

УДК 331.45

Гарашко В.В.

студент

2 курс, факультет «Промышленное и гражданское строительство»

Донской государственный технический университет

Россия, г. Ростов-на-Дону

Белецкая Д.А.

студент

1 курс, факультет «Безопасность жизнедеятельности и инженерная

экология»

Донской государственный технический университет

Россия, г. Ростов-на-Дону

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ: РАЗРАБОТКА, ОБОСНОВАНИЕ И ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация: В статье представлен системный обзор методов оценки профессиональных рисков с акцентом на их классификацию, применимость в различных отраслях и соответствие современным стандартам. Особое внимание уделено разработке и обоснованию усовершенствованного метода количественной оценки – RS-DTF, основанного на модификации классической формулы Risk Score с учётом дополнительных параметров: длительности воздействия, человеческого фактора и возможности обнаружения риска. Показано, что метод RS-DTF обеспечивает повышенную точность и адаптивность при сохранении простоты применения, что делает его перспективным инструментом для цифровизации процессов охраны труда. Рассмотрены возможности интеграции метода в существующие системы управления рисками и направления его дальнейшего развития.

Ключевые слова: профессиональные риски, оценка рисков, классификация методов, охрана труда, автоматизация, цифровизация.

Abstract: *The article provides a systematic review of occupational risk assessment methods with an emphasis on their classification, applicability in various industries and compliance with modern standards. Special attention is paid to the development and justification of an improved quantitative assessment method, RS-DTF, based on a modification of the classical Risk Score formula, taking into account additional parameters: duration of exposure, human factors, and the possibility of risk detection. It is shown that the RS-DTF method provides increased accuracy and adaptability while maintaining ease of use, which makes it a promising tool for digitalization of labor protection processes. The possibilities of integrating the method into existing risk management systems and the directions of its further development are considered.*

Keywords: *occupational risks, risk assessment, method classification, labor protection, automation, digitalization.*

Введение. В условиях стремительного развития технологий и перехода к Индустрии 4.0 – концепции четвёртой промышленной революции, основанной на интеграции цифровых технологий, автоматизации, Интернета вещей и искусственного интеллекта в производственные процессы – вопросы обеспечения безопасности труда приобретают критическое значение. Профессиональные риски, представляющие собой вероятность причинения вреда здоровью работника в процессе трудовой деятельности, становятся важным объектом системного управления. Их своевременная и корректная оценка способствует снижению уровня травматизма, оптимизации производственных процессов и повышению общей устойчивости предприятия.

Несмотря на наличие нормативной базы и разнообразие подходов к оценке рисков, предприятия сталкиваются с рядом трудностей: нехватка квалифицированных специалистов, отсутствие универсальных методик, низкий уровень цифровизации систем охраны труда. Это особенно актуально

**Схема 1 – классификации методов оценки профессиональных рисков
(схема автора)**

Качественные методы, основанные на описательном подходе и экспертной интуиции. Обычно не содержат числовых оценок и представлены на схеме 2.

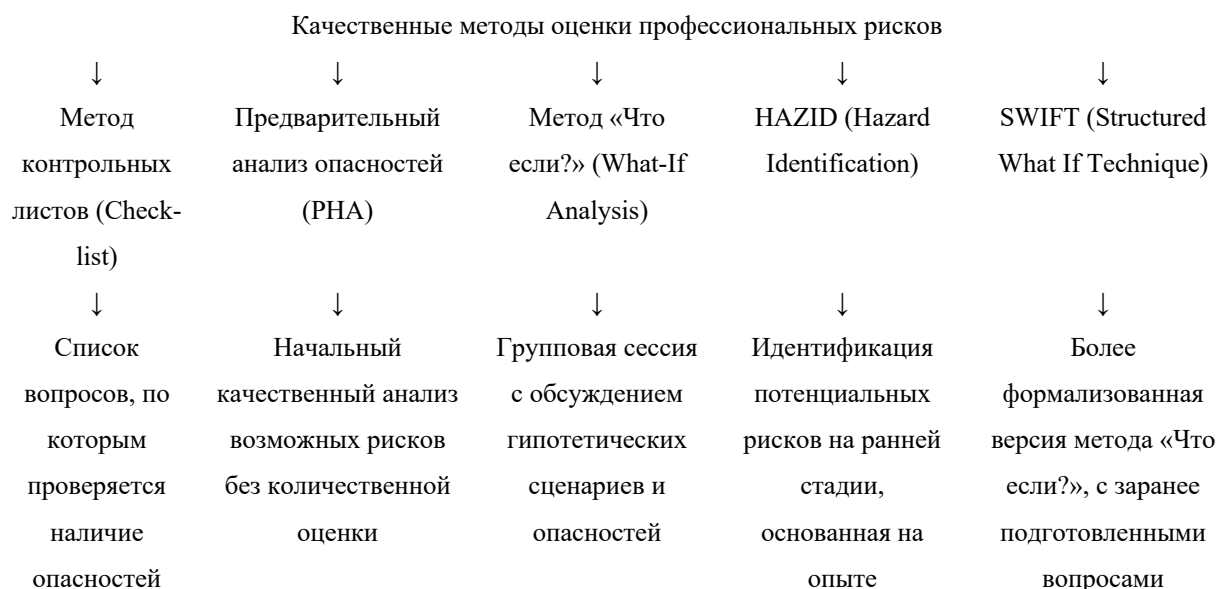


Схема 2 – классификации качественных методов оценки профессиональных рисков (схема автора)

Количественные методы, предполагающие использование цифровых показателей вероятности и тяжести последствий. Позволяют рассчитывать конкретные уровни риска представлены на схеме 3.

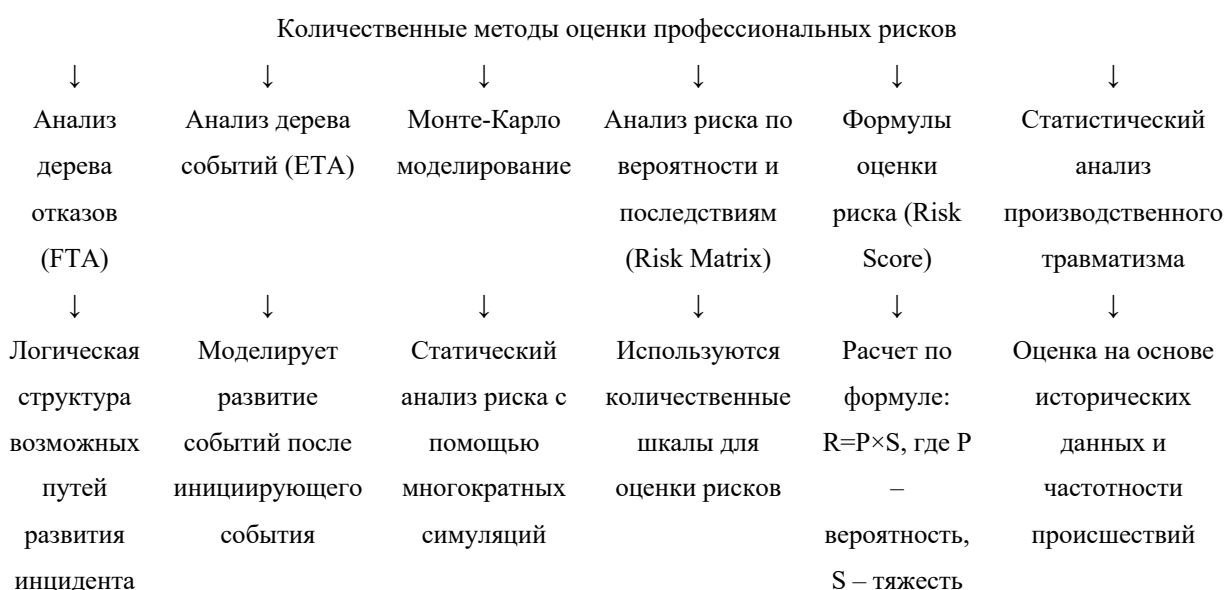


Схема 3 – классификации количественных методов оценки профессиональных рисков (схема автора)

Комбинированные методы, сочетающие качественные и количественные элементы, часто включают участие экспертов и структурированные расчеты, их классификация представлена на схеме 4.

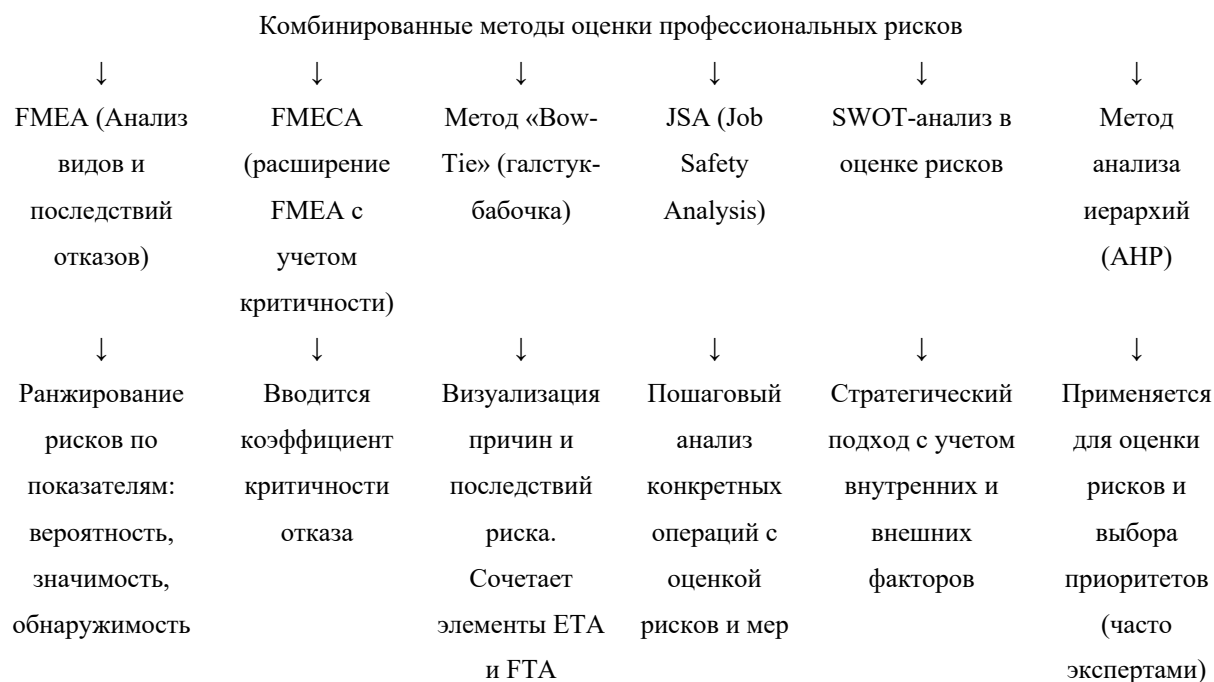


Схема 4 – классификации комбинированных методов оценки профессиональных рисков (схема автора)

Экспертные методы, основанные на суждениях экспертов. Могут быть как качественными, так и количественными, но ключевым фактором является экспертное мнение, и классификация представлена на схеме 5.

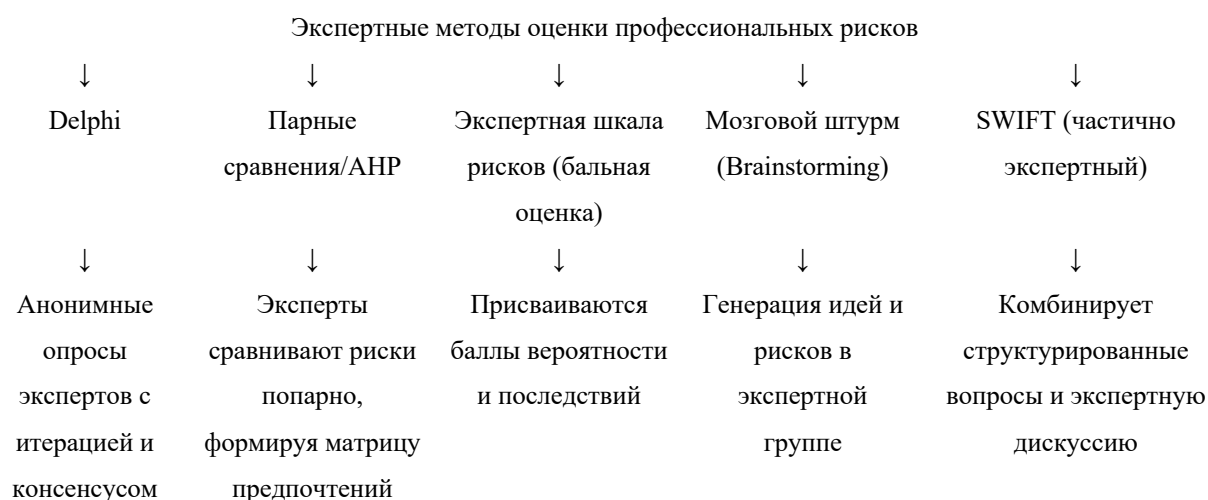


Схема 5 – классификации экспертных методов оценки профессиональных рисков (схема автора)

С целью углубления критического анализа методов приведем их преимущества и недостатки в сводной таблице 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки методов оценки профессиональных рисков.

| Тип метода | Преимущества | Недостатки |
|-----------------|---|---------------------------------------|
| Качественные | Быстрота, простота, минимум данных | Субъективность, низкая точность |
| Количественные | Точность. Пригодность для расчетов | Требует данных, сложнее внедрять |
| Комбинированные | Баланс точности и гибкости | Усложненность, требует подготовки |
| Экспертные | Универсальность, подходит при дефиците данных | Зависимость от квалификации экспертов |

В целом классификация методов оценки профессиональных рисков позволяет адаптировать подходы к конкретной ситуации на предприятии. Это особенно важно в условиях ограниченных ресурсов и необходимости оперативного реагирования на угрозы.

2. Международные и российские стандарты.

Стандарты ISO и ГОСТ обеспечивают структурированную основу для внедрения процессов управления рисками. ISO 31000 служит универсальной платформой, применимой к любым отраслям, в то время как ISO 45001 ориентирован на систему управления охраной труда. ГОСТ Р 12.0.010 адаптирован к российским условиям и отражает локальную специфику нормативного регулирования [3, с. 5]. Наличие стандартизированной процедуры оценки рисков способствует унификации практик между предприятиями, облегчает аудит и сертификацию, а также повышает осведомлённость работников. Несмотря на широкую нормативную базу, ключевой задачей остаётся эффективная имплементация стандартов в повседневную практику предприятий. Для систематизации различий между стандартами и лучшего понимания их применимости представлено сравнительное обобщение ключевых характеристик в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение стандартов ISO 31000, ISO 45001 и ГОСТ Р 12.0.010.

| Показатель | ISO 31000 | ISO 45001 | ГОСТ Р 12.0.010 | Комментарий |
|--------------------|---|---|---|--|
| Область применения | Универсальный (все отрасли) | Охрана труда | Профессиональный риски в РФ | ISO 31000 подходит для любых организаций; ISO 45001 и ГОСТ – для систем ОТ |
| Тип документа | Методическое руководство | Международный стандарт системы | Межгосударственный стандарт | Различие в уровне обязательности |
| Подход к рискам | Стратегический | Практический (PDCA) | Регламентированный | В ISO 31000 упор на политику, в остальных – на процедуры |
| Оценка рисков | Не является обязательной, носит рекомендательный характер | Обязательна для сертификации по международным требованиям | Обязательна в рамках российского законодательства | Разный уровень строгости: от гибкой рекомендации до обязательной практики |
| Примеры применения | Финансы, IT, логистика и т.п. | Строительство, производство и т.п. | Все работодатели в Российской Федерации | Широкая адаптивность в зависимости от задач |

Влияние стандартов также распространяется на выбор и адаптацию конкретных методов. Например, ISO 31000 допускает гибкий выбор инструментов, тогда как ГОСТ Р 12.0.010 прямо указывает на необходимость количественной оценки. На практике предприятия, стремящиеся к международной сертификации, часто ориентируются на ISO 45001 и используют матрицы рисков, FMEA и JSA.

Таким образом, представленные в таблице стандарты демонстрируют как общие принципы, так и различия в акцентах и области их применения. При

разработке и внедрении системы оценки рисков целесообразно учитывать специфику каждого из них и ориентироваться на отраслевые потребности.

3. Практическое применение.

Реализация методов оценки рисков в производственной среде требует учёта множества факторов: динамики технологических процессов, уровня квалификации персонала, доступности цифровых инструментов и культуры безопасности. На промышленных предприятиях часто применяется FMEA, позволяющие системно выявлять уязвимости на стадиях проектирования и эксплуатации [4, с. 10]. В строительстве предпочтение отдается матрицам рисков и оперативным инспекциям на месте [5, с. 6]. Здравоохранение требует специфических методик оценки, ориентированных на клинические риски, включая психоэмоциональные нагрузки и угрозы инфекционного заражения. Эффективное применение метода предполагает не только наличие инструментария, но и обучение персонала, регулярную актуализацию анализа и интеграцию с системой управления предприятием.

4. Модернизированный метод количественной оценки профессиональных рисков RS-DTF.

В рамках количественных методов оценки профессиональных рисков предлагается усовершенствованный подход – метод RS-DTF (Risk Score with Duration, human Trigger, and Findability или в русскоязычной расшифровке Оценка риска с учётом длительности, человеческого фактора и возможности обнаружения), основанный на классической формуле Risk Score и дополненный учётом факторов длительности воздействия, человеческого фактора и возможности обнаружения риска.

Классическая формула оценки риска $Risk\ Score = P \times S$ (где P – вероятность, S – тяжесть последствий) часто используется благодаря своей простоте. Однако в современных производственных условиях она не охватывает целый ряд важных факторов:

- Длительность воздействия на работника (чем дольше, тем выше риск).

- Человеческий фактор, связанный с уровнем автоматизации и поведения оператора.

- Возможность обнаружения и предотвращения риска до его реализации.

Для более точной количественной оценки профессиональных рисков предлагается усовершенствованная формула 1.

В ходе анализа существующих и вышеперечисленных методов оценки профессиональных рисков следует следующее:

- FMEA / FMESA: включает параметр «обнаруживаемость» (Detectability), но не длительность или фактор персонала.

- $RPN = Severity \times Occurrence \times Detectability$ – ближе всего. Однако:
 - используется для технических отказов;
 - не применим напрямую к поведенческим или временным рискам;
 - не учитывает операционные особенности (время, поведение человека).

- ISO 31010: рекомендует матричный подход, но не формализует расчет с дополнительными переменными.

- Quantitative Risk Assessment (QRA): опирается на статистику, но не вводит коэффициенты длительности или поведения.

Сравнительный анализ показывает, что предложенный метод не повторяет существующие. Он адаптирован под профессиональные риски и расширяет Risk Score, сохраняя простоту применения.

Название метода RS-DTF является аббревиатурой, отражающей ключевые компоненты формулы:

- R – Risk – итоговое значение риска;
- S – Score – тяжесть последствий – оценка на основе совокупности факторов (оценка риска в числовом виде);
- D – Duration – длительность воздействия опасного фактора;

- T – Triggering by human (или T – Team/human Factor) – влияние человеческого участия, зависимость от поведения оператора;
- F – Findability (или Detectability) – возможность обнаружения и предотвращения риска до его реализации.

Формула метода RS-DTF:

$$R = \frac{P \times S \times T \times F}{D} \quad (1)$$

где:

P – вероятность события;

S – тяжесть последствий;

T – длительность воздействия;

F – влияние человеческого фактора;

D – возможность обнаружения риска.

Параметр D размещён в знаменателе, так как отражает управляемость риска: чем легче его обнаружить, тем ниже итоговая опасность. Таким образом, D выполняет функцию понижающего коэффициента, аналогично понятию detectability в FMEA.

Преимущества предлагаемого метода изображены на схеме 6.

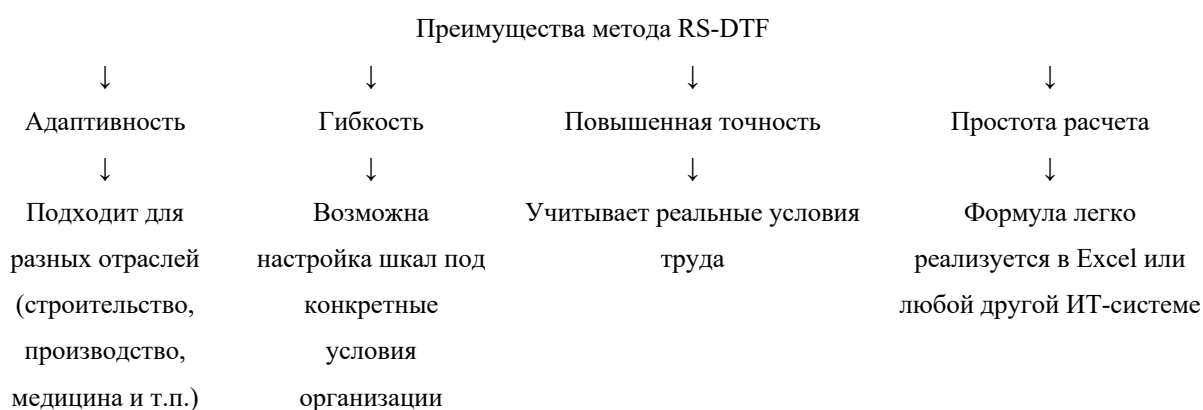


Схема 6 – Преимущества метода RS-DTF (схема автора)

Для демонстрации прикладной применимости разработанного метода рассмотрим ситуацию из строительной отрасли, связанную с погружением корытообразного шпунта Ларсена при возведении Багаевского гидроузла.

Контекст ситуации: работы проводятся в береговой зоне, в условиях ограниченного пространства, повышенной влажности и ограниченной

видимости. Процесс погружения шпунта требует слаженного взаимодействия между машинистом специализированной установки и стропальщиком, сопряжён с рисками падения конструкции, сдавливания рабочих, разрыва тросов, а также ошибками в подаче сигналов.

В целях оценки уровня риска по разработанному методу RS-DTF экспертной группой в рамках моделируемой ситуации были определены значения ключевых параметров на основе производственного контекста, наблюдений и нормативных представлений о тяжести последствий. Результаты оценки представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка параметров риска по методу RS-DTF для процесса погружения шпунта Ларсена.

| Параметр | Значение | Обоснование |
|----------|----------|---|
| P | 4 | Вероятность инцидента высока из-за ручного труда и сложных условий |
| S | 5 | Возможны смертельные травмы при падении или сдавливании |
| T | 3 | Воздействие постоянное в течение всей смены |
| F | 3 | Зависимость от действия человека критична (сигналы, координация) |
| D | 2 | Обнаружения возможно только визуальное, технические системы не используются |

На основании значений, определённых экспертной группой в таблице 3, производится количественная оценка уровня риска с применением формулы 1 метода RS-DTF. Для выполнения расчёта используются стандартизированные шкалы по каждому из параметров, представленные в таблицах 5-9, что обеспечивает прозрачность, воспроизводимость и обоснованность результата.

$$R = \frac{4 \times 5 \times 3 \times 3}{2} = 90 \text{ у. е.}$$

Полученное значение $R = 90$ у.е. соответствует категории «Высокий риск» согласно Таблице 4. Это требует внедрения срочных инженерных и организационных мероприятий, направленных на снижение как вероятности, так и тяжести возможных последствий, а также улучшение обнаруживаемости опасной ситуации.

Таблица 4 – Интерпретация уровня риска по значению RS-TF.

| Значение R | Уровень риска | Интерпретация и действия |
|------------|---------------|--------------------------|
| 1-30 | Низкий | |

| Значение R | Уровень риска | Интерпретация и действия |
|------------|---------------|--------------------------|
| 31-60 | Средний | |
| 61-100 | Высокий | |
| >100 | Критический | |

Таблица 5 – Шкала оценки вероятности возникновения события (P).

| Уровень | Описание |
|---------|--|
| 1 | Практически невозможно |
| 2 | Маловероятно |
| 3 | Возможно |
| 4 | Вероятно (в условиях ограниченного контроля) |
| 5 | Почти невозможно |

Таблица 6 – Шкала оценки тяжести (S).

| Уровень | Описание |
|---------|--|
| 1 | Незначительные травмы, не требующие лечения |
| 2 | Легкие травмы |
| 3 | Средние травмы (временная нетрудоспособность) |
| 4 | Тяжелые последствия (госпитализация, инвалидность) |
| 5 | Смертельный исход |

Таблица 7 – Шкала оценки длительности воздействия (T).

| Уровень | Описание |
|---------|------------------------------------|
| 1 | Кратковременно (до 1 часа в день) |
| 2 | Регулярно (несколько часов в день) |
| 3 | Постоянно (в течение всей смены) |

Таблица 8 – Шкала оценки человеческого фактора (F).

| Уровень | Описание |
|---------|--|
| 1 | Процесс полностью автоматизирован |
| 2 | Частично автоматизирован с участием оператора |
| 3 | Полностью ручной труд, высокая зависимость от действий персонала |

Таблица 9 – Шкала оценки возможности обнаружения (D).

| Уровень | Описание |
|---------|--|
| 1 | Высокая (датчики, автоматические сигналы, защиты и т.п.) |
| 2 | Средняя (визуальный контроль, стандартные процедуры и т.п.) |
| 3 | Низкая (фактическое отсутствие предупредительных механизмов) |

Для повышения гибкости и адаптивности метода RS-DTF в зависимости от отраслевой специфики, производственных условий и приоритетов предприятия предлагается доработать базовую формулу путём введения весовых коэффициентов к каждому из параметров формулы. Это позволяет

варьировать вклад каждого фактора в итоговую оценку риска и более точно отражать реальную опасность.

Модифицированная формула расчет уровня профессионального риска с учетом весов представлена ниже:

$$R = \frac{(W_P \times P) \times (W_S \times S) \times (W_T \times T) \times (W_F \times F)}{W_D \times D} \quad (2)$$

где:

P – вероятность события;

S – тяжесть последствий;

T – длительность воздействия;

F – влияние человеческого фактора;

D – возможность обнаружения риска;

W_X – весовой коэффициент, отражающий относительную значимость параметра X.

Для обеспечения адаптивности метода к различным производственным условиям и отраслям предлагается использовать весовые коэффициенты W_X , отражающие относительную значимость каждого параметра. Рекомендуемый диапазон значений весов – от 0.1 до 1.0, что определяется рядом методологических и практических соображений.

Минимальное значение коэффициента $W = 0.1$ обеспечивает сохранение фактора в расчёте, но с минимальным влиянием. Это полезно в тех случаях, когда параметр не играет существенной роли (например, при полной автоматизации – для человеческого фактора), но его нельзя полностью игнорировать. Значения ниже 0.1 фактически исключают фактор из модели, что снижает комплексность оценки и противоречит принципам системного подхода.

Максимальное значение $W = 1.0$ сохраняет изначальную силу параметра, приравнивая его вклад к «полной значимости». Это значение интуитивно понятно и удобно для интерпретации, а также служит ориентиром при калибровке шкал.

Выбор единого диапазона $W_X \in [0.1; 1.0]$ для всех переменных обеспечивает:

- сравнимость влияния факторов между собой;
- гибкость адаптации модели под специфику отрасли или предприятия;
- удобство алгоритмизации и визуализации, особенно при цифровой реализации метода (например, в Excel, ERP-системах или мобильных приложениях);
- предотвращение искажений, которые могли бы возникнуть при использовании чрезмерно широких или неоднородных интервалов.

Проведем расчет по формуле 2 с учетом определенных по таблице 10 весовых коэффициентов.

Таблица 10 – Унифицированная шкала весовых коэффициентов.

| Параметр | Обозначение | Описание | Рекомендации по назначению веса |
|-------------------------|-------------|--|---|
| Вероятность (P) | W_P | Частота возникновения опасности | 0.3 – 0.7 – для часто повторяющихся опасностей |
| Тяжесть последствий (S) | W_S | Потенциальный урон здоровью или жизни | 0.7 – 1.0 – при угрозе жизни |
| Длительность (T) | W_T | Время экспозиции на опасный фактор | 0.3 – 0.7 – при постоянных воздействиях |
| Человеческий фактор (F) | W_F | Зависимость от поведения оператора | 0.4 – 0.8 – при отсутствии автоматизации |
| Обнаружаемость (D) | W_D | Способность системы обнаружить и предупредить риск | 0.1 – 1.0 – чем лучше контроль, тем ниже эффект в знаменателе |

Подставив выбранные значения имеем:

$$R = \frac{(0.8 \times 4) \times (1.0 \times 5) \times (0.5 \times 3) \times (0.6 \times 3)}{0.3 \times 2} = 72 \text{ у. е.}$$

Интеграция весов снизила итоговое значение риска до 72 у.е., сместив его к нижней границе «высокого риска» согласно шкале из статьи. Это объясняется тем, что:

- Параметры длительности и человеческого фактора были понижены через веса.

- Параметр обнаружения имел низкий вес, что усилило его смягчающий эффект.

Для наглядности понимания превосходства предлагаемого метода, в том числе с опцией возможно добавления весовых коэффициентом, проведем сравнительный анализ трех способов расчета определения профессионального риска на уже знакомой и выше описанной строительной ситуации.

Составим таблицу 11 для внесения сопоставляющих методов и их значений.

Таблица 11 – Методы оценки профессиональных рисков и их значения в условных единицах.

| Метод | Значение в условных единицах |
|-------------------------|------------------------------|
| Классический Risk Score | 20 |
| RS-DTF | 90 |
| RS-DTFW | 72 |

Для качественного сравнения рассматриваемых методов, с учетом их разности, приведем все оценки к шкале 0-100, используя пороговые уровни интерпретации с последующим интерпретированием результатов через категорию риска. Изложенное представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Унифицированные значения.

| Уровень риска | Описание | Шкала Risk Score, у.е. | Шкала RS-DTF/ RS-DTFW, у.е. |
|---------------|------------------|------------------------|-----------------------------|
| Низкий | Допустимый | 1-10 | 1-30 |
| Средний | Требует контроля | 11-20 | 31-60 |
| Высокий | Срочные меры | 21-25 | 61-100 |
| Критический | Остановка работ | >25 | >100 |

Примечание: Risk Score ограничен максимумом 25 у.е., а RS-DTF/ RS-DTFW потенциально неограничен, но на практике редко превышает 120-150 у.е.

Итоговый результат сравнения представим в таблице 13.

Таблица 13 – Сводные сравнительные значения рассматриваемых методов.

| Метод | Значение | Категория |
|-------------------------|----------|-----------|
| Классический Risk Score | 20 | Средний |
| RS-DTF | 90 | Высокий |
| RS-DTFW | 72 | Высокий |

Проведённый сравнительный анализ трёх подходов к оценке профессиональных рисков – классического Risk Score, оригинального метода RS-DTF и модифицированной версии RS-DTF с весовыми коэффициентами – показал существенные различия в результатах и аналитических возможностях моделей.

Классическая формула $R = P \times S$, несмотря на свою простоту и удобство применения, недооценивает риск, так как не учитывает такие важные параметры, как длительность воздействия, человеческий фактор и возможность своевременного обнаружения угроз. Это может приводить к заниженной оценке риска и, как следствие, к недостаточному уровню контроля на производстве.

Метод RS-DTF, напротив, обеспечивает более реалистичную и комплексную оценку, особенно в условиях сложных и нестабильных производственных процессов. Он охватывает ключевые аспекты воздействия и позволяет учесть поведенческие, временные и технические факторы.

Модифицированная версия метода с внедрением весовых коэффициентов усиливает эти преимущества, предоставляя инструментарий для гибкой настройки модели под конкретные условия предприятия. Это делает возможным более точное отражение приоритетов охраны труда и характеристик конкретной отрасли.

На примере строительной операции (погружение шпунта) значения риска составили:

- по классическому Risk Score – 20 баллов («Средний риск»);
- по оригинальному RS-DTF – 90.0 баллов («Высокий риск»);
- по модифицированному RS-DTF с весами – 72.0 балла («Высокий риск»).

Таким образом, внедрение весов снизило итоговый балл на 20%, сохранив категорию риска, но приблизив её к нижней границе. В других ситуациях, где риск управляется более эффективно (высокий уровень автоматизации, чёткие инструкции, эффективные системы мониторинга), уровень риска может быть понижен до «Среднего» или «Низкого», что имеет значительное практическое значение для работодателя:

- снижает регуляторные требования (например, частоту проверок);
- уменьшает финансовые издержки (страхование, компенсации);
- способствует улучшению имиджа компании и корпоративной культуры безопасности.

В целом, доработанный метод RS-DTF с весовыми коэффициентами представляет собой универсальный и эффективный инструмент оценки профессиональных рисков, сочетающий аналитическую строгость, адаптивность к цифровой среде и прикладную ценность для организаций.

5. Современные тенденции и перспективы развития.

Будущее оценки профессиональных рисков неразрывно связано с технологическим прогрессом. Автоматизация, искусственный интеллект и машинное обучение постепенно трансформируют процесс идентификации и оценки угроз [6, с. 5]. Разрабатываются системы мониторинга, которые в режиме реального времени отслеживают параметры окружающей среды, поведение работников и состояние оборудования. Среди используемых технологий можно выделить машинное обучение для прогнозирования аварийных ситуаций, нейросетевые алгоритмы для классификации уровней риска и экспертные системы, обучающиеся на инцидентах. Например, платформа Honeywell Connected Plant использует Industrial Internet of Things и искусственный интеллект для динамической оценки рисков в химической промышленности.

Предиктивная аналитика позволяет не просто реагировать на риски, а предупреждать их появление [7, с. 1]. Однако полная цифровизация требует преодоления целого ряда барьеров – от стоимости решений до вопросов

защиты персональных данных. Также важна подготовка персонала и адаптация стандартов к новым реалиям. В перспективе можно ожидать появления интеллектуальных систем оценки рисков, способных адаптироваться под конкретные условия предприятия.

Тем не менее, необходимо учитывать этические и правовые аспекты цифровизации: обеспечение конфиденциальности персональных данных, формирование доверия к моделям искусственных интеллектов и адаптация нормативных актов под цифровую реальность.

6. Заключение.

Эффективная система оценки профессиональных рисков должна учитывать отраслевую специфику, уровень автоматизации процессов, доступность данных и потребность в оперативном принятии решений. В статье обоснована структурная классификация методов оценки рисков, представлен анализ их применимости и соответствия современным стандартам ISO и ГОСТ, а также выделены ключевые проблемы внедрения.

Разработанный авторами метод RS-DTF представляет собой усовершенствованный вариант количественной оценки, позволяющий интегрировать дополнительные параметры – длительность воздействия, влияние человеческого фактора и возможность раннего обнаружения риска. В отличие от классического Risk Score, предложенная модель обеспечивает более точную, адаптивную и гибкую оценку профессиональных угроз.

Дополнительно в рамках данной работы была представлена модификация метода RS-DTF с использованием весовых коэффициентов, отражающих относительную значимость каждого параметра риска. Это решение позволяет адаптировать модель под конкретные условия предприятия, усиливая или ослабляя вклад отдельных факторов в итоговую оценку. Весовая версия метода делает возможным более тонкую настройку модели и повышает её применимость в системах цифрового управления безопасностью труда. Результаты практического применения показывают, что

внедрение весов позволяет достоверно снижать уровень риска при наличии эффективных организационно-технических мер контроля.

Практическая значимость метода заключается в его универсальности, простоте реализации и возможности включения как в локальные, так и в корпоративные платформы управления охраной труда, включая ERP, HSE и интеллектуальные системы мониторинга.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются:

- разработка типовых шкал оценки коэффициентов RS-DTF для различных отраслей;
- интеграция метода в ERP и HSE-системы предприятий;
- внедрение модулей машинного обучения для предиктивной оценки риска на основе накопленных данных.

Переход к интеллектуальным, цифровым системам оценки профессиональных рисков является ключом к проактивному управлению безопасностью труда и устойчивому развитию предприятий в условиях Индустрии 4.0.

Список литературы:

1. Тимофеев С. С., Тимофеева С. С. Управление техногенными рисками в электроэнергетике как особый вид менеджмента // Сборник научных трудов Иркутского государственного технического университета. – 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.istu.edu/docs/education/faculty/institute_entrails/bjd/konf/tehnosfer_13.pdf (дата обращения: 12.06.2025).
2. Пупенцова, С. В., Корнеева, В. М. Современные методы управления рисками на предприятиях // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2020. – С. 85–94. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/355790447> (дата обращения: 12.06.2025).
3. Лесных В. В., Каширин А. Б., Суворова О. С. Анализ современных подходов к оценке профессионального риска в газовой промышленности // Газовая промышленность. – 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-podhodov-k-otsenke-professionalnogo-riska-v-gazovoy-promyshlennosti> (дата обращения: 12.06.2025).

4. Гапанович В. А., Шубинский И. Б. и др. Система управления рисками крупных компаний. Практика оценки рисков в ОАО «РЖД» и направления развития // Управление рисками. – 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-upravleniya-riskami-krupnyh-kompaniy-praktika-otsenki-riskov-v-oao-rzhd-i-napravleniya-razvitiya> (дата обращения: 12.06.2025).

5. Утюганова В. В., Ковальковская Н. О. Формирование понятийного аппарата и обоснование выбора метода прогнозирования профессиональных рисков в горной отрасли // Труды ВНИМИ. – 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-ponyatiynogo-apparata-i-obosnovanie-vybora-metoda-prognozirovaniya-professionalnyh-riskov-v-gornoj-otrasli> (дата обращения: 12.06.2025).

6. ISO 31000:2018. Risk management – Guidelines. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/65694.html> (дата обращения: 12.06.2025).

7. Бухтияров И. В., Бобров А. Ф., Денисов Э. Методы оценки профессионального риска и их информационное обеспечение // Гигиена и санитария. – 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-professionalnogo-riska-i-ih-informatsionnoe-obespechenie> (дата обращения: 12.06.2025).