

2. ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.4:519.8

ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Баштанник О.И., преподаватель

Запорожский национальный университет

В статье рассматривается проблема оптимального планирования производства с несколькими плановыми периодами. Построена математическая модель задачи с учетом затрат на переналадку оборудования и приращения стоимости продукции. Предложен метод отыскания оптимальных решений задачи на основе эволюционной и фрагментарной моделей.

Ключевые слова: планирование производства, оптимизация затрат, задача дискретной оптимизации, эволюционная модель.

Баштанник О.І. ЕВОЛЮЦІЙНА МОДЕЛЬ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА / Запорізький національний університет, Україна

У статті розглядається проблема оптимального планування виробництва з декількома плановими періодами. Побудовано математичну модель задачі з урахуванням витрат на переналагодження устаткування і збільшення вартості продукції. Запропоновано метод пошуку оптимальних розв'язків задачі на основі еволюційної і фрагментарної моделей.

Ключові слова: планування виробництва, оптимізація витрат, задача дискретної оптимізації, еволюційна модель.

Bashtannik O.I. THE EVOLUTIONARY MODEL OF PRODUCTION PLANNING / Zaporizhzhya national university, Ukraine

The problem of efficient production planning with multiple planning periods is considered. A mathematical model of the problem, taking into account the cost of changeovers and value adding is constructed. We propose a method for finding optimal solutions based on evolutionary model and fragmented model.

Key words: production planning cost optimization, discrete optimization, evolutionary model.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Повышение эффективности производства невозможно без качественных изменений в организации управления. Одним из основных направлений инноваций в этой области является исследование и разработка математических моделей, которые достаточно адекватно отражают производственный процесс и, соответственно, позволяют с малыми затратами получать оптимальные управленческие решения. К сожалению, математические модели планирования производства являются сложными для поиска точных решений. Упрощение таких моделей приводит к потере адекватности. Поэтому разумным представляется исследование методов, которые позволяют на достаточно сложных модельных задачах получать решения, близкие к оптимальным. В частности, для сложных задач оправдано применение различного рода метаэвристик.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Эволюционные (генетические) алгоритмы подробно рассматривались в многочисленных публикациях [1-4]. Для ряда оптимизационных задач удалось предложить достаточно эффективные процедуры поиска оптимальных решений, основанные на применении эволюционных алгоритмов.

Схожесть производственных процессов предприятий в различных областях промышленности делает возможным разработку и внедрение типовых программных решений для планирования производства. В статье [5] представлена концепция разработки программного комплекса (платформы) при решении задач планирования производства, имеющего широкий диапазон функциональных возможностей, включая обеспечение внедрения и сопровождения программного обеспечения, решения оптимизационных задач. Библиотеки типовых программных модулей – "решатель" – создаются на базе разработанных математических моделей и методов для решения оптимизационных задач, возникающих при планировании и управлении производствами целлюлозно-бумажной промышленности и лесоперерабатывающего комплекса, в том числе задач раскроя, комплектации и транспортировки

материалов. "Решатель" – программная реализация практического опыта по внедрению программных систем планирования производства. Как таковая, теория расписаний очень сложна. По этой причине, многие задачи решаются довольно уникальными методами, т.к. являются NP-полными.

В [6] рассматривается задача поэтапного планирования производства продукции на основе процессной модели. Развивается эффективный подход математического моделирования динамических процессов переработки сырьевых ресурсов на основе дискретизации по времени соответствующей непрерывной модели. Предлагается методика сведения векторной проблемы к скалярной путем редукции вектора целей в интерпретации наилучшего компромисса между его отдельными скалярными составляющими критериями как минимума суммы их взвешенных относительных квадратичных отклонений от соответствующих однокритериальных оптимумов. Разработанная модель реализована в рамках подсистемы ИС оптимального планирования бизнес-процессов с ориентацией на приложение в перерабатывающих отраслях.

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЦЕЛЕЙ СТАТЬИ

Целью настоящей работы является исследование возможности применения эволюционной метаэвристики к решению известной задачи многоэтапного планирования производства.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАДАЧА МНОГОЭТАПНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрим производство, которое разбито по времени на N плановых периодов, в каждом из которых работа проводится по определенной программе. Будем предполагать, что выпускается продукция одного типа, причем объем выпуска является целочисленной величиной, принимающей значения из множества $Z_+ = \{z \in Z : z \geq 0\}$. Обозначим x_i , $1 \leq i \leq N$ – планируемый объем выпуска в периоде с номером i . Будем предполагать, что объем выпуска имеет технологические ограничения $x_i \leq c_i$, $i = 1, 2, \dots, N$. Пусть плановая потребность в продукции в периоде i составляет r_i единиц. Тогда уровень запаса в конце периода i будет определяться соотношением $v_i = \sum_{j=1}^i (x_j - r_j)$. Пусть стоимость производства некоторого объема продукции определяется функцией $P_i(x_i)$, $i = 1, 2, \dots, N$, стоимость хранения остатков – функцией $Q_i(v_i)$, $i = 1, 2, \dots, N$, а стоимость переналадки производства в каждом плановом периоде – b_i , $i = 1, 2, \dots, N$.

В принятых обозначениях общие затраты на организацию производства будут определяться формулой:

$$U(x) = \sum_{i=1}^N (P_i(x_i) + Q_i(v_i) + \delta(x_i)b_i), \text{ где } \delta(x) = \begin{cases} 1, & \text{при } x > 0 \\ 0, & \text{при } x = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Задача состоит в отыскании такого допустимого вектора выпуска $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$, для которого значение функции затрат $U(x)$ минимально. Условия допустимости имеют вид:

$$0 \leq x_i \leq c_i, \quad v_i = \sum_{j=1}^i (x_j - r_j) \geq 0. \quad (2)$$

Доказана полиномиальная разрешимость задачи при условии линейности функций $P_i(x)$ и $Q_i(v)$ и равенства всех технологических ограничений $c_1 = c_2 = \dots = c_N$ [7]. В более сложных случаях задача является труднорешаемой [8].

ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

Для реализации эволюционного алгоритма необходимо выделить ряд объектов и процедур, совокупность которых будем называть эволюционной моделью. Основные составляющие эволюционной модели [9] следующие:

- 1) базовое множество решений – множество допустимых решений X , на котором ищется оптимальное решение задачи;
- 2) оператор построения начальной популяции: процедура, которая позволяет выделить на множестве всех допустимых решений его подмножество $Y \subseteq X$ для последующей эволюции;
- 3) критерий селекции – алгоритм, который позволяет сравнивать по качеству решения в рамках заданной популяции;

- 4) оператор кроссовера $K : X \times X \rightarrow X$, позволяющий по двум допустимым решениям-родителям построить новое решение-потомок из множества допустимых решений;
- 5) оператор мутации $M : X \rightarrow X$;
- 6) оператор отбора, который выделяет множество пар в Y для выполнения операции кроссовера;
- 7) оператор эволюции, позволяющий строить новые популяции из множества родителей и потомков;
- 8) правило остановки, которое определяет условие остановки эволюционного алгоритма.

Опишем кратко принцип работы эволюционного алгоритма. На начальном шаге с помощью оператора начальной популяции строится множество решений Y_0 . На каждом очередном шаге предполагается заданным некоторое множество допустимых решений – текущая популяция. На первом шаге это множество $Y = Y_0$. Для каждого из элементов множества Y вычисляется значение критерия селекции. Далее с помощью оператора отбора в текущей популяции Y выбирается множество пар для кроссовера. К каждой паре из выбранного множества пар применяется оператор кроссовера, а затем к результату кроссовера применяется оператор мутации. Таким путем находится множество элементов – потомков \tilde{Y} . К промежуточной популяции $Y \cup \tilde{Y}$, которая является объединением текущей популяции и множества потомков, применяется оператор эволюции, который выделяет на этом множестве новую текущую популяцию. Процесс эволюции повторяется до тех пор, пока не будет выполнено условие остановки эволюционного алгоритма.

Оператор кроссовера в эволюционных моделях должен обладать определенными свойствами, которые гарантируют передачу хороших признаков в решениях «по наследству» от решений-родителей к решениям-потомкам [10].

В исследуемой задаче (1) $U(x) \rightarrow \min$ при ограничениях (2) в качестве базового множества эволюционной модели выберем целочисленный прямоугольный параллелепипед $B = \{(x_1, x_2, \dots, x_N) \mid 0 \leq x_i \leq c_i, i = 1, 2, \dots, N\}$. На целочисленной решетке Z_+^N определим манхэттенскую метрику. В этой метрике отрезком, соединяющим две точки $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ и $y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$, является множество всех точек вида

$$[x, y] = \{(z_1, z_2, \dots, z_N) \mid z_i = x_i + (y_i - x_i)t_i, t_i \in [0, 1], i = 1, 2, \dots, N\}.$$

Опишем теперь оператор кроссовера. Пусть $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ и $y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$ – две произвольные точки в базовом множестве. Точка – потомок выбирается случайным образом на отрезке $[x, y]$.

Оператор мутации M меняет значение случайно выбранной координаты точки x_i на случайное число из промежутка $[0, c_i]$.

Оператор селекции выбирает случайным образом набор пар из заданного числа пар во множестве точек текущей популяции.

Оператор эволюции упорядочивает элементы промежуточной популяции в последовательность по убыванию значения критерия селекции. В качестве новой текущей популяции выбираются первые Q элементов последовательности.

Обычное правило остановки: количество поколений достигло предельной границы L . Лучшее по значению критерия селекции решение из последней построенной популяции определяет приближенное решение задачи.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

Разумным представляется сравнение работы эволюционного алгоритма с другими известными алгоритмами. Конечно, хотелось бы получить численные оценки сходимости алгоритма, сравнение по скорости и точности получаемого решения. Однако, как правило, для NP -трудных задач, в которых применяется эволюционная модель, это не представляется возможным.

Для проверки качества модели был проведен численный эксперимент следующего типа.

Входными параметрами при описании серии случайных задач являются: число переменных n ; число ограничений m ; диапазон изменения коэффициентов $[d_1, d_2]$ в целевой функции и ограничениях задачи; количество задач в серии S .

С помощью генератора случайных чисел генерируется набор коэффициентов c_i, r_i в условии задачи о многоэтапном планировании производства.

Рассматривались 4 серии задач. Серия А – задачи малой размерности с числом переменных $n=10$, и с числом ограничений $m=6$. Серия Б – задачи с числом переменных 20 и количеством ограничений 12. Серия В – задачи с числом переменных 50 и количеством ограничений 30. Серия Г – задачи с числом переменных 100 и количеством ограничений 60. В каждой серии генерировалось 100 задач.

Задачи решались с помощью 3-х алгоритмов: известного приближенного алгоритма упорядочения по максимальной удельной ценности, метода случайного поиска и эволюционно-фрагментарного (ЭВФ-алгоритма).

Сравнение алгоритмов осуществлялось по следующим направлениям:

Рекорд – количество задач в серии, где алгоритм оказывался лучшим среди тестируемых. Рейтинг по Борда – сумма числа баллов, набранных на каждой задаче серии. За первое место в сравнении назначалось 5 баллов, за второе – 4, за третье – 3.

Результаты сравнения алгоритмов на сериях задач приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты применения различных алгоритмов

Серия	Число задач	Приближенный алгоритм		Случайный поиск		Эволюционный алгоритм	
		Рекорды	Рейтинг	Рекорды	Рейтинг	Рекорды	Рейтинг
А 10x6	100	44	277	100	400	100	400
Б 20x12	100	10	221	54	348	100	400
В 50x30	100	11	280	0	204	91	391
Г 100x60	100	48	347	0	201	54	354

ВЫВОДЫ

Теоретические результаты и результаты численных экспериментов показывают, что эволюционная модель может достаточно эффективно использоваться как эвристический алгоритм при решении задач планирования производства. Хорошим качеством модели является ее управляемость, то есть качество получаемого решения может возрастать при изменении ряда параметров алгоритма, таких как величина популяции, число пар для селекции, количество поколений, количество эволюций и т.д. По-видимому, подобный механизм разумно применять и при решении других задач управления производством, логистики, планирования. Поскольку этот метод является нечувствительным к малым изменениям в условиях задачи, он очень удобен для организации оперативного управления производственным процессом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Holland J. H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems* / J. H. Holland. — Boston, MA : MIT Press. — 1992. — 288 p.
2. Скобцов Ю. А. *Основы эволюционных вычислений : учеб. пособ.* / Ю. А. Скобцов. — Донецк : ДонНТУ, 2008. — 326 с.
3. Mitchel M. *An Introduction to Genetic Algorithms* / M. Mitchel. — Cambridge : MIT Press, 1998. — 158 p.
4. Емельянов В. В. *Теория и практика эволюционного моделирования* / В. В. Емельянов, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. — М. : Физматлит, 2003. — 432 с.
5. Шабаев А. И. *Разработка платформы планирования производства с использованием технологий «облачных вычислений» [Электронный ресурс]* / А. И. Шабаев, Д. П. Косицын, И. М. Шабалина. — Режим доступа : http://9000innovations.ru/files/contests/works/shabaev-oblaka2_sokrashchen.pdf. — (дата обращения : 20.12.2012).
6. *Параметрическая векторная оптимизация многоэтапного планирования* / [Потетюнко Э. Н., Золотарев А. А., Корнюхин А. П., Золотарева Е. А.] // *Фундаментальные исследования*. — 2011. — № 4. — С. 136—138. — Режим доступа : www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=7793650 (дата обращения : 04.04.2013).
7. Florian M. *Deterministic production planning with concave costs and capacity constraints* / M. Florian, M. Klein // *Management Sci.* — 1971. — № 18. — P. 12—20.

8. Гэри М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон. — М. : Мир, 1982. — 416 с.
9. Козин И. В. Фрагментарные структуры и эволюционные алгоритмы / И. В. Козин // Питання прикладної математики і математичного моделювання : зб. наук. праць / [ред. кол. : О. М. Кисельова (голов. ред.) та ін.]. — 2008. — С. 138—146.
10. Козин И. В. О накоплении свойств в эволюционных моделях / И. В. Козин // Вісник Запорізького національного університету : зб. наук. праць. Математичне моделювання і прикладна механіка. — 2011. — № 2. — С. 54—61. — (Серія : Фізико-математичні науки).

УДК 336.7:339.166.5:330.14

АНАЛІЗ РІВНЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ ЯК ІНДИКАТОРА НАДІЙНОСТІ БАНКІВСЬКОЇ УСТАНОВИ

Лось В.О., к.е.н., доцент

Запорізький національний університет

У статті проаналізовано взаємозв'язок системи показників надійності та інтелектуального капіталу банківських установ. Проведено оцінювання та аналіз рівня інтелектуального капіталу групи українських банків.

Ключові слова: інтелектуальний капітал, коефіцієнт Тобіна, коефіцієнт наявності інтелектуального капіталу, ринкова вартість, балансова вартість активів.

Лось В.А. АНАЛИЗ УРОВНЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА КАК ИНДИКАТОРА НАДЕЖНОСТИ БАНКОВСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ / Запорожский национальный университет, Украина

В статье проанализирована взаимосвязь системы показателей надежности и интеллектуального капитала банковских учреждений. Проведено оценивание и анализ уровня интеллектуального капитала группы украинских банков.

Ключевые слова: интеллектуальный капитал, коэффициент Тобина, коэффициент наличия интеллектуального капитала, рыночная стоимость, балансовая стоимость активов.

Los V.A. ANALYSIS THE LEVEL OF INTELLECTUAL CAPITAL AS INDICATOR OF BANK ESTABLISHMENT'S RELIABILITY / Zaporizhzhya national university, Ukraine

The article analyzes the relationship of the system reliability and the intellectual capital of banking institutions. Been evaluated and the analysis the level of intellectual capital of Ukrainian banks.

Key words: intellectual capital, coefficient Tobin, the availability factor of intellectual capital, the market value, the book value of assets.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

В умовах, коли світова промислова економіка поступається місцем інтелектуальній економіці [1], найбільшою рушійною силою стає сила ідей. Світовий досвід показує, що в економіці, яка найбільше спирається на ідеї, різко зростає вірогідність реалізації успішних проєктів.

У процесі розвитку нової економіки, економіки знань, суттєва роль надається нематеріальним активам у створенні вартості і мультиплікативному ефекту від рішень, заснованих на знаннях. Змінюється природа конкурентних переваг, які вже засновані не на ринковій позиції, розмірі або владі компанії, а на впровадженні знань у всі сфери діяльності організації. «Ефективну роботу організації забезпечує не фінансовий капітал, який може отримати кожен за відповідну плату, а використання інтелектуального капіталу» [1].

Для забезпечення сталого функціонування банківської установи, необхідно постійно здійснювати діяльність зі створення нової вартості за рахунок використання інтелектуального капіталу. Зауважимо, що інтелектуальний капітал властивий не лише організаціям, що пов'язані безпосередньо з науковою діяльністю. Звісно, що вартість інтелектуального капіталу вищого навчального закладу значно вища за його основні фонди. Та навіть магазин має власний інтелектуальний капітал, що проявляється в знанні продавцями асортименту продукції. Інтелектуальний капітал банку проявляється в здатності співробітників банку взаємодіяти з зовнішнім середовищем, тобто клієнтами, партнерами та іншими зацікавленими особами.