

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РИСКА В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА

Аннотация. В статье приведен анализ действующих международных и российских стандартов оценки рисков, связанных с производственным травматизмом. Спроектирована и описана модель оценки производственного риска, внедренная в интегрированную систему менеджмента качества предприятия. Модель является двухступенчатой; включает производственную и экономическую составляющие. В основу экономической составляющей положена оценка отклонения фактического показателя рентабельности производства от планового значения.

Ключевые слова: Нечеткая логика, производственный риск, производственный травматизм, риск-менеджмент, интегрированная система менеджмента.

Введение

На современном этапе развития производственных отношений, характеризующихся высокой степенью технологической обработки исходного сырья, человеческий капитал становится стержнем инновационного развития предприятия. Событие, повлекшее несчастный случай на производстве, крайне редко ограничивается расходами по выплате пособия по временной нетрудоспособности пострадавшему. Риск экономических убытков намного выше, и адекватная и своевременная его оценка способна поддержать устойчивое развитие предприятия в целом.

В связи с этим увеличивается интерес предприятий на внедрение систем менеджмента качества, дополненных системами менеджмента по профессиональной безопасности и экологии. Такие системы получают название Интегрированных систем менеджмента качества предприятия и становятся мощным инструментом для принятия решений и оптимального управления производственными, финансовыми, проектными, социальными и экологическими рисками.

Интегрированные системы менеджмента позволяют, в первую очередь, снизить внутренние потери, а также сформировать корпоративную культуру, в которой качество продукции и качество рабочей среды, профессиональная безопасность рассматриваются как равнозначные ценности.

Одна из задач интегрированной системы менеджмента – построение модели, позволяющей провести адекватную оценку рисков, связанных с воздействием опасных производственных факторов на работника. Эта оценка должна включать в себя производственную составляющую, а также экономическую.

Гипотеза

Модель экономической оценки производственного риска, связанного с производственным травматизмом, позволит дать комплексную оценку риска несчастного случая, что будет способствовать повышению производительности труда, снижению производственных потерь и повышению качества производимого продукта.

Методы

Проанализированы сложившиеся в российской практике подходы к оценке рисков, связанных с производственным травматизмом, выявлены их основные черты.

Для построения экономической модели оценки производственных рисков использован инструментальный нечеткой логики, в частности метод нечеткого вывода Мамдани.

Результаты и обсуждение

В научной литературе понятию «риск» даны десятки определений. В целях данного исследования остановимся на наиболее кратком и емком из них: «риск – это возможная опасность потерь» [1]. Принципиальными характеристиками риска являются его измеримость и негативность последствий его реализации (если событие имеет положительный сценарий развития – это «шанс»).

Риск несчастного случая на производстве, повлекший производственную травму работника, можно рассматривать с двух точек зрения:

- 1) как возможную вероятность потерь работника (утрата здоровья, трудоспособности и заработка);
- 2) как возможную вероятность экономических потерь предприятия.

Первый подход отражает термин «профессиональный риск». Риск повреждения, утраты здоровья или смерти, связанный с исполнением обязанностей по трудовому договору, или в иных установленных законом случаях, застрахован в системе обязательного социального и медицинского страхования. Государство, выступая страховщиком в лице государственных внебюджетных фондов, на законодательном уровне обязует работодателей выступать страхователями в отношении работников – застрахованных лиц.

В основе первого подхода лежит социальная функция государства по защите прав граждан и обеспечению стабильности социально-экономического положения населения.

Второй подход отражает термин «производственный риск» - вероятность убытков или дополнительных издержек, связанных с несчастным случаем на производстве. Они включают в себя не только выплату материального ущерба пострадавшим, но также: порчу оборудования, нарушение производственного цикла, производственный брак, демотивацию персонала, сокращение объема выпуска, повышение себестоимости продукции и снижение ее качества и т.п.

Данный подход отражает экономический интерес предприятия, положенный в основу его функционирования, – обеспечение стабильного уровня рентабельности производства. По сути, второй подход является расширенным вариантом первого, поскольку учитывает большее количество последствий.

Проблемам описания, оценки и управления производственными рисками, связанными с травматизмом персонала, посвящено большое количество научных трудов как в России, так и за рубежом (например [2; 3; 4; 7; 9; 10; 11; 13; 14; 15]).

Общие подходы к оценке и менеджменту рисков на предприятии отражены в стандартах: ГОСТ ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования»; ГОСТ Р ИСО 31000:2009 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»; ГОСТ Р 51597-2011 «Менеджмент риска. Термины и определения» (идентичен ИСО 73:2009 «Менеджмент риска. Словарь. Руководящие принципы для использования в стандартах»); ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» (идентичен ИСО/МЭК 31010:2009 «Менеджмент риска. Методы оценки риска»).

Общие принципы управления рисками, связанными с травматизмом работников, отражены в следующих стандартах: ГОСТ Р 54934-2012 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья – Требования» (идентичен международному OHSAS 18001:2007 «Системы менеджмента охраны труда – Требования»); OHSAS 18002:2008 «Системы менеджмента в области охраны труда и техники безопасности. Руководящие указания по применению OHSAS 18001:2007»; BS 18004:2008 «Руководство для достижения эффективности системы менеджмента профессионального здоровья и безопасности»; ГОСТ Р 55914-2013 «Менеджмент риска. Руководство по менеджменту психосоциального риска на рабочем месте» (идентичен международному PAS1010:2011 «Руководство по менеджменту психологических рисков на рабочем месте»); ГОСТ Р 51898-2002 «Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты» (подготовлен с учетом Руководства ИСО/МЭК 51:1999 «Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты»).

Общие подходы к идентификации, классификации и составлению унифицированного перечня опасностей, а также к оценке рисков, связанных с травматизмом работников, перечислены в следующих стандартах и нормативно-правовых актах: ГОСТ Р 12.0.010-2009 «Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда. Определение опасностей и оценка риска»; ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»; Приказ Минтруда России №33н от 24.01.2014г. «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению». Кроме того, для целей идентификации опасных производственных факторов целесообразно использовать Расширенный классификатор опасностей на рабочих местах, применимый для всех видов экономической деятельности (разработка АО «Клинский институт охраны и условий труда»).

В стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 представлен 31 универсальный метод оценки риска. Для целей оценки производственного риска на предприятиях в том или ином виде чаще всего используются методы наблюдения и описательные методы, такие как: «контрольные листы», РНА (предварительный анализ опасностей), структурированное интервью и мозговой штурм, RCA (анализ первопричины), SWIFT (анализ сценариев: что, если?), FTA (анализ дерева неисправностей), ETA (анализ дерева событий), причинно-следственный анализ и анализ причин и последствий. Для выявления функциональной зависимости и получения количественных результирующих характеристик оценки риска применяются функциональные методы (например, «галстук-бабочка»), а также статистические: моделирование методом Монте-Карло, марковский и байесовский методы анализа.

В отечественной практике предприятия различных отраслей промышленности строят свою систему оценки профессионального риска на основе матрицы «вероятность-ущерб» [8; 9; 10]. В основу метода положена идея о том, что выявленная на рабочем месте опасность может быть реализована по большому числу сценариев, которые в целях анализа ранжируются экспертами по тяжести последствий и вероятности реализации.

В данном методе потенциально возможные опасные ситуации на предприятии идентифицируются в соответствии с технической документацией на оборудование и технологической документацией на производственные процессы; с данными результатов специальной оценки условий труда на рабочих местах; с данными об имевших место авариях и несчастных случаях на предприятии и за его пределами (при исполнении сотрудниками должностных обязанностей); со сведениями о жалобах работников на ненадлежащие условия труда и т.п.

Для каждой опасной ситуации определяется ранг вероятности ее наступления и величина соответствующего этой ситуации потенциального ущерба. Категория риска определяется на пересечении соответствующего столбца (тяжесть последствий) и строки (вероятность события) матрицы. В ячейке на пересечении соответствующих строки и столбца значение риска может характеризоваться как «низкий», «средний» или «высокий» («приемлемый», «допустимый», «неприемлемый»). Пример такой матрицы представлен в таблице 1 [8].

Таблица 1. Матрица определения уровня риска (пример)

Описание тяжести последствий		Вероятность события (частота за последние 10 лет)					
		А	В	С	Д	Е	
		Не было	1 раз	Более 1 раза	Более 3 раз	Более 5 раз	
Тяжесть последствий	1	Незначительные травмы и случаи ухудшения здоровья, не оказывающие влияние на производительность труда и жизнедеятельность	низкий	низкий	низкий	низкий	низкий
	2	Травмы или обратимое ухудшение здоровья с потерей трудоспособности до 15 дней	низкий	низкий	низкий	средний	средний
	3	Тяжелая травма или ухудшение здоровья с потерей трудоспособности более 15 дней	низкий	низкий	средний	средний	высокий
	4	От 1 до 3 случаев постоянной полной нетрудоспособности или несчастных случаев с летальным исходом	низкий	средний	средний	высокий	высокий
	5	Более чем 3 летальных исхода в результате травмирования	средний	средний	высокий	высокий	Высокий

Существуют различные модификации этого метода, связанные с введением количественного описания входных анализируемых данных. Так, например, при реализации метода Файна и Кинни [10], к числу анализируемых параметров добавляется третий – длительность нахождения работника под влиянием данной опасности в течение рабочей смены. Каждому из рангов параметров риска (вероятность, ущерб, длительность воздействия) присваиваются балльные оценки. Далее путем перемножения баллов определяется числовое значение риска. Таким образом, каждой категории риска, представленной в таблице 1, соответствует диапазон расчетных значений.

Положительным аспектом метода на основе матрицы «вероятность-ущерб» является его простота и низкие затраты на реализацию. В числе недостатков – субъективность.

Преодоление субъективности достигается путем использования математического аппарата для расчета вероятности проявления той или иной опасности на основе объективных статистических данных: теории вероятностей, теории нечеткости, интервальной математики и т.д. Наиболее распространенным является подход на основе построения вероятностной модели реального явления, согласно которой рассчитывается вероятность осуществления негативного события и случайная величина – ущерб (негативные последствия события) [6].

Точность получаемых при использовании данного метода оценок вероятности реализации события и ущерба (тяжести последствий производственной травмы), может быть повышена путем увеличения массива анализируемых данных. Используется статистическая информация производственного травматизма не только по конкретной организации, но по выборке предприятий отрасли из сведений Фонда социального страхования РФ в разрезе по профессиям и причинам несчастного случая. Значение

вероятности задается интервально. Длительность воздействия опасности на работника в течение рабочей смены задается экспертной оценкой (с учетом анализа трудового процесса на рабочем месте).

Композиция этих параметров создает уточненную оценку риска производственной травмы на рабочем месте.

Дополним данный метод путем ввода в него экономической составляющей, отражающей размер дополнительных затрат предприятия в связи с производственной травмой. За основу возьмем методики оценки экономического ущерба от несчастных случаев на производстве «post factum» [7; 9; 11], включающие следующие параметры:

- сумма ущерба от полного или частичного уничтожения основных фондов (оборудование, станки);
- расходы на ремонт (восстановительные работы) основных фондов (оборудование, станки);
- расходы на локализацию и ликвидацию последствий происшествия (оплата сверхурочных работникам, услуги сторонних организаций, расходы на электроэнергию и приобретение товарно-материальных ценностей);
- расходы на расследование причин и обстоятельств происшествия;
- расходы на возмещение ущерба пострадавшим и их родственникам, в том числе пострадавшим, получившим инвалидность вследствие данного происшествия;
- расходы, связанные с временной нетрудоспособностью пострадавшего (оплата пособия, расходы на медицинскую реабилитацию, выплата пенсий и т.п.);
- сумма ущерба от уничтожения, повреждения товарно-материальных ценностей и готовой продукции;
- сумма ущерба от отвлечения ресурсов на компенсацию последствий происшествия;
- сумма ущерба от простоя объекта в результате происшествия (зарботная плата персоналу и иные расходы; стоимость недополученной продукции);
- сумма ущерба третьим лицам, экологический ущерб;
- расходы, связанные с выбытием трудовых ресурсов и на переподготовку кадров;
- штрафы, пени, надбавка к страховому тарифу на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (в следующих отчетных периодах);
- сумма недополученного финансирования мероприятий по охране труда из средств Фонда социального страхования РФ (в следующем отчетном периоде).

Суммарный размер описанных выше затрат по данным параметрам (кроме последних двух групп) увеличивает плановую себестоимость продукции, снижая при этом показатель рентабельности деятельности предприятия. Общеизвестно, что

$$I = C * P; \quad (1)$$

где I - плановая прибыль предприятия за отчетный период, руб.; C - плановая себестоимость продукции за отчетный период, руб.

$$G = C + I = C + P * C; \quad (2)$$

P - рентабельность производства; G - выручка предприятия за отчетный период, руб.

Пусть плановая себестоимость C увеличилась на сумму расходов в связи с происшествием, повлекшим производственную травму C_{0i} , тогда, с учетом (1) и (2) при: $C_{0i}/C \rightarrow P$; $I \rightarrow 0$. Т.е., если доля суммарных расходов в связи с происшествием, повлекшим производственную травму, в общей плановой себестоимости $C_{0i}/C \geq P$, то $I \leq 0$, и предприятие терпит убыток.

Таким образом, формируется модель экономической оценки производственного риска с разноразмерными входными параметрами:

- вероятность проявления производственной опасности – количественная характеристика, заданная интервально;
- длительность воздействия производственной опасности на сотрудника;
- тяжесть последствий производственной травмы;

- расчетная доля суммарного материального ущерба предприятия в плановой себестоимости продукции.

Соответственно, возникает необходимость одновременного анализа входных данных двух типов: численных (количественных), и лингвистических (качественных). Для проведения такого анализа целесообразно использовать системы, построенные на основе нечеткой логики и мягких вычислений [2; 3; 13; 14; 15].

Все существующие методы нечетко-множественного вывода (Мамдани, Цукамото, Ларсена, Сугено и др.) состоят из восьми последовательно выполняемых этапов [2]:

- 1) определение входных переменных;
- 2) формулирование базы нечетких продукционных правил, отражающих знания экспертов о методах управления объектом и характере его функционирования в различных условиях;
- 3) фаззификация входных переменных (установление соответствия между конкретными значениями и лингвистическими переменными);
- 4) агрегирование подусловий (определение степени истинности условий по каждому из правил системы нечеткого вывода);
- 5) активизация подзаклучений (определение степени истинности каждого из элементов логических подзаклучений нечетких правил);
- 6) аккумуляирование заключений (нахождение функции принадлежности выходных переменных; объединение всех степеней истинности подзаклучений и их функций принадлежности);
- 7) дефаззификация выходных переменных (переход от функции принадлежности выходных переменных к ее числовому значению);
- 8) получение управляющих переменных (конкретных числовых значений, используемых лицом, принимающим решения).

В данном исследовании за основу взят алгоритм нечеткого вывода Мамдани.

Модель разделена на две ступени: производственную (технологическую) и экономическую [15].

В качестве категории «опасностей» анализируются опасные производственные факторы (неблагоприятные производственные факторы, приводящие к травме) согласно утвержденному в ГОСТ 12.0.003— 2015 перечню [4; 5].

При построении первой ступени модели анализу подвергаются три входные переменные: T_i - вероятность проявления опасного производственного фактора (далее - ОПФ) на рабочем месте; D_i - длительность воздействия ОПФ на работника в течение рабочей смены; S_i - тяжесть последствий этого воздействия (в днях потери трудоспособности). Индекс i – ОПФ, инициирующий травматизм персонала и порчу имущества.

Реализация нечетко-множественного анализа этих переменных позволяет получить R_i - интегральный показатель риска несчастного случая при воздействии ОПФ на рабочем месте.

Все четыре переменные T_i , D_i , S_i , R_i описаны лингвистически пятивариантными шкалами с терминами X_{1j} , X_{2j} , X_{3j} и Y_j соответственно, где $j = \overline{1; 5}$. Выражение вида $A = \{x/\mu_A(x)\}$ – совокупность упорядоченных пар нечеткого подмножества A , где $\mu(x)$ – функция принадлежности значения базовой переменной x к подмножеству A .

Функции принадлежности значений терм-множества для T_i , D_i , S_i , R_i и соответствующих им термов представлены формулами с (2) по (5) [15]:

$$T_i^{X_{1j}} = \{x_T/\mu_T^{X_{1j}}(x_T)\}, \mu_T^{X_{1j}}(x_T) \rightarrow [0; 1], x_T \in [0; 1];$$

$$X_{1j} = \left\{ \begin{array}{l} \text{минимальная, умеренная, существенная,} \\ \text{значительная, очень высокая} \end{array} \right\}. \quad (2)$$

$$S_i^{X_{2j}} = \{x_S/\mu_S^{X_{2j}}(x_S)\}, \mu_S^{X_{2j}}(x_S) \rightarrow [0; 1], x_S \in [0; 12775];$$

$$X_{2j} = \left\{ \begin{array}{l} \text{минимальная, умеренная, существенная,} \\ \text{значительная, катастрофическая} \end{array} \right\}. \quad (3)$$

Числовое значение переменной S_i измеряется в днях нетрудоспособности, причем смертельная травма приравнена к 35 годам потери трудоспособности (или 12775 дням).

$$D_i^{X_{3j}} = \{x_D / \mu_D^{X_{3j}}(x_D)\}, \mu_D^{X_{3j}}(x_D) \rightarrow [0; 1], x_D \in [0; 100];$$

$$X_{3j} = \left\{ \begin{array}{l} \text{минимальное, умеренное, существенное,} \\ \text{частое, постоянное воздействие} \end{array} \right\}. \quad (4)$$

Числовое значение переменной D_i определяется как продолжительность воздействия ОПФ на работника в процентах от продолжительности рабочего времени в сутки.

Выходная переменная R_i (риск производственной травмы при воздействии i -го опасного производственного фактора) представлена также в лингвистическом виде и имеет значения:

$$R_i^{Y_{1j}} = \{x_R / \mu_R^{Y_{1j}}(x_R)\}, \mu_R^{Y_{1j}}(x_R) \rightarrow [0; 1], x_R \in [0; 1],$$

$$Y_{1j} = \left\{ \begin{array}{l} \text{очень низкий, низкий, средний,} \\ \text{высокий, очень высокий} \end{array} \right\}. \quad (5)$$

Базы правил нечеткого вывода W_m для R_i имеют вид (6):

$$W_m: \text{если } T_i \text{ есть } X_{1j} \text{ и } S_i \text{ есть } X_{2j} \text{ и } D_i \text{ есть } X_{3j}, \text{ то } R_i \text{ есть } Y_{1j}, \quad (6)$$

где m – номер нечеткого предикатного правила; здесь $m = 1; 125$.

Так, например, для W_1 : если «Вероятность проявления ОПФ» есть «минимальная», «Тяжесть последствий воздействия ОПФ» есть «минимальная», «Длительность воздействия ОПФ» есть «минимальная», то «Риск производственной травмы при воздействии данного ОПФ» есть «очень низкий».

Таким образом, сформулированы правила для всех 125 возможных случаев, и для каждой ситуации приведено в соответствие лингвистическое значение Y_k . Все возможные варианты сведены к пяти группам риска несчастного случая при воздействии ОПФ: «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий» и «очень высокий».

На второй ступени анализа входными переменными являются полученный ранее R_i и Q_i - расчетная доля в плановой себестоимости продукции общих суммарных расходов предприятия, понесенных им в связи с реализацией R_i . Переменная Q_i также описана лингвистически пятивариантной шкалой с терминами X_{4j} , а функция принадлежности значений терм-множества представлена формулой (7):

$$Q_i^{X_{4j}} = \{x_Q / \mu_Q^{X_{4j}}(x_Q)\}, \mu_Q^{X_{4j}}(x_Q) \rightarrow [0; 1], x_Q \in [0; 1];$$

$$X_{4j} = \left\{ \begin{array}{l} \text{пренебрежимо малое, малое, значительное,} \\ \text{существенное, критическое} \end{array} \right\}. \quad (7)$$

Значения шкалы переменной Q_i задаются индивидуально для каждой организации – в зависимости от приемлемого для лица, принимающего решения, уровня рентабельности производства. Так, например, для предприятия, занимающегося производством трубопроводной арматуры, где средняя по отрасли рентабельность составляет 8,5% [12], «труднопереносимым» окажется $C_{0i}/C \geq 0,085$. «Пренебрежимо малым» можно считать отклонение от установленной рентабельности в 5%: $C_{0i}/C \leq 0,05 * 0,085$ или $C_{0i}/C \leq 0,00425$.

Результатом нечетко-множественного анализа входных переменных R_i и Q_i является выходная переменная R_{Ei} – комплексная оценка производственного риска воздействия i -го ОПФ с учетом последующих расходов организации. Переменная R_{Ei} также представлена в лингвистическом виде терминами Y_{2j} , и функция принадлежности значений терм-множества имеет вид (8).

$$R_{Ei}^{Y_{2j}} = \{x_{RE} / \mu_{RE}^{Y_{2j}}(x_{RE})\}, \mu_{RE}^{Y_{2j}}(x_{RE}) \rightarrow [0; 1], x_{RE} \in [0; 1];$$

$$Y_{2j} = \left\{ \begin{array}{l} \text{пренебрежимо малый; малый; умеренный; ощутимый;} \\ \text{труднопереносимый} \end{array} \right\}. \quad (8)$$

Базы правил нечеткого вывода W_n для R_{Ei} имеют вид (9) или могут быть представлены в табличной форме (см. Таблицу 2 [3]):

$$W_n: \text{если } R_i \text{ есть } Y_{1j} \text{ и } Q_i \text{ есть } X_{4j}, \text{ то } R_{Ei} \text{ есть } Y_{2j}, \quad (9)$$

где n – номер нечеткого предикатного правила; здесь $n = \overline{1; 25}$.

Таблица 2. Производственный риск воздействия опасного производственного фактора с учетом возможных последующих расходов

Риск Q_i Доля ущерба	R_i	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий
Пренебрежимо малый	пренебрежимо малый	малый	Малый	умеренный	умеренный	умеренный
Малый	малый	малый	умеренный	умеренный	умеренный	ощутимый
Значительный	малый	умеренный	умеренный	умеренный	ощутимый	ощутимый
Существенный	умеренный	умеренный	ощутимый	ощутимый	ощутимый	труднопереносимый
Критический	умеренный	ощутимый	ощутимый	ощутимый	труднопереносимый	труднопереносимый

Таким образом, производственный риск воздействия опасного производственного фактора с учетом возможных последующих расходов представлен в формате привычной для российской предпринимательской традиции матрицы «вероятность – ущерб» (сравним таблицу 1 и таблицу 2).

Следуя алгоритму Мамдани [2], по каждому из правил системы нечеткого вывода определяется степень истинности его условий. Поскольку в нашем случае условия правил являются составными высказываниями, степень истинности конечного определяется на основе известных степеней истинности подусловий. Используемые в исследовании способы объединения условий являются нечеткой конъюнкцией (связки «И»), поэтому определение их истинности производится на основе min-конъюнкции.

Этап дефазификации (присвоения конкретного значения для выходной лингвистической переменной) производится на основе метода центра тяжести для дискретного множества значений функции принадлежности.

Описанная модель может быть использована в составе интегрированной системы менеджмента качества предприятия, она позволяет производить оценку рисков, обусловленных производственным травматизмом, гибко классифицировать их в зависимости от степени влияния на рентабельность производства и вырабатывать экономически обоснованные решения по управлению этой группой рисков.

Кроме того, данная модель является потенциальным инструментом мотивации собственника предприятия к обеспечению безопасных условий труда и проведению превентивных мероприятий по сокращению производственных опасностей. С этой целью описанная в работе система может быть рекомендована к использованию государственными контролирующими в сфере охраны труда органами.

Список литературы

1. Балабанов И. Т. Риск-менеджмент. / И. Т. Балабанов. – Москва : Финансы и статистика, 1996. - 192 с.
2. Булавка Ю. А. Нечетко-множественный подход к экспертной оценке профессиональных рисков на примере условий труда работников нефтеперерабатывающего завода // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. Фундаментальные науки. – 2013. - № 12. – С. 59 – 66.
3. Виноградов Л.В., Коваленко И.И. Повышение качества оценки производственного риска предприятия // Национальные концепции качества: интеграция образования, науки и бизнеса: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции / под редакцией д.э.н., проф. Е.А. Горбашко. – СПб.: Изд-во Культ-информ-пресс, 2017. – С. 57–60.
4. Гарайшина Э.Г. Идентификация опасностей, анализ и оценка рисков в нефтехимии // Вестник Казанского технологического университета. - 2014. - №5. – С. 228 – 231.
5. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Официальное издание. – Москва: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2016. – 10 с.

6. Орлов А.И., Пугач О.В. Подходы к общей теории риска / А.И. Орлов // Управление большими системами. – 2012. - № 40. – С. 49 – 82.
7. Сердюк В. С. Мотивация предотвращения несчастных случаев на производстве и профзаболеваний: учебное пособие / В. С. Сердюк, В. П. Кузнецов, Е. В. Бакико; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2016. – 90 с.
8. СТО Газпром 18000.1-002-2014. Стандарт организации: Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «Газпром». Идентификация опасностей и управление рисками. Официальное издание. – Москва: ООО «Газпром газобезопасность», 2014. – 24 с.
9. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки производственных рисков: практические работы для магистрантов по направлению 280700 «Техносферная безопасность». – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014. – 177 с.
10. Тимофеева С.С. Современные методы оценки профессиональных рисков и их значение в системе управления охраной труда / С.С. Тимофеева // XXI век. Техносферная безопасность. – 2016. – № 1(1). – С. 14 – 24.
11. Хайруллина Л.И., Гасилов В.С. Экономические механизмы мероприятий по улучшению условий труда // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-1. – С. 208-212.
12. Центральная База Статистических Данных Федеральной Службы Государственной Статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/dbinet.cgi?pl=2313020> (дата обращения 17.02.2018).
13. Abdo H., Flaus J.-M. Uncertainty quantification in dynamic system risk assessment: a new approach with randomness and fuzzy theory. International Journal of Production Research. Volume 54, Issue 19, 1 October 2016, Pages 5862-5885. Publisher: Taylor and Francis Ltd. ISSN: 00207543. DOI: 10.1080/00207543.2016.1184348.
14. Khan F., Rathnayaka S., Ahmed S. Methods and Models in Process Safety and Risk Management: Past, Present and Future. Process Safety and Environment Protection. Volume 98, November 2015, Pages 116 – 147. Publisher: The Institution of Chemical Engineers. ISSN: 0957-5820
15. Sokolitsyn A.S., Kovalenko I.I., Zvontsov A.V. 'Production Risk Economic Assessment Based on the Fuzzy Logic Approaches (Conference Paper). Proceedings of 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM, 2017), 24 - 26 May 2017, St. - Petersburg; Russian Federation, Publisher: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., ISBN: 978-153861810-3, DOI: 10.1109/SCM.2017.7970738.