

ON A NEW PROPERTY OF RECURRENT MOTIONS OF DYNAMIC SYSTEMS ON COMPACT MANIFOLDS

S.M. DZYUBA, Dr. Sc., I.I. EMELYANOVA, Postgraduate

Tver State Technical University,
22, Af. Nikitin emb., 170026, Tver, e-mail: sdzyuba@mail.ru

Based on the definitions of minimal set and recurrent motion introduced by J. Birkhoff at the beginning of the last century, a new sufficient condition for the recurrence of motions of dynamical systems on a topological compact manifold V is obtained. This condition gives a fairly complete picture of the structure of recurrent motion as a function of time on V and, thus, organically complements Birkhoff's classical definition.

One of the main results of this paper is that it leads to a new method of approximate recurrent movements. This method can be applied without fundamental changes to the construction of asymptotic recurrent solutions of nonautonomous systems of ordinary differential equations.

Keywords: topological compact manifold, dynamical systems, recurrent motions.

Поступила в редакцию/received: 30.10.2025; после рецензирования/revised: 10.11.2025;
принята/accepted: 12.11.2025

УДК 681.5

DOI: 10.46573/2658-5030-2026-1-93-108

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ TELEGRAM-БОТА

Н.Г. МАРИЛОВ, асп., Л.В. КОЗЫРЕВА, д-р техн. наук, Е.И. МАРИЛОВА, студ.

Тверской государственный технический университет,
170026, Тверь, наб. Аф. Никитина, 22, e-mail: marilov_nikitka@mail.ru

© Марилов Н.Г., Козырева Л.В., Марилова Е.И., 2026

В статье приведено определение интеграционного подхода к оценке профессиональных рисков, реализованного в виде Telegram-бота. Подход синтезирует три взаимодополняющих метода: детерминированную оценку на основе специальной оценки условий труда (СОУТ), вероятностное моделирование по методу Монте-Карло и оценку неопределенности по руководству GUM. Проведенная апробация решения установила его эффективность, выражающуюся в повышении оперативности оценки и росте вовлеченности персонала. Сравнительный анализ выявил, что в 40 % случаев точечные оценки СОУТ соответствовали интервальным данным модели, а в 15 % – оказались заниженными. Данный подход является прямым развитием традиционных методов, преодолевающим их ограничения за счет комплексного учета вероятностной природы и неопределенности исходных данных, что позволяет перейти от реактивного к превентивному управлению рисками.

Ключевые слова: профессиональные риски, оценка рисков, Telegram-бот, метод Монте-Карло, GUM, СОУТ, цифровизация охраны труда, риск-менеджмент.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективное управление профессиональными рисками является краеугольным камнем современной системы охраны труда. Несмотря на законодательное закрепление риск-ориентированного подхода, его практическая реализация на многих предприятиях сталкивается с системными испытаниями. К ним относятся:

преобладание качественных и полуколичественных методов оценки, носящих зачастую субъективный и дискретный характер;

низкая оперативность актуализации реестров рисков;

слабая вовлеченность персонала в процессы идентификации опасностей из-за громоздких и неудобных механизмов обратной связи.

Это приводит к тому, что система управления охраной труда (СУОТ) функционирует в реактивном режиме, фокусируясь на ликвидации последствий, а не на превентивных мероприятиях [1].

Обзор научной литературы и практик позволяет выделить несколько ключевых подходов к оценке профессиональных рисков.

Традиционные методы

Наиболее распространены методы, основанные на построении матриц риска (риск = вероятность × тяжесть последствий), экспертных оценках и данных СОУТ [2]. Их главным недостатком является детерминированность – опора на точечные, усредненные значения параметров, что не учитывает стохастическую природу производственных процессов и не позволяет оценить погрешность итогового результата.

Статистические методы

Применяются вероятностно-статистические методы, такие как имитационное моделирование по методу Монте-Карло и анализ неопределенностей по руководству GUM [3]. Однако их интеграция в практику управления профессиональными рисками остается фрагментарной и несистематизированной.

Цифровизация СУОТ

Тренд на цифровизацию находит свое отражение в разработке различных программных комплексов и мобильных приложений для управления охраной труда [4, 5]. Часто они представляют собой цифровые аналоги бумажных журналов и анкет, не предлагая принципиально новых математических моделей для анализа данных.

Таким образом, выявлено противоречие между наличием мощного аппарата статистического анализа неопределенностей, применяемого в других областях знаний, и его ограниченным использованием в практике управления профессиональными рисками. Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью преодоления этого разрыва путем разработки интегрального подхода, сочетающего строгость статистических методов с практико-ориентированностью и доступностью цифровых инструментов. Это позволит перейти от точечных оценок к интервальным, тем самым повысив обоснованность и точность управленческих решений в СУОТ.

Целью работы является разработка и апробация алгоритма оценки профессиональных рисков, повышающего достоверность расчетов за счет синтеза метода Монте-Карло, руководства GUM и данных СОУТ, с его последующей реализацией в виде программного решения (Telegram-бота) для оперативного сбора данных и мониторинга.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Реализовать алгоритм в виде кросс-платформенного программного интерфейса (Telegram-бота) на языке Python, обеспечивающего интерактивный ввод данных и автоматизированный расчет [6, 7].

2. Провести апробацию разработанного решения на реальном производственном объекте, оценив его эффективность по критериям оперативности выявления опасностей и вовлеченности персонала.

Внедрение алгоритма оценки профессиональных рисков, основанного на синтезе метода Монте-Карло, руководства GUM и данных СОУТ и реализованного в виде Telegram-бота, позволит достичь статистически значимого повышения:

1) оперативности выявления опасностей по сравнению с традиционными плановыми процедурами;

2) уровня вовлеченности персонала в процессы управления охраной труда.

МЕТОДЫ

МЕТОД 1. Суть оценки профессиональных рисков на основе материалов СОУТ основывается на составлении перечня риск-образующих факторов по материалам СОУТ (табл. 1), определении вероятности наступления риск-образующего фактора для каждого идентификатора, проведении расчета значения профессионального риска и определении итогового значения уровня профессионального риска.

Шаг 1: составление перечня риск-образующих факторов по материалам СОУТ.

Таблица 1. Риск-образующие факторы

Наименование риск-образующего фактора	Идентификатор риск-образующего фактора
Химический	Х
Биологический	Б
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	АПДФ
Шум	Ш
Инфразвук	И
Ультразвук воздушный	УЗ
Вибрация общая	ВО
Вибрация локальная	ВЛ
Неионизирующие излучения	НИ
Ионизирующие излучения	ИИ
Параметры микроклимата	Мик
Параметры световой среды	Св
Тяжесть трудового процесса	ТТП
Напряженность трудового процесса	НТП

Шаг 2: описание процесса оценки профессионального риска с использованием формул Фишберна, позволяющих определить весовые коэффициенты, которые образуют убывающую арифметическую прогрессию.

Весовые коэффициенты вероятности наступления риск-образующего фактора определялись по первой формуле Фишберна для каждого уровня. Для пяти уровней ($n = 5$):

$$B_{nm} = \frac{2(n - i + 1)}{n(n + 1)}, i = \overline{1, n}. \quad (1)$$

Итоги расчета весовых коэффициентов вероятности наступления риск-образующих факторов занесем в табл. 2.

Таблица 2. Итоги расчетов весовых коэффициентов вероятности наступления риск-образующих факторов

Вероятность наступления риск-образующего фактора		Весовой коэффициент (B_{nm})	Описание вероятности наступления риск-образующего фактора
A	Крайне высокая	0,33	Условия труда, при которых появляются и развиваются тяжелые формы профессиональных заболеваний в период трудовой деятельности
B	Высокая	0,27	Условия труда, при которых происходят стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести в период трудовой деятельности
C	Значительная	0,2	Условия труда, при которых происходят стойкие функциональные изменения в организме работника, возникающие после продолжительной экспозиции (15 и более лет)
D	Возможная	0,13	Условия труда, при которых измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается, как правило, при более длительном, чем до начала следующего рабочего дня (смены), прекращении воздействия данных факторов, и увеличивается риск повреждения здоровья
E	Минимальная	0,07	Условия труда, при которых измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены)

Шаг 3: определение весовых коэффициентов ущерба от риск-образующего фактора по второй формуле Фишберна. Для пяти уровней ($i = 5$):

$$C_{im} = \frac{2^{m-k}}{2^k - 1}, k = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Итоги расчетов весовых коэффициентов ущерба от риск-образующих факторов занесем в табл. 3.

Таблица 3. Итоги расчетов весовых коэффициентов
ущерба от риск-образующих факторов

Вероятность наступления риск-образующего фактора		Весовой коэффициент (C_{im})	Описание вероятности наступления риск-образующего фактора
A	Вредный, подкласс 3.4	0,52	Уровни воздействия вредных и опасных производственных факторов (ВОПФ) способны привести к появлению и развитию тяжелых форм профессиональных заболеваний
B	Вредный, подкласс 3.3	0,26	Уровни воздействия ВОПФ способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, появление и развитие профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести
C	Вредный, подкласс 3.2	0,13	Уровни воздействия превышают гигиенические нормативы, происходит развитие начальных форм профессиональных заболеваний
D	Вредный, подкласс 3.1	0,06	Уровни воздействия превышают уровни гигиенических нормативов, организму человека требуется более длительное восстановление, увеличивается риск повреждения здоровья
E	Оптимальный и допустимый (1-й и 2-й класс соответственно)	0,03	Уровни воздействия не превышают гигиенических нормативов, поддерживается высокий уровень работоспособности, организм восстанавливается во время отдыха или к началу следующего рабочего дня

Шаг 4: определение вероятности наступления n -го риск-образующего фактора (P_{nm}) по полученным весовым коэффициентам вероятности и ущерба по каждому из идентифицированных факторов:

$$P_{nm} = \frac{B_{nm}}{\sum_{n=1}^n B_{nm}}. \quad (3)$$

Шаг 5: расчет значений профессионального риска по каждому из идентифицированных риск-образующих факторов R_{nm} :

$$R_{nm} = P_{nm} \cdot C_{im}. \quad (4)$$

Шаг 6: определение итогового значения уровня профессионального риска на основе материалов СОУТ по формуле

$$R_{COYT} = \sum_{k=1}^{k=n} R_{nm}. \quad (5)$$

Описание ущерба от риск-образующего фактора соответствует определению классов условий труда согласно Федеральному закону от 28.12.2013 № 426-ФЗ.

МЕТОД 2. Метод Монте-Карло преодолевает ограничения традиционной формулы риска ($R = P \cdot S$), заменяя точечные оценки на распределения вероятностей. Результатом является не одно число, а полная картина возможных исходов.

Шаг 1: определение распределений.

Вероятность (P): задается бета-распределением на интервале $[0, 1]$, что идеально для моделирования вероятностей. Его параметры настраиваются на основе исторических данных или экспертных оценок.

Серьезность (S): используется логнормальное распределение для учета редких, но катастрофических событий (или нормальное, если данные группируются вокруг среднего).

Шаг 2: проведение симуляции.

С помощью ПО (Python) выполняется множество итераций (например, 10 000). На каждой итерации:

случайно выбираются значения P и S из их распределений;

вычисляется $R = P \cdot S$.

Все значения R сохраняются для анализа.

Шаг 3: анализ результатов.

Анализ массива результатов позволяет определить:

ключевые метрики – среднее значение, медиана (50-й перцентиль);

95-й перцентиль, т. е. уровень риска, ниже которого находятся 95 % всех исходов – консервативная оценка для планирования;

вероятность превышения порога, т. е. долю исходов, где риск превысил допустимый уровень.

МЕТОД 3. Анализ неопределенности по руководству GUM. Для оценки погрешности в модели риска $R = P \cdot S$ применяется закон распространения неопределенностей. Суммарная относительная стандартная неопределенность для некоррелированных величин рассчитывается как

$$\left(\frac{uc(R)}{R}\right)^2 = \left(\frac{u(P)}{P}\right)^2 + \left(\frac{u(S)}{S}\right)^2, \quad (6)$$

где $uc(R)$ – суммарная стандартная неопределенность итоговой оценки риска R ; $u(P)$, $u(S)$ – стандартные неопределенности оценок вероятности и тяжести последствий, полученные на основе анализа вариативности исходных данных и экспертных мнений.

Данный подход позволяет количественно оценить доверительный интервал, обусловленный неполнотой знаний и неточностью входных данных.

Вероятность (P) события носит скорее эпистемический (обусловленный неполнотой знания) характер, нежели частотный. Поэтому для оценки $u(P)$ применялись следующие методы:

источник А (исторические данные): при наличии статистики (k событий за n периодов) $P = k/n$. В этом случае стандартную неопределенность $u(P)$ можно оценить с помощью доверительного интервала для биномиального распределения. Для достаточно больших n используется аппроксимация нормальным распределением:

$$u(P) = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}; \quad (7)$$

источник Б (экспертные оценки): при опросе экспертов, дающих интервальные оценки, $u(P)$ вычисляется как

$$u(P) = \sqrt{\sigma^2 + \bar{u}^2}, \quad (8)$$

где σ – стандартное отклонение точечных оценок P_i , данных экспертами (это мера межэкспертного разброса); \bar{u} – среднее арифметическое индивидуальных стандартных неопределенностей u_i каждого эксперта (это мера средней внутренней уверенности экспертов).

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2}, \quad (9)$$

где N – число экспертов; P_i – точечная оценка i -го эксперта; \bar{P} – среднее арифметическое всех P_i .

Каждый эксперт дает интервальную оценку (например, «от a_i до b_i »). Стандартная неопределенность u_i для каждого эксперта вычисляется в зависимости от предположения о распределении:

для нормального распределения (если эксперт указал 95%-й доверительный интервал):

$$u_i = \frac{b_i - a_i}{4} \quad (10)$$

(так как для нормального распределения 95%-й интервал примерно равен ± 2 стандартных отклонения от среднего);

для равномерного распределения (если предположение о нормальности неоправданно):

$$u_i = \frac{b_i - a_i}{2\sqrt{3}}. \quad (11)$$

Затем вычисляется среднее:

$$\bar{u} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_i. \quad (12)$$

Суммарная неопределенность $u(P)$ объединяет обе компоненты через квадратичное сложение, что корректно для независимых источников неопределенности.

Оценка стандартной неопределенности тяжести последствий, $u(S)$:
источник В (метод аналогичен источнику Б):

$$u_i = \frac{a_i}{2} \quad (13)$$

(в предположении нормального распределения). Далее $u(S)$ вычисляется как комбинация разброса между руководителями и средней неточности каждого;

источник Г: в этом случае $u(S)$ выбирается как стандартное отклонение по выборке этих данных.

Полученные значения $u(P)$ и $u(S)$ были занесены в базу данных Telegram-бота в качестве метаданных для каждой идентифицированной опасности.

Теоретическая основа, представленная в предыдущих разделах, была реализована в виде интерактивного Telegram-бота, обеспечивающего доступ к сложным математическим методам через простой и интуитивно понятный интерфейс (рис. 1).

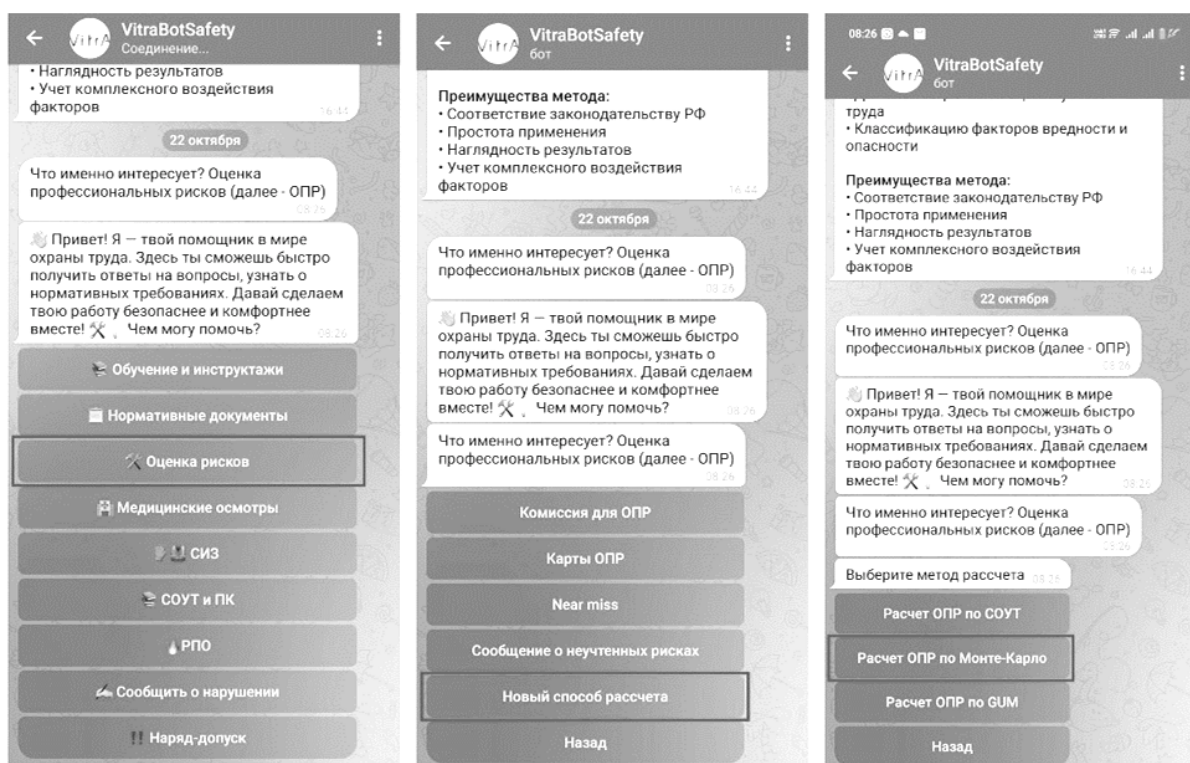


Рис. 1. Общая схема взаимодействия пользователя с ботом

На рис. 2 представлен пошаговый процесс оценки риска по методу СОУТ. Пользователь последовательно выбирает риск-образующие факторы из стандартизированного перечня (см. табл. 1), после чего для каждого фактора назначает соответствующий уровень риска (А–Е). Система автоматически применяет весовые коэффициенты, рассчитанные по формулам Фишберна (1) и (2), и вычисляет интегральный показатель риска по формуле (5).

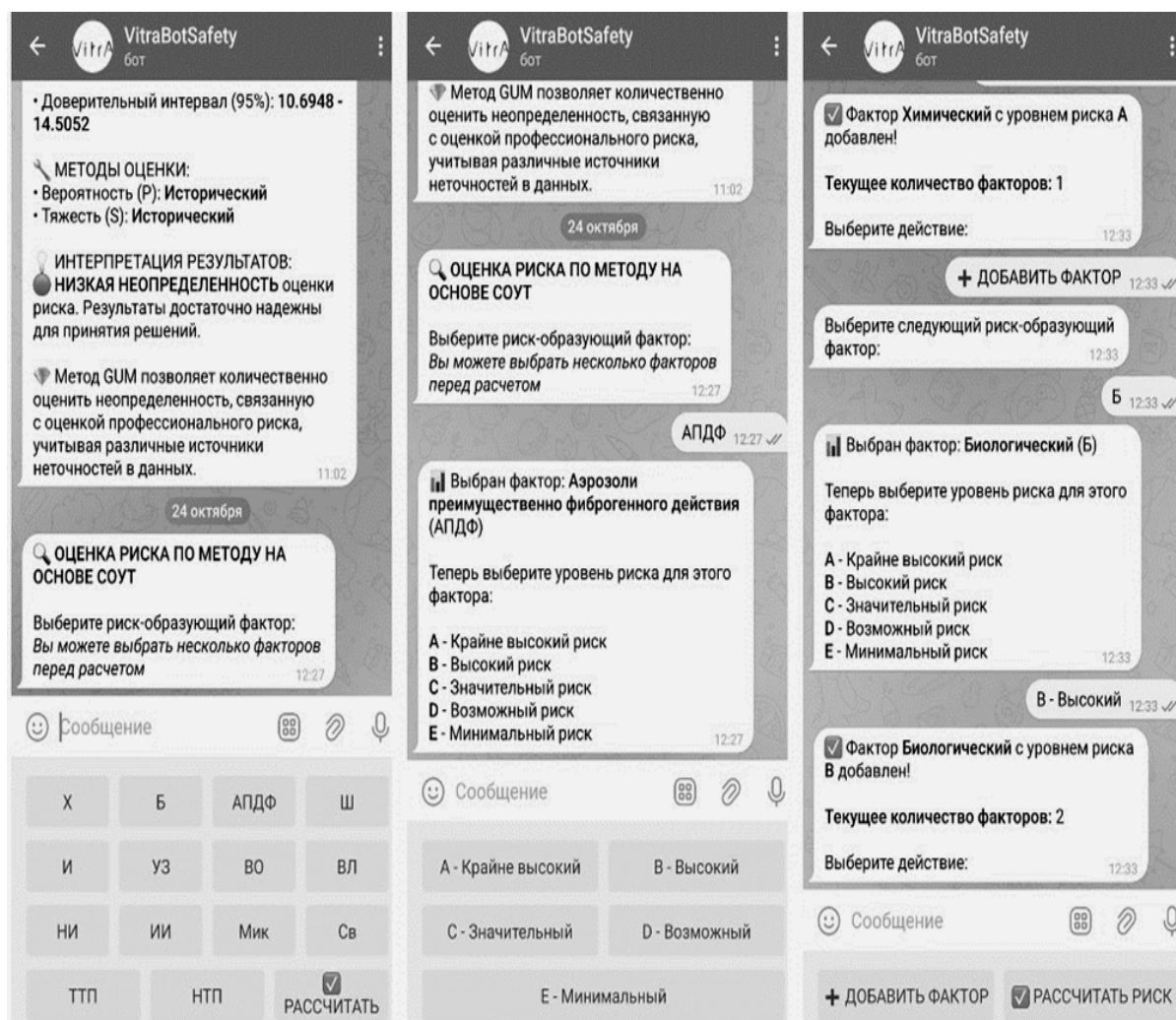


Рис. 2. Пример диалога оценки риска по методу СОУТ

Особенностью реализации является возможность кумулятивной оценки нескольких факторов с формированием сводного отчета (рис. 3), вклада каждого фактора и определения интегрального показателя риска с рекомендациями по мерам контроля.

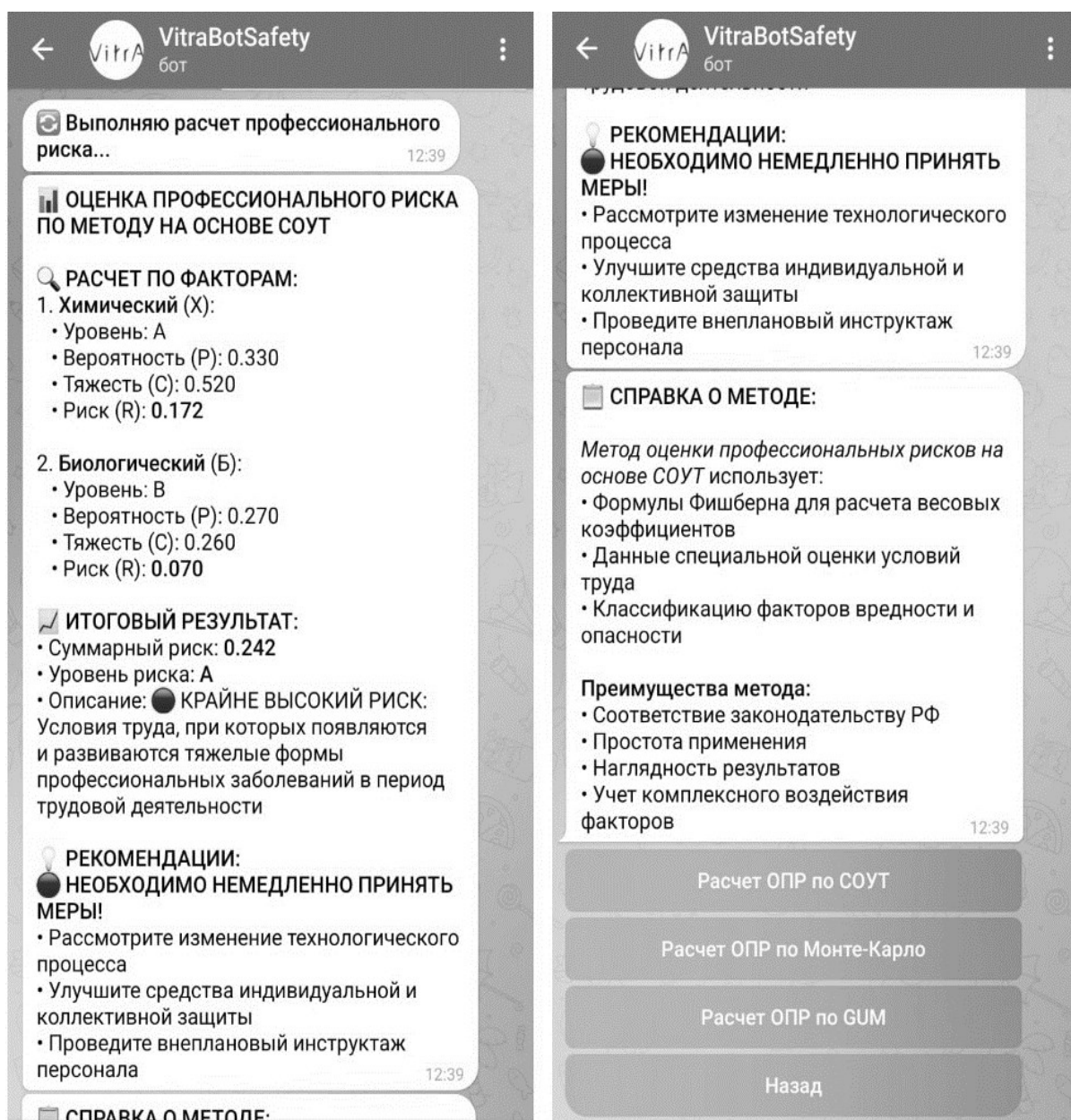


Рис. 3. Пример отчета по методу СОУТ

Интерфейс для метода Монте-Карло (рис. 4) проводит вероятностный анализ через диалог: пользователь выбирает тип распределений для вероятности (P) и тяжести (S), вводит их параметры и количество итераций. Система выполняет моделирование (тысячи расчетов) и выводит гистограмму распределения риска с ключевыми статистиками: среднее значение, медиана и 95-й перцентиль (рис. 5).



Рис. 4. Пример взаимодействия с ботом по методу Монте-Карло



Рис. 5. Пример визуализации результатов метода Монте-Карло

Реализация метода GUM (рис. 6) предусматривает два альтернативных подхода к оценке неопределенности: экспертный и исторический. При выборе экспертного метода бот запрашивает интервальные оценки от нескольких специалистов и автоматически вычисляет стандартные неопределенности по формулам (8)–(12). При выборе исторического метода используются формулы (7) и (13) для расчета на основе статистических данных.

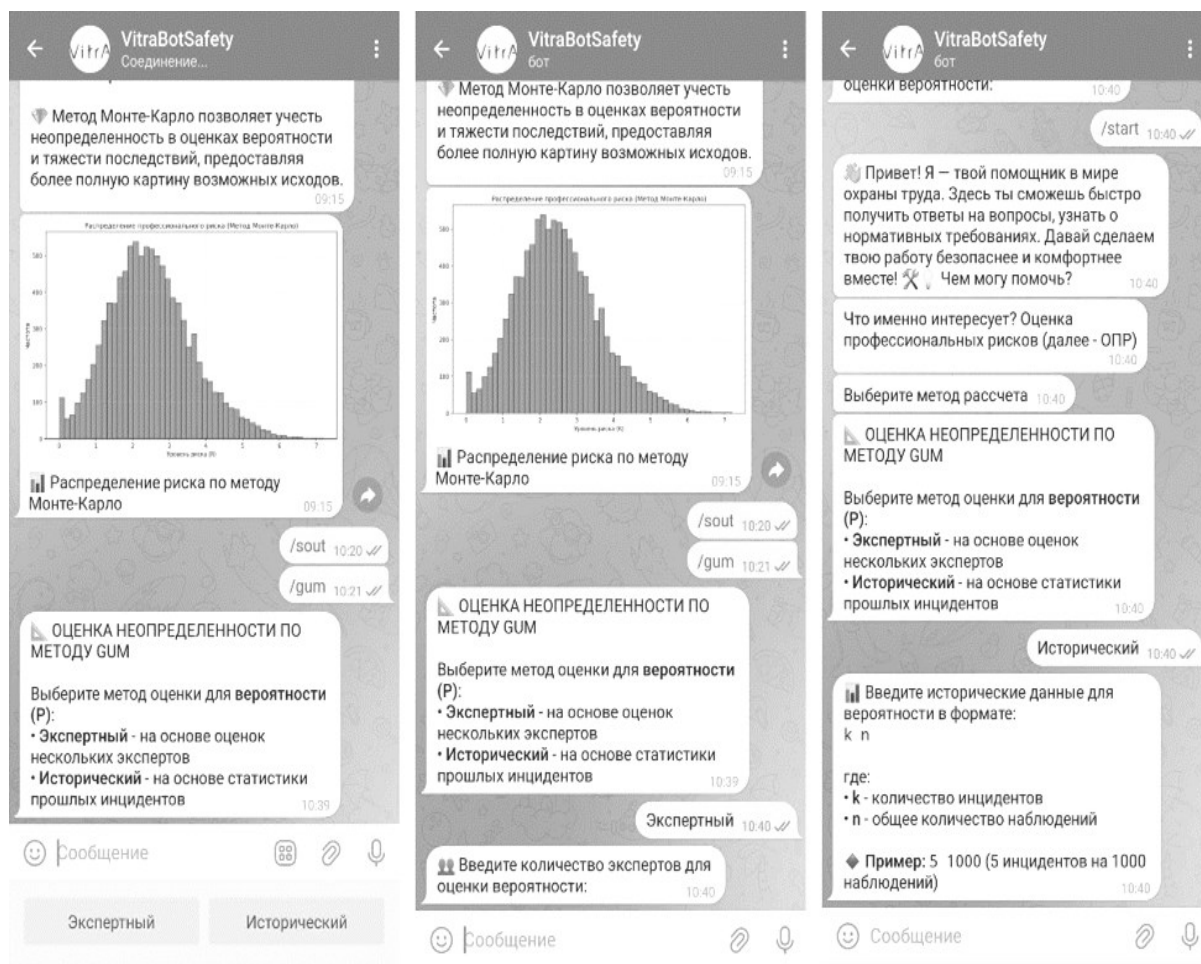


Рис. 6. Пример диалога метода GUM

Результатом оценки (рис. 7) является количественная характеристика неопределенности оценки риска, выраженная через суммарную стандартную неопределенность $uc(R)$ по формуле (6) и доверительный интервал, что обеспечивает более обоснованный подход к принятию решений в условиях неполноты информации.

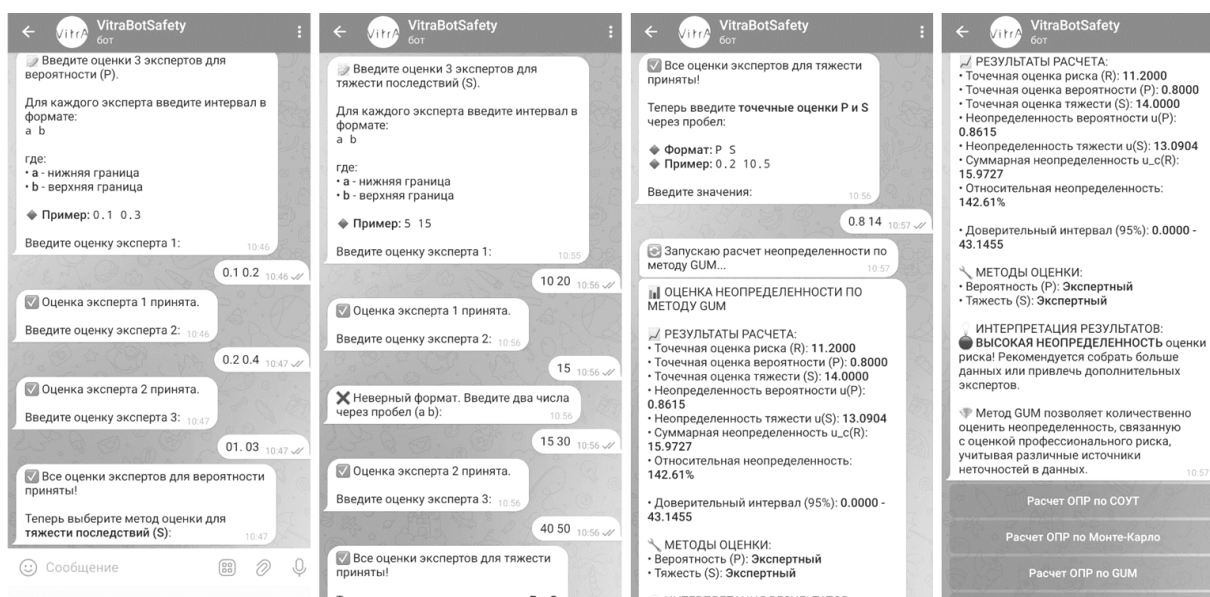


Рис. 7. Пример отчета по методу GUM

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для оценки эффективности предложенного решения проведен пилотный проект на предприятии по производству керамических изделий с численностью персонала 150 чел. Период внедрения составил 12 мес. Данные сравнительного анализа до и после внедрения Telegram-бота занесены в табл. 4.

Таблица 4. Сравнительный анализ показателей системы управления профессиональными рисками до и после внедрения Telegram-бота

Показатель	До внедрения	После внедрения	Абсолютное изменение	Относительное изменение
Количество активных пользователей, чел., %	1...2 (1...2 %)	134 (89 %)	+132...133 чел. (+87...88 п.п.)	Увеличение в 67...89 раз
Количество сообщений об опасностях (в месяц), ед.	9...11	49...56	+40...45 сообщений	Увеличение в 4,5...5,5 раза
Время оценки риска	2...3 дня	5...10 мин	Сокращение на 2...3 дня	Сокращение в 200...300 раз
Количество выявленных новых опасностей (за 13 мес.), ед.	5...8	47	+39...42 опасности	Увеличение в 6...9 раз

Данные свидетельствуют о качественном преобразовании системы управления профессиональными рисками после внедрения Telegram-бота, включающем в себя:

1. Повышение вовлеченности – переход от эксклюзивной деятельности специалистов по охране труда к участию всего персонала.
2. Кардинальное ускорение процессов – время оценки рисков сокращено с дней до минут.
3. Значительное расширение базы данных – выявлено в 6...9 раз больше опасностей.
4. Методологическое обогащение – внедрены современные вероятностные методы оценки.
5. Повышение экономической эффективности – сокращение трудозатрат на 97...98 %.

Полученные результаты демонстрируют, что цифровизация процессов оценки рисков через доступные мобильные платформы позволяет преодолеть ключевые ограничения традиционных систем управления охраной труда.

ОБСУЖДЕНИЕ

Предложенный интеграционный подход показал свою эффективность: удобный Telegram-бот повысил вовлеченность персонала. Согласно результатам сравнительного анализа, в 40 % случаев точечная оценка риска по СОУТ совпала с интервалом Монте-Карло, но в 15 % оказалась заниженной относительно 95-го перцентиля, что подтверждает важность учета неопределенности.

Анализ существующих решений демонстрирует, что чат-боты в охране труда применяются узко – для автоматизации рутинных задач (тестирование, наряд-допуски) по линейным сценариям, без аналитики и риск-менеджмента. Это подтверждается обзором исследований: даже новейшие работы, например [9], сосредоточены на автоматизации документооборота, а не на вероятностной оценке рисков, что сохраняет методологический разрыв.

Исследование [10] подтверждает эффективность Telegram-ботов для корпоративных коммуникаций, что коррелирует с нашими выводами о вовлеченности. Однако наше решение качественно отличается, поскольку расширяет функционал бота до сложных аналитических расчетов для риск-менеджмента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный Telegram-бот представляет собой современное решение в области оценки профессиональных рисков, сочетающее преимущества детерминированного и вероятностных подходов. Практическая значимость работы подтверждается результатами внедрения, показавшими:

- повышение оперативности оценки рисков в 20...30 раз;
- увеличение вовлеченности персонала в 4...5 раз;
- выявление значительного количества не учтенных ранее опасностей.

Ключевой вывод: Telegram-бот, как некое ноу-хау, вызывает повышенный интерес у сотрудников, что значительно увеличивает их вовлеченность в процесс формирования оценки рисков (risk score). Использование привычного мессенджера снижает психологический барьер для сообщения об опасностях и способствует формированию культуры безопасности.

Перспективы дальнейших исследований:

1. Проведение масштабной апробации на предприятиях различных отраслей. Исследование долгосрочного влияния на показатели травматизма.
2. Разработка модуля интеграции с корпоративными ERP-системами.
3. Адаптация подхода для оценки других видов рисков (экологических, промышленных).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурдо Г.Б., Болотов А.Н. Повышение эффективности инструментов бережливого производства и управления качеством // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки»*. 2024. № 4 (24). С. 75–89.
2. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков: Приказ Минтруда и социальной защиты Российской Федерации от 28.12.2021 № 926н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523> (дата обращения: 06.10.2025).
3. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Методы оценки риска для обеспечения безопасности выполнения работ. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=356792> (дата обращения: 06.10.2025).
4. Марилов Н.Г., Козырева Л.В., Лебедев В.В. Цифровая трансформация в области охраны труда в Российской Федерации. *Цифровая экономика и общество: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции* / отв. ред. А.Н. Бородулин. Тверь: ТвГТУ, 2024. С. 28–34.
5. Марилов Н.Г., Козырева Л.В., Калиакберова З.Б. Цифровизация процессов учета, хранения и выдачи средств индивидуальной защиты // *Цифровая экономика и общество: Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции* / отв. ред. А.Н. Бородулин. Тверь: ТвГТУ, 2025. С. 125–133.
6. Демиденко А. Telegram Bot. Руководство по созданию бота в мессенджере Телеграм. М.: ЛитРес, 2023. 29 с.
7. Валинурова А.А., Балабанова Н.В., Маценков И.А. Алгоритм разработки Telegram-бота – продуктивного помощника современного бизнеса // *Инженерно-технические науки – машиностроение и технологии*. 2023. № 2. С. 60–67.
8. Телеграм-боты по охране труда. URL: <https://help-ot.ru/ohrana-truda/telegram-boty-po-ohrane-truda/> (дата обращения: 06.10.2025).
9. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Инженерно-строительный институт. Электронная библиотека. URL: <https://elib.spbstu.ru/dl/3/2024/vr/vr24-1233.pdf/info> (дата обращения: 06.10.2025).
10. Фролов Ю.В., Шепелева Е.В. Использование ботов для повышения эффективности коммуникаций в бизнес-процессах ИТ-компаний // *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Экономика*. 2024. № 2 (40). С. 99–109.

Для цитирования: Марилов Н.Г., Козырева Л.В., Марилова Е.И. Автоматизация процессов управления риск-менеджментом с применением Telegram-бота // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки»*. 2026. № 1 (29). С. 93–108.

AUTOMATION OF RISK MANAGEMENT PROCESSES USING A TELEGRAM-BOT

N.G. MARILOV, Postgraduate, L.V. KOZYREVA, Dr. Sc.,
E.I. MARILOVA, Student

Tver State Technical University,
22, Af. Nikitin emb., Tver, 170026, e-mail: marilov_nikitka@mail.ru

This article defines an integrated approach to assessing professional risks, implemented as a Telegram bot. The approach synthesizes three complementary methods: a deterministic assessment based on the Special Assessment of Working Conditions (SAWC), probabilistic Monte Carlo modeling, and an uncertainty assessment based on the GUM guidelines. A pilot test of the solution demonstrated its effectiveness, resulting in increased assessment timeliness and increased employee engagement. A comparative analysis revealed that in 40 % of cases, the point estimates of the SAWC corresponded to the model's interval data, while in 15 %, they were underestimated. This approach is a direct extension of traditional methods, overcoming their limitations by comprehensively considering the probabilistic nature and uncertainty of the initial data, enabling a transition from reactive to preventive risk management.

Keywords: professional risks, risk assessment, Telegram bot, Monte Carlo method, GUM, SAWC, digitalization of occupational safety, risk management.

Поступила в редакцию/received: 09.10.2025; после рецензирования/revised: 27.10.2025;
принята/accepted: 10.11.2025

УДК 004.942

DOI: 10.46573/2658-5030-2026-1-108-117

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ПРИВОДА СТАБИЛИЗАЦИИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В.А. СМІРНОВ¹, инж., В.П. ОРЛОВ², канд. техн. наук

¹АО «ГосМКБ «Вымпел» им. И.И. Торопова»,
125424, Москва, Волоколамское шоссе, 90, e-mail: smirnov007@inbox.ru

²ФГБОУВО «МИРЭА – Российский технологический университет»,
107076, Москва, ул. Стромьнка, 20, e-mail: ovr403@yandex.ru

© Смирнов В.А., Орлов В.П., 2026

Статья посвящена вопросам построения модели привода стабилизации беспилотного летательного аппарата. Обоснована необходимость использования адекватных математических моделей беспилотного летательного аппарата, учитывающих его аэродинамические особенности. В качестве примера исследуется задача стабилизации угловой скорости крена при скачкообразном возмущающем моменте. Проведена серия экспериментов по оценке влияния постоянной времени привода,