**Имитационная модель для оценки эффективности и надежности страхования от несчастных случаев**

**Аннотация**

В данной работе представлена имитационная модель для оценки эффективности и надежности страхования от несчастных случаев. Модель основана на методе Монте-Карло и учитывает такие факторы, как тарифы, объемы договоров, возможность перестрахования и внешние факторы риска (возраст, пол, занятия опасными видами спорта). Основной целью является анализ прибыльности страховой компании и вероятности её разорения в различных сценариях. Результаты численного эксперимента показывают распределение прибыли, влияние перестрахования на снижение рисков, а также оптимальные условия для управления страховыми продуктами. Разработанная модель может быть использована для принятия решений в области тарифной политики, оценки финансовой устойчивости и минимизации потерь.

**Ключевые слова:** имитационная модель, страхование от несчастных случаев, метод Монте-Карло, перестрахование, вероятность разорения, управление рисками.

**Введение**

Страхование от несчастных случаев является одним из ключевых направлений страховой деятельности. Однако высокая вариативность выплат и сложность прогнозирования страховых случаев создают значительные риски для финансовой устойчивости страховых компаний. В условиях растущей конкуренции и увеличения объемов договоров актуальной задачей становится разработка методов оценки эффективности и надежности страхования.

Целью данной работы является разработка имитационной модели для оценки прибыльности и финансовой устойчивости страхования от несчастных случаев с учетом перестрахования и внешних факторов риска.

**Основные обозначения**

Для формализации задачи введем следующие обозначения:

* — количество договоров страхования.
* — тариф для *i* -го клиента.
* — суммарная премия.
* — убыток по *i* -му клиенту (0, если страховой случай не произошел, или сумма выплаты).
* ​ — суммарные убытки.
* — начальный капитал компании.
* — удержанный убыток после перестрахования.
* — прибыль компании после выплат и перестрахования.
* — индикатор разорения (1, если капитал отрицательный, иначе 0).
* — доля убытка, передаваемая перестраховщику.

Дополнительно учитываются данные: возраст, пол и риск занятий опасными видами спорта.

**Алгоритм Монте-Карло**

Для реализации модели используется алгоритм Монте-Карло, который позволяет моделировать различные сценарии страховых случаев и оценивать их влияние на прибыль и вероятность разорения. Рассмотрим каждый шаг алгоритма подробно.

Общая схема представлена на рисунке:

**Шаг 1. Инициализация параметров**

На этом этапе задаются основные параметры модели:

* Количество клиентов (), начальный капитал ( ), суммарная премия (), доля перестрахования ().
* Также загружаются исторические данные по убыткам и профилям клиентов, такие как вероятность страхового случая, средняя величина выплат и их вариативность.

Эти параметры служат входными данными для модели. Например, вероятность страхового случая может быть определена на основе статистики за предыдущие годы, а величина выплат зависит от возраста, пола и рисков клиента.

**Шаг 2. Генерация страховых случаев и убытков**

Для каждого клиента случайным образом определяется, произошел ли страховой случай, и величина выплаты. Это делается с использованием данных о вероятности страхового случая (*p* ) и распределении выплат ().

Формулы:

* Вероятность страхового случая: .
* Средняя выплата при страховом случае: .
* Стандартное отклонение выплат: .

Если вероятность страхового случая *p*, то для каждого клиента генерируется случайное число от 0 до 1. Если число меньше *p*, страховой случай считается произошедшим. Величина выплаты моделируется как случайная величина с математическим ожиданием и стандартным отклонением .

Этот шаг моделирует реальные условия страхования, где не все клиенты обращаются за выплатами, а размер выплат варьируется.

**Шаг 3. Суммирование убытков**

Суммарные убытки () вычисляются как сумма всех выплат по всем клиентам:

Ожидаемое значение суммарных убытков:

Дисперсия суммарных убытков:

Эти формулы позволяют оценить средний уровень убытков и их вариативность, что важно для понимания рисков.

**Шаг 4. Учет перестрахования**

При пропорциональном перестраховании удержанный убыток (*Lr*​ ) рассчитывается как:

Ожидаемое значение удержанного убытка:

Дисперсия удержанного убытка:

Перестрахование снижает нагрузку на компанию, но увеличивает затраты на его услуги.

**Шаг 5. Расчет капитала и прибыли**

Капитал после выплат () и прибыль () рассчитываются как:

Вероятность разорения:

где — количество симуляций.

Этот шаг позволяет оценить финансовую устойчивость компании.

**Шаг 6. Фиксация разорения**

Разорение фиксируется, если капитал становится отрицательным:

Этот показатель помогает оценить риск для компании.

**Шаг 7. Повторение симуляций**

Выполняется *M* симуляций для формирования распределения прибыли и оценки риска.

Большое количество симуляций обеспечивает статистическую надежность результатов.

**Численный эксперимент**

Исходные данные

* + Количество клиентов: .
  + Начальный капитал: .
  + Суммарная премия: .
  + Доля перестрахования: .
  + Количество симуляций: .

Распределение клиентов по профилю риска

* + Женщины моложе 30 лет: 20%.
  + Мужчины моложе 30 лет: 30%.
  + Женщины старше 30 лет: 25%.
  + Мужчины старше 30 лет: 25%.
  + Из них 10% занимаются опасными видами спорта.

Результаты вычисления:

* Средняя прибыль: .
* Дисперсия прибыли: .
* Вероятность разорения: .

**Заключение**

Имитационная модель на основе метода Монте-Карло с использованием исторических данных и возможности перестрахования позволяет оценивать эффективность и надежность страхования от несчастных случаев без предположений о распределении убытков.

Ключевые выводы:

1. Распределение прибыли позволяет оценить частоту высокой или низкой прибыли.
2. Перестрахование снижает риск разорения и сглаживает колебания прибыли.
3. Анализ факторов риска помогает корректировать тарифы и минимизировать потери.
4. Модель учитывает перекрытие с другими видами страхования и поддерживает принятие решений при комплексном управлении страховыми продуктами.

Таким образом, предложенная модель является мощным инструментом для управления рисками в страховании от несчастных случаев.