изменение состояний в которой происходит в результате воздействия случайных факторов, является безопасность производства на рабочих местах. Рабочее место представляет собой первичное звено производства, где осуществляется взаимодействие трех основных элементов труда – предмета труда, средств труда и человека. Факторный анализ причин аварийности и травматизма показывает, что 94% всех случаев описываются четырьмя группами факторов. Анализ случаев, образующих каждую группу факторов, позволил выделить следующие главные факторы, существенно влияющие на уровень аварийности и травматизма на рабочих местах: персонал, организация производства, технические устройства и технология. По каждому из факторов на предприятиях на основании выполненных исследований предложено выделять соответствующие системы: управления персоналом, техническую, технологическую и организационную, являющиеся составной частью системы управления безопасностью производства (СУБП) [1].

Использование традиционных для данной предметной области методов анализа временных рядов, корреляционного и дисперсионного анализа не позволяет принять оперативных адекватных действий по управлению безопасностью производства на рабочих местах в СУБП связи с необходимостью сбора и анализа больших объемов статистических данных. Кроме того, активно разрабатывающиеся в настоящее время методы оценки безопасности производства на рабочих местах не всегда позволяют комплексно оценить производственный персонал, организацию производства и технологическое оборудование, их влияние друг на друга, а следовательно, выявить причины возникновения травм и аварий. Основная причина заключается в том, что показатели оценки персонала, организации производства и технологического оборудования имеют различную природу (одни носят качественный, другие количественный характер), и в совокупности трудно поддаются оценке традиционными математическими методами. Поэтому оценку безопасности производства на рабочем месте целесообразно производить с использованием моделей и методов теории нечетких множеств, позволяющих при использовании количественных и качественных характеристик показателей производить их комплексную оценку.

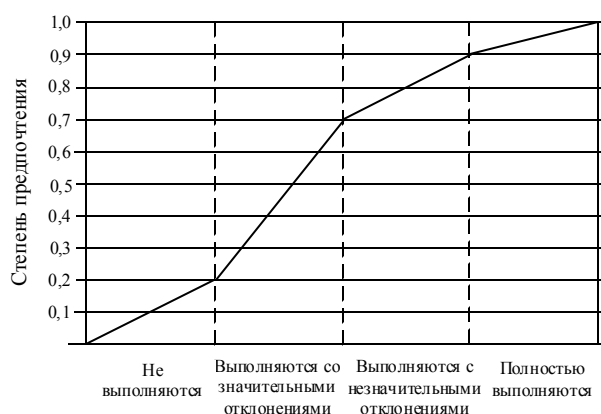
В отличие от традиционных математических методов, требующих на каждом шаге моделирования точных и однозначных формулировок закономерностей, методы теории нечетких множеств позволяют на основании как точных количественных показателей (степень износа, коэффициент использования оборудования, коэффициент механизации и автоматизации технологического процесса и др.), так и приближенных качественных оценок (степень регламентации работ, организационная и технологическая оснащённость рабочего места и др.) обобщать информацию о состоянии безопасности производства на рабочих местах в виде единой схемы с указанием слабых мест.

В работе [2] для оценки безопасности производства на рабочих местах разработана система универсальных показателей. Оценка производится с использованием интегрированного показателя (учитывающего количественные, качественные, временные и пространственные параметры работы персонала, технических устройств, технологии и организации работ) в совокупности с моделями и методами теории нечетких множеств.

Таблица 1

Значения показателей оценки безопасности производства на рабочем месте

Критерии оценки рабочего места K_i	Показатели оценки рабочего места k_{ij}			
	Качественный	Количественный	Временной	Пространственный
Персонал K_1	$k_{1,1}$	$k_{1,2}$	$k_{1,3}$	$k_{1,4}$
Организация K_2	$k_{2,1}$	$k_{2,2}$	$k_{2,3}$	$k_{2,4}$
Техника K_3	$k_{3,1}$	$k_{3,2}$	$k_{3,3}$	$k_{3,4}$
Технология K_4	$k_{4,1}$	$k_{4,2}$	$k_{4,3}$	$k_{4,4}$



Выполнение плановых работ по охране труда

Рис. 1. Пример функции принадлежности показателя «выполнения плановых мероприятий по охране труда»

* Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Челябинской области.

Оценка соответствия работы персонала, технических устройств, технологии и организации работ на рабочих местах требованиям безопасности производится с использованием многокритериального выбора методом максимальной свертки в четыре этапа:

1 этап. Каждый анализируемый показатель описывается лингвистическими переменными (термами), характеризующими множество состояний безопасности производства на рабочем месте. Например, показатель «выполнение плановых мероприятий по охране труда» описывается четырьмя термами: «не выполняются», «выполняются со значительными отклонениями», «выполняются с незначительными отклонениями», «полностью выполняются».

2 этап. Производится построение функций принадлежности для показателей оценки и определяются конкретные значения функций принадлежности. Функция принадлежности задает степень предпочтения для каждого значения критерия оценки (степень предпочтения – вещественное число в интервале от 0 до 1) (рис. 1).

3 этап. Оценивается степень соответствия фактических показателей работы персонала, технических устройств, технологии и организации работ нормативным требованиям безопасности производства на рабочих местах

$$k_{ij} = \frac{B_{ij}^{\Phi}}{B_{ij}^H},$$

где k_{ij} – показатель соответствия j -го элемента (персонала, технических устройств, технологии, организации производства) нормативным требованиям безопасности производства по i -му параметру (качественному, количественному, пространственному, временному (табл. 1); B_{ij}^{Φ} – фактическое значение показателя оценки рабочего места; B_{ij}^H – нормативное значение показателя оценки рабочего места.

4 этап. Производится оценка безопасности производства на рабочих местах

$$B = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^4 M_i \cdot K_i,$$

где K_i – критерии оценки рабочего места; m – количество оцениваемых рабочих мест; M_i – коэффициент значимости оцениваемых параметров. Определяется построением матрицы попарных сравнений параметров. Для этого устанавливается важность параметра с использованием шкалы отношений, позволяющей ставить в соответствие степеням предпочтения одного сравниваемого параметра перед другим некоторые числа.

Использование интегрированного показателя позволяет оценить степень соответствия фактически показателей работы персонала, технических устройств, технологии и организации работ норматив-

Таблица 2

Функции инструментов по повышению эффективности производства

Наименование инструмента		Функция инструмента	Место применения
Информационные	Тесты	Оценка реального уровня квалификации и владения работником навыком безопасной работы	Отбор, обучение
	Анкеты	Оценка фактической / потенциальной опасности рабочего места; Оценка персонала по специальности на конкретном производстве	Отбор, производство
	Паспорт рабочего места	Описание условий и особенностей работы; Схема ранжирования опасностей по тяжести последствий и сложности их устранения; Перечень нештатных ситуаций	Производство
	Паспорт технического объекта	Информация о технических характеристиках, ущербе от внеплановых простоев, затратах на ремонт, данные о аварийности и травматизме, связанных с эксплуатацией	Обучение, производство
	Перечень технологических линий	Информация о технологических линиях, ущербе от внеплановых простоев, затраты на ремонт, данные аварийности и травматизме, связанных с эксплуатацией	Обучение, производство
Аналитические	Сведения о работниках	Оценка степени соответствия работника выполняемой работе	Отбор, обучение, производство
	Экспертиза	Контроль выполнения мероприятий по повышению безопасности производства	Отбор, обучение, производство
	Регламенты работ	Информация об опасных ситуациях и последовательности действий работника в опасных ситуациях	Обучение, производство
Воздействующие	Комплекты ситуационных задач	Выработка и контроль навыков безопасной и эффективной работы	Обучение, производство
	Обучающие семинары	Формирование компетенции персонала	Обучение
	Типовые наряд-задания	Информирование работников о степени опасности рабочего места и эффективных приемах труда при выполнении работ	Обучение, производство
	Совершенствование технологического звена	Оперативное управление параметрами технологических процессов	Производство
	Замена технологического звена	Замена применяемой технологии и технологического оборудования	Производство
	Ликвидация технологического звена	Передача функций неэффективного технологического звена стороннему предприятию	Производство

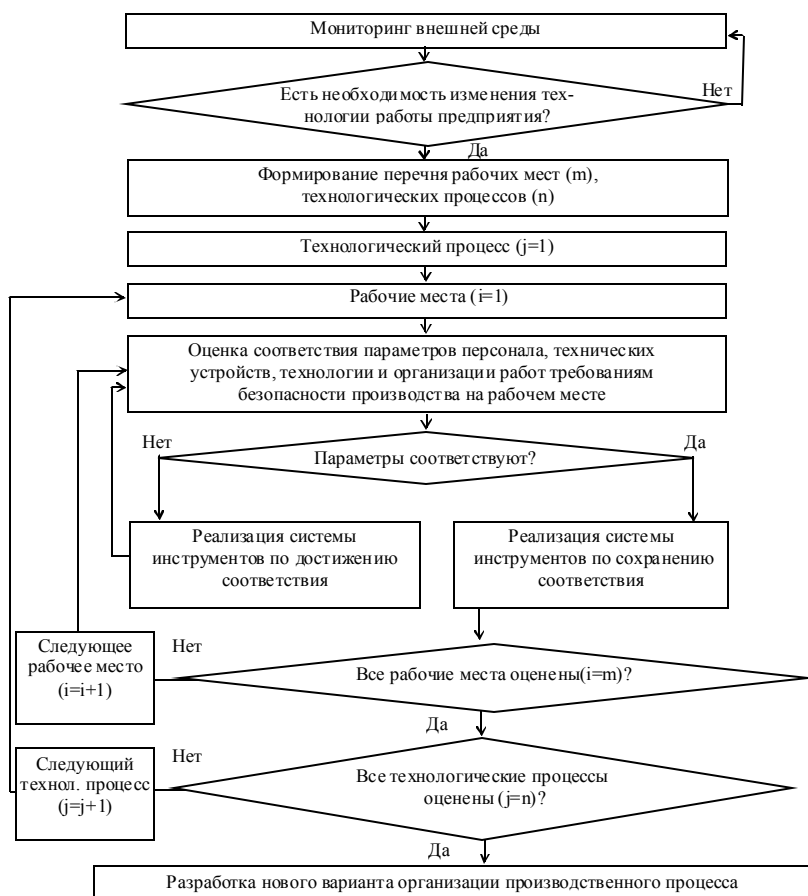


Рис. 2. Алгоритм управления безопасностью производства на рабочих местах

ным требованиям безопасности производства на рабочих местах.

Полученные результаты позволяют производить комплексную оценку рабочих мест и на ее основе разрабатывать мероприятия по повышению эффективности и безопасности производства. Алгоритм управления безопасностью производства на рабочих местах представлен на рис. 2.

Приведение в соответствие параметров персонала, технических устройств, технологии и организации работ требованиям безопасности производства основано на использовании разработанной системы инструментов (табл. 2). Инструменты разделены на группы по функциональному признаку – информационные, аналитические и воздействующие.

Таким образом, управления безопасностью производства на рабочих местах заключается в поэтапной оценке рабочих мест, задействованных в технологических процессах, с последующим принятием решений по приведению в соответствие параметров работы персонала, технических устройств, технологии и организации работ, нормативным требованиям безопасности производства на рабочих местах на основе использования разработанной системы инструментов.

Список литературы

1. Сквородкин В.Ю., Галкин В.А., Кравчук И.Л. Методические рекомендации по формированию программы развития системы управления промышленной безопасностью и ее реализация на предприятиях, подконтрольных Управлению Челябинского округа Госгортехнадзора России / НТЦ–НИИОГР. Челябинск, 2000. 15 с.
2. Гавришев С.Е., Заляднов В.Ю., Осинцев Н.А. Оценка безопасности горного производства на рабочих местах многомерными термами и функциями принадлежности теории нечетких множеств // Комбинированная геотехнология: масштабы и перспективы применения: Материалы Междунар. науч.-техн. конференции, г. Учалы, 2005. Магнитогорск: МГТУ, 2006. С. 230–232.

List of literature

1. Skovorodkin V.U., Galkin V.A., Kravchuk I.L. The methodical recommendation on the development program of the management system of the industrial safety and its introduction at the enterprises under control of the Administration of Chelyabinsk region of the Gosgortekhnadzor of Russia/ NTC-NIIOGR. Chelyabinsk, 2000. P. 15.
2. Gavrishv S.E., Zalyadnov V.U., Osintsev N.A. Safety assessment of the mining productionat workplace by means of the multidimensional therns and membership functions of the fuzzy sets// Combined geotechnology: dimension and prospects of application: materials of the international scientific and technological conferences, Uchaly, 2005. Magnitogorsk: MSTU, 2006. P. 230–232.