

Поддержка принятия решений по выбору стратегии на рынке цифровых технологий

М.В. Тюхин¹, В.А. Ломазов^{1,2}, Е.В. Нестерова¹

¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

²Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина

Аннотация: Работа посвящена проблематике стратегического планирования на рынке цифровых технологий. Целью работы является построение процедуры поддержки принятия решений по выбору стратегии, исходя из внутренних (связанных с особенностями выбирающей стратегию фирмы) и внешних (обусловленных состоянием рынка) факторов. Использование методологического аппарата эволюционных вычислений обусловлено большим числом возможных вариантов комбинированных стратегий и сложностью их оценивания, что делает нецелесообразным полный перебор вариантов. Окончательный выбор осуществляется лицом, принимающим решение, на основе собственных предпочтений.

Ключевые слова: ИТ-рынок, поддержка принятия решений, генетический алгоритм.

Введение. Развитие рынка современных информационных технологий обусловлено широкой цифровой трансформацией общества, являющейся одним из важнейших направлений экономического роста [1]. Однако изучение проблематики корпоративного стратегического планирования на этом быстрорастущем рынке представлено работами, носящими, как правило, общеметодологический характер (например, [2-4]) при необходимости разработки практических процедур выработки стратегических решений.

Это определило цель настоящей работы, состоящую в построении процедуры поддержки принятия решений по выбору стратегии на рынке цифровых технологий, исходя из внутренних (связанных с особенностями выбирающей стратегию фирмы [5]) и внешних (обусловленных состоянием рынка) факторов.

Материалы и методы. Будем полагать, что упрощенное модельное описание стратегии фирмы на рынке информационных технологий S может быть представлена в виде:

$$S_{ijk} = \langle A_i, B_j, C_k \rangle \quad (i=1, 2, \dots, I, \quad j=1, 2, \dots, J, \quad k=1, 2, \dots, K)$$

где A_i – тип деятельности, B_j – направление деятельности, C_k – прикладная область деятельности (например, государственное управление, сфера услуг, сельское хозяйство и др.).

По данным Руссофт, IDC [6] основными типами деятельности компьютерных фирм являются:

- разработка, продажа и обслуживание ИТ-оборудования;
- оказание ИТ-услуг;
- разработка, продажа и обслуживание программного обеспечения.

Однако в рамках перечня возможных компонентов стратегии целесообразна детализация, увеличивающая общее количество типов.

В ближайшие годы ИТ-рынок, будет развиваться по нескольким направлениям (обозначенным B_j , $j=1, 2, \dots, J$). В частности, очень перспективными являются:

- сети данных (Data Fabric);
- кибербезопасность (Cybersecurity Mesh);
- облачные платформы (Cloud-Native Platforms);
- составные приложения (Composable Applications);
- интеллект принятия решений (Decision Intelligence);
- гиперавтоматизация (Hyperautomation).

Таким образом, возможная стратегия компьютерного бизнеса на рынке информационных технологий может быть описана тройкой (A_i, B_j, C_k) , где $i=1, 2, \dots, I, j=1, 2, \dots, J, k=1, 2, \dots, K$, т.е. имеется $R=I \times J \times K$ вариантов возможных стратегий. Комбинированная стратегия, предполагающая возможность применения нескольких перспективных стратегий может быть представлена бинарным R -значным кортежем X , в котором $x_r = 1$ при использовании r -ой перспективной стратегии и $x_r = 0$ в противном случае.

Таким образом, общее количество комбинированных стратегий равно $P = 2^R$, что может быть достаточно велико.

Пусть каждой из рассмотренных комбинированных стратегий S_p ($p=1, 2, \dots, P$) может быть поставлена в соответствие своя типовая ситуация на ИТ-рынке Z_p , которая характеризуется присущим ей набором приведенных к безразмерному виду внутренних признаков $X^p = \langle x^p_1, x^p_2, \dots, x^p_n \rangle$, отражающих внутреннее состояние фирмы, выбирающей стратегию, и набором внешних признаков $Y^p = \langle y^p_1, y^p_2, \dots, y^p_m \rangle$, отражающих состояние рынка ИТ-услуг. Таким образом, каждой стратегии соответствует точка $(n+m)$ -мерного признакового пространства $X \times Y$. При этом, задача выбора комбинированной стратегии для ситуации Z^* сводится к определению точки признакового пространства (X^p, Y^p) (а, следовательно, и комбинированной стратегии S_p) наиболее близкой к (X^*, Y^*) . Поскольку полный перебор всех вариантов практически невозможен (в силу их большого количества, а также вследствие затратности процедуры определения значений признаков), то для решения задачи предлагается применить эволюционную процедуру, основанную на использовании генетического алгоритма Холланда (SGA). В качестве функции приспособленности (которая максимизируется в рамках решаемой генетическим алгоритмом оптимизационной задачи) будем использовать меру близости:

$$\mu(\langle X^*, Y^* \rangle, \langle X^{**}, Y^{**} \rangle) = 1 / (1 + \rho(\langle X^*, Y^* \rangle, \langle X^{**}, Y^{**} \rangle))$$

определяемую на основе взвешенной L_p -метрики [7], которая в рассматриваемом случае имеет вид:

$$\rho(\langle X^*, Y^* \rangle, \langle X^{**}, Y^{**} \rangle) = (w_1/x^*_1 - x^{**}_1|^p + w_2/x^*_2 - x^{**}_2|^p + \dots + w_n/x^*_n - x^{**}_n|^p + w_{n+1}/y^*_1 - y^{**}_1|^p + w_{n+2}/y^*_2 - y^{**}_2|^p + \dots + w_{n+m}/y^*_m - y^{**}_m|^p)^{1/p}$$

где w_{n+m} – получаемые на основе экспертных суждений [8] весовые коэффициенты признаков (отражающие их относительные значимости), для которых выполняются условия неотрицательности и условия нормировки:

$$w_1, w_2, \dots, w_{n+m} \geq 0; \quad w_1 + w_2 + \dots + w_{n+m} = 1$$

Нетрудно видеть, что так введенная функция близости μ обладает всеми необходимыми свойствами меры:

$$0 \leq \mu(\langle X^*, Y^* \rangle, \langle X^{**}, Y^{**} \rangle) < 1 \text{ при } \langle X^*, Y^* \rangle \neq \langle X^{**}, Y^{**} \rangle,$$

$$\mu(\langle X^*, Y^* \rangle, \langle X^*, Y^* \rangle) = 1,$$

$$\mu(\langle X^*, Y^* \rangle, \langle X^{**}, Y^{**} \rangle) = \mu(\langle X^{**}, Y^{**} \rangle, \langle X^*, Y^* \rangle)$$

что делает возможным ее использование в качестве функции приспособленности в рамках генетического алгоритма.

Результаты. Основным результатом проведенных исследований является разработанная эволюционная процедура поддержки принятия решений по выбору комбинированных стратегий на рынке информационных технологий (блок-схема приведена на рис.1).

Поясим основные этапы процедуры:

1. Начальным этапом процедуры является ввод данных относительно внутренних показателей X^* организации/предприятия, для которой выбирается стратегия, и внешних показателей Y^* , характеризующих состояние рынка,

2. На следующем этапе формируется генеральная совокупность возможных комбинированных стратегий (область поиска), представляющая собой множество бинарных векторов (хромосом) размерности $m+n$. Каждый из этих векторов является кодом соответствующей стратегии.

3. На третьем этапе формируется начальная популяция (подмножество генеральной совокупности) с заданным числом элементов (бинарных векторов). При построении эволюционных алгоритмов начальная популяция, как правило, формируется случайным образом. Однако, в рамках рассматриваемой процедуры целесообразно включить в начальную популяцию коды предполагаемых (на основе экспертных суждений)

эффективных стратегий, что позволит сократить (в среднем) требуемое количество поколений эволюционного процесса.

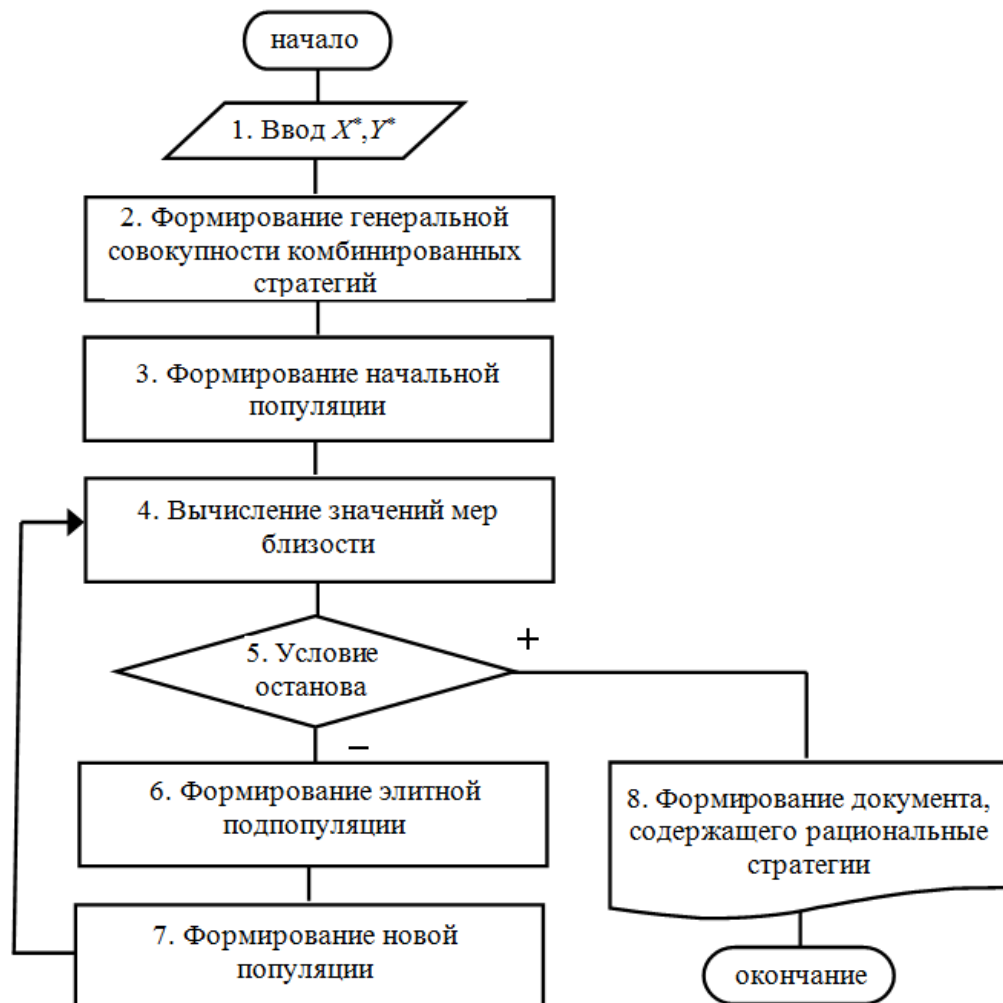


Рис. 1. – Схема процедуры поддержки принятия решений по выбору стратегий

4. На четвертом этапе для каждой стратегии, входящей в рассматриваемую популяцию, определяются (вводятся) значения признаков X, Y и вычисляется значение меры близости $\mu(\langle X^*, Y^* \rangle, \langle X, Y \rangle)$.

5. На пятом этапе производится проверка выполнения условия прекращения работы процедуры: алгоритм продолжается, если все вычисленные значения меры близости не превосходят заданную величину $\delta < 1$ и количество поколений (итераций процедуры) меньше предельного значения N ; в противном случае формируется документ (этап 8), в котором в

качестве решения приводится несколько наилучших элементов (являющихся кодами наилучших стратегий) и останавливается работа процедуры.

6. На шестом этапе из рассматриваемой популяции одним из методов (рулеточная селекция, пороговая селекция и др. [9,10]) выделяется элитная подпопуляция заданного размера.

7. На седьмом этапе путем применения генетических операторов (мутация, кроссовер) к элементам элитной подпопуляции осуществляется переход к новому поколению (формируется новая популяция).

Заключение. Разработанная на основе эволюционных алгоритмов итерационная процедура поддержки принятия решений позволяет выбрать стратегию (несколько стратегий), в наибольшей степени соответствующую внутренним показателям (возможностям) фирмы, планирующей свою деятельность на рынке информационных технологий, а так же внешним условиям (показателям рынка). Формализация поддержки выбора эффективных стратегий будет способствовать повышению научной обоснованности принимаемых управленческих решений, а значит, успешности субъекта рынка информационных технологий.

Литература

1. Бодрова Е.В., Фиговский О.Л. Как обеспечить экономический рост и активизацию инновационных процессов в РФ: точки зрения // Инженерный вестник Дона. 2021. №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6977.

2. Покровская Л. Л., Копачев А.А., Фокин Р.Р. Электронная коммерция в сфере информационных услуг. – М., Берлин: Директмедиа Паблишинг, 2014. – 182 с.

3. Черепанов Д.В. Стратегия выхода ИТ компаний на международный рынок // Обществознание и социальная психология. 2022. № 9-2(39). С. 384-387.



4. Чичканова Д.А. Специфика формирования маркетинговых стратегий на предприятиях ИТ-отрасли // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 3. С. 103–108. URL: e-koncept.ru/2017/770251.htm.

5. Жигит А.А. Методика моделирования организационных рисков компанией // Инженерный вестник Дона. 2023. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2023/8171.

6. ИТ-отрасль в России и в мире: как растет рынок информационных технологий. Аналитическая платформа «Деловой профиль». URL: delprof.ru/press-center/open-analytics/it-otrasl-v-rossii-i-v-mire-kak-rastet-rynok-informatsionnykh-tehnologiy/.

7. Уздин Д.З. Новые меры близости, функции состояний и решающие правила в теории распознавания состояний (статистической классификации). М.: МАКС Пресс, 2016. 128 с.

8. Дмитриев М.Г., Ломазов В.А. Оценка чувствительности линейной свертки частных критериев при экспертном определении весовых коэффициентов // Искусственный интеллект и принятие решений. 2014. № 1. С. 52-56.

9. Wirsansky E. Hands-on genetic algorithms with Python. BIRMINGHAM: Pakt, 2020. 346 p.

10. Petrosov D.A., Lomazov V.A., Dobrunova A.I., Matorin S.L., Lomazova V.I. Evolutionary synthesis of large discrete systems with dynamic structure // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12. No 3. P. 2971-2981.

References

1. Bodrova E.V., Figovskij O.L. Inzhenernyj vestnik Dona. 2021. №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6977.

2. Pokrovskaya L. L., Kopachev A.A., Fokin R.R. E`lektronnaya kommerciya v sfere informacionny`x uslug [E-commerce in the field of information services]. M., Berlin: Direktmedia Publishing, 2014. 182 p.
3. Cherepanov D.V. Obshhestvoznaniye i social`naya psixologiya. 2022. № 9-2(39). pp. 384-387.
4. Chichkanova D.A. Nauchno-metodicheskiy elektronny`j zhurnal «Koncept». 2017. T. 3. pp. 103–108. URL: e-koncept.ru/2017/770251.htm.
5. Zhigit A.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2023/8171.
6. IT-otrasl` v Rossii i v mire: kak rastet ry`nok informacionny`x tekhnologij. Analiticheskaya platforma «Delovoj profil`». [IT-industry in Russia and in the world: how the information technology market grows. Business Profile analytical platform]. URL: delprof.ru/press-center/open-analytics/it-otrasl-v-rossii-i-v-mire-kak-rastet-rynok-informatsionnykh-tekhnologiy/.
7. Uzdin D.Z. Novy`e mery` blizosti, funkcii sostoyanij i reshayushhie pravila v teorii raspoznavaniya sostoyanij (statisticheskoy klassifikacii) [New proximity measures, state functions and decision rules in the theory of state recognition (statistical classification)]. M.: MAKSS Press, 2016. 128 p.
8. Dmitriev M.G., Lomazov V.A. Iskusstvenny`j intellekt i prinyatie reshenij. 2014. № 1. pp. 52-56.
9. Wirnsansky E. Hands-on genetic algorithms with Python. Birmingham: Pakt, 2020. 346 p.
10. Petrosov D.A., Lomazov V.A., Dobrunova A.I., Matorin S.L., Lomazova V.I. Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12. № 3. pp. 2971-2981.