

УДК 613.6.027+ 51-74

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА НА НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

ЮСРА МОХАММЕД КВИДЖА АЛЬ-ДАЛЕМИ
(Полоцкий государственный университет)

Рассмотрены различные подходы к определению рискообразующих факторов и к оценке профессионального риска на промышленном предприятии, в том числе нефтехимическом. Проанализированы конкретные количественные, качественные и полуколичественные методы оценки риска. Показано, что оценка риска на одном и том же объекте различными способами приводит к разноречивым результатам. Обосновано применение системного подхода к оценке профессионального риска. Приведена методика оценки профессионального риска на нефтехимическом предприятии, позволяющая учитывать априорную и апостериорную составляющую рисков количественным и качественным способом. Установлено, что границы категорий априорного риска смещаются при изменении числа контролируемых вредных или опасных производственных факторов. Показано, что преимущества разработанной методики могут быть реализованы в рамках прикладного программного обеспечения, что позволит ускорить и автоматизировать процесс оценки профессионального риска на потенциально опасных объектах нефтехимических предприятий.

Введение. Современные нефтехимические производства характеризуются непрерывностью технологических процессов, высокой степенью автоматизации и механизации, дистанционным управлением, позволяющими уменьшить контакт работников с вредными производственными факторами (ВПФ) [1]. Вместе с тем данная отрасль остается потенциально опасной для здоровья работников, поскольку даже в настоящее время на нефтехимических предприятиях сохраняются отдельные виды работ с пребыванием персонала во вредных условиях труда [2]. Неблагоприятные условия труда являются одним из основных факторов риска нарушений здоровья работающих, проявляющихся ростом травматизма, профессиональных заболеваний, а также заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) [3]. В сложившихся условиях сокращения количества и старения трудоспособного населения в большинстве развитых стран особое значение приобретают охрана труда работающего населения, выявление основных закономерностей влияния вредных условий труда на состояние здоровья работников промышленных предприятий, в том числе нефтехимических, создание целостной системы профилактических, лечебно-оздоровительных и реабилитационных мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья работающих [4 – 6].

Новые научные подходы к охране здоровья на производстве требуют более глубоких исследований по выявлению «адресности» факторов риска, роли и места каждого из них, что позволило бы эффективно, научно обоснованно прогнозировать развитие рискогенных ситуаций, своевременно разрабатывать меры по снижению последствий их влияния на работающих [3]. Однако в настоящее время нет ни единой методики расчета и управления профессиональным риском, ни единого подхода к определению профессионального риска и его составляющих [3].

Цель данной работы – разработать методику оценки профессионального риска на нефтехимическом предприятии, позволяющую учитывать сочетанное влияние различных производственных факторов на здоровье работающих.

Анализ методик оценки профессионального риска. Главными особенностями профессиональных рисков являются: сложная природа, значительное многообразие, трудно предсказуемые и длительные по времени последствия [3]. Профессиональный риск имеет две составляющие, равные по значимости и отличающиеся по своей природе, – априорную и апостериорную. *Априорная* составляющая обусловлена вредными или опасными условиями труда. *Апостериорная* позволяет оценить ущерб здоровью работников, наносимый их производственной деятельностью во вредных условиях труда.

Существует достаточно много методик для оценки как априорного, так и апостериорного рисков. Эти методики также делятся на качественные, количественные и полуколичественные.

Риск возможно представить как произведение вероятности риск-ситуации, выражаемой через частоту, и серьезности последствий от реализации риска [7]. Являющаяся результатом расчетов риск-матрица использует порядковые величины, может быть согласована со специфическими критериями допустимости, принятыми на конкретном предприятии, не требует специального программного обеспечения и специальных навыков, относительно проста в эксплуатации.

Научно-исследовательский институт медицины труда РАМН рекомендует судить о величине риска по индексу профзаболеваний, который интегрирует их частоту и тяжесть в одночисловом значении.

По виду, степени нетрудоспособности и экспертному медицинскому прогнозу исхода заболевания предложены 5 категорий тяжести профзаболеваний [4; 8 – 10].

Исследователь Е.Е. Кученева в [3] предлагает два способа оценки апостериорного риска: первый – через оценку производственно обусловленной заболеваемости; второй апостериорный риск оценивается как сумма рисков производственного травматизма, профессиональной заболеваемости и заболеваемости с временной утратой трудоспособности, несчастных случаев.

Российский ученый Н.Ф. Измеров исследует несколько способов оценки профессионального риска в нефтегазовой отрасли. Среди рассматриваемых методов комплексных балльных оценок, метод Файн – Кинни, оценка через индекс профессионального риска ($I_{пр}$) [11].

Все эти методы после получения количественных оценок предполагают качественное распределение полученных рисков на приемлемые, условно приемлемые и неприемлемые.

Для количественной оценки через индекс профессионального риска необходимо знать распределение работников в цехе по различным классам труда, определяющим такой показатель, как «вероятность вреда», а также величину относительного риска $ОР$, соответствующего показателю «тяжесть последствий»:

$$ОР = ПЗ_o / ПЗ_{ко}, \quad (1)$$

где $ПЗ_o$ – показатель заболеваемости в основной группе; $ПЗ_{ко}$ – аналогичный показатель заболеваемости в контроле.

Непосредственно оценка профессионального риска проводится матричным методом с использованием таблиц векторов «вероятность вреда» – «тяжесть последствий», на пересечении которых и находится искомое значение величины риска [12].

Качественная оценка профессионального риска проводится путем определения интегральной оценки условий труда и соответствующей ему категории риска, определяющей срочность и тип мероприятий по устранению или минимизации риска. В таблице 1 показаны критерии оценки по данному методу [12, с. 15].

Таблица 1

Классы условий труда и категории профессионального риска

Класс условий труда	Категория профессионального риска
Оптимальный – 1	Риск отсутствует
Допустимый – 2	Пренебрежимо малый (переносимый) риск
Вредный – 3.1	Малый (умеренный) риск
Вредный – 3.2	Средний (существенный) риск
Вредный – 3.3	Высокий (труднопереносимый) риск
Вредный – 3.4	Очень высокий (непереносимый) риск
Опасный – 4	Сверхвысокий риск для жизни, присущий данной профессии

Метод оценки риска посредством комплексных балльных оценок является измененным методом АВПКО и опирается на известность класса условий труда работающих. По данному методу на рабочем месте оцениваются наиболее значимые ВПФ, оценки от 1 до 7, в зависимости от условий труда. Соответствия условий труда и оценок приведены в таблице 2.

Таблица 2

Оценка вредных производственных факторов и условий труда

Оценка ВПФ	Класс условий труда по СанПиН 13-2-2007
1	Оптимальные 1
2	Допустимые 2
3	Вредные 3.1
4	Вредные 3.2
5	Вредные 3.3
6	Вредные 3.4
7	Опасные (экстремальные) 4

Затем по полученным балльным оценкам для ОВПФ – опасных и вредных производственных факторов (в данном случае только ВПФ) – определяется по известной формуле [11, с. 16] уровень безопасности рабочей среды S_{nci} :

$$S_{nci} = \frac{x_{\max} - x_i + 1}{x_{\max}}, \quad (2)$$

где $x_{\max}$ – максимально возможная оценка фактора (7); x_i – оценка фактора (фактическая), через который, в свою очередь, рассчитывается обобщенный уровень профессионального риска R_{nc} [11, с. 16]:

$$R_{nc} = 1 - \prod_{i=1}^k S_{nci}. \quad (3)$$

Здесь k – количество учитываемых ОВПФ.

Применяемый в количественном методе Файн – Кинни подход основан на комбинации степени подверженности работника воздействию вредного фактора и вероятности возникновения угрозы на рабочем месте, а также последствий для здоровья и безопасности работников в том случае, если она осуществится.

Изначально в методе Файн – Кинни степень подверженности ($П$) варьируется от 0 (никогда) до 10 (постоянная подверженность). Вероятность ($В$) варьируется от 0 (абсолютно невозможно) до 10 (ожидается). Последствия ($По$) варьируются от 1 (минимальные повреждения) до 100 (катастрофа) [11].

Для получения количественной оценки риска P численно выраженные категории подверженности, вероятности и последствий перемножаются:

$$P = П \cdot В \cdot По. \quad (4)$$

Результат находится в интервале от 0 до 10 000. Полученная таким образом величина риска ранжируется по пяти категориям.

Основные результаты и их обсуждение. Необходимость применения комплексного подхода к оценке и планированию снижения профессионального риска нефтехимической отрасли вытекает из множественности рискообразующих факторов и различных методик их классификации и количественной оценки.

В данной работе принято решение предложить двухступенчатую систему оценки полного профессионального риска, учитывающую его априорную и апостериорную составляющие.

На основании изложенного выше разработана методика оценки профессионального риска на нефтехимическом предприятии ведется с учетом следующих положений:

- оценка риска производится в два этапа – сначала определяется числовой показатель риска, затем соответствующая ему категория риска;
- для оценки априорной составляющей профессионального риска используется метод комплексных балльных оценок, модифицированный с учетом условий на выбранном нефтехимическом предприятии;
- для оценки апостериорного риска используется методика из [3], измененная с учетом условий на выбранном предприятии;
- полный риск определяется при помощи матричного подхода через оценки априорной и апостериорной составляющей;
- числовое значение полного уровня риска определяется путем извлечения квадратного корня из произведения оценок априорного и апостериорного рисков.

Матричный подход является эффективным, удобным и простым средством для оценки полного профессионального риска. Корень из произведения выбирается как наиболее подходящий способ объединить обе оценки, полученные разными методами.

Метод комплексных балльных оценок, предложенный в [11], позволяет дать оценку уровню априорного риска с учетом роли каждого ВПФ, что важно при выборе способа снижения риска. Однако автор ссылается на нормы руководства по охране труда для Российской Федерации, которые отличаются от принятых в Республике Беларусь. Поэтому в метод внесены некоторые изменения.

Представляется целесообразным перевести значение априорного риска в трехзначную шкалу с целыми числами баллов. Перевод следует осуществить умножением значений обобщенного профессионального риска по методике Е.А. Бондарь в 100 раз. Результаты вычисления корня округлять до целых.

Учет априорного риска при расчете полного осуществляется только для уровней рабочих мест и цехов. На более высоких уровнях – подразделение, предприятие – априорный риск принимается равным преобладающей оценке предыдущих. Порядок определения полного риска при этом не изменяется.

В условиях различных нефтехимических предприятий контролироваться может от 4 до 10 ОВФ и ВПФ включительно: химический, биологический, шум, вибрация общая, вибрация локальная, микроклимат, ионизирующее излучение, электромагнитные поля и неионизирующее излучение, тяжесть труда и напряженность труда.

Апостериорный риск оценивается по формуле, включающей травматизм, профессиональную заболеваемость и ЗВУТ [3].

Далее оценки априорного и апостериорного рисков перемножаются, из произведения извлекается квадратный корень, округляется до целых. Количественная оценка полного профессионального риска определяется следующим выражением:

$$R_n = \sqrt{R_{\text{апр}} \cdot R_{\text{апост}}} = \sqrt{R \cdot (R_{\text{мп}} + R_{\text{ЗВУТ}} + R_{\text{ПЗ}})}, \quad (5)$$

где R – значение априорного риска в баллах; $R_{\text{апост}}$ – значение апостериорного риска в баллах по методике [3], рассчитанного через показатели травматизма, ЗВУТ и ПЗ.

В ходе расчетов установлено смещение границ категорий априорного риска в зависимости от числа контролируемых факторов.

Результаты оценки априорного риска с учетом числа контролируемых ВПФ представлены в таблице 3.

Таблица 3

Значения обобщенного уровня априорного риска
в зависимости от числа контролируемых вредных производственных факторов

Число факторов	Категории рассчитанного априорного риска со значениями, ×100					
	допустимый	умеренный	средний	выше среднего	высокий	крайне высокий
4	14...46	55	63...79	83...92	94...98	99...100
5	14...54	61	68...85	88...95	97...99	99...100
6	14...60	67	72...89	92...97	98...100	100
7	14...66	72	76...92	94...99	99...100	100
8	14...71	76	80...95	96...99	99...100	100
9	14...75	79	83...96	97...100	100	100
10	14...79	82	85...97	98...100	100	100

Категории априорного риска соответствуют условиям труда следующим образом: *нулевой* (риск отсутствует) – условия труда (УТ) класса 1, недостижим в реальных условиях [11], поэтому не рассматривается и не указывается; *допустимый* – УТ класса 2; *умеренный* – УТ класса 3.1; *средний* – УТ класса 3.2; *выше среднего* – УТ класса 3.3; *высокий* – УТ класса 3.4; *крайне высокий*, опасный для жизни – УТ класса 4.

Полная риск-матрица в качественной и количественной форме приведена в таблицах 4 и 5 соответственно.

Таблица 4

Категории полного риска, вычисленные через корень произведения оценок, качественная форма

Категории априорного риска	Категории апостериорного риска				
	низкий (1...22)	допустимый (23...49)	существенный (50...84)	высокий (85...147)	катастрофический (от 148)
Допустимый	A	M1	M1	M2	M2
Умеренный	M1	M1	M2	M2	H1
Средний	M1	M2	M2	H1	H1
Выше среднего	M2	M2	H1	H1	H2
Высокий	M2	H1	H1	H2	H2
Крайне высокий	H1	H1	H2	H2	E

Примечание. Искомое значение категории полного риска находится на пересечении строки с известным априорным и столбца с известным апостериорным риском.

Таблица 5

Категории полного риска, вычисленные через корень произведения оценок, количественная форма

Число факторов	Окончательная оценка риска (корень из произведения оценок)					
	A	M1	M2	H1	H2	E
4	4...32	33...62	63...90	91...116	117...121	121...122
5	4...34	35...67	68...95	96...118	119...121	121...122
6	4...36	37...71	72...99	100...119	120...122	122
7	4...38	39...74	75...103	104...121	122	122
8	4...40	41...77	78...106	107...121	122	122
9	4...41	42...79	80...108	109...121	122	122
10	4...42	43...81	82...110	111...121	122	122

Здесь категории рисков: А – допустимый; M1 – умеренный; M2 – средний; H1 – выше среднего; H2 – высокий; E – экстремальный, опасный для жизни.

Разработанная модель двухступенчатой оценки полного риска для работников нефтехимического предприятия позволяет осуществлять следующие операции:

- определять перечень наиболее весомых ВПФ на исследуемом участке, перечень наиболее значимых показателей вреда здоровью работников;
- непосредственно определять уровень априорного, апостериорного и полного профессионального риска на участке; прогнозировать изменение полного риска со временем в зависимости от условий труда;
- определять степень вклада каждой из категорий риска в результирующую оценку.

Программная реализация модели оценки риска осуществляется с использованием среды **Delphi 7.0**, пригодна для работы с операционными системами Windows 95-98, 2000, XP, Vista, Windows 7.

В качестве архитектуры для баз данных программы выбрана технология файл-сервер.

Заключение. По результатам проведенного исследования были сделаны следующие *выводы*:

1) полуколичественные методы оценки профессионального риска позволяют не только установить возможность опасности или вреда здоровью работника, но и количественно оценить вероятность их наступления. Необходимо комплексно оценивать профессиональный риск на нефтехимическом предприятии с применением системного подхода и учетом всех составляющих риска;

2) разработанная методика комплексной оценки профессионального риска, учитывающая апостериорную и априорную составляющую с выделением доли влияния по каждому из значимых ВПФ, позволяет классифицировать наблюдаемые риски качественно по категориям и количественно (в баллах) в зависимости от числа оцениваемых факторов:

- допустимый риск (А);
- умеренный риск (M1);
- средний риск (M2);
- риск выше среднего (H1);
- высокий (H2);
- экстремальный (E);

3) разработанное прикладное программное обеспечение для реализации методики оценки полного риска позволяет автоматизировать процедуру оценки риска, моделировать, анализировать и косвенно прогнозировать вероятность изменения полного риска при изменении условий труда или показателей состояния здоровья работников нефтехимического предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каримова, Л.К. Комплексная гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья работающих в современном производстве этилена и пропилена: автореф. дис. ...канд. мед. наук / Л.К. Каримова. – М., 1984. – 23 с.
2. Гизатуллина, Д.Ф. Условия труда и состояние здоровья ремонтных рабочих современных нефтехимических производств; дис. ... канд. мед. наук / Д.Ф. Гизатуллина. – М., 2010. – 192 с.
3. Кученева, Е.Е. Прогнозирование профессионального риска и разработка системы управления им на потенциально опасных промышленных объектах: дис. ... канд. тех. наук / Е.Е. Кученева. – Минск, 2009. – 130 с.

4. Измеров, Н.Ф. Оценка профессионального риска в медицине труда: принципы, методы и критерии / Н.Ф. Измеров, Э.И. Денисов // Вестн. РАМН. – 2004. – № 2. – С. 17 – 21.
5. Устюшин, Б.В. Гигиена и физиология труда горнорабочих при добыче полиметаллических руд на Крайнем Севере / Б.В. Устюшин, Р.В. Борисенкова // Гигиена и санитария. – 1998. – № 1. – С. 7 – 9.
6. Потапов, А.И. Проблема риска в решении задач гигиенической безопасности России / А.И. Потапов, Г.Г. Ястребов // Региональные проблемы развития мониторинга окружающей среды и вопросы гигиенической безопасности: сб. науч. тр. – Майкоп, 1998. С. 5 – 8.
7. Ertugrul, Alp. Risk Assessment and Process Safety Management / Alp Ertugrul // CScHE PSM Award Presentation, October 29, 2007 57th Chemical Engineering Conference Edmonton, Alberta.
8. Демин, В.Ф. Нормирование различных видов риска / В.Ф. Демин, В.Я. Голиков // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 30 – 36.
9. Измеров, Н.Ф. Человек и шум / Н.Ф. Измеров, Г.А. Суворов, Л.В. Прокоменко. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 384 с.
10. Лобанов, Д.В. Оценка профессионального риска / Д.В. Лобанов // Охрана труда и социальное страхование. – 1997. – № 20. – С. 41 – 49.
11. Бондарь Е.А. Метод расчета оптимальной программы снижения профессионального риска для работников нефтегазовой отрасли: дис. ... канд. техн. наук / Е.А. Бондарь. – Калининград, 2009. – 167 с.
12. Критерии оценки и показатели производственно обусловленной заболеваемости для комплексного анализа влияния условий труда на состояние здоровья работников, оценки профессионального риска: инструкция по применению / Р.Д. Клебанов [и др.]. – Минск, 2009. – 28 с.

Поступила 17.05.2013

PROFESSIONAL RISK ASSESSMENT AT PETROCHEMICAL ENTERPRISE

JUSRA MOKHAMMED KVIDJA AL-DALEMI

Different approaches to determination of forming factors and to assessment of the occupational exposure at an industrial enterprise, including petrochemical are considered. The concrete quantitative, qualitative and semi-quantitative risk assessment methods are considered. It is shown that the risk assessment for the same object in different ways leads to contradictory results. The application of a systematic approach to the assessment of occupational risk is justified. The article contains the technique of occupational risk assessment at a petrochemical plant, which allows to take into account both a priori and a posteriori risk components in quantitative and qualitative ways. It is established that the boundaries of the categories of a priori risk are displaced when the number of controlled harmful or hazardous factors is changed. It is shown that the advantages of the developed method can be implemented as part of the application software, which will accelerate and automate the process of occupational exposure assessment at potentially dangerous objects of petrochemical plants.