

## ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМА НА ПРОИЗВОДСТВЕ В ТУРЦИИ

Б.Т. УАХИТОВА<sup>1\*</sup> , Ш.Т. АЙТИМОВА<sup>1</sup> , Б.АЛТУНКАЙНАК<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда, Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Университет Гази, Анкара, Турция

\*E-mail: [uakhitova\\_bt@mail.ru](mailto:uakhitova_bt@mail.ru)

**Аннотация.** В данном исследовании представляется система Бонус-Малус (BMS) с целью уменьшения количества несчастных случаев на производстве в Турции. Эта система предлагает структуру из 12 классов с определенным коэффициентом премии для каждого класса, который зависит от числа несчастных случаев. Принцип работы BMS основан на изменении коэффициентов премии в зависимости от уровня безопасности на предприятии. Все предприятия вступают в систему с 6-го класса, где коэффициент премии составляет 2%. Расчет коэффициентов премии для каждого класса основан на принципе ожидаемого значения, который реализуется с использованием цепей Маркова. Прогнозируется, что система достигнет устойчивого состояния через 45 лет, и исследуются изменения в премиальном доходе Учреждения социального обеспечения (SSI) в соответствии с распределением предприятий по числу несчастных случаев за 5, 10, 20 и 45 лет.

Результаты показывают, что премиальный доход SSI с течением времени будет снижаться вместе с внедрением BMS. Вероятно, предприятия будут стремиться избежать наказания и применять меры по улучшению безопасности труда, что приведет к уменьшению числа несчастных случаев. Таким образом, ключевым выводом является то, что система Бонус-Малус имеет потенциал для снижения риска несчастных случаев на производстве и улучшения общей безопасности на предприятиях.

**Ключевые слова:** Система бонус-малус, математическое моделирование, статистический анализ, экономические последствия, прогнозирование, травматизм.

В современном мире обеспечение безопасности на производстве является критическим для защиты здоровья работников и стабильности экономики. Происшествия на производстве не только угрожают жизни людей, но и приносят серьезные экономические потери.

Одним из главных инструментов для управления рисками и повышения безопасности на предприятиях являются системы страхования от несчастных случаев на производстве (BMS). Эти системы предполагают уплату страховых взносов компаниями с целью компенсации пострадавшим работникам в случае происшествия. Ставка премии зависит от числа несчастных случаев, и BMS имеет 12 классов, где ставки страховых взносов определяются для каждого предприятия в зависимости от их истории инцидентов.

Однако существующие модели страхования не всегда эффективны и не способствуют снижению происшествий. Это подталкивает к необходимости разработки более точных и адаптивных систем, способных учитывать разнообразные факторы и изменения на предприятиях.

Цель нашего исследования - анализ и применение системы BMS к турецкой экономике с целью улучшения безопасности на производстве и управления рисками.

Обзор литературы позволил выявить ключевые темы и исследования в области BMS. Марков провел анализ системы на протяжении 45 лет, чтобы определить ее устойчивость. Оценивались изменения в доходах от страховых взносов SSK.

Различные подходы к системе Бонус-Малус рассматриваются в литературе, и данное исследование применяет модель, учитывающую открытость системы и основные аспекты этой модели.

Исследования также оценивают эффективность существующих систем BMS в разных странах и отраслях, а также методы стимулирования компаний к соблюдению стандартов безопасности.

Обзор показывает, что проблемы BMS представляют собой актуальную и многогранную проблему, требующую дальнейших исследований и разработок.

Текущий метод расчета страховых премий в системе социального обеспечения Турции не

учитывает количество произошедших несчастных случаев или другие рисковые факторы, что, вероятно, не способствует сокращению происшествий.

Альтернативой является система BMS, которая учитывает статистику и принимает меры по предотвращению несчастных случаев, изменяя коэффициенты премии в зависимости от эффективности принятых мер предосторожности.

В рамках BMS страховые взносы, которые предприятия должны уплачивать, изменяются в зависимости от их истории несчастных случаев, что может стимулировать компании к принятию мер по обеспечению безопасности.

Использование BMS позволяет оптимизировать расчеты страховых взносов на производстве, учитывая прошлые инциденты и прогнозируя будущие риски.

BMS была предложена для автомобильного страхования и затем успешно адаптирована для управления безопасностью на производстве в различных странах.

Анализ BMS включает в себя методы расчета премиальных коэффициентов, используя статистические модели, такие как распределение Пуассона и цепи Маркова, для прогнозирования вероятности несчастных случаев и оптимизации страховых взносов.

Пусть  $k$  - количество несчастных случаев за заданный временной интервал. Тогда  $X$  - случайная величина, распределенная по закону Пуассона с параметром  $\lambda$ . Функция вероятности Пуассона выражается следующим образом:

$$f(k/\lambda) = P(X=K/\lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}, \quad K=1,2,3... \quad (1)$$

Среднее количество несчастных случаев  $\lambda$  обычно считается постоянным во времени, но в реальной практике оно изменяется в зависимости от условий бизнеса и времени. Поэтому предполагается, что  $\lambda$  имеет распределение, для которого требуется использование байесовских оценок. Метод Байеса используется для получения вероятностной функции количества несчастных случаев (апостериорного распределения) и вычисления ожидаемых коэффициентов премий. Ниже приведены основные этапы байесовской оценки.

Начинается с выбора априорного распределения для параметра  $\lambda$ . Это распределение отражает предварительные представления о  $\lambda$ . С использованием байесовского метода получается апостериорное распределение на основе априорного распределения и данных из выборки. Ожидаемое значение апостериорного распределения представляет собой байесовскую оценку параметра  $\lambda$ . Полученное апостериорное распределение используется для расчета вероятности несчастных случаев на предприятиях.

Параметр  $\lambda$  выбирается как часть опорного набора, который играет ключевую роль в выборе априорного распределения. Обычно используется гамма-распределение как сопряженное априорное распределение для функций правдоподобия Пуассона, что обеспечивает удобное предельное распределение.

$$m(k) = \binom{k+a-1}{k} \left( \frac{\tau}{1+\tau} \right)^a \left( \frac{1}{1+\tau} \right)^k \quad (2)$$

Это предельное распределение дает вероятность  $k$  числа несчастных случаев, которые могут произойти на предприятии за данный промежуток времени. Процесс получения предельного распределения случайной величины с учетом распределения  $\lambda$  называется смешанным Пуассоновский процесс [20]. Оценки параметров  $\tau$  и  $a$  могут быть получены методом моментов следующим образом:

$$\hat{\tau} = \frac{\bar{X}}{S^2 - \bar{X}} \quad \text{and} \quad \hat{a} = \frac{\bar{X}^2}{S^2 - \bar{X}}$$

Эти оценки применяются при определении страховых премий для каждого предприятия.

При определении страховых премий для каждого предприятия важно классифицировать их по однородным группам в сфере страхования, особенно при использовании системы BMS. Однородность групп является ключевым для простоты моделирования. В случае однородных групп среднее количество несчастных случаев для всех предприятий можно считать постоянным ( $\lambda$ ). Факторы, такие как средний возраст и опыт сотрудников, подразделение, где они работают, и история несчастных случаев на предприятии, играют важную роль в обеспечении однородности. Однако существуют и другие факторы, такие как уровень удовлетворенности работой, стресс и т. д., которые также могут влиять на неоднородность. Для учета таких переменных применяются смешанные модели Пуассона.

Для расчета премии необходимо учитывать распределение общего числа произошедших несчастных случаев в году  $t$ . Пусть общее количество несчастных случаев, произошедших

$$P(k_1, \dots, k_t) / \lambda = P(k_1 / \lambda) \dots P(k_t / \lambda)$$

in  $t$  year(s) be  $k = \sum k_i$ . Then

$$= \frac{\lambda^k e^{-t\lambda}}{\prod_{i=1}^t (k_i!)} \quad (3)$$

Эта функция известна как функция правдоподобия и, учитывая  $\lambda$ , дает вероятность появления  $ik$  s. Апостериорное распределение, используя байесовский метод, записывается как (приложение С):

$$u(\lambda / k_1, \dots, k_t) = \frac{(\tau + t)^{a+k} \lambda^{k+a-1} e^{-(t+\tau)\lambda}}{\Gamma(a+k)} \quad (4)$$

Здесь, когда предшествующее распределение  $\lambda$  является гаммараспределением с параметрами  $a$  и  $\tau$ , последующее распределение является гамма-распределением с параметрами  $k + a$  и  $\tau + t$ . Следовательно, байесовская оценка среднего числа несчастных случаев для предприятия с историей несчастных случаев  $1 (k_1 \dots k_t)$  в случае  $t+1$ , а именно ожидаемое значение апостериорного распределения равно:

$$E[(\lambda / k_1, \dots, k_t)] = \frac{a+k}{\tau+t} \quad (5)$$

Существует несколько методов расчета премии. В литературе описаны методы, такие как чистая премия, принцип ожидаемой стоимости и дисперсия, предлагаемые в качестве альтернатив, способные давать аналогичные результаты. В данном исследовании для расчета коэффициентов премий использовался принцип ожидаемой стоимости, как наиболее распространенный метод. Простейший из них — чистая премия плюс нагрузка на безопасность, пропорциональная чистой премии. Этот метод известен как принцип ожидаемой стоимости. Премиальный бизнес с историей несчастных случаев  $1 (k_1 \dots k_t)$  сумма, которую он должен заплатить, рассчитывается по следующей формуле, где безопасная нагрузка обозначается  $(1+\alpha)$ :

$$\begin{aligned}
 P_{t+1}(k_1, \dots, k_t) &= (1 + \alpha)E[(\lambda / k_1, \dots, k_t)] \\
 &= (1 + \alpha) \frac{a + k}{\tau + t}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

В актуарной науке чистая премия умножается на коэффициент, называемый страховой нагрузкой, чтобы предотвратить другие расходы и дополнительные издержки, возникающие в результате непредвиденных рисков 24. В настоящем исследовании чистая премия взвешивается по начальной премии / (a/τ) для расчета премии 25. Таким образом, в случае времени t + 1 и количества несчастных случаев k премия рассчитывается по формуле:

$$P'_{t+1}(k_1, \dots, k_t) = (\text{Initial Premium}) \times \frac{\tau(a + k)}{a(\tau + t)}
 \tag{7}$$

Стохастический процесс, удовлетворяющий следующему уравнению, называется марковским цепью:

$$P\{Y_{t+1} = j | Y_0, \dots, Y_t\} = P\{Y_{t+1} = j | Y_t\}
 \tag{8}$$

Цепь Маркова - это последовательность случайных величин  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots$  со свойством Маркова, то есть при заданном текущем состоянии будущее и прошлое состояния независимы 26. Здесь  $Y_j = j$  обозначает процесс в j случае за время t. Вероятность прохождения одного шага от i к j равна

$$P\{Y_{n+1} = j | Y_n = i\} = P(i, j)
 \tag{9}$$

Здесь вероятность перехода не зависит от t. Если вероятности P (i,j) удовлетворяют следующим двум условиям, матрица перехода P называется Матрицей Маркова.

- i.  $0 \leq P(i, j) \leq 1$  for all  $i, j$
- ii.  $\sum_j P(i, j) = 1$  for all  $i$

Пусть цепь Маркова Y имеет матрицу перехода P и пространство состояний E. Дано  $i, j, k \in E$

$$P\{Y_{t+n} = j | Y_t = i\} = P^n(i, j)
 \tag{10}$$

Следовательно, вероятность перехода из состояния i в состояние j за n временных шагов определяется как n-я степень матрицы перехода P в i-й строке и j-м столбце.

Если матрица P является стационарной, то есть при заданном  $n > 1$  все элементы матрицы пр положительны, то вектор вероятности стационарного состояния может быть получен с использованием уравнения  $(vP = v)$ . Этот вектор отражает вероятность нахождения системы в состоянии i после длительного времени.

В цепях Маркова переход из одного состояния в другое не зависит от предыдущих состояний системы, но определяется только текущим состоянием, следующим за текущим. Таким

образом, информация о предыдущих состояниях не имеет значения. В терминах цепей Маркова будущее состояние бизнеса определяется количеством несчастных случаев в текущем году и информацией о текущем классе бизнеса. Для BMS необходимо определить правила перехода для расчета вероятностей перехода, основываясь на распределении количества несчастных случаев, чтобы сформировать цепь Маркова.

Предлагаемая BMS для Турции учитывает несчастные случаи на производстве. Данные были собраны из базы данных SSI в Турции в 2011 году и содержат информацию о предприятиях с числом сотрудников 10 и более, на которых произошли несчастные случаи. Уровни (k), основанные на частоте, используются для анализа, исходя из частоты несчастных случаев, а не из их абсолютного числа.

Частота несчастных случаев

$$\frac{\text{Количество несчастных случаев}}{\text{Количество страховщиков}} \times 100 \quad (12)$$

Затем предприятия классифицируются на группы в соответствии с частотой аварий, что приводит к уровням аварийности предприятий. Кодирование уровней аварийности предприятий проиллюстрировано в таблице 1.

Таблица 1: Кодирование уровней аварийности предприятий

Уровень аварийности	0	1	2	3	4	5	6
Интервал	Никаких несчастных случаев	0 > FA ≤ 10	10 < FA ≤ 20	20 < FA ≤ 30	30 < FA ≤ 40	40 < FA ≤ 50	50 < FA

Распределение уровней аварийности и коэффициентов премий BMS. Для расчета новых коэффициентов премий необходимо знать распределение уровней аварийности предприятий. Распределение предприятий по уровням аварийности в 2011 году показано в таблице 2.

Таблица 2: Распределение предприятий по уровню аварийности k Количество предприятий

k	0	1	2	3	4	5	6
Количество предприятий	177.01 6	30.86 7	1.86 8	27 9	8 3	1 7	8

Нулевая гипотеза о том, что “данные взяты из распределения Пуассона” для данных в таблице 2, проверяется с помощью критерия Колмогорова– Смирнова. Тест показывает, что уровни аварийности рассчитаны на основе распределения Пуассона с  $\lambda = 0,1709$  ( $p > 0,05$ ). Среднее значение и дисперсия данных в таблице 2 равны  $X = 0,1709$  и  $2S = 0,1749$  соответственно. Таким образом,  $\hat{\tau}$  и  $\hat{A}$  рассчитываются как:

$$\hat{\tau} = \frac{0.1709}{0.1749 - 0.1709} = 43.725 \quad \text{и} \quad \hat{A} = \frac{(0.1709)^2}{0.1749 - 0.1709} = 7.473$$

Для расчета коэффициентов премий необходимо определить коэффициент премий для начального класса. Все предприятия платят одинаковую сумму премий (2%) в соответствии с существующей системой. Соответственно, в исследовании коэффициент премий для начального

класса принят равным 2%. В таблице 3 приведены коэффициенты премий BMS, полученные по формуле чистых премий.

Таблица 3: Коэффициенты премий (%) при уровнях аварийности BMS (k)

		Уровни аварийности (k)					
Год (t)	0	2,00					
	1	1,96	2,22	2,48	2,74	3,26	3,53
	2	1,91	2,17	2,42	2,68	3,19	3,45
	3	1,87	2,12	2,37	2,62	3,12	3,37
	4	1,83	2,08	2,32	2,57	3,06	3,30
	5	1,79	2,03	2,28	2,76	3,00	3,24

Например, если уровень аварийности данного предприятия, начиная с начального класса, равен 0, то коэффициент премии, который оно должно выплатить во второй год, рассчитывается следующим образом:

$$P'_2(0) = (1 + \alpha) \times \frac{\tau(a+k)}{a(\tau+t)} = 2 \times \frac{43.725}{7.473} \times \frac{7.473+0}{43.725+1} = 1.96$$

В BMS предприятия исходят из определенного начального класса, который может изменяться в зависимости от числа несчастных случаев за год. С увеличением числа несчастных случаев коэффициенты премий возрастают, а в противном случае они снижаются. В настоящем исследовании предлагается 12 классов, что соответствует количеству классов, используемых SSI до 2013 года при классификации предприятий по категориям риска. Новые коэффициенты премий для каждого класса определяются с использованием таблицы 3, приведенной ниже в таблице 4:

Таблица 4: Новые коэффициенты премиальных (%) в разбивке по классам

Класс										0	1	2
Коэффициент премиальности	,79	,83	,87	,91	,96	,00	,22	,48	,74	,00	,26	,53

Как показано в таблице 4, предприятия начинают с 6-го класса и сохраняют текущий коэффициент премии (2%). В будущем класс предприятия будет изменяться в зависимости от уровня аварийности, и премия будет рассчитываться с учетом нового класса.

После определения количества классов в BMS следующим шагом является определение правил перехода между ними. В данном исследовании правило переходов между классами определяется следующим образом:

Текущий класс	Уровень аварийности						
	0	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6	7
2	2	3	4	5	6	7	8
3	3	4	5	6	7	8	9
4	4	5	6	7	8	9	10
5	5	6	7	8	9	10	11

6	6	7	8	9	10	11	12
7	7	8	9	10	11	12	12
8	8	9	10	11	12	12	12
9	9	10	11	12	12	12	12
10	10	11	12	12	12	12	12
11	11	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12

1. Если уровень аварийности данного предприятия равен 0, то его класс уменьшается на один уровень.

Если уровень аварийности на предприятии увеличивается, то его класс также увеличивается. Например, если уровень аварийности на предприятии 6-го класса составляет 2, то его новый класс будет 8 (6+2). В противном случае, если уровень аварийности на предприятии 6-го класса равен 0, то его новый класс будет 5 (6-1). Однако следует отметить, что максимальный класс составляет 12 из 12 возможных. В таблице 5 показаны правила переходов между классами.

Таблица 5: Матрица переходов между классами

Матрица переходов. Если распределение уровней аварийности соответствует пуассоновскому, то матрица переходов вычисляется следующим образом:

$$P = \begin{pmatrix} 0.84291 & 0.14405 & 0.01231 & 0.00070 & 0.00003 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.84291 & 0 & 0.14405 & 0.01231 & 0.00070 & 0.00003 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.84291 & 0 & 0.14405 & 0.01231 & 0.00070 & 0.00003 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.84291 & 0 & 0.14405 & 0.01231 & 0.0007 & 0.00003 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.84291 & 0 & 0.14405 & 0.01231 & 0.00070 & 0.00003 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.84291 & 0 & 0.14405 & 0.01231 & 0.00070 & 0.00003 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.84291 & 0 & 0.14405 & 0.01231 & 0.00070 & 0.00003 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.84291 & 0 & 0.14405 & 0.01231 & 0.00070 & 0.00003 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.84291 & 0 & 0.14405 & 0.01231 & 0.00073 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.84291 & 0 & 0.14405 & 0.01304 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.84291 & 0 & 0.15709 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.84291 & 0.15709 \end{pmatrix}$$

Допустим, начальный момент времени  $(t = 0)$  соответствует 2011 году. Значение 0,84291 в пересечении первой строки и первого столбца обозначает вероятность оставаться в том же классе для данного бизнеса при переходе с 2011 по 2012 год, и вычисляется следующим образом:

$$P\{Y_1 = 1 | Y_0 = 1\} = f(0 | \lambda) = P(X = 0 | \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^0}{0!} = 0.84291$$

Аналогично, значение 0,14405 в пересечении первой строки и второго столбца означает вероятность перехода из первого класса во второй класс для данного бизнеса в период с 2011 по 2012 год. С использованием этой матрицы определяются вероятности переходов между классами по годам, которые могут быть использованы для оценки премиального дохода Социального Страхового Института (SSI) до тех пор, пока система не достигнет устойчивого состояния. Предполагается, что в системе не происходит включения или исключения. Установление устойчивого состояния ожидается через 45 лет. Другими словами, распределение числа

предприятий, вероятно, стабилизируется примерно через 45 лет. Для расчета вероятностей стационарного состояния использовался программный модуль Маркова WINQSB. Вероятности стационарного состояния для всех классов представлены в таблице 6.

Таблица 6: Распределение предприятий по классам, когда система находится в устойчивом состоянии

класс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
	.7973	.1486	.0400	.0104	.0027	.0027	.0002	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000

В таблице 6 отражается, что примерно 80% предприятий принадлежат к первому классу, 15% - ко второму, 4% - к третьему, а 1% - к четвертому классу, остальные отнесены к остальным классам.

На первом этапе, который начинается с 2011 года, прогнозируются распределения предприятий по классам и премиальные доходы на пяти, десяти, тридцати и сорока пятилетние перспективы (см. Таблица 7). Это требует оценки распределения предприятий по классам на протяжении указанных периодов. Для этого необходимо рассчитать изменения в распределении предприятий по классам в течение указанных лет. Например, чтобы определить распределение предприятий по классам к 2016 году, начиная с исходного распределения вектора, его необходимо умножить на матрицу перехода за пять лет. Поскольку все предприятия начинают с шестого класса, первоначальное распределение предприятий по классам выглядит следующим образом:

$$P\{Y_1 = 1 | Y_0 = 6\} = f(0 | \lambda) = P(X = 0 | \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^0}{0!} = 0.84291$$

Распределение предприятий по классам после умножения вектора на матрицу перехода за пять лет отображено в столбце 2016 года в Таблице 7. Там также представлены данные о распределении на протяжении 10, 30 и 45 лет.

Таблица 7: Распределение предприятий по классам и премиальному доходу на перспективные годы

Класс	Годы			
	2016	2021	2041	2056
1	75,367	156,816	167,512	167,531
2	77,281	40,219	31,226	31,223
3	6,604	10,086	8,147	8,411
4	33,394	8,408	2,201	2,196
5	5,659	2,546	576	573
6	8,087	1,857	151	150
7	1,970	658	40	39
8	1,241	342	11	10
9	358	125	3	3
10	130	50	1	1
11	37	17	0	0
12	10	6	0	0



Премиальный доход (миллиард турецких лир)	65,5	63,7	63,2	63,2
---	------	------	------	------

Из анализа таблицы 7 становится понятно, что с течением времени предприятия переходят в более безопасные категории, вероятно, из-за снижения производственных несчастных случаев. Важно также учитывать влияние страховых взносов на Страховое Социальное Обеспечение (SSI) и экономику Турции в целом. Для оценки ожидаемого дохода SSI используются данные о годовом и дневном доходе от страховых взносов, умноженные на соответствующие коэффициенты из таблицы 4, и далее на количество предприятий из таблицы 7. Например, к 2016 году ожидается, что этот доход составит 65,5 млрд турецких лир, в то время как существующая система с фиксированным коэффициентом премии в 2% могла бы принести больше - 70,2 млрд турецких лир. В долгосрочной перспективе доходы SSI уменьшаются, но использование Системы Мониторинга Безопасности (BMS) предположительно снизит число несчастных случаев и, следовательно, страховые взносы предприятий и расходы SSI.

BMS определяет коэффициенты премий на основе производственных несчастных случаев. В настоящее время в Турции предприятия платят фиксированный коэффициент в размере 2%, но предлагается использовать систему поощрений и наказаний на основе недавних происшествий на шахтах. В данном исследовании рассматривается BMS в турецком контексте с предложением использовать коэффициенты премий от 1,79% до 3,53%. Это должно привести к уменьшению дохода SSI, так как большинство предприятий окажется в менее рискованных категориях, что способствует экономическому росту.

Для повышения эффективности BMS необходимо аккуратно собирать данные. SSI должен разработать эффективный механизм наблюдения в реальном времени совместно с Министерством труда и социальной защиты. Также можно ввести дополнительные наказания для предприятий, учитывая пособия по нетрудоспособности и пенсии, связанные с несчастными случаями на производстве, для ускорения возвращения к работе и снижения тяжести последствий.

Прогнозируется, что предприятиям потребуется около 45 лет для достижения устойчивого состояния. Для ускорения этого процесса можно изменить коэффициенты премий так, чтобы разница между категориями увеличилась. Это поможет распределить коэффициенты премий шире и ускорить достижение устойчивости.

Хотя в данном исследовании не учитываются различные типы производственных несчастных случаев, BMS может быть легко адаптирован.

\* В статье представлены результаты научных исследований, полученные в ходе реализации научно-технической программы на тему: «Экономические проблемы безопасного труда и институциональные преобразования механизма страхования в Республике Казахстан, ИРН - BR11965728-OT-22 в рамках программно-целевого финансирования исследований Республиканского научно-исследовательского института по охране труда МТСЗН РК.

### Список использованных источников

- 1 Андреони, Д. (1986). Издержки несчастных случаев на производстве и болезней. Женева: МОТ.
- 2 Миллер, Т. и Гэлбрейт М. (1995). Оценка затрат, связанных с производственным травматизмом в Соединенные Штаты. Анализ и предотвращение несчастных случаев; 27 (6): 741-747.
- 3 Руководитель, Л. и Харкорт, М. (1998). Прямые и косвенные издержки производственного травматизма и болезни в Новой Зеландии. АзиатскоТихоокеанский журнал людских ресурсов; 36 (2): 46-58.
- 4 Ханзоде, В.В., Майти, Дж. и Рэй, П.К. (2012). Производственный травматизм и несчастные случаи Исследование: всесторонний обзор. Наука о безопасности; 50: 1355-1367.
- 5 МОТ (Международная организация труда). (2014). Производственный травматизм, имеется от:

<http://www.ilo.org/ilostat> Доступ к нему открыт 11 мая 2023 года.

6 Министерство труда и социального обеспечения. (2013). Имеющаяся статистика труда от: <http://www.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/csgb/> файлы/статистика/Трудовая жизнь-2013 Доступ 29 апреля 2023 г.

7 Совет по охране труда и гигиене труда. (2014). В 2014 году погибло не менее 1886 рабочих он проиграл. Доступно по адресу: <http://www.guvenlicalisma.org/icerik/haber/dosyalar/2014.pdf> Доступ к нему открыт 13 июля 2023 г.

8 Свобода. (2014). Если есть недостатки, штраф большой. Доступно по адресу: <http://www.svoboda.com.tr/ekonomi/27238613.asp> Доступ к нему состоялся 20 сентября 2023 года

9 Сторона. (2014). Вместо безаварийной работы приходит вознаграждение, а за несчастный случай - отягчающее наказание. Доступный от: <http://www.taraf.com.tr/haber-kazasiz-is-yerine-odul-kazaya-agirlastirilmiscezageliyor-163636> Доступ к нему состоялся 12 сентября 2014 года

10 Енисафак. (2014). Передача вознаграждений и наказаний в сфере охраны труда. Доступно по адресу: <http://www.yenisafak.com.tr/ekonomi/isguvenliginde-odul-ve-ceza-devri-684583> Доступ к нему состоялся 13 сентября 2023 года

11 Система социального обеспечения. (2014). Доступно по адресу: [http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/ru/английский/social\\_security\\_system](http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/ru/английский/social_security_system) Доступ открыт 03 октября 2023 г.

12 Официальный Закон от 20.06.2012 № 6331 "О гигиене и безопасности труда" от 20.06.2012 г.

13 В Законе о социальном страховании и общем медицинском страховании, а также в некоторых законах Закон о внесении изменений № 6385 от 10.01.2013 г. является официальным

14 Еврогип. (2004). Затраты и финансирование профессиональных заболеваний в Европе. Париж: Eurogip.

15 Лемер, Ж. (1976). Водитель против компании: оптимальное поведение страхователя. Скандинавский актуарный журнал: 209-219.

## References

1 Andreoni, D. (1986). Izderzhki neschastnyh sluchaev na proizvodstve i boleznej. ZHeneva: MOT.

2 Miller, T. i Gelbrejt M. (1995). Ocenka zatrat, svyazannyh s proizvodstvennym travmatizmom v Soedinennye SHtaty. Analiz i predotvrashchenie neschastnyh sluchaev; 27 (6): 741-747.

3 Rukovoditel', L. i Harkort, M. (1998). Pryamye i kosvennye izderzhki proizvodstvennogo travmatizma i bolezni v Novoj Zelandii. AziatskoTihookeanskij zhurnal lyudskih resursov; 36 (2): 46-58.

4 Hanzode, V.V., Majti, Dzh. i Rej, P.K. (2012). Proizvodstvennyj travmatizm i neschastnye sluchai Issledovanie: vsestoronnij obzor. Nauka o bezopasnosti; 50: 1355-1367.

5 MOT (Mezhdunarodnaya organizaciya truda). (2014). Proizvodstvennyj travmatizm, imeetsya ot: <http://www.ilo.org/ilostat> Dostup k nemu otkryt 11 maya 2023 goda.

6 Ministerstvo truda i social'nogo obespecheniya. (2013). Imeyushchayasya statistika truda ot: <http://www.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/csgb/> fajly/statistika/Trudovaya zhizn'-2013 Dostup 29 aprelya 2023 g.

7 Sovet po ohrane truda i gigiene truda. (2014). V 2014 godu pogiblo ne menea 1886 rabochih on proigral. Dostupno po adresu: <http://www.guvenlicalisma.org/icerik/haber/dosyalar/2014.pdf> Dostup k nemu otkryt 13 iyulya 2023 g.

8 Svoboda. (2014). Esli est' nedostatki, shtraf bol'shoj. Dostupno po adresu: <http://www.svoboda.com.tr/ekonomi/27238613.asp> Dostup k nemu sostoyalsya 20 sentyabrya 2023 goda

9 Storona. (2014). Vmesto bezavariyjnoj raboty prihodit voznagrashdenie, a za neschastnyj sluchaj

- otyagchayushchee nakazanie. Dostupnyj ot: <http://www.taraf.com.tr/haber-kazasiz-is-yerine-odul-kazaya-agirlastirilmiscezageliyor-163636> Dostup k nemu sostoyalsya 12 sentyabrya 2014 goda

10 Enisafak. (2014). Peredacha voznagrazhdenij i nakazanij v sfere ohrany truda. Dostupno po adresu: <http://www.yenisafak.com.tr/ekonomi/isguvenliginde-odul-ve-ceza-devri-684583> Dostup k nemu sostoyalsya 13 sentyabrya 2023 goda

11 Sistema social'nogo obespecheniya. (2014). Dostupno po adresu: [http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/ru/anglijskij/social\\_security\\_system](http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/ru/anglijskij/social_security_system) Dostup otkryt 03 oktyabrya 2023 g.

12 Oficial'nyj Zakon ot 20.06.2012 № 6331 "O gigiene i bezopasnosti truda" ot 20.06.2012 g.

13 V Zakone o social'nom strahovanii i obshchem medicinskom strahovanii, a takzhe v nekotoryh zakonah Zakon o vnesenii izmenenij № 6385 ot 10.01.2013 g. yavlyaetsya oficial'nym

14 Evrogip. (2004). Zatraty i finansirovanie professional'nyh zabolevanij v Evrope. Parizh: Eurogip.

15 Lemer, ZH. (1976). Voditel' protiv kompanii: optimal'noe povedenie strahovatelya. Skandinavskij aktuarnyj zhurnal: 209-219.

## ТҮРКИЯДА ӨНДІРІСТЕ ЖАРАҚАТТАНУДЫҢ АЛДЫН АЛУ

Б.Т. УАХИТОВА<sup>1</sup> , Ш.Т. АЙТИМОВА<sup>1</sup> , Б.АЛТУНКАЙНАК<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты, Астана, Қазақстан

<sup>2</sup> Гази университеті, Анкара, Турция

\*E-mail: [uakhitova\\_bt@mail.ru](mailto:uakhitova_bt@mail.ru)

**Андатпа.** Бұл зерттеу Түркиядағы өндірістегі жазатайым оқиғалардың санын азайту мақсатында Бонус-Малус (BMS) жүйесін ұсынады. Бұл жүйе жазатайым оқиғалардың санына байланысты әр сынып үшін белгілі бір сыйлықақы коэффициенті бар 12 сынып құрылымын ұсынады. BMS жұмыс принципі кәсіпорындағы қауіпсіздік деңгейіне байланысты сыйлықақы коэффициенттерін өзгертуге негізделген. Барлық кәсіпорындар 6-сыныптан бастап жүйеге кіреді, онда сыйлықақы коэффициенті 2% құрайды. Әр сынып үшін сыйлықақы коэффициенттерін есептеу Марков тізбектерін қолдана отырып жүзеге асырылатын күтілетін мән принципіне негізделген. Жүйе 45 жылдан кейін тұрақты күйге жетеді деп болжануда және кәсіпорындардың 5, 10, 20 және 45 жылдағы жазатайым оқиғалар санына бөлінуіне сәйкес әлеуметтік қамсыздандыру мекемесінің (SSI) премиум кірісінің өзгеруі зерттелуде.

Нәтижелер SSI премиум кірісі уақыт өте келе BMS енгізумен бірге төмендейтінін көрсетеді. Кәсіпорындар жазадан аулақ болуға және жазатайым оқиғалардың азаюына әкелетін еңбек қауіпсіздігін жақсарту шараларын қолдануға тырысуы мүмкін. Осылайша, негізгі қорытынды-бонус-Малус жүйесі өндірістегі жазатайым оқиғалардың қаупін азайтуға және кәсіпорындардағы жалпы қауіпсіздікті жақсартуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** Бонус-малус жүйесі, математикалық модельдеу, статистикалық талдау, экономикалық салдары, болжау, жарақаттану.

## OCCUPATIONAL INJURY PREVENTION IN TURKEY

Б.Т. УАХИТОВА<sup>1</sup> , Ш.Т. АЙТИМОВА<sup>1</sup> , Б.АЛТУНКАЙНАК<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Republican Scientific Research Institute for Occupational Safety, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup> Gazi University, Ankara, Turkey

\*E-mail: [uakhitova\\_bt@mail.ru](mailto:uakhitova_bt@mail.ru)

**Abstract.** In this study, the Bonus-Malus system (BMS) is presented in order to reduce the number of industrial accidents in Turkey. This system offers a structure of 12 classes with a certain bonus coefficient for each class, which depends on the number of accidents. The principle of operation of BMS is based on changing the premium coefficients depending on the level of security at the enterprise. All enterprises join the system from the 6th grade, where the premium ratio is 2%. The calculation of the premium coefficients for each class is based on the principle of expected value, which is implemented using

Markov chains. It is predicted that the system will reach a stable state in 45 years, and changes in the premium income of the Social Security Institution (SSI) are being investigated in accordance with the distribution of enterprises by the number of accidents over 5, 10, 20 and 45 years.

The results show that SSI's premium income will decrease over time along with the introduction of BMS. It is likely that enterprises will seek to avoid punishment and apply measures to improve occupational safety, which will lead to a decrease in the number of accidents. Thus, the key conclusion is that the Bonus-Malus system has the potential to reduce the risk of accidents at work and improve overall safety at enterprises.

**Keywords:** Bonus-malus system, mathematical modeling, statistical analysis, economic consequences, forecasting, injuries.