

УДК 69.003.13 : 330.45

**УЧЕТ РИСКОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ
В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

**THE ACCOUNT IS RISK AT PRODUCTION MANAGEMENT
IN THE CONDITIONS OF UNCERTAINTY**

А.А. ОВЧИННИКОВ, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, М.А. ПЕТРУХИН
A.A. OVCHINNIKOV, N.A. GRUZINTSEVA, M.A. PETRUKHIN

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: nisigasa@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы оптимального управления производством в условиях неопределенности. Объектом исследования явились предприятия текстильной промышленности и строительной отрасли. Авторами на основе метода конечных разностей предложена модель обнаружения возникающих рисков на ранней стадии путем выявления слабых сигналов. Разработан метод оптимизации управленческих решений по комплексу критериев с целью корректировки сетевых графиков.

The article deals with optimal control of production in the face of uncertainty. The object of the study was the textile industry and the construction industry. The authors, based on the finite difference method, a model of detection of emerging risks at an early stage by detecting weak signals. The method of optimization of management decisions on a range of criteria in order to adjust network schedules.

Ключевые слова: управление производством, неопределенность, оптимизация производства.

Keywords: production management, uncertainty, optimization of production.

В основе организации и управления производством в качестве математической основы в автоматизированных системах широко применяются методы сетевого планирования.

Традиционно расчет сетевого графика ведут исходя из предположения, что каждая работа обеспечена всеми необходимыми ресурсами. Однако необходимо учитывать, что материально-технические, кадровые, финансовые ресурсы всегда ограничены и отсутствие тех или иных ресурсов приводит к изменению последовательности работ. Это требует от лиц, принимающих решения, осуществлять постоянный анализ использования ресурсов и оперативно перераспределять их. Кроме того, на практике возникают ситуации, нарушающие стандартные схемы оперативного управления. Указанное в значительной степени относится к условиям производства как на текстильных предприятиях, так и на предприятиях строительной отрасли [1...4]. Изменение условий производства, резкие колебания поставок ресурсов на ежедневном уровне и длительность логистического цикла привносят в процесс управления стохастичность, неопределенность и, как следствие, требуют мультивариантности решений, что влечет необходимость корректировки сетевого графика [5...6].

На производстве чаще всего графики корректируют во времени, реже – по трудовым и материальным ресурсам. Корректировка производится на основе оперативного мониторинга внешней среды. Отслеживаемые показатели внешней среды находятся в постоянной динамике, причем большинство из них подвержены различным случайным воздействиям. Поэтому необходимо обрабатывать большое количество разнородной информации, которая постоянно меняется. В силу сложности и объемности информационного потока чаще всего в реальном времени оцениваются только изменения по укрупненным показателям времени, трудовых ресурсов, средств механизации и наличия материа-

лов. Выявление слабых сигналов и анализа рисков обычно в систему мониторинга внешней среды не входит.

Корректировкой сети одновременно по всем критериям, учет их взаимного влияния, выявление слабых сигналов внешней среды является сложной и актуальной научной задачей организации и управления производством. Решение этой задачи создает реальные условия для оптимизации сетевых планов.

Применение при мониторинге показателей внешней среды подхода на основе выявления слабых сигналов позволяет находить возможные риски для принятия своевременных мер с целью их уменьшения. Риск, возникающий в процессе производства, может быть и незначительным в начальной фазе и таким образом не учитываться при корректировке сети, но привести к существенным затратам на финальном этапе производства. Обнаружить возникающий риск на как можно более ранней стадии – основная задача системы выявления слабых сигналов и анализа рисков.

Выявить слабые сигналы показателей внешней среды возможно при помощи метода конечных разностей [7], [8]. Применение этого метода обусловлено тем, что основные категории, характеризующие изменение внешней среды, являются целочисленными величинами – численность персонала, машины и средства механизации, количество штук товара. Кроме того, эти показатели меняются скачкообразно – сбой поставок, поломка машин и оборудования, отказ энергообеспечения и т.п.

Для регистрации значимых изменений характеристик внешней среды запишем отдельную характеристику, которая претерпевает изменения в течение времени и выражена числовым значением, в дискретные моменты времени:

$$F(t_i), 0 = t_0 < t_1 < \dots < t_N = T. \quad (1)$$

По значениям функции, представляющей числовые значения характеристик внешней среды, можно сформировать числовой ряд, состоящий из конечных разностей, построенных по значениям исходного числового ряда:

$$f(t_i) = \frac{F(t_i) - F(t_{i-1})}{t_i - t_{i-1}}, i=1, 2, \dots, N. \quad (2)$$

Каждое значение числового ряда конечных разностей описывает мгновенное изменение значения характеристик внешней среды. Если на каком-то временном интервале числовое значение рассматриваемой характеристики увеличилось, то конечная разность на этом шаге будет иметь положительное значение. Если же на каком-то временном шаге числовое значение уменьшилось, то конечная разность на этом шаге будет отрицательной. Для тех временных шагов, на которых числовое значение характеристики не изменилось, конечная разность будет равна нулю.

Характеристики внешней среды, которые представляют интерес для анализа рискованных ситуаций, удовлетворяют условию, что конечные разности этих характеристик являются колеблющимися величинами. То есть если ряд из конечных величин постоянно возрастает, то это означает, что исходная характеристика растет с постоянной скоростью. Если ряд из конечных разностей характеристики затухает – это означает, что исходная характеристика стремится к постоянному значению. Рисковые ситуации сопряжены с резким изменением характеристик внешней среды, а характеристики, которые обладают постоянным ростом со временем, пока не превысят пороговых значений, не представляют интереса для анализа изменений характеристик внешней среды. Таким образом, числовой ряд, состоящий из конечных разностей характеристик внешней среды и характеризующий рискованную ситуацию, будет иметь периодический характер.

Для регистрации периодичности изменений потока характеристик внешней среды целесообразно использовать подход, основанный на относительном критерии определения значимых событий. Соответ-

ственно необходимо ввести величину среднего значения конечных разностей по нарастанию значений характеристик внешней среды, которую можно записать следующим образом:

$$I(t) = \frac{1}{N(t)} \sum_{i=1}^{N(t)} |f(t_i)|, \quad (3)$$

где $N(t)$ – количество временных отсчетов $\{t_i: t < t_i\}$, то есть тех отсчетов времени, которые не превосходят аргумент t . Отсюда:

$$|I(t)| \leq \beta(t), \quad (4)$$

где $\beta(t)$ – оценочная функция, удовлетворяющая следующим условиям:

$$\beta(t) > 0, \beta(T) = 0. \quad (5)$$

Выбранное относительное пороговое значение обозначается через α . Введем основное определение значимого события по нарастанию. Событие $f(t_i)$ назовем значимым по нарастанию, если выполнено следующее соотношение:

$$|f(t_i)| > \alpha I(t_i). \quad (6)$$

Это условие требует предварительной регистрации некоторого количества событий. Поэтому целесообразно фиксировать значимые события не с начала временного ряда, а после того, как будет накоплена достаточная статистика.

Для непосредственного выявления и оценки риска в ходе мониторинга внешней среды введем следующее определение. Под рисками будем подразумевать определенную ситуацию во времени, которая характеризуется вероятностью и силой отрицательных воздействий. Рисковый поток будет складываться из возникающих во времени рискованных ситуаций и описываться функцией, зависящей от времени $R(t)$. Значения функции рискового потока могут быть представлены вектором:

$$R(t) = \begin{pmatrix} p(t) \\ f(t) \end{pmatrix}, \quad (7)$$

где $p(t)$ – вероятность отрицательного воздействия при возникновении риска; $f(t)$ – случайная величина отрицательного воздействия риска.

Приведенный выше подход показывает, что рискованные ситуации возникают дискретно во времени и являются случайными событиями. Случайная величина отрицательного воздействия риска имеет численное значение, которое устанавливается методом конечных разностей. Для описания вероятности возникновения рискованных ситуаций во времени можно использовать традиционный для таких задач подход на основе экспоненциального распределения [9]. Экспоненциальное распределение возникновения рискованных ситуаций означает, что вероятность возникновения рискованной ситуации на протяжении временного отрезка $[0, t]$ равна:

$$p(t) = 1 - e^{-\mu t}, \quad (8)$$

где μ – математическое ожидание случайной величины возникновения рискованных ситуаций.

Изменение характеристик внешней среды не всегда приводит к возникнове-

нию рискованной ситуации. Так же как и возникновению рискованной ситуации не всегда предшествует изменение характеристик внешней среды, но в среднем эти два события являются связанными.

Построив таким образом систему мониторинга рисков по отдельным потокам событий $R(t)_i$, взятых по модулю, которые можно рассматривать как частные критерии эффективности или возможные состояния внешней среды, следует сопоставить управляющие воздействия менеджмента строительного предприятия и методом аддитивной оптимизации матрицы или, применяя критерий Вальда, найти наиболее рациональные формы корректировки сетевого графика.

Так, на первоначальном этапе можно построить матрицу (табл. 1 – матрица регистрации данных потоков риска), где в столбцах отражены частные потоки событий S_i – материальный поток, финансовый поток, поток информации о состоянии трудовых ресурсов или средств механизации и т.п., а в строках отражаются управленческие воздействия – дескрипторы D_i , приводящие к изменению модуля численного значения потоков риска $R(t)_i$.

Т а б л и ц а 1

| Управляющие воздействия | Частные потоки событий | | | | | | min (max) | W = min max {R(t) _{ji} } |
|-------------------------|------------------------|--------------------|-----|--------------------|-----|--------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| | S ₁ | S ₂ | *** | S _i | *** | S _n | | |
| D ₁ | R(t) ₁₁ | R(t) ₁₂ | *** | R(t) _{1i} | *** | R(t) _{1n} | min(max) R(t) _{ji} | W |
| D ₂ | R(t) ₂₁ | R(t) ₂₂ | *** | R(t) _{2i} | *** | R(t) _{2n} | | |
| *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | | |
| D _j | R(t) _{j1} | R(t) _{j2} | *** | R(t) _{ji} | *** | R(t) _{jn} | | |
| *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | | |
| D _m | R(t) _{m1} | R(t) _{m2} | *** | R(t) _{mi} | *** | R(t) _{mn} | | |

На основе экспертных оценок [10] можно определить вес частных критериев λ_i , для $i =$ от 1 до n . Выбор оптимальной стратегии по одному рискованному потоку заключается в определении минимального численного значения.

Выбор оптимального решения по комплексу нескольких критериев является задачей многокритериальной. Решением задачи управления будет вычисление обобщенной функции $F_i(R(t)_{i1}; R(t)_{i2}; \dots R(t)_{in})$, монотонно зависящей от критериев $R(t)_{ji}$. Так как частные критерии количественно

соизмеримы по важности, являются однородными, то в этом случае для решения задачи многокритериальной оптимизации оказывается справедливым применение аддитивного критерия оптимальности – процедура свертывания критериев:

$$F_i(R(t)_{ji}) = \sum_{j=1}^n \lambda_i R(t)_{ji}. \quad (9)$$

Оптимальным будет тот вариант управляющего воздействия, который обеспечивает минимальное значение функции (9).

Учитывая, что рискованная ситуация может привести к полному краху стратегии сетевого графика, логично опираться на принцип наибольшей осторожности. То есть использовать выбор наилучшей из наихудших дескрипторов D_j . Если в исходной матрице (табл. 1) результат по модулю $R(t)_{ji}$ представляет риск полного краха, то при выборе оптимального управленческого решения используется минимаксный критерий Вальда. Для определения оптимального решения D_j необходимо в каждой строке матрицы результатов найти наибольший элемент $\max \{R(t)_{ji}\}$, а затем выбирать действие D_j (строка u), которому будет соответствовать наименьший элемент из этих наибольших элементов, то есть действие, определяющее результат, равный:

$$W = \min \max \{R(t)_{ji}\}. \quad (10)$$

Оба предложенных метода позволяют обеспечить оперативное выявление критической рискованной ситуации в рисковом потоке и скорректировать параметры сетевого графика путем изменения параметров управляющих воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петрухин А.Б., Матрохин А.Ю., Карева Т.Ю., Гусев Б.Н. Стратегия научно-методического и технического обеспечения выпуска тканей и изделий из натуральных и синтетических волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 6. С. 30...35.
2. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Новикова А.П. Реализация потенциала Ивановской области на рынке текстильной и легкой промышленности за счет формирования инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 4. С. 11...17.
3. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Виноградова Н.В., Федосеев В.Н. Опыт практической реализации укрепления связей науки ИВГПУ с производством в условиях развития инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера региона // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2015, № 1. С. 15...18.
4. Петрухина Е.А., Петрухин А.Б. Организационно-экономические особенности недвижимости как субъекта рыночного хозяйства // Сб. науч. тр.: Генезис экономических и социальных проблем

субъектов рыночного хозяйства в России. – Иваново: ИВГПУ, 2015. Вып. IX. С. 101...104.

5. Новиков А.В., Петрухин А.Б. Новый этап государственного регулирования жилищного рынка Ивановской области // Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством. – ИГХТУ, Вып. 07(12), 2012. С. 23...29.
6. Дикман Л.Г. Организация строительства в США. – М.: Изд-во АСВ, 2004.
7. Бром А.Е., Александров А.А. Разработка экономико-математической модели интеграции участников и процессов жизненного цикла наукоемкой продукции в систему логистической поддержки // Изв. вузов. Машиностроение. – 2008, №3. С. 73...92.
8. Овчинников А.А., Петрухин А.Б., Тычинин А.В., Алешин В.В. Разработка системы управления запасами в строительном производстве // Научное обозрение. – 2013, № 6. С. 129...132.
9. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2006.
10. Грузинцева Н.А., Овчинников А.А., Лысова М.А., Гусев Б.Н. Совершенствование номенклатуры показателей и оценки качества геотекстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 3. С. 28...32.

REFERENCES

1. Petruhin A.B., Matrohin A.Ju., Kareva T.Ju., Gusev B.N. Strategija nauchno-metodicheskogo i tehničkog obespečenija vypuska tkanej i izdelij iz natural'nyh i sinteticheskikh volokon // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 6. S. 30...35.
2. Alojan R.M., Petruhin A.B., Novikova A.P. Realizacija potenciala Ivanovskoj oblasti na rynke tekstil'noj i legkoj promyshlennosti za schet formirovanija infrastruktornoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 4. S. 11...17.
3. Petruhin A.B., Alojan R.M., Vinogradova N.V., Fedoseev V.N. Opyt praktičeskoj realizacii ukreplenija svjazej nauki IVGPU s proizvodstvom v uslovijah razvitija infrastruktornoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera regiona // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. 2015, № 1. S. 15...18.
4. Petruhina E.A., Petruhin A.B. Organizacionno-jekonomicheskie osobennosti nedvizhimosti kak sub"ekta rynochnogo hozjajstva // Sb. nauch. tr.: Genезis jekonomicheskikh i social'nyh problem sub"ektov rynochnogo hozjajstva v Rossii. – Ivanovo: IVGPU, 2015. Vyp. IX. S. 101...104.
5. Novikov A.V., Petruhin A.B. Novyj jetap gosudarstvennogo regulirovanija zhilishhnogo rynka Ivanovskoj oblasti // Izv. vuzov. Jekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom. – IGHTU, Vyp. 07(12), 2012. S. 23...29.

6. Dikman L.G. Organizacija stroitel'stva v SShA. – M.: Izd-vo ASV, 2004.

7. Brom A.E., Aleksandrov A.A. Razrabotka jekonomiko-matematicheskoy modeli integracii uchastnikov i processov zhiznennogo cikla naukoemkoj produkcii v sistemu logisticheskoy podderzhki // Izv. vuzov. Mashinostroenie. – 2008, №3. S. 73...92.

8. Ovchinnikov A.A., Petruhin A.B., Tychinin A.V., Aleshin V.V. Razrabotka sistemy upravlenija zapasami v stroitel'nom proizvodstve // Nauchnoe obozrenie. – 2013, № 6. S. 129...132.

9. Berezhnaja E.V., Berezhnoj V.I. Matematicheskie metody modelirovanija jekonomicheskikh system. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Finansy i statistika, 2006.

10. Gruzinceva N.A., Ovchinnikov A.A., Lysova M.A., Gusev B.N. Sovershenstvovanie nomenklatury pokazatelej i ocenki kachestva geotekstil'nyh materialov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 3. S. 28...32.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 16.11.15.
