

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕТОДИКИ «ВЕРОЯТНОСТЬ - ВРЕД-
РИСК (ВВР)» С ОБЩЕПРИНЯТЫМИ МЕТОДАМИ
ОЦЕНКИ РИСКОВ ТРАВМАТИЗМА

А.С. Ворошилов

ООО «Кузбасс-ЦОТ», г. Кемерово, Россия

В предлагаемой статье проводится анализ связей между общепринятыми методиками оценок рисков и методикой «Вероятность Вред Риск (ВВР)». Показано, что большое количество методов оценки рисков травматизма можно свести к «ВВР». В частности, методика «ВВР» с единых позиций объясняет наличие семейства так называемых пирамид травматизма — Хенриха, компании Дюпон, профессора Карнауа и т.п. Представлена так называемая «Радуга безопасности», с помощью которой можно классифицировать различные виды экономической деятельности (и не только) - разнести их по группам риска. Еще одним примером взаимосвязи с традиционными экспертными оценками рисков травматизма может послужить сопоставление методики «ВВР» с так называемым методом «Галстук-Бабочка». В левой части «Галстука-Бабочки» группируются различные причины несчастных случаев, а в правой части «Галстука-Бабочки» - их последствия, которые описываются методикой «ВВР». В результате применения теории «ВВР» можно говорить о том, что по каким бы принципам не группировались причины травматизма (по отраслям, по причинам несчастных случаев или по человеческому фактору), последствия всегда можно описать при помощи «Радуги безопасности», поскольку она опирается на закон распределения вреда здоровью. На базе данных подходов был разработан программный «Модуль численной оценки рисков травматизма, обусловленных некомпетентными действиями работников», который показал приемлемую надежность прогнозирования числа травмированных на конкретном крупном производстве.

Ключевые слова: оценка рисков, радуга безопасности, травматизм.

THE RELATION BETWEEN THE "PROBABILITY HARM RISK (PHR)" METHODOLOGY AND THE GENERAL METHODOLOGIES OF TRAUMATISM RISK ASSESSMENT

A.S. Voroshilov

Kuzbass-COT, Ltd, Kemerovo, Russia

The following article gives an analysis of connections between general methodologies of risk assessment and the methodology "Probability Harm Risk (PHR)". It is shown, that a great amount of risk assessment methodologies can be put together to PHR methodology. In particular the PHR methodology with one voice explains the existence of the family of so called traumatism pyramids - by Henric, by Dupont company, by prof. Karnaukh etc. In the article it's shown so called Rainbow Safety, which allows to classify different forms of economic activity and allocate them to risk groups. One more example of relation to general methodologies is the comparison of PHR methodology with so called "Bow tie" methodology. In the left side of "Bow tie" there are different causes of accidents, in the right side there are the consequences, which are described by PHR methodology.

The application of PHR theory proves that in spite of the accident causes' classification (branch, cause or human factor) the consequences could be always described by Rainbow Safety, because it's based on the harm to health distribution law. Based on the described approaches the software package "Module of quantitative assessment of traumatism risks, caused by incompetent workers' actions", which has shown an acceptable reliability of the prediction of the injured workers amount in concrete large-scale production.

Keywords: risk assessment, rainbow safety, traumatism.

На наш взгляд, попытки массового внедрения риск-ориентированного подхода во все сферы человеческой жизни, в том числе и в вопросы безопасности труда, опирается прежде всего на явные успехи теории надежности. Действительно, теория надежности обладает хорошо разработанным инструментарием, который позволяет уверенно прогнозировать безотказность, долговеч-

ность, ремонтпригодность, сохраняемость и т.п. различных механических и компьютерных систем и, как следствие, оценивать риски, связанные с безопасным функционированием этих систем.

В результате теоретических и экспериментальных исследований по оценке рисков травматизма установлено, что частота возникновения травм и размер степени тяжести вреда здоровью не проявляются независимо, а подчиняются экспоненциальному закону - закону распределения вреда здоровью.

Заметим, что при проведении этих исследований тяжесть вреда здоровью классифицировалась в соответствии с уголовным законодательством и другими нормативными актами России, а не по выдуманным критериям, к сожалению, встречающимся в научной литературе.

Исследования послужили основой для создания методики количественной оценки рисков травматизма «Вероятность Вред Риск (ВВР)».

На рис. 1 в качестве примера представлены результаты модельных расчетов распределения степени тяжести вреда здоровью среди работников со следующими начальными условиями: общее число работников $N_p = 64$ человека; для наглядности с очень высокой степенью риска $R = 1.2$; интервал времени один год.

Из рис. 1 следует, что распределение степени вреда здоровью среди работников: в инцидентах участвовали 33 человека; повреждения, не причинившие вред здоровью, получили 16 человек; легкую степень вреда здоровью, получили 8 человек; среднюю степень вреда здоровью получили 4 человека; тяжкий вред здоровью получили 2 человека; погиб один человек.

На рис. 2 и 3 показаны различные практические примеры, подтверждающие точность оценок, сделанных с помощью методики «ВВР». С целью сокращения размеров графиков данные по числу пострадавших представлены в логарифмическом масштабе. В результате чего кривые линии экспонент превратились в прямые линии.

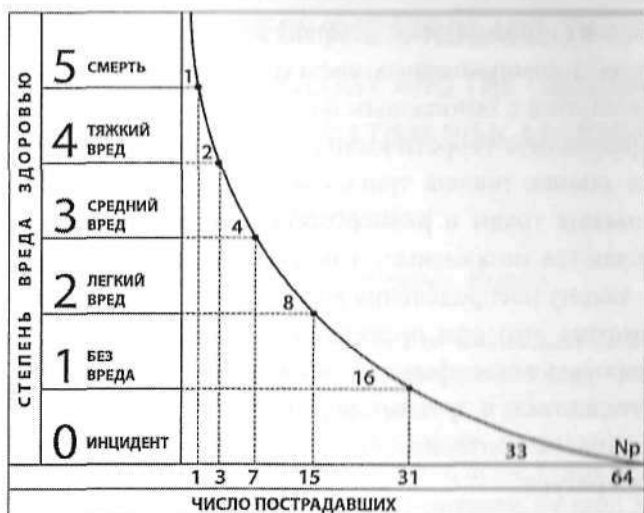


Рис 1. Зависимость степени вреда здоровью от числа пострадавших

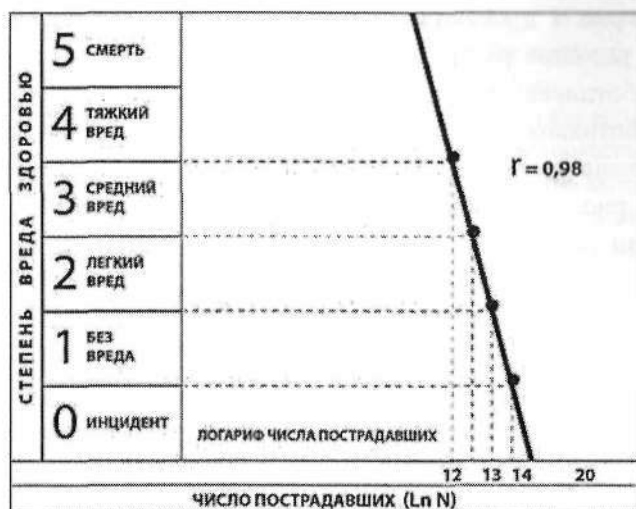


Рис. 2. Распределение тяжкого, средней тяжести и легкого вреда здоровью при производстве судебно-медицинских экспертиз в Российской Федерации

На рис. 2 представлены данные, полученные из источников в Судебно-медицинской экспертизе; коэффициент корреляции между прогнозными данными и фактическими составил 0,98, что говорит о прямой функциональной зависимости. На рис. 3 представлены данные о распределении вреда здоровью среди пострадавших в народном хозяйстве США.

Аналогичных примеров можно привести десятки.

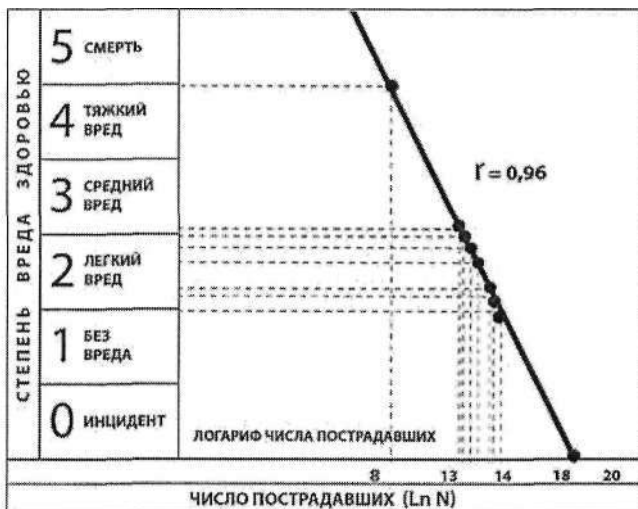


Рис. 3. Распределение вреда здоровью среди пострадавших в народном хозяйстве США

В таблице 1, на рис 4, 5, 6 и 7 представлены материалы, свидетельствующие о том, что методика «ВВР» с единых позиций объясняет наличие семейства так называемых пирамид Хенриха, компании Дюпон, профессора Карнауа и т.п.

Классы риска, которыми мы будем пользоваться здесь и в дальнейшем, приведены в таблице 1 и соответствуют классам риска, установленным руководством Р 2.1.10.1920-04. «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Здесь

же приведены интервалы изменения степени риска и соотношения чисел пострадавших в пирамиде между соседними уровнями вреда здоровью, в том числе соответствующие соотношения для пирамид Хенриха, Дюпон и Карнауха.

Таблица 1

Классы рисков травматизма

Классы рисков	Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Минимальный
Вероятность смертельного травматизма за 1 год	Более 10^{-1}	$10^{-1}-10^{-3}$	$10^{-3}-10^{-4}$	$10^{-4}-10^{-6}$	Менее 10^{-6}
Диапазон степени риска травматизма	$R > 2,17$	0.72-2.17	0.54-0.72	0.36-0.54	$R < 0.36$
Соотношение чисел пострадавших в пирамиде между соседними уровнями вреда здоровью	Меньше 1.58	1.58-4.01	4.01-6.4 Хенрих 5.5	6.4-16.1 Дюпон, Карнаух 10	Больше 16.1

На рис. 4 показано семейство распределений вреда здоровью среди работников, приведенных к одному смертельному несчастному случаю. При этом: очень высокому риску соответствует один смертельный на 10 и менее работников; высокому один на 1000 работников; среднему один на десять тысяч работников, низкому один на миллион; минимальному один на более, чем миллион работников.

При этом численности работников и пострадавших откладываются в логарифмических координатах.

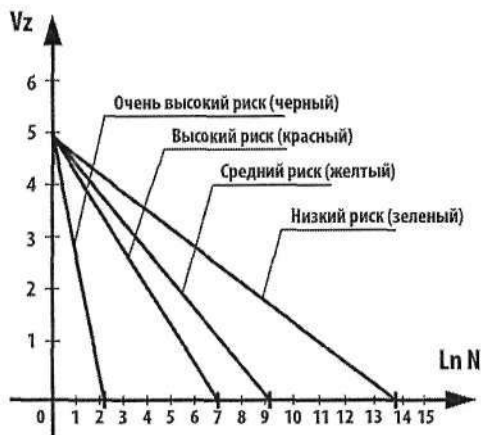


Рис. 4. Распределение вреда среди пострадавших, приведенное на один смертельный случай

Данные графики легко преобразуются в геометрически правильные, вложенные друг в друга пирамиды «ВВР», что и показано на рисунках 5, 6, 7. Самая большая пирамида соответствует низкому риску, самая маленькая очень высокому риску.



Рис. 5. Семейство вложенных логарифмических пирамид «ВВР»



Рис. 6. Логарифмические пирамиды «ВВР» (средний риск) и Хенриха

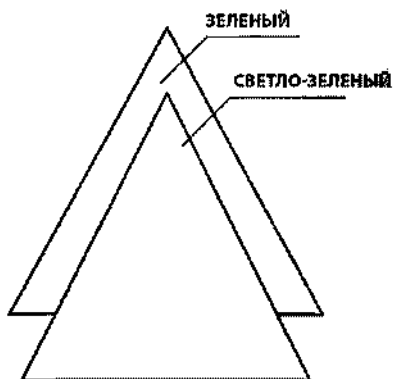


Рис. 7. Логарифмические пирамиды «ВВР» (низкий риск) и фирмы Дюпон (Карнауха)

Важно отметить, что размеры оснований пирамид «ВВР» определяются соответствующей общей численностью работников, которая легко определяется, а не общим количеством инцидентов, оценить которое крайне проблематично.

Судя по данным, приведенным в таблице 1:

- пирамиды компании Дюпон и профессора Карнауха относятся к низкому риску;
- пирамида Хенриха относится к среднему риску.

Таким образом никаких, часто обсуждаемых противоречий между вышеупомянутыми пирамидами нет, все они правильные, просто они построены для различных классов риска и являются частным случаем пирамид «ВВР».

На рис. 8 представлена так называемая «Радуга безопасности», разработанная на базе методики «ВВР», классов рисков по Р 2.1.10.1920-04. С ее помощью можно классифицировать различные виды экономической деятельности (и не только) по вероятности получения травм различной степени тяжести, в том числе смертельных. Данная классификация представлена на рис. 8.



Рис. 8. "Радуга безопасности" (по данным Росстата за 2015 год)

Очевидно, что «Радуга безопасности» - это некий аналог «Матрицы безопасности», которая оперирует теми же критериями: тяжесть вреда и вероятность событий.

При оценке рисков травматизма эта «радуга», в какой-то мере, может заменить данную матрицу безопасности, поскольку позволяет установить функциональную взаимозависимость между параметрами «вероятность» и «вред здоровью».

была предпринята попытка разработать методику численной оценки рисков травматизма, обусловленных некомпетентными действиями работников. При этом методологической основой данной попытки является некая совокупность методики «Вероятность вред риск» с иными общепризнанными методами оценки рисков травматизма.

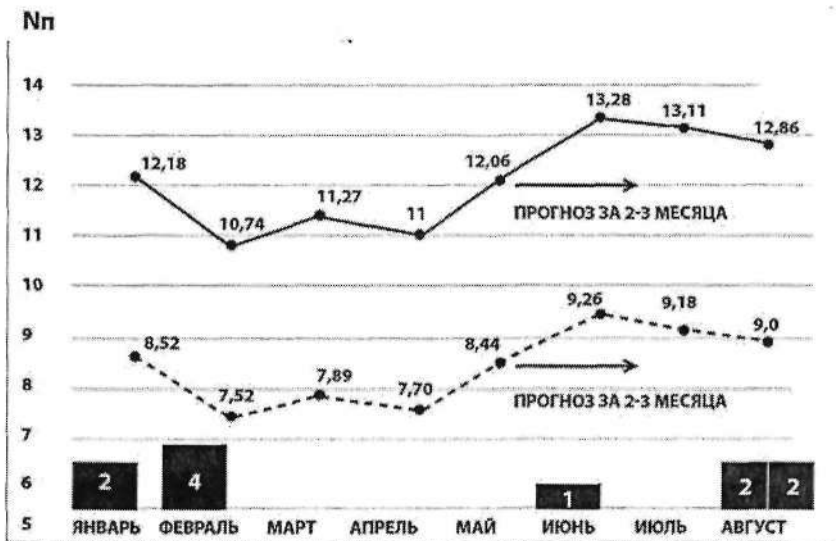
Основной идеей данного подхода к оценке рисков является то, что в распределении ВВП степень риска травматизма, обусловленного некомпетентными действиями работников, определяется как обратная величина степени компетентности.

На базе данной идеи был разработан программный «Модуль численной оценки рисков травматизма, обусловленных некомпетентными действиями работников.

С января по август 2017 года Модуль был апробирован на одном крупном предприятии Кузбасса.

На рис. 10 показан прогноз общего числа травмированных рабочих на конец 2017 года, в результате личных некомпетентных действий, и прогноз общего числа травмированных. С учетом изменения степени рисков травматизма R (оценивается по изменению текущего уровня компетентности работников K) прогноз травматизма на конец года автоматически корректируется каждый месяц. Необходимо отметить, что дробное число пострадавших связано с вероятностным характером травмирования и позволяет более подробно следить за динамикой изменения травматизма. Учитывая, что в 2017 году зафиксировано 12 травмированных при подземной добыче угля, надежность прогнозирования числа, травмированных при помощи Модуля можно признать приемлемой.

Беглый анализ данных, представленных на рис. 10, показывает, что рост прогнозного уровня коэффициента травматизма позволяет за 2-3 месяца предсказать всплеск травматизма на предприятии, что в свою очередь позволяет составить и воплотить действия по оперативному вмешательству в рабочий процесс для снижения травматизма.



•*• Число травмированных в результате некомпетентных действий в 2017 году

— Общее число травмированных В 2017 году

Рис. 10. Оценка общего числа травмированных рабочих на конец 2017 года

Сейчас разрабатывается соответствующий стандарт, регламентирующий применение Модуля на предприятии.

Надеемся, нам удалось показать взаимосвязь методики «Вероятность Вред Риск (ВВР)» с общепринятыми методами оценки рисков травматизма, а также новые возможности прогнозирования и управления рисками, базирующимися на этой взаимосвязи.

Вместе с тем следует понимать, что как «Методика количественной оценки рисков травматизма «Вероятность Вред Риск (ВВР)», так и ее частный случай «Методики оценки рисков травматизма, обусловленных опасным поведением работников» не являются полностью завершенными и находятся в стадии совершенствования и развития. Однако уже первые

вполне разумные результаты, некоторые из которых приведены выше, позволяют надеяться, что идеи, заложенные в данные методики, позволят сформировать единые подходы не только к оценке рисков травматизма, обусловленных некомпетентными действиями работников, но и оценке рисков, связанных с организацией управления охраной труда.

В заключение хочется поздравить профессора Файнбурга Г.З. с юбилеем и поблагодарить за плодотворные дискуссии по вопросам безопасности труда, которые стимулировали данное исследование.

Об авторе

Ворошилов Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, заместитель директора ООО «Кузбасс-ЦОТ» Россия, 650000, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 1 Тел. 89609099112, e-mail: besimply@ya.ru.

About author

Voroshilov Aleksey Sergeevich, Ph.D in Engineering, deputy director of Kuzbass-COT, Ltd, Russia, 650000 Kemerovo, Sosnovy boulevard, 1. Tel. 89609099112, e-mail: besimply@ya.ru.