

**О.А. Хацько**

Донецкий национальный технический университет

## **Исследование и моделирование систем скидок «бонус-малус» при страховании наземных транспортных средств**

### *Аннотация*

Хацько О.А. *Исследование и моделирование систем скидок «бонус-малус» при страховании наземных транспортных средств.* Статья посвящена комплексному исследованию системы автомобильного страхования «бонус-малус». В результате анализа выделен математический аппарат, выявлены принципы работы системы. Данный метод страхования использует принцип поощрения и наказания за иски. Планируется модернизация существующей системы скидок, для повышения ее экономической эффективности и привлекательности для страховщиков.

**Ключевые слова:** *автомобильное страхование, бонус-малус, иск, страховщик, страхователь, нетто-премия.*

**Введение.** Страхование является одним из важнейших социально-экономических институтов, деятельность которого реально отражается на повышении эффективности общественного развития, способствует сохранению достигнутого уровня благосостояния, а также решению насущных задач государственной и личной безопасности. Большое практическое значение страхования состоит в том, что оно является системой, ориентированной на восстановление убытков, причиненных имуществу или человеку случайными опасными событиями.

В конце 1950-х годов была выдвинута идея корректировки тарифных ставок, которая проводилась бы в зависимости от «истории» страховых случаев для каждого страховщика. Такая система называлась системой бонус-малус, которая штрафует страховщиков, ответственных за одну и более аварии, надбавками к страховой премии (малус), и поощряет тех водителей, которые не совершали страховых случаев, скидкой (бонус).

Актуальность определения оптимальной системы скидок при страховании наземных транспортных средств заключается в привлечении новых клиентов в страховую компанию и ограничение ее от предъявления мелких исков. От выбора системы скидок будет зависеть прибыль страховой компании.

Основные положения о системе скидок отражены в Законе Украины [1]. Вопросы, связанные с разработкой моделей системы бонус-малус рассмотрены в работах [2] и [3].

**Цель работы.** Проведение исследования системы бонус-малус с помощью методов математического моделирования, определить оптимальную

систему скидок бонус-малус для конкретной страховой компании и модифицировать украинскую систему скидок бонус-малус.

Для достижения поставленной цели не обходимо решить следующие задачи:

- для существующей системы скидок рассчитать вероятности распределения страхователей по группам скидок;
- рассчитать прогнозируемую прибыль для данной системы скидок бонус-малус;
- методом математического моделирования определить оптимальную систему скидок для конкретной страховой компании;
- используя математический аппарат цепей Маркова, модифицировать украинскую систему скидок.

При решении первой задачи используется аппарат цепей Маркова, позволяющий строить матрицу переходных вероятностей и находить вектор распределения клиентов по группам в стабильном состоянии. Были рассмотрены три системы скидок: бельгийская, бразильская и украинская. В таблице 1 приведен пример бразильской системы скидок «бонус-малус».

Таблица 1 – Бразильская система скидок «бонус-малус»

Класс	Премия, %	Класс после исков						
		0	1	2	3	4	5	≥6
7	100	6	7	7	7	7	7	7
6	90	5	7	7	7	7	7	7
5	85	4	6	7	7	7	7	7
4	80	3	5	6	7	7	7	7
3	75	2	4	5	6	7	7	7
2	70	1	3	4	5	6	7	7
1	65	1	2	3	4	5	6	7

Данные системы отличаются друг от друга количеством классов, правилами перехода между ними и размером премии.

Вероятность того, что через год полис страховщика переместится из класса  $C_i$  в класс  $C_j$ , характеризуется некоторым параметром  $\lambda$  (частотой страховых случаев), имеет вид:

$$p_{ij}(\lambda) = \sum_{k=0}^{\infty} p_k(\lambda) * t_{ij}^{(k)} \quad (1)$$

$$M(\lambda) = (p_{ij}(\lambda)) = \sum_{k=0}^{\infty} p_k(\lambda) * T^k \quad (2)$$

Здесь  $p_k(\lambda)$  является вероятностью того, что водитель с частотой страховых случаев  $\lambda$  будет виновен в  $k$  страховых случаев на протяжении года. Очевидно, что  $p_{ij}(\lambda) \geq 0$  и что  $\sum_{j=1}^s p_{ij}(\lambda) = 1$ . Матрица (2) является переходной матрицей цепи Маркова, для которой развитие в будущем зависит

только от теперешнего состояния, а не от истории процесса и способа, которым это начальное состояние было достигнуто.

Для решения второй задачи, используя полученное распределение клиентов по группам и соответствующие скидки для каждой группы, рассчитывается прибыль страховой компании при данной системе бонус-малус. Алгоритм расчета прибыли страховой компании представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Алгоритм расчета прибыли и нетто-премии

Осуществляя направленный перебор систем бонус-малус, сформированных при изменении правил перехода по группам, количество групп и размеров скидок была выявлена оптимальная система скидок. Таковой системой являлась бельгийская система скидок бонус-малус, за счет большого количества классов и правил перехода между ними, которые позволяют за небольшой временной промежуток вернуться клиенту, подавшему иск, на исходную позицию, но и в тоже время «наказывающую» за частые иски.

Анализ результатов работы представлен на рисунке 2. Единица измерения вертикальной оси – гривны. Для компактности представим системы в виде:

А – бельгийская система;

В – бразильская система;

С – украинская система.

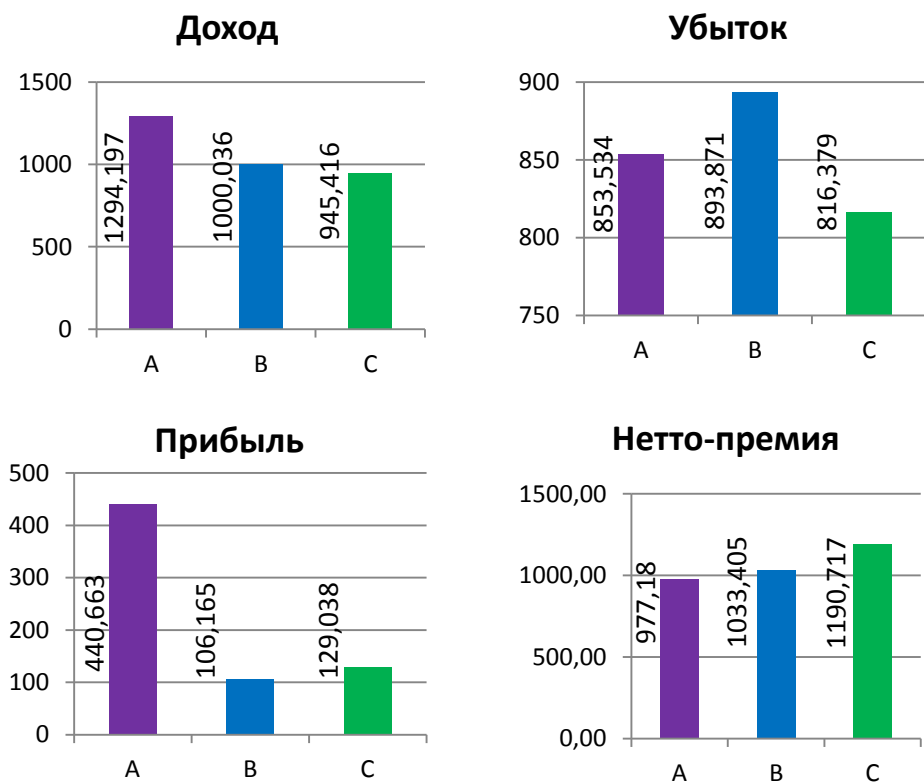


Рисунок 2 – Анализ результатов исследования для конкретной компании

Определение нетто-премии по риску относится к области актуарных расчётов и страховой математики. Чистая нетто-премия рассчитывается на основании данных об ущербах за прошлый период.

Нетто-премия является главной составляющей (ядром) брутто-премии. Брутто-премия – это стоимость страхового полиса для страхователя, которая включает в себя страховые выплаты в случае подачи иска и средства для корректного функционирования страховой компании (заработная плата сотрудников, аренда и т.д.).

Для решения четвертой задачи можно воспользоваться опытом разработчиков бельгийской системы. В первоначальном виде данная система содержала 22 класса, но после ее усовершенствования до 32 классов, стала приносить большую прибыль компании и обрела наибольшую популярность среди водителей, за счет своей лояльности к случайным искам.

На данном этапе развития, украинская система скидок содержит 14 классов. Далее планируется усовершенствовать систему, с целью увеличения прибыли при ее использовании.

**Выводы.** В соответствии с поставленной целью исследования был проведен анализ существующих систем скидок «бонус-малус» при помощи методов математического моделирования, который выявил большое разнообразие систем в мире. Страховая компания вправе самостоятельно выбирать систему, которая будет использоваться при работе со страховщиками.

Была построена математическая модель прогнозирования прибыли при использовании системы скидок «бонус-малус», которая определяет вектор вероятности распределения страхователей по группам скидок и рассчитывает прибыль страхователя при использовании данной системы.

На основании разработанной модели был составлен алгоритм расчета прибыли и нетто-премии, при помощи которого было проведено численное исследование модели и определена оптимальная система скидок. В алгоритме был реализован аппарат цепей Маркова и теорема о стабилизирующем векторе регулярной цепи Маркова. Были исследованы три разные системы: бельгийская, бразильская и украинская.

#### Литература

1. Про обов'язкове страхування цивільно-правової відповідальності власників наземних транспортних засобів: Закон України №2902-IV від 22 вересня 2005 р. (із змінами і доповненнями) // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2006. – №1. – С.3.
2. Системы бонус-малус в автомобильном страховании: Пер. с англ. В.К. Малиновского / Лемер Ж. - М: Янус-К, 1998. - 270 с.
3. Actuarial Modelling of Claim Counts: Risk Classification, Credibility and Bonus-Malus Systems / M. Denuit, X. Maréchal, S. Pitrebois and J.-F. Walhin: John Wiley & Sons, Ltd., 2007 - ISBN: 978-0-470-02677-9