

2. Николенко С. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей / Сергей Николенко, А. Кадурин, Екатерина Архангельская. – Санкт-Петербург: Питер, 2018. – 480 с.

3. Tariq Rashid. Make Your Own Neural Network – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. – 222 p.

4. Google Colaboratory [Электронный ресурс] // URL: <https://colab.research.google.com> (дата обращения 18.05.2019).

5. Keras [Электронный ресурс] // URL: <https://keras.io/> (дата обращения 18.05.2019).

6. Мальцев В.А. Оптимизаторы нейронных сетей // Научный форум: Инновационная наука: сб. ст. по материалам XXII междунар. науч. практ. конф. – № 4(22). – М., Изд. «МЦНО», 2019. – С. 61 – 65.

УДК 330.45

Моделирование операционно-инновационной программы корпорации

С.И. Межов, И.С. Межов

АлтГУ, г. Барнаул

Актуальность исследования современной промышленной корпорации определяется закрытостью ее экономики, механизмов инвестирования, учета издержек и методов возмещения затрат на инновации. Очевидно, что:

1. Крупные западные корпорации тратят на полный цикл инноваций большие средства из собственных источников.

2. Инновационные затраты в воспроизводственном цикле окупаются за счет прибыли от общих объемов продаж всей продукции компании.

3. При полном инновационном цикле компания получает доход как сумму ренты и среднеотраслевой прибыли.

4. Практическая реализация прогнозного планирования операционно-инновационной программы (ОИП) требует совмещения большого количества финансовых и технологических параметров. Для установленных жизненных циклов каждого изделия ОИП необходимо:

1) определить сроки запуска новых изделий в производство, которые обеспечат экономические показатели эффективности;

2) определить оптимальные объемы и темпы инвестирования инноваций соблюдая равновесие между рентабельностью и ликвидностью. Это можно осуществить в рамках оптимальной ОИП, в которой достигается баланс операционного дохода и отдачи от инвестиций.

Обозначим жизненный цикл производства продукта j как G_j , $j = 1, 2, \dots, J$, тогда для каждого j -го продукта можно задать непрерывную функцию жизненного цикла [1]:

$$G_j = G_j(t), \quad (1)$$

где $G_j(t)$ – объем производства изделия j в соответствии с прогнозируемым спросом; t – время.

Для целей моделирования выражение (1) можно задать дискретной функцией в форме таблицы. Прогноз спроса осуществляется методом Монте-Карло, для каждого дискретного промежутка планирования t_k (месяц, квартал, год). Приемлемое значение спроса при планировании, согласно закону «трех сигм», может находиться с приемлемой вероятностью в интервале:

$$M(G_j(t)) - 3\sigma_j \leq G_j^*(t) \leq M(G_j(t)) + 3\sigma_j. \quad (2)$$

Интервал (2) показывает наиболее вероятный размах отклонений при моделировании объема продаж от среднего значения (краткосрочный прогноз), которое задается кривой жизненного цикла (долгосрочный прогноз).

Стоимостные и затратные параметры для каждого изделия, $j = 1, 2, \dots, J$, представляются тремя функциями [2, 4]:

Объем продаж:

$$U_{jt} = a_j x_j^t. \quad (3)$$

Производственные затраты:

$$S_{jt} = b_j x_j^t + c_j. \quad (4)$$

Прибыль до налогообложения:

$$P_{jt} = (a_j - b_j)x_j^t - c_j, \quad (5)$$

где U_{jt} – объем продаж, a_j – цена j -го изделия, x_j^t – количество j -го изделия в момент времени t , S_{jt} – затраты на производство изделия в объеме x_j^t , b_j – переменные затраты на одно изделие, c_j – постоянные затраты, приходящиеся на изделие x_j^t , P_{jt} – прибыль до налогообложения в момент t .

Механизм распределения объема инвестирования на инновационную и операционную часть ОИП, задается коэффициентом λ – доля инвестиций от I_t на операционную часть, ($0 \leq \lambda \leq 1$), I_t – общие инвестиции на ОИП, $\lambda_n = 1 - \lambda$ – доля I_t на инновационную часть ОИП, тогда $I_{ot} = \lambda I_t$ – объем инвестиций в операционную часть, а $I_{nt} = \lambda_n I_t$ – объем инвестиций в инновационную часть ОИП.

Множество длительностей этапов инновационного процесса ($\theta_l, l=1, 2, \dots, 6$) задают план НИОКР и подготовки производства нового

изделия X_w . Множество периодов планирования, $(t_i, i = 1, 2 \dots K)$ отражают периоды формирования ОИП, совмещенных с инновационным процессом.

Размер инвестируемого капитала в инновационный проект зависит не только от экономических, но прежде всего, от технико-экономических показателей [3]. Формально можно показать, что инвестиции I_w на инновационный проект можно представить как:

$$I_w = \psi(c_w, x_w, \delta_w, \beta, \eta, \gamma, T^n)$$

где: c_w – предполагаемая цена разрабатываемого инновационного изделия w , идущего на замену «старому» изделию j ;

x_w – предполагаемый общий объем выпуска, первоначально планируемый группой разработки проекта;

δ_w – уровень планируемой доходности;

ψ – вид функции;

β – конструктивная сложность изделия, может быть оценена экспертно;

η – коэффициент глубины научной проработки (теоретические, поисковые, технологические работы), показывает уровень затрат на финансирование стадий НИОКР;

γ – показатель интегральной оценки научно-производственного потенциала, отражает наличие ключевых компетенций, рутин, уровень оснащения лабораторий оборудованием и т.п., глубину отраслевого проникновения и т.п.;

T^n – период окупаемости при фиксированном значении инвестиций.

Объем инвестирования, а, следовательно, и коррелирующий с ним параметр T^n зависят от цены изделия: $c_w^n \leq c_w \leq c_w^h$, где c_w^n, c_w^h – нижняя и верхняя границы планируемой цены нового изделия, определяются отраслевой конъюнктурой и стратегией продаж.

Планирование объема производства x_w ($x_w^n \leq x_w \leq x_w^c$), здесь x_w^n, x_w^c – нижняя и верхняя границы возможного выпуска новых изделий, определяются спросом, производственной мощностью и стратегией предприятия.

При планировании бюджета инновационного проекта учитывается конструктивная сложность изделия β , которая оценивается экспертно по частным критериям: «научная новизна», «сложность технологии», «новизна материала изготовления», «сложность изготовления», затем методом свертки определяется интегральный коэффициент β [5]. Нормированный коэффициент β , лежит в интервале $[0, 1]$, т.е. $0 \leq \beta \leq 1$.

Коэффициент научной проработки η показывает, с какой стадии начинается инновационный процесс, например: 1) фундаментальное ис-

следование; 2) поисковое, прикладное; 3) ОКР; 4) Изготовление опытного образца; 5) изготовление опытной партии и проверка реакции рынка; 6) массовое производство и продажи. Коэффициент η так же лежит в интервале $0 \leq \eta \leq 1$. Для корректировки объема инвестиций используется мультипликатор, который при определенных сочетаниях параметров γ , β и η уточняет инвестиционные затраты.

Процедуры оценки потенциала γ описаны в работах [1, 2], оценка γ так же нормируется, т.е. $0 \leq \gamma \leq 1$, что позволяет его использовать в разных экономических расчетах. Характер влияния параметров инновационного потенциала следующий: при $\gamma \rightarrow 1$, тем меньше капиталовложения, и, наоборот, при малом потенциале, $\gamma \rightarrow 0$, требуется больше инвестиций. Далее, чем больше глубина инновационного процесса $\eta \rightarrow 1$, тем больше необходимо средств на его реализацию. Это же справедливо и в отношении сложности изделия, чем выше сложность ($\beta \rightarrow 1$), тем больше инвестиционные затраты.

Мультипликатор k_m [5] представлен выражением (6).

$$k_m = e^{\frac{b\beta\eta}{\gamma}} \quad (6)$$

где b – норматив затрат при разработке сложных изделий, $b \geq 0$. Параметр b может отражать степень ошибочности существующих инвестиционных решений [5]. Свойства выражения (7): $k_m = 1$, если $\beta = 0$ \vee $\eta = 0$; $k_m > 1$, если $\beta \neq 0$ \vee $\eta \neq 0$, здесь знак « \vee » означает логическое или. Но b может быть равно 0, это означает, что плановая система абсолютно точно определяет эффективность инвестиций, т.е., $k_m = e^0 = 1$, следовательно, корректирующий коэффициент просто не влияет на оценку эффективности инвестиционного проекта, при этом:

1) $k_m \rightarrow \infty$, при $\gamma \rightarrow 0$, или на практике, k_m существенно увеличивается при уменьшении инновационного потенциала γ ;

2) произведение коэффициентов сложности и глубины процесса лежит в пределах $0 \leq \beta\eta \leq 1$, тогда дробь $\frac{b\beta\eta}{\gamma}$ принимает максимальное значение, когда $\gamma = \gamma_d > 0$, произведение $\beta\eta = 1$, т.е. когда изделие имеет самый высокий рейтинг сложности и не разработанности, а потенциал γ находится на предельно низком уровне.

Задача формирования ОИП: при известных жизненных циклах по всем изделиям, выражение (1), необходимо найти оптимальный план производства в натуральных показателях на момент t :

$$x_j^t \leq G_j^*(t); x_j^t \in X_t; t = 1, 2, \dots, T; j = 1, 2, \dots, J,$$

и вариант замены старого изделия новым, при котором экономическая эффективность ОИП, как минимум не ухудшаются. Процесс замены представлен выражением (9).

$$x_{j*}^t = (1 - \alpha) x_{j*}^{t1} ; x_{nj*}^t = \alpha x_{nj*}^{t1} \quad (7)$$

где X_t – оптимальный план, x_j^t – номенклатурные составляющие плана, α – управляющий параметр, доля замены старого изделия новым, при $\alpha = 0$, новое изделие не включается в программу; при $\alpha = 1$, старое изделие полностью исключается из программы, при $0 < \alpha < 1$ в программу включаются оба изделия в пропорциях, показанных в выражении (7); x_{j*}^{t1} – изделие, выводимое из программы; x_{nj*}^{t1} – новое изделие, вводимое в производство; $t1$ – время начала замены изделия.

Формирование оптимизационного блока модели ОИП для периода t .

Функция цели объем продаж:

$$U_t = \sum_{j=1}^J [c_j x_j + c_{j*}(1 - \alpha)x_{j*}^{t1} + c_{nj*}\alpha x_{nj*}^{t1}] \rightarrow \max$$

$$U_t^m = \sum_{j=1}^J [c_j (\Phi_j) x_j + c_{j*}(\Phi_{j*})(1 - \alpha)x_{j*}^{t1} + c_{nj*}(\Phi_{nj*})\alpha x_{nj*}^{t1}] \rightarrow \max,$$

где U_t^m – модифицированная функция цели; Φ_j – управляющий параметр для корректировки цены изделий производственной программы; Φ_{j*} – параметр корректировки цены для выводимого изделия; Φ_{nj*} – параметр корректировки цены для нового изделия. Параметры Φ позволяют, корректировать цены изделий в функции цели, а, следовательно, менять базисный план оптимального решения.

Ограничения по затратам:

$$S_t = \sum_{j=1}^J S_{jt} = \sum_{j=1}^J b_j x_j^t \leq S_{nt} - \sum_j c_{jt}, \quad (8)$$

где S_t – производственные затраты на период t ; S_{nt} – плановый производственные затраты на период t ; $\sum_j c_{jt}$ – общие постоянные затраты в момент t , которые содержат и объем инвестиций Int в ОИП на инновационные работы, которые проводятся в этот период.

Ограничение по прибыли:

$$P_t = \sum_j (a_j - b_j) x_j^t \geq P_{nt} + \sum_j c_j,$$

где P_{nt} – нормативное значение прибыли на период t ; P_t – значение прибыли для периода t . Финансовые ограничения, определяют устойчивость и темпы роста предприятия. Под экономическим ростом понимается показатель обеспечения максимума роста продаж, при сохранении пропорций финансового состояния. Это утверждение иллюстрируется так называемым «золотым правилом» экономики предприятия $1 < \text{Темп}(A) < \text{Темп}(U) < \text{Темп}(Pv)$, где $\text{Темп}()$ – темп роста показателя; A – активы; U – объем продаж; Pv – прибыль.

Ограничения по рентабельности продаж формируем на основе выражений (10), выражения, задаваемого функцию цели U_t и соотношении (12):

$$r_u = \frac{P_t}{U_t} = \frac{U_t - S_t}{U_t} = 1 - \frac{S_t}{U_t} = 1 - \frac{S_t}{U_t} \geq r_{nrm} \quad (9)$$

где S_t – инвестиции в ОИП, вычисляется на основе (8), U_t – объем продаж, определяется в процедурах оптимизации как функция цели, r_{nrm} – норматив рентабельности продаж, задающих нижнюю границу допустимости рентабельности продаж для ОИП.

Ограничение по оборачиваемости активов, рассчитывается на основе U_t – объема продаж и данных баланса (см. таблицу 2):

$$o_a = \frac{U_t}{K_3 + K_c} \geq o_{nrm}, \quad (10)$$

где o_{nrm} – норматив оборачиваемости активов (фондоотдачи).

Отношение активов к собственному капиталу (финансовый леверидж):

$$k_s = 1 + \frac{K_3}{K_c} = k_{nrm}, \quad (11)$$

где k_{nrm} – норматив финансового левериджа, в нашем случае отражает финансовую устойчивость при использовании заемного капитала: желательно придерживаться равенства нормативу.

Отсюда темп устойчивого роста, для его вычисления и балансирования используем левые части неравенств (9), (10), (11):

$$g = \left(1 - \frac{S_t}{U_t}\right) \left(\frac{U_t}{K_3 + K_c}\right) \left(1 + \frac{K_3}{K_c}\right) d_p, \quad (12)$$

где g – темп роста объемных показателей ОИП, d_p – ставка реинвестирования.

Пример оптимизационного блока модели для формирования ОИП предприятия НЭВЗ, Новосибирск:

Представим некоторые результаты формирования ОИП. В рамках данного подхода оптимизационный блок, выступает, как оператор перевода входных данных в выходные для момента времени t^* и встроено в тело имитационной модели. При переходе от t^* к t^*+1 осуществляется настройка параметров, расчет инвестиционных характеристик и производится оценка эффективности инвестиций на инновации [5].

Результаты расчетов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты моделирования ОИП

Тип изделия	Стратегия 1	Стратегия 2	Стратегия 3
Изделие И1 X1, шт	17730	16024	14200
Изделие И2 X2, шт	19628	17437	17599
Изделие И3 X3, шт	12068	12410	12979
<i>Снимаемое с производства изделие</i>			
Изделие И4 X4, шт	5187	5225	5248
<i>Новое изделие</i>			
Изделие И5 X5, шт –	8500	12635	16200

Порядок замены X_4 на X_5 формируется автоматически, в результате моделирования ОИП по всем составляющим: операционный план, инвестиции в инновации, финансы.

Таблица 2 – Финансовые показатели ОИП по стратегиям, тыс. руб.

Показатель	Стратегия 1	Стратегия 2	Стратегия 3
Показатели дохода и прибыли			
Выручка	4 144 615	4 652 252	5 147 259
Затраты	3 712 043	4 059 339	4 404 871
Операционная прибыль,	432 572	592 913	742 388
Чистая прибыль	195 328	323 600	443 180
Показатели баланса, на конец прогнозного периода			
Внеоборотные активы	416 299	471 389	521 636
Оборотные активы	525 998	595 605	659 093
Капитал:	942 297	1 066 994	1 180 729
Собственный	718 509	878 780	1 028 707
Заемный	223 788	188 214	152 022
рентабельность продаж	0,16	0,17	0,18
Оборачиваемость активов	0,70	0,73	0,75

В функция цели, в зависимости от стратегии λ может принимать значение 1, что означает, что старое изделие заменяется новым, вместо изделия И4 в ОИП включается И5.

Библиографический список

1. Межев С.И. Теоретико-методологические подходы к разработке операционно-инновационной программы промышленного предприятия на основе моделирования // Экономика и предпринимательство. – 2014. – №1, ч. 3. – С. 397–400.
2. Межев И.С., Межев С.И. Методология исследования инновационных процессов корпорации. // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2015. – № 1 (39). – С. 25–34
3. Данилин В.И. Операционное и финансовое планирование в корпорации (методы и модели) / В.И. Данилин. – М.: Наука, 2006. – 334 с.
4. Межев И.С. Методы и инструменты анализа вертикальных взаимодействий предприятий участников интеграции // Экономическая наука современной России. 2008. - № 4. - с. 114–126.

5. Межов И.С. Формирование модели эффективного инвестирования промышленных инноваций / И.С. Межов, С.И. Межов // Менеджмент в России и за рубежом, №4, 2011. – С. 39–47.

УДК 519.868

**Использования математической модели
многокритериальной оптимизации в области
транспортных грузоперевозок**

А.В. Михалева
АлтГУ, г. Барнаул

Ключевые слова: грузоперевозка, транспортные перевозки, многокритериальная оптимизация, многокритериальная транспортная задача, математическая модель, оптимизация, методы оптимизации

В настоящей статье производится анализ процессов транспортных грузоперевозок, в общем виде формулируется математическая транспортная многокритериальная задача. Приводятся возможности и направления использования полученных результатов.

В связи с повсеместным подъёмом экономического потенциала, стремительным развитием производства, возможностью транспортных доставок грузов в любые, даже самые отдаленные и труднодоступные районы потребность в повышении качества оказания услуг грузоперевозок возрастает естественным образом. Так же этот факт подтверждается увеличением количества транспорта, ежегодным улучшением качества дорожного покрытия и совершенствованием логистики. Роль транспортных грузоперевозок становится настолько велика, что развитию уделяется огромное значение. С другой стороны, система грузоперевозок по–прежнему не совершенна и требует значительных корректировок. Например, внушительные транспортные издержки, нестабильность рынка, проблемы с транспортной логистикой, сложности контроля затрат топливно-энергетических ресурсов, и многое другое, заставляет транспортную компанию повышать тарифы на услугу, делая её менее привлекательной для заказчика. Грамотно оптимизированная перевозка грузов поможет снизить стоимость затрат на саму перевозку [1], тем самым снизить стоимость конечного товара или услуги для потребителей, благоприятно отразиться на рентабельности бизнеса. Именно по–этому вопрос оптимизации транспортировки грузов и по сей день не теряет своей актуальности.