

Стратегическое управление портфелем облачных сервисов с использованием генетического алгоритма

В. П. Семенов

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
vps@etu.ru

И. Л. Андреевский¹, Р. В. Соколов²
Санкт-Петербургский государственный
экономический университет

¹ail@unecon.ru, ²rsok7@rambler.ru

Аннотация. В статье предложена статическая модель стратегического управления портфелем облачных сервисов, отличительной особенностью которой является оценка информационной защищенности портфеля сервисов. Построена динамическая модель стратегического управления портфелем облачных сервисов, учитывающая динамику продаж сервисов. Приведены методы выполнения расчетов по предложенным моделям. Рассмотрен метод формирования портфеля на основе генетического алгоритма, поддерживаемого пакетом MATLAB.

Ключевые слова: стратегическое управление; портфель облачных сервисов; генетический алгоритм

I. ВВЕДЕНИЕ

Актуальность применения облачных технологий для решения широкого круга задач и тенденция расширения их использования в среднесрочной и долгосрочной перспективе требуют от поставщиков решения задач стратегического управления портфелем облачных сервисов, включая задачи первичного формирования портфеля и ежегодного пересмотра его состава [1].

Регулирование состава портфеля основывается на план-фактном анализе результатов продаж за год, уточнения прогноза продаж, расчете плановых значения тарифа и прибыли на каждую единицу номенклатуры сервисов. Учитываются также финансовое состояние поставщика сервисов и его возможности его инвестирования в формирование защищенного от информационных угроз портфеля сервисов.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Постановка задачи стратегического управления портфелем предусматривает максимизацию получения прибыли в среднесрочной перспективе при соблюдении целого ряда ограничений, к числу которых относятся ограничения по единовременным затратам, постоянным годовым эксплуатационным затратам, риску потери прибыли и др.

Применительно к портфелю облачных сервисов важным условием является защищенность портфеля в целом от возможных информационных угроз.

К числу требований качественного характера, прежде всего, следует отнести функциональную востребованность, а также доступность, сохранение конкурентоспособности в стратегической перспективе, риск остановки выполнения сервиса.

III. СТАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ

Рассмотрим статическую модель стратегического управления портфелем облачных сервисов.

В качестве целевой функции выступает максимизация годовой экономической прибыли поставщика сервисов.

$$\mathcal{E}_t = \sum_{i=1}^I P_i N_{it} X_i - E \sum_{i=1}^I K_i X_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

где P_i – прогнозируемая прибыль продаж i -го сервиса;

N_{it} – прогнозируемое количество продаж i -го сервиса в год t , $t = \overline{1, T}$;

E – норма прибыли на капитал;

T – стратегический горизонт управления портфелем (в годах);

X_i – двоичная переменная, принимающая значение 1, если сервис включается в портфель и 0 в противном случае.

$$X_i = \{0, 1\}, i = \overline{1, I}, \quad (2)$$

где I – количество сервисов в портфеле;

K_i – единовременные затраты на i -й сервис.

В модели приняты следующие ограничения.

Единовременные затраты поставщика облачных сервисов:

$$K = \sum_{i=1}^I K_i X_i \leq K_{\text{доп}}, \quad (3)$$

$K_{\text{доп}}$ – допустимые единовременные затраты.

Годовые эксплуатационные условно постоянные затраты (не зависящие от количества продаж):

$$C_{\text{пост}} = \sum_{i=1}^I C_{\text{пост } i} X_i \leq C_{\text{пост.доп}} \quad (4)$$

где $C_{\text{пост } i}$ – годовые эксплуатационные условно постоянные затраты на поддержание i -го сервиса;

$C_{\text{пост.доп}}$ – допустимые годовые эксплуатационные условно постоянные затраты.

Риск отклонения прибыли от ожидаемой величины может быть охарактеризован среднеквадратическим отклонением.

$$\sigma(P) \leq \sqrt{\sum_{i=1}^I \sigma[P_i N_i]^2 X_i} \quad (5)$$

Выражение (5) основано на утверждении, что при сложении достаточно большого числа независимых случайных величин (порядка пяти и более), распределенных по любым законам, закон распределения суммы оказывается близким к нормальному и ее среднее квадратическое отклонение можно вычислить по вышеприведенной формуле [2].

Защищенность портфеля облачных сервисов:

$$R = \sum_{j=1}^J \frac{\sum_{i=1}^I A_{ij} X_i}{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I A_{ij} X_i} r_j \geq R_{\text{доп}}, \quad (6)$$

где A_{ij} – предполагаемое количество атак i -го вида на j -й сервис за год;

$R_{\text{доп}}$ – требуемый уровень защищенности.

$$\sum_{j=1}^J \frac{\sum_{i=1}^I A_{ij} X_i}{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I A_{ij} X_i} = 1 \quad (7)$$

Расчет ожидаемой прибыли от однократной продажи сервиса предлагается рассчитывать с использованием понятия совокупной стоимости владения в расчете на однократное предоставление i -ого сервиса следующим образом:

$$P_i = \left(\frac{K_i + C_{\text{пост } i} T}{N_i} + C_{\text{уд } i} \right) E_c \quad (8)$$

где T – стратегический горизонт предоставления сервисов в портфеле, выраженный в годах;

N_i – прогнозируемое количество продаж i -го сервиса за T лет;

$C_{\text{уд } i}$ – удельные в расчете на однократную продажу и сервиса затраты поставщика;

E_c – рентабельность продаж сервиса по его себестоимости.

Цену продаж предлагается рассчитывать по формуле:

$$\Pi_i = \frac{K_i + C_{\text{пост } i} T}{N_i} + C_{\text{уд } i} + P_i \quad (9)$$

Уровень защищенности отдельного сервиса рассчитывается по формуле:

$$R_i = \sum_{j=1}^J \frac{A_{ij}}{\sum_{j=1}^J A_{ij}} r_j \quad (10)$$

Количество продаж i -го сервиса в стратегической перспективе с учетом дифференциации по годам характеризуется формулой:

$$N_i = \sum_{t=1}^T N_{it}, \quad i = \overline{1, I} \quad (11)$$

IV. ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ

Разновременность результатов продаж сервисов и затрат поставщика учитывается в динамической модели стратегического формирования портфеля.

Формирование и управление портфелем облачных сервисов в стратегической перспективе следует рассматривать как инвестиционный проект, основным показателем экономической эффективности которого является чистая приведенная стоимость (Net Present Value, NPV).

В качестве целевой функции в динамической модели стратегического управления портфелем облачных сервисов используется показатель чистой приведенной стоимости.

$$NPV = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \frac{P_i N_{it}}{(1+E)^t} X_i - \sum_{i=1}^I K_i X_i \quad (12)$$

Ограничения модели:

Единовременные затраты поставщика облачных сервисов:

$$K = \sum_{i=1}^I K_i X_i \leq K_{\text{доп}}, \quad (13)$$

Годовые эксплуатационные условно постоянные затраты:

$$C_{\text{пост}} = \sum_{i=1}^I C_{\text{пост } i} X_i \leq C_{\text{пост.доп}} \quad (14)$$

Риск отклонения предполагаемой прибыли характеризуется формулой:

$$\sigma(NPV) = \sqrt{\sum_{i=1}^I \sigma(P_i N_i)^2 X_i} \quad (15)$$

Защищенность портфеля оценивается формулой:

$$R = \sum_{j=1}^J \frac{\sum_{i=1}^I A_{ij} X_i}{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I A_{ij} X_i} r_j \geq R_{\text{доп}} \quad (16)$$

Состав облачных сервисов в модели характеризуется двоичной переменной X_i .

$$X_i = \{0, 1\}, \quad i = \overline{1, I}, \quad (17)$$

Основным параметром, влияющим на изменение величины прибыли по годам, является дифференцированный по годам уровень продаж i -го сервиса N_{it} .

V. МЕТОДЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ ПО ПРЕДЛОЖЕННЫМ МОДЕЛЯМ

Эти оптимизационные модели могут решаться разными методами: методом полного перебора, методом «вервей и границ», с использованием «жадных» алгоритмов, методом динамического программирования, метод Марковица и др. Однако при увеличении номенклатуры

облачных сервисов сложность решения задачи резко возрастает при расширении номенклатуры сервисов.

Так, при номенклатуре из 10 облачных сервисов, которые могут включаться в портфель, количество вариантов составляет 2^{10} в 10 степени, что равняется 1024.

VI. ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

В последнее время зарекомендовали себя методы, основанные на генетических алгоритмах нахождения решений, приближенных к оптимальным. Генетический алгоритм целесообразно применять для решения многокритериальных задач, которыми являются расчеты по предполагаемым моделям.

В данном методе вариант решения представляет собой двоичный вектор, в котором каждый элемент, равный 1 характеризует включение i -го сервиса в портфель и 0 в противном случае.

Количество элементов вектора соответствует количеству облачных сервисов, которые могут быть включены в портфель.

Этот вектор носит название хромосомы, характеризующей особь, т.е. вариант формирования портфеля, а каждый элемент вектора называется геном особи. Совокупность особей составляют популяцию.

Путем скрещивания отдельных особей и мутации генов алгоритм генерирует новую популяцию, особи которой проверяются на допустимость в соответствии с ограничениями модели и на пригодность в соответствии с целевой функцией (фитнес).

Каждая итерация генетического алгоритма приводит к повышению пригодности хотя бы одной особи популяции. Количество итераций заканчивается, когда повышение пригодности особей практически перестает изменяться или же заканчивается установленное количество итераций (например, 100).

Важным обстоятельством практического применения генетического алгоритма является наличие программного обеспечения, которое поддерживает данные функциональные возможности. Среди них наибольшую известность получили системы Eureka, Mercury, Mathcad,

Derive, Mathematica 2/3/4, Maple V R3/R4/R5 и Maple 6 и др.

Лидирующим на рынке является пакет MATLAB (разработчик Math Works, Inc.), который может быть рекомендован для расчетов по предлагаемым моделям с использованием генетического алгоритма надстройки Optimization Toolbox 8.0 пакета MATLAB 2017 [4,5].

VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в работе получены следующие результаты:

- Предложена статическая модель стратегического управления портфелем облачных сервисов, отличительной особенностью которой является оценка информационной защищенности портфеля от информационных угроз.
- Построена динамическая модель стратегического управления портфелем облачных сервисов, учитывающая динамику продаж сервисов по годам стратегической перспективы.
- Приведены методы выполнения расчетов по предложенным моделям.
- Рассмотрен метод формирования портфеля на основе генетического алгоритма, поддерживаемого пакетом MATLAB.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Варфоломеева А.О., Романов В.П. Формирование оптимального портфеля облачных сервисов SaaS-поставщика // Вестник РЭУ, 2014, № 3
- [2] Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: «Советское радио», 1972. 552 с.
- [3] Интернет - портал MATLAB.Exponenta авторских руководств по продуктам MathWorks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/>
- [4] Интернет портал примеров решения задач с использованием MATLAB [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.mathworks.com/examples>
- [5] Лысенко И.В. Решение задач дискретной оптимизации в среде MATLAB: Сборник практических заданий. Харьков: Национальный аэрокосмический университет имени Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2013.