

УДК 338.12, 338.5, 51-75
DOI: 10.17223/19988648/41/13

И.А. Тетин

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ СТРАТЕГИИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ ЦИКЛА АНДЕРРАЙТИНГА¹

В статье представлено описание инструментального средства (системы поддержки принятия решений) для определения эффективной стратегии страховой компании имущества и ответственности. В основе данного средства лежит имитационная модель страховой компании, действующей на конкурентном рынке, в которой тестируются возможные стратегии поведения, а также блок динамического финансового анализа, в котором оцениваются финансовые результаты следования той или иной стратегии. Для учета неопределенности, вызванной циклом андеррайтинга, применяются рационально формируемые страховые тарифы, основанные на прогнозировании будущих уровней убыточности. Стратегия страховой компании формируется на основе оптимизации значений управляющих коэффициентов при решении задачи максимизации прибыли страховой компании. Задача оптимизации решается с помощью комбинации метода роя частиц и метода оптимального распределения бюджета вычислений.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, цикл андеррайтинга, динамический финансовый анализ, стратегия страховой компании.

Выбор стратегических целей и определение эффективной стратегии поведения для их достижения является сложной многокритериальной задачей. Наиболее частое решение, принимаемое управляющими страховой компании, – определение количественных и качественных характеристик портфеля страховых договоров с целью выполнения требований платежеспособности и финансовой устойчивости. Исходя из данных параметров, рассчитывается важный для страхового бизнеса показатель – величина подверженности риску (exposure growth). Принятие этого решения основано на специфической корпоративной, страховой и экономической среде, в которой страховая компания осуществляет свою деятельность. Конкретная реализация стратегии есть результат взаимодействия многих факторов, включающих решения по определению тарифных ставок, способов формирования страховых резервов, выбора инвестиционной стратегии и политики перестрахования.

Наибольшую сложность в определении будущих результатов работы компании представляет цикл андеррайтинга, который оказывает влияние на все аспекты работы компании, снижает эффективность инвестирования и андеррайтинга из-за появления неучтенной волатильности в результатах

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-36-00024 мол_а.

страховой деятельности. Влияние цикла андеррайтинга мешает достижению целей компании вследствие падения доходности бизнеса, снижения платежеспособности и финансовой устойчивости компании.

Для решения проблемы поиска эффективной стратегии страховой компании в среде математического моделирования Matlab нами было создано инструментальное средство – система поддержки принятия решений, позволяющее найти оптимальную стратегию поведения страховой компании для различных рыночных условий. Оптимизация параметров стратегии производится с помощью метода роя частиц и метода оптимального распределения бюджета вычислений, а тестирование возможных решений осуществляется на имитационной модели конкурентного поведения страховой компании и модели динамического финансового анализа.

Составляющие системы поддержки принятия решений

Системы поддержки принятия решений (СППР) являются компьютерными приложениями, получающими информацию из документов, бизнес-моделей и «сырых» данных, перерабатывающими ее определенным образом и выдающими результат, который служит опорой для принятия решений [1. Р. 1048]. СППР в основном используются для принятия стратегических и тактических решений, которые возникают относительно редко, но в то же время потенциально имеют большие последствия.

На рис. 1 показана схема взаимодействия модулей СППР для формирования стратегии страховой компании.

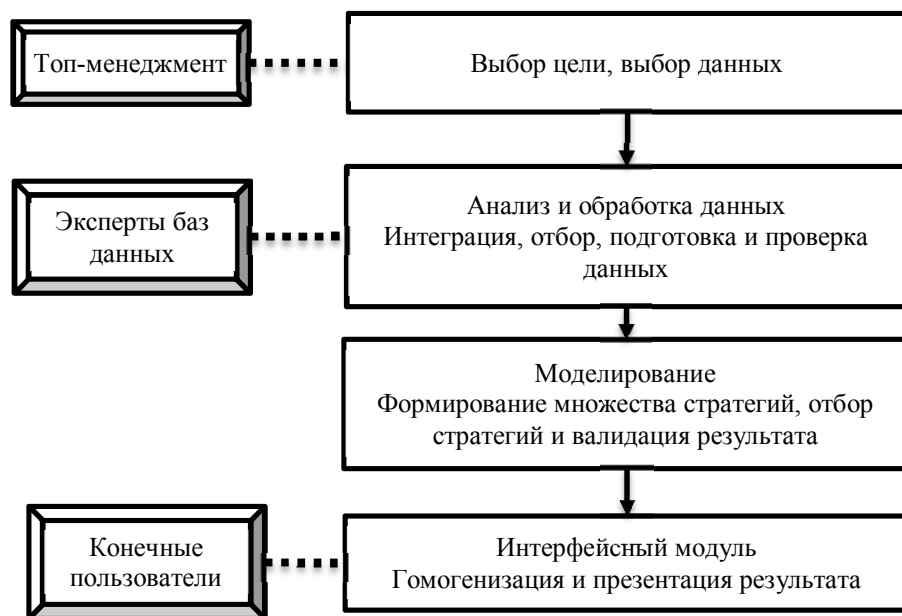


Рис. 1. Схема взаимодействия модулей системы поддержки принятия решений

Выделяют три основные компоненты СППР:

1) Система управления базой данных. Данная система служит банком данных для СППР. В ней хранятся большие объемы данных, подходящих для рассматриваемой проблемы, на решение которой нацелена СППР.

2) Система управления моделями. Она выполняет функции, обеспечивающие независимость между конкретными моделями, применяемыми в СППР.

3) Диалоговая и управляющая системы. Это основной продукт взаимодействия менеджеров и СППР.

Перечисленные компоненты входят в архитектуру большинства систем поддержки принятия решений. На первом шаге работы с подобной системой необходимо определить свойства проекта, требования к нему с точки зрения перспективы использования результатов. Затем необходимо конвертировать эти знания в задачу для СППР и спроектировать предварительный план достижения целей. Также необходим специалист по базам данных, способный подготовить выборки качественных данных для работы СППР.

Наиболее важная часть системы – блок «моделирование». Именно в нем происходит формирование решения поставленной задачи. Способ формирования данного решения зависит от выбранной цели. В частности, применительно к решению задачи о выборе стратегии поведения страховой компании в основе СППР могут лежать два распространенных типа моделей: модели балансового скоринга [2. Р. 72; 3. Р. 77] и модели динамического финансового анализа [4. Р. 543].

В основе моделей балансового скоринга лежат четыре составляющие (таблица).

Составляющие моделей балансового скоринга

Наименование составляющей	Краткое описание составляющей
Рост и развитие	Фокусируется на человеческой и технологической структуре, требуемой для реализации стратегии, и обеспечивает распределение ресурсов для достижения заданных стратегических целей
Внутренние бизнес-процессы	Измеряет доступные ресурсы и определяет направления для улучшения качества страховых услуг
Клиентская	Описывает каналы продаж и условия, которые движут клиентами к покупке страховой услуги
Финансовая	Учитывает рост доходов и производительности компании

Существенным недостатком таких моделей является сильная зависимость от предпосылок, заложенных в модель. Неправильный выбор предпосылок зачастую приводит к ложным результатам [5. Р. 87]. Кроме того, в таких моделях невозможно учитывать внешние воздействия, которым подвергается компания, в частности, учитывать цикл андеррайтинга. Подобного недостатка лишены модели, основанные на динамическом финансовом анализе (ДФА).

ДФА – это подход, разработанный в 90-х гг. XX в. в Западной Европе в ответ на рост волатильности процентных ставок и инфляции [6. Р. 2]. Первые применения этого подхода были отмечены в компаниях, занимающихся страхованием жизни. В то время ДФА назывался «динамическим тестированием платежеспособности» или «динамическим финансовым условным анализом». Его основной задачей было улучшение мониторинга платежеспособности и снижение вероятности разорения страховых компаний. В настоящий момент модели ДФА применяются для тестирования стратегий, связанных с появлением новой линии бизнеса, оценки эффекта от открытия филиала компании на новой территории, от применения новых правил андеррайтинга, изменения программ перестрахования и инвестирования.

Суть ДФА заключена в самом названии. *Динамический* означает учет неопределенности путем использования стохастических переменных для представления факторов, влияющих на операции страховой компании. *Финансовый* означает моделирование процентных ставок и учет не только результатов страхования, но и результатов инвестирования. *Анализ* означает изучение структуры страховой компании, взаимодействия ее составляющих. В результате применения ДФА получается не единственный результат, а сгенерированный диапазон результатов вместе с вероятностью их возникновения.

Выбор модели ДФА для модуля «Моделирование» описываемой системы поддержки принятия решений в данном исследовании продиктован тем, что этот метод наилучшим образом подходит для тестирования множества возможных стратегий поведения, формируемых с учетом цикла андеррайтинга.

Блок «моделирование»

Блок «моделирование» является основной частью СППР и представляет собой имитационную модель, в которой тестируются стратегии, а также модель ДФА, где оцениваются финансовые показатели работы страховой компании. В качестве входных параметров для имитационной модели конкурентного поведения страховой компании используются сценарии из пула сценариев.

На рис. 2 представлена диаграмма действий, на которой видна последовательность действий компонентов системы поддержки принятия решений. Пользователь системы задает ряд переменных (диапазон уровней инфляции, валютного курса и т.п.), на основании которых генератор сценариев формирует пул различных сценариев. Блок «оптимизация» начинает свою работу при поступлении сценария из пула сценариев. Пул сценариев формируется исходя из актуарных и экономических данных.

На первом этапе (рис. 2) производится анализ данных макроэкономических показателей, показателей страховой компании и страхового рынка. Затем финансовые показатели компании сравниваются с целевыми показате-

телями, и если они удовлетворительны, то параметры стратегии представляются пользователю модели. В противном случае параметры стратегии (решение) проходят в блок моделирования, где тестируется данная стратегия и рассчитываются финансовые показатели с помощью ДФА. Если результат удовлетворителен, он представляется пользователю, в противном случае производится оптимизация решения и дальнейшая его апробация в имитационной модели.

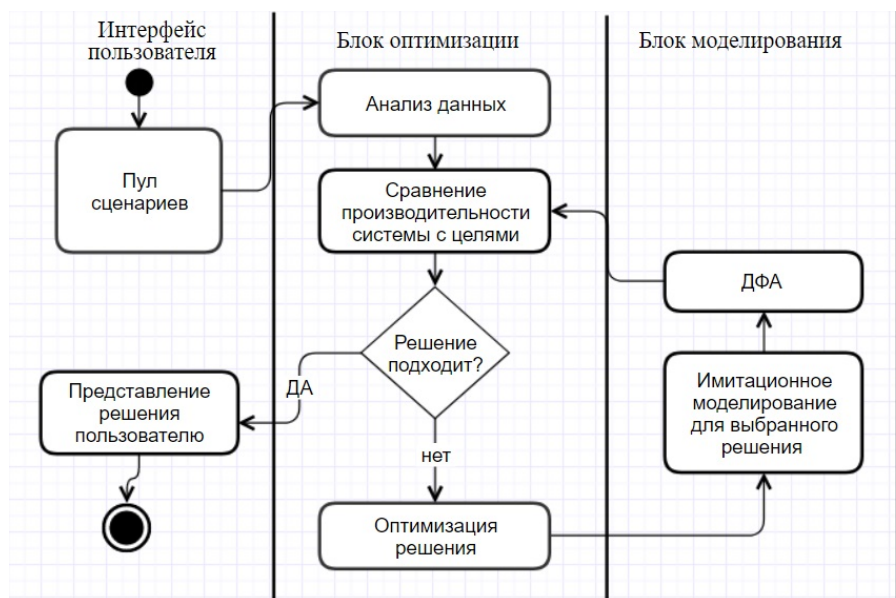


Рис. 2. Диаграмма действий системы поддержки принятия решений

Схема взаимодействия частей имитационной модели страховой компании представлена на рис. 3.

Актуарные данные включают в себя данные по числу проданных полисов, размеру и количеству претензий, расходов на андеррайтинг и оценку страховых резервов. Помимо указанных переменных, в составе актуарных данных лежит тарифная политика страховой компании.

Судя по проведенным исследованиям [7. С. 103], тарифная политика моделируемой страховой компании состоит в формировании не субъективных, а рациональных тарифных ставок, т.е. ставок, в которых учитываются объективные характеристики цикла андеррайтинга. Для их учета в формуле брутто-ставки используется параметр объективной корректировки $\theta_l(t)$, вычисляемый на основании прогнозных значений цикла андеррайтинга за период t для линии бизнеса l :

$$\theta_l(t) = \gamma \cdot \theta[LR(t+1)] + (1 - \gamma) \cdot [LR(t+2)], \quad (1)$$

где $\gamma \in (0; 1]$ – весовой коэффициент, отражающий влияние прогноза на один квартал; $(1 - \gamma)$ – влияние прогноза на два квартала; LR – уровень цикла андеррайтинга. Если для какой-либо линии бизнеса цикличности не наблюдается, то корректировка тарифных ставок через величину $\theta_l(t)$ производится по среднему значению уровня цикла, найденного по всем линиям бизнеса. Отметим, что среди множества страховых продуктов есть такие продукты, тарифы на которые регулируются законодательно, например ОСАГО. Изменение тарифов таких продуктов возможно лишь в определенных границах, но у компании остается возможность регулирования цен и условий на дополнительные услуги. Формирование тарифной ставки в этом случае должно определяться текущей стратегией поведения компании.

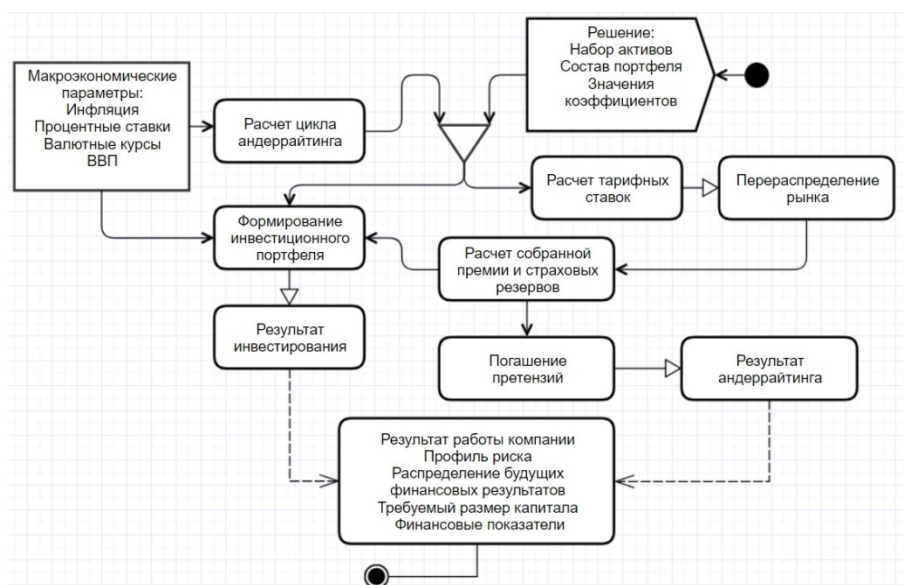


Рис. 3. Схема работы имитационной модели и модели ДФА

Итак, для страховых продуктов рационально формируемая рыночная тарифная ставка рассчитывается следующим образом:

$$\left\{ \begin{aligned} T_{m,j}^O(t) &= T_{b,j}^O(t) \cdot \left[k_{1,j}(t) \cdot \left(\frac{T_{m,j}^O(t-1)}{\bar{T}_{m,n}(t-1)} \right)^{-h_1} + (1 - k_{1,j}(t)) \right] = \\ &= \left(\frac{T_{n,j}(t) + \theta_l(t)}{1 - f_j(t)} \right) \cdot \left[k_{1,j}(t) \cdot \left(\frac{T_{m,j}^O(t-1)}{\bar{T}_{m,n}(t-1)} \right)^{-h_1} + (1 - k_{1,j}(t)) \right] \end{aligned} \right\}_l, \quad (2)$$

здесь $T_{b,j}^O(t)$ – объективно скорректированная брутто-ставка; $T_{m,j}^O(t)$ – рационально формируемая рыночная тарифная ставка; $f_j(t)$ – размер нагрузки; $k_{1,j}(t) \in [0;1]$ – конкурентный эффект, коэффициент, который определяет, насколько важен текущий уровень конкуренции для модифицирования ставки; $\theta_1(t) \in [0;1]$ – коэффициент интенсивности конкуренции, который определяется с помощью индекса Херфиндаля–Хиршмана (ННИ), $\theta_1(t) = 1 - \frac{\text{ННИ}}{10000}$. Следует отметить, что интенсивность конкуренции может быть рассчитана с помощью неструктурных методов оценивания.

Макроэкономические данные используются не только для оценки результатов инвестирования страховой компании, но и для прогноза будущих значений цикла андеррайтинга. Они применяются для прогнозирования уровня инфляции и кривых процентных ставок с целью предсказания инвестиционных доходов. Прогноз цикла андеррайтинга осуществляется с помощью регрессионных моделей на основе методики, описанной нами в статье [8. С. 72]. Прогнозные параметры цикла андеррайтинга учитываются в инвестиционном блоке путем выбора стратегии инвестирования по квантильному критерию – при снижении уровня убыточности производится перераспределение инвестиционного портфеля в сторону портфеля с большей долей рискованных активов, что дает возможность максимизировать инвестиционный доход и получить дополнительные преимущества от мягкого рынка [9. С. 147].

Вместе с данным прогнозом макроэкономические и актуарные данные поступают в пул сценариев. Последовательно исследуя сценарии из пула на имитационной модели конкурентного страхового рынка, получают возможные стратегии поведения. Каждая стратегия поведения приводит к определенным финансовым результатам, которые рассчитываются в модели ДФА. Эти результаты используются для модификации стратегии поведения с помощью итеративного решения задачи оптимизации, тестирования решения и определения оптимальных управляющих параметров для стратегии.

Конкурентное поведение страховой компании зависит как от остальных участников страхового рынка, так и от текущей фазы цикла андеррайтинга. В модели конкурентное поведение задается параметром конкурентного эффекта $k_{1,j}(t)$, отражающим степень учета действий других участников сегмента рынка, в котором действует страховая компания. На рис. 4 показаны расчетные оценки конкурентного эффекта, используемые для определения стратегии конкурентного поведения для одного из сценариев.

Условное математическое ожидание данного параметра находится в зависимости от следующих факторов: текущего уровня платежеспособности, размера потенциальной прибыльности страхового рынка, эластичности

цен, размера компании. Чем меньше размер компании, тем более агрессивные стратегии она может применять и тем менее будет фокусироваться на действиях других игроков. Этими условиями определяются границы изменения $k_{1,j}(t)$, а конкретная последовательность значений параметра определяется при оптимизации решения.

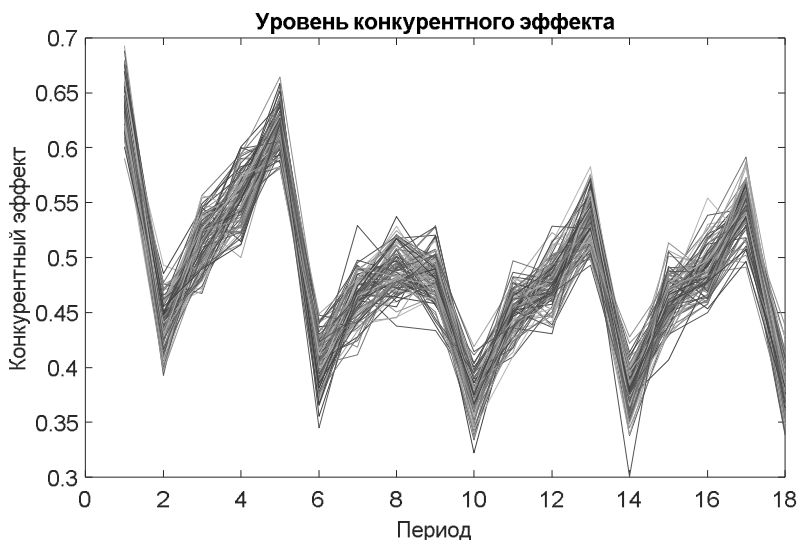


Рис. 4. Расчетные оценки параметра «конкурентный эффект» для определения стратегии конкурентного поведения

Стратегия страховой компании для каждого сценария представляет собой множество возможных траекторий для набора управляющих параметров. Размерность задачи велика, она определяется множеством траекторий для множества параметров, при множестве сценариев свидетельствует о требовательности к вычислительным ресурсам.

Задача оптимизации

В общем случае целевая функция есть максимизация полезности страховой компании по ряду ключевых финансовых показателей Z :

$$U(Z_1, Z_2, \dots, Z_m) \rightarrow \max.$$

Данная функция может быть как функцией ожидаемой полезности богатства фон Неймана–Моргенштерна на периоде T , так и классической функцией риска–доходности. Например, такой:

$$\max Z = \alpha E(w_T) - (1 - \alpha)r(w_T),$$

где α – относительная важность риска в сравнении с ожидаемым значением; $E(w_T)$ – математическое ожидание богатства, а $r(w_T)$ – значение

риска для данного богатства на конец периода T . Этой целевой функции соответствует эффективная граница богатства для различных значений α .

Задача оптимизации, решаемая в описываемом инструментальном средстве, принадлежит подобному классу задач и ставится следующим образом: необходимо определить стратегию, максимизирующую ожидаемую прибыль страховой компании S_T , для каждой линии бизнеса l из набора L и параметров объективной корректировки θ на основе точного прогноза цикла андеррайтинга $\widehat{LR}(t) : (\widehat{LR}(t) - LR(t)) \leq \varepsilon$ путем выбора значения конкурентного эффекта $k_1(t)$, параметра λ – доли рисков, передаваемых в перестрахование, значения β_τ – доли безрисковых активов в инвестиционном портфеле на горизонте инвестирования $\tau = \overline{t, t+n}$ и максимизирующей прибыль от инвестирования $\varphi_\tau \rightarrow \max$:

$$\begin{aligned} \forall l \in [1:L], S_T \rightarrow \max_{l, \theta} \\ \begin{cases} k_1(t) \in (0,1), (S(t) - \max(\text{tax} \cdot S(t), 0)) \geq 0, \\ \forall i, \forall \tau = \overline{t, t+n}, \beta_\tau \in (0,0.9) : \varphi_\tau \rightarrow \max, \\ (\widehat{LR}(t) - LR(t)) \leq \varepsilon, \gamma \in (0;1], \lambda \geq 0. \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

В описываемом инструментальном средстве данная задача решается методом роя частиц (particle swarm optimization) [10. Р. 60], соединенным с методом оптимального распределения бюджета вычислений (optimal computing budget allocation) [11. Р. 82]. Основная составляющая метода роя частиц – популяция, называемая роем или потенциальными решениями задачи. Составляющие роя – частицы, зондирующие пространство поиска. Данные частицы итеративно перемещаются в поисковом пространстве с адаптируемой скоростью и сохраняют в памяти лучшие позиции, в которых они побывали, т.е. позиции с максимальным значением функции S . Частицы обмениваются информацией, обеспечивая тем самым исследовательскую способность метода. В решении глобальной задачи оптимизации окрестностью каждой частицы является рой в целом, таким образом, лучшая позиция есть информация, которая передается на остальные частицы. При решении локальной задачи набор соседних частиц меньше [11. Р. 85]. В нем содержится лишь несколько частиц, тогда каждая частица может иметь своего лидера, который задает обновление скорости данной частицы.

Пусть вектор $x_i \in R \subset Z^d$ размером d , состоящий из k частиц, $i = 1, 2, \dots, k$, означает состояние i -й частицы и R – набор всех возможных состояний. Каждая i -я частица имеет скорость v_i (сдвиг позиции), а также память лучшей посещенной позиции $p_i \in R$. Кроме того, рой хранит кол-

лективную память о лучшей позиции каждой из частиц роя p_g . Обновление позиций и скоростей частиц происходит по следующим формулам:

$$\begin{aligned} v_{ij}^{t+1} &= \xi \left(v_{ij}^t + \alpha_1 (p_{ij}^t - x_{ij}^t) + \alpha_2 (p_{gij}^t - x_{ij}^t) \right), \\ x_{ij}^{t+1} &= x_{ij}^t + v_{ij}^{t+1}, \alpha_1 = c_1 r_1, \alpha_2 = c_2 r_2, \end{aligned} \quad (4)$$

где ξ – коэффициент, задающий магнитуду скорости; c_1, c_2 – положительные константы, называемые когнитивным и социальным параметрами; r_1, r_2 – равномерно распределенные случайные числа на промежутке $[0, 1]$; $i = 1, 2, \dots, k, j = 1, 2, \dots, d$. Случайные числа, различные для каждого i, j, t .

При решении сложных многокритериальных задач получение глобального оптимального решения требует серьезных вычислительных ресурсов. В случае зашумленных функций «следование» за наилучшей частицей становится сложным, поскольку реальные значения частицы искажаются шумом, поэтому возникает необходимость в повторных оценках функции, что является затратным процессом с точки зрения вычислительных мощностей. В этом случае приходится останавливаться на компромиссе между точностью оценки и требованиями числа итераций. При использовании метода роя частиц необходимо обязательно выполнить две процедуры на каждой итерации. Одна определяет наилучшую индивидуальную позицию каждой частицы, а вторая выбирает наилучшую частицу среди соседних. Во время оптимизации задача состоит в определении наилучшей частицы среди k кандидатов с учетом максимума значения целевой функции и минимума числа репликаций (возможных решений), требуемых для точного выбора частицы. Для достижения указанной цели нами применен метод оптимального распределения бюджета вычислений [12. Р. 217].

Метод оптимального распределения бюджета вычислений (ОРБВ) оптимально задает предварительно заданное число итераций для максимизации вероятности выбора наилучшего дизайна системы. Распределение репликаций не только основывается на вариации различных дизайнов, но и учитывает соответствующие математические ожидания. Согласно данному методу, имея бюджет в T репликаций, необходимо максимизировать вероятность корректного выбора $P\{S_b > S_i, i \neq b\}$, где b – наилучший дизайн среди k дизайнов. Тогда вместо оценки этой вероятности гораздо проще вычислить нижнюю границу – приближенную вероятность корректного выбора. Данная граница находится по формуле

$$\prod_{i=1, i \neq b}^k P\{S_b > S_i\} \leq P\{S_b > S_i\}. \quad (5)$$

В работе [13. Р. 586] указано, что для минимизации совокупного числа репликаций для заданного доверительного интервала необходимо выполнение следующего равенства для не лучших дизайнов N_i, N_j :

$$\frac{N_i}{N_j} = \left(\frac{\sigma_i}{\delta_{b,i}} : \frac{\sigma_j}{\delta_{b,j}} \right)^2, i \neq j \neq b, \quad (6)$$

а для лучшего дизайна

$$N_b = \sigma_b \sqrt{\sum_{i=1, j \neq b}^k \frac{N_i^2}{\sigma_i^2}}. \quad (7)$$

В формулах (6), (7) приняты следующие обозначения: N – число репликаций; σ – стандартное отклонение; i, j – дизайны; b – лучший дизайн; $\delta_{b,i} = \mu_i - \mu_b$, μ – математическое ожидание.

Взаимодействие методов роя частиц и ОРБВ происходит следующим образом:

1. Задается начальное число репликаций.
2. Определяется список наилучших локальных решений LS.
3. Из списка наилучших локальных решений получается наилучшее глобальное решение GS с помощью ОРБВ.
4. Список LS обновляется по правилу: GS есть максимум LS.
5. Если GS удовлетворительно, то выводится LS.
6. Если GS не удовлетворительно, применяется метод роя частиц для обновления уравнений, затем вычисляются репликации для каждого возможного решения и к каждой репликации применяется ОРБВ для получения LS.
7. Обновление списка LS.
8. Если не исчерпан бюджет вычислений, переход к шагу 3, иначе вывод результата LS.

Описанный алгоритм метода роя частиц определяет возможные решения и направляет их в имитационную модель, где в блоке ДФА производится расчет индикаторов эффективности. Таким образом для каждого решения формируется прогноз финансовых результатов, включающих в себя величину подверженности риску, а также размер требуемого капитала для выполнения показателей платежеспособности. Распределение финансовых результатов сравнивается с целевыми параметрами. Если сравнение успешно, данное решение направляется пользователю СППР.

Применение СППР

Применение СППР позволяет установить, насколько адекватен размер капитала для заданной стратегии в условиях цикла андеррайтинга, в какой мере он способен защитить компанию и обеспечить показатели платежеспособности и финансовой устойчивости. На рис. 5 приведены оценки влияния последствий изменения величины собственного капитала на безопасность страховой компании.

Увеличение показателя рентабельности собственного капитала сопряжено с различными рисками: риском процентных ставок, кредитным

риском, риском ликвидности и т.д. Снижение капитала страховой компании сопровождается ростом рентабельности и снижением коэффициента безопасности. Увеличение капитала приводит к противоположным результатам. Согласно оценкам, полученным в СППР для одного из сценариев, приведенным на рис. 5, увеличение капитала на 500 млн д.е. увеличит коэффициент безопасности компании на 0,25%, а снижение на те же 500 млн д.е. приведет к снижению коэффициента безопасности на 1%, т.е. изменение величины капитала нелинейно сказывается на устойчивости компании.

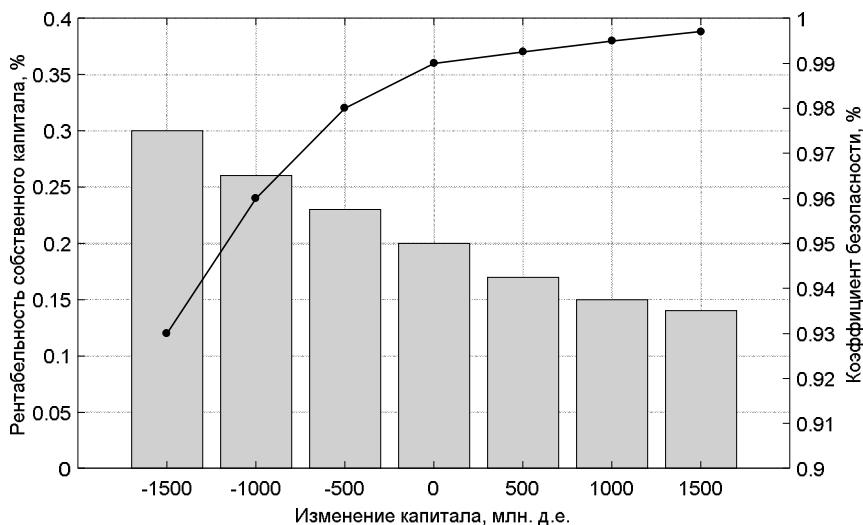


Рис. 5. Соотношение между величиной капитала, ожидаемой рентабельностью и коэффициентом безопасности

Топ-менеджмент страховой компании должен принимать решения относительно величины капитала, поскольку слишком большое его значение снизит доходность компании, а слишком низкое значение приведет к недопустимым рискам. Описываемая СППР помогает выделить лучшее соотношение между величиной капитала и рентабельностью. Если система дает рекомендации о том, что требуется меньшая величина капитала, то освободившиеся средства инвестируются в развивающиеся линии страхования, способствуя получению лучших результатов, в том числе увеличению доходов акционеров компании.

Распределение финансовых результатов для одного из тестируемых сценариев показано на рис. 6.

Если данные финансовые результаты удовлетворяют требованиям, в том числе по платежеспособности, финансовой устойчивости и отношению страховой компании к риску, то решение представляется пользователю.

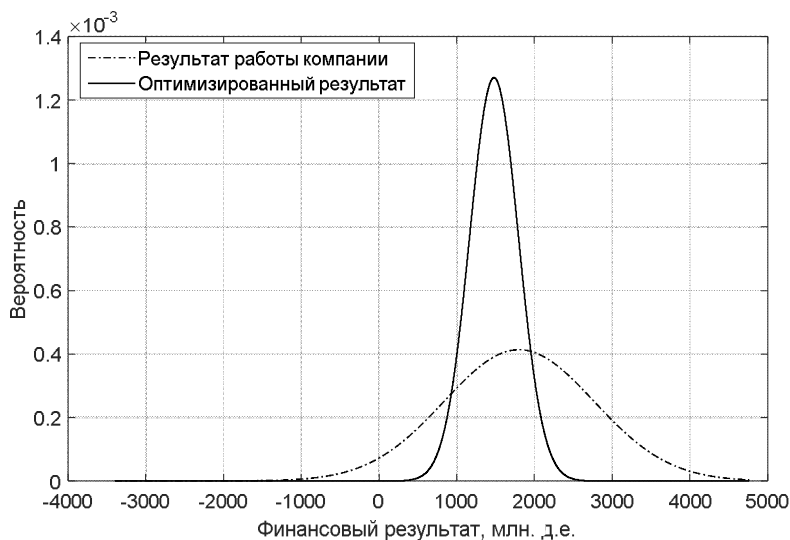


Рис. 6. Распределение финансовых результатов

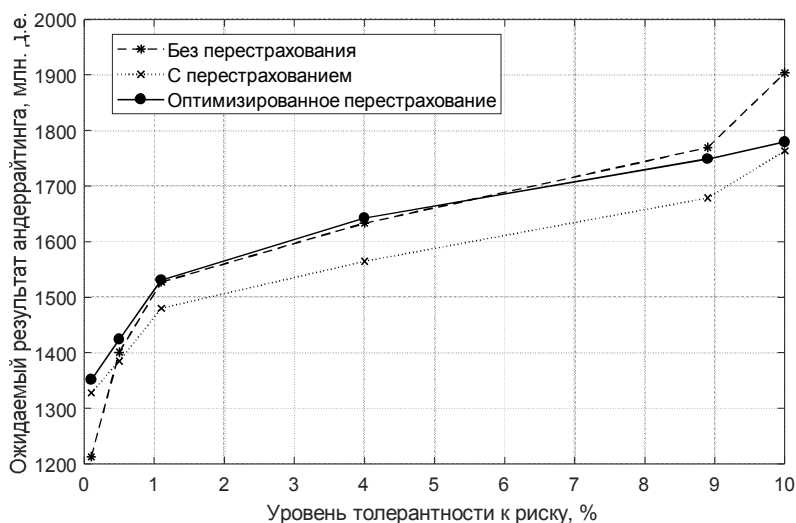


Рис. 7. Результат оптимизации перестрахования в модельном эксперименте

Оптимизации подвергаются все составляющие стратегии страховой компании, в том числе перестрахование. Перестрахование означает передачу части рисков страховой компании в перестраховочную компанию, позволяя тем самым увеличить объем принятых рисков (заключенных договоров) больше, чем позволяет собственный капитал компании. В этом случае часть бизнеса переходит перестраховщику. СППР позволяет оценить оптимальную величину рисков, передаваемых в перестрахование.

На рис. 7 показан результат оптимизации доли рисков (сплошная линия), направляемых в перестрахование, по отношению к текущей политике страховой компании (точечная линия).

Андеррайтинг – основа страхового бизнеса, представляет собой оценку, задание цены и продажу страховой услуги. Он включает в себя оценку величины потенциальных убытков для каждого полиса. Основная задача страховой компании – продажа полиса по адекватной цене, которая позволит направить достаточный объем средств в резервы для покрытия претензий по проданным продуктам. Эта «адекватная цена» задается текущей рыночной ценой, циклом андеррайтинга, рыночной долей, которую хотят получить управляющие страховой компании, их пониманием рисков и их отношением к риску [14. Р. 1325].

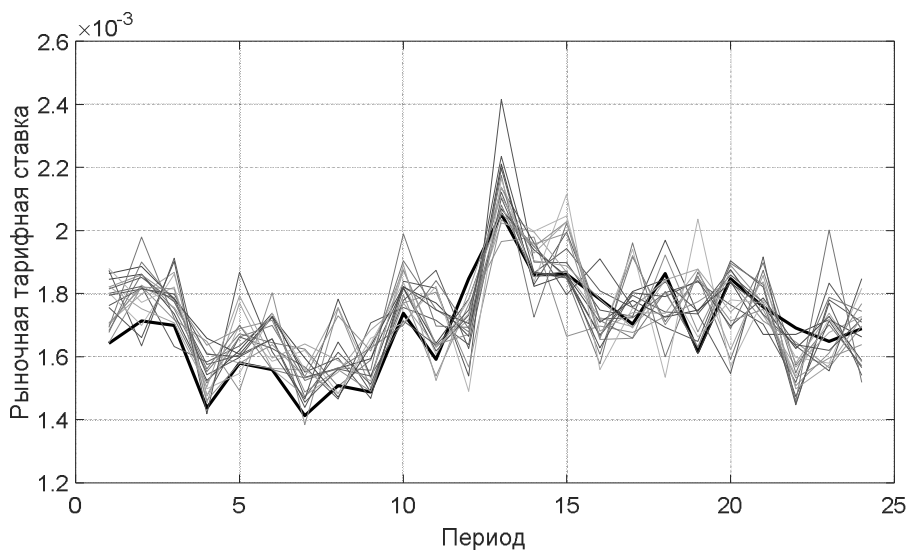


Рис. 8. Стратегия формирования рыночной тарифной ставки

Принимая во внимание тот факт, что страховые компании имущества и ответственности подвержены более волатильному размеру и числу претензий, связанным с циклом андеррайтинга, СППР проводит динамическую оценку рисков и анализ последних статистических данных для формирования рациональных тарифных ставок [15. Р. 159].

В зависимости от размера рассматриваемой компании, СППР будет рекомендовать различные стратегии формирования тарифных ставок (рис. 8, рекомендованная стратегия показана жирной линией). Так, для крупной компании допустимо потерять часть рыночной доли ради соблюдения дисциплины ценообразования. Смягчение ответа на конкурентные воздействия остальных участников и сокращение ценовых флуктуаций во время мягких и жестких фаз рынка приводят к снижению риска. Сложность следования данной стратегии в том, что она требует пристального контроля

над андеррайтерами, которые снижают цены ради увеличения продаж. Для небольшой компании лучшей стратегией будет следование за рынком.

Кроме андеррайтинга, способность страховой компании оплачивать непредвиденные претензии зависит от нескольких управленческих решений, включающих выбор продуктового портфеля. Компания, предпочитающая страхование предпринимательских рисков и коммерческой ответственности, подвержена большому риску неплатежеспособности ввиду более непредсказуемой природы данных рисков. Величину риска можно снизить не только путем оптимизации инвестиционной и перестраховочной стратегии, но и прямой оптимизацией величины данных продуктов в страховом портфеле. Оптимизация, проведенная в СППР, дала снижение риска неплатежеспособности на 2,5–3% за счет оптимизации продуктового портфеля страховой компании.

Заключение

В данной статье представлена архитектура системы поддержки принятия решений, которая может применяться страховыми компаниями имущества и ответственности для принятия решений по формированию оптимальной стратегии поведения с учетом цикла андеррайтинга. В основе стратегии поведения страховой компании лежат четыре составляющие: выбор страхового портфеля, выбор тарифной политики в зависимости от цикла андеррайтинга, выбор политики перестрахования, выбор стратегии инвестирования. Страховой компании необходимо не только оценить величину ожидаемых выплат по страховым событиям и другие денежные потоки, но и определить движение данных потоков, особенно во время периодов роста волатильности, вызванных циклом андеррайтинга. Существенным для получения хороших финансовых показателей является выбор стратегии инвестирования, поскольку доход по инвестициям предотвращает падение финансовой устойчивости компании во время неблагоприятных периодов по циклу андеррайтинга.

Основной частью СППР, освещенной в данной статье, является модуль «Моделирование», включающий в себя имитационную модель конкурентного поведения страховой компании, модель динамического финансового анализа и блок оптимизации. Имитационная модель представляет собой дискретную симуляцию событий, в ней происходит тестирование поступающей стратегии и ее анализ (в блоке ДФА) для получения финансовых результатов. Для каждого заданного сценария, в котором определены экономические и актуарные параметры, производится прогноз значений цикла андеррайтинга, рационально формируются тарифные ставки, определяется число страховых продуктов в портфеле, производится оптимизация распределения инвестиционных активов и перестраховочной защиты для получения максимальной прибыли при условии удовлетворения финансовых результатов заданным нормативам. Если полученные финансовые результаты не удовлетворительны, то производится оптимизация значений

управляемых коэффициентов с помощью комбинации методов (роя частиц и оптимального распределения бюджета вычислений) до тех пор, пока финансовые показатели не превысят требуемые значения.

Литература

1. Power D.J., Sharda R. Model-driven decision support systems: Concepts and research directions // *Decision Support Systems*. 2007. Vol. 43, № 3. P. 1044–1061.
2. Norton D., Kaplan R. Translating Strategy into Action: The Balanced Scorecard // *Harvard Business Review*. 1992. January-February. P. 71–79.
3. Kaplan R., Norton D. Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System // *Harvard Business Review*. 1996. Vol. 74, № 1. P. 75–85.
4. Mulvey J., Paulig B., Britt S., Morin F. Dynamic Financial Analysis for Multinational Insurance Companies // *Handbook of Asset and Liability Management*. 2008. Vol. 2. P. 543–590.
5. Norreklit H. The balance on the balanced scorecard a critical analysis of some of its assumptions // *Manag. Account. Res.* 2000. Vol. 11, № 1. P. 65–88.
6. Blum P., Dacorogna M. DFA – Dynamic Financial // *Encyclopedia of Actuarial Science*. 2004. Vol. 1. P. 1–14.
7. Тетин И.А. Учет цикла андеррайтинга в формировании тарифной политики страховой компании // *Вестник НГУЭУ*. 2016. № 3. С. 95–106.
8. Тетин И.А. Циклы страховой деятельности в России и макроэкономические показатели // *Прикладная эконометрика*. 2015. Т. 3 (39). С. 65–83.
9. Тетин И.А. Выбор активов для формирования инвестиционного портфеля страховой компании // *Вестник НГУЭУ*. 2014. № 4. С. 144–152.
10. Clerc M., Kennedy J. The particle swarm-explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space // *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*. 2002. Vol. 6, № 1. P. 58–73.
11. Rada-Vilela J., Zhang M., Johnston M. Optimal Computing Budget Allocation in Particle Swarm Optimization // *Gecco'13: Proceedings of the 2013 Genetic and Evolutionary Computation Conference*. 2013. P. 81–88.
12. Zhang S., Xu J., Lee L. et al. Optimal Computing Budget Allocation for Particle Swarm Optimization in Stochastic Optimization // *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*. 2017. Vol. 21, № 2. P. 206–219.
13. Pujowidianto N., Lee L., Chen C., Yap M. Optimal computing budget allocation for constrained optimization // *Proceedings – Winter Simulation Conference 2009*. 2009. P. 584–589.
14. Emms P. Pricing general insurance in a reactive and competitive market // *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2011. Vol. 236, № 6. P. 1314–1332.
15. Tetin I. Underwriting Cycles and Competition Impact in Evaluation of Insurance Company's Effective Strategy // *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2016. Vol. 16, № 4. P. 155–161.

Tetin I.A., South Ural State University, National Research University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: Ilya.Tetin@susu.ru

PROGRAM FOR DETERMINATION THE EFFECTIVE STRATEGY OF INSURANCE COMPANY UNDER UNDERATING CYCLE

Keywords: Decision support system, underwriting cycle, dynamic financial analysis, insurance company strategy.

This article presents architecture of the decision support system, which is used by property and liability insurance companies for determination of optimal strategy under underwriting cycle. Underwriting cycle influence all aspects of insurance business. It lowers the efficiency

of investments and underwriting by inclusion of uncounted volatility in underwriting results. The strategy of the insurance company comprises four aspects: choice of insurance portfolio, choice of tariff policy based on underwriting cycle values, choice of reinsurance policy and investment strategy.

To solve the problem of effective strategy determination for the insurance company, we have created the decision support system, which is able to find the optimal strategy of the insurance company for different market conditions. The main part of the system described in this paper, combines imitation model of competitive behavior of the insurance company, dynamic financial analysis model, which is used for gaining financial performance estimates, and optimization module.

Imitation model performs discrete simulation of events. It tests the strategy and analyses it inside dynamic financial analysis module. For each predefined scenario with the given set of economic and actuarial parameters, the model forecasts underwriting cycle values, evaluates rationally formed tariff rates, calculates the numbers of products in an insurance portfolio. Optimization task is the profit maximization by choosing the values of control variables associated with four components of a strategy. Then optimization of investment allocation and reinsurance coverage is performed to achieve maximum profit while meeting financial performance standards. If these results are unsatisfactory, then other control parameters are optimized using the combination of particle swarm method and optimal budget allocation technique until financial performance indicators meet standards. We show some examples of the decision support system application and the results of optimization of different parts of the strategy. Application of the decision support system allows to evaluate capital adequacy for the specific strategy under underwriting cycle. It also helps to optimize the part of coverage transferred to the reinsurance company and choose the optimal portfolio of insurance products. Next thing, to select the specific tariff policy for each line of business. Finally, to test estimated solution in the model of competitive insurance market.

The reported study was supported by RFBR, research project No. 16-36-00024 мол_a

References

1. Power D.J., Sharda R. Model-driven decision support systems: Concepts and research directions // *Decision Support Systems*. – 2007. – Vol. 43, №3. – P. 1044–1061.
2. Norton D., Kaplan R. Translating Strategy into Action: The Balanced Scorecard // *Harvard Business Review*. – 1992. – January-February. – P. 71–79.
3. Kaplan R., Norton D. Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System // *Harvard Business Review*. – 1996. – Vol. 74, №1. – P. 75–85.
4. Mulvey J., Paulig B., Britt S and Morin F. Dynamic Financial Analysis for Multinational Insurance Companies // *Handbook of Asset and Liability Management*. – 2008. – Vol. 2. – P. 543–590.
5. Norreklit H. The balance on the balanced scorecard a critical analysis of some of its assumptions // *Manag. Account. Res.* – 2000. – Vol. 11, №1. – P. 65–88.
6. Blum P., Dacorogna M. DFA – Dynamic Financial // *Encyclopedia of Actuarial Science*, John Wiley & Sons. – 2004. – Vol. 1. – P. 1–14.
7. Tetin I.A. Uchet cikla anderrajtinga v formirovanii tarifnoj politiki strahovoj kompanii // *Vestnik NGUEHU*. – 2016. – № 3. – S. 95–106.
8. Tetin I.A. Cikly strahovoj deyatel'nosti v Rossii i makroehkonomicheskie pokazateli // *Prikladnaya ehkonometrika*. – 2015. – t. 3(39). – S. 65–83.
9. Tetin I.A. Vybory aktivov dlya formirovaniya investicionnogo portfelya strahovoj kompanii // *Vestnik NGUEHU*. – 2014. – № 4. – S. 144–152.
10. Clerc M., Kennedy J. The particle swarm-explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space // *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*. – 2002. Vol. 6. – №1. – P. 58–73.

11. Rada-Vilela J., Zhang M., Johnston M. Optimal Computing Budget Allocation in Particle Swarm Optimization // *Gecco'13: Proceedings of the 2013 Genetic and Evolutionary Computation Conference*. – 2013. – P. 81–88.
12. Zhang S., Xu J., Lee L. et. al. Optimal Computing Budget Allocation for Particle Swarm Optimization in Stochastic Optimization // *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*. – 2017. – Vol. 21, №2. – P. 206–219.
13. Pujowidianto N., Lee L., Chen C., Yap M. Optimal computing budget allocation for constrained optimization // *Proceedings - Winter Simulation Conference 2009*. – 2009. – P. 584–589.
14. Emms P. Pricing general insurance in a reactive and competitive market // *Journal of Computational and Applied Mathematics*. – 2011. – Vol. 236, №6. – P.1314–1332.
15. Tetin I. Underwriting Cycles and Competition Impact in Evaluation of Insurance Company's Effective Strategy // *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. – 2016. – Vol. 16, №4. – P. 155–161.

For referencing:

Tetin I.A. Instrumental'noe sredstvo dlya opredeleniya ehffektivnoj strategii strahovoj kompanii v usloviyah cikla anderrajtinga [Program for Determination the Effective Strategy of Insurance Company under Underating Cycle]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika – Tomsk State University Journal of Economics*, 2018, no 41, pp. 192–209.