

УДК 338.45

**КАЧЕСТВО ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ***

**QUALITY OF TEXTILE MATERIALS AS A CONSTITUENT
OF EFFICIENCY OF TEXTILE PRODUCTION**

И.М.ГАВРИЛОВА
I.M.GAVRILOVA

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: gim@msta.staff.ac.ru

Предложены факторы, определяющие эффективность текстильного производства. Расчет коэффициентов причинного влияния изучаемых факторов на основе причинно-следственной теории информации позволил устранить эффекты сопутствия, идентифицировать изучаемые факторы, определить факторы, в наибольшей степени влияющие на эффективность текстильного производства. Составлена программа расчета на ЭВМ.

The factors defining the efficiency of textile production have been offered. The calculation of coefficients of casual influence of the studied factors on the basis of the cause and effect theory of information has allowed to establish the concomitance effects, to identify the studied factors, to define the factors influencing on efficiency of textile production to the utmost. The calculation computer program has been made up.

Ключевые слова: эффективность текстильного производства, энтропия, информация, причинно-следственные связи.

Keywords: efficiency of textile production, entropy, information, cause and effect communications.

* Работа выполнена при участии проф., докт. техн. наук С.Д. Николаева.

Для управления текстильным производством, технологическими процессами, качеством, строением и свойствами выпускаемых тканей необходимо определить наиболее значимые факторы, влияющие на выходные параметры. Существующие методы (планирование эксперимента, корреляционный анализ) не всегда дают хорошие результаты, так как в конечном итоге присутствуют так называемые "эффекты сопутствия" влияния различных входных параметров, поэтому необходимо при проведении экспериментальных исследований варьировать факторы в строго определенных пределах, что сложно в производстве.

В ряде работ, проводимых в последнее время МГТУ им.А.Н.Косыгина, используется бинарная причинно-следственная теория информации, основанная на предположениях Шеннона. Задачи исследования обусловлены использованием метода, который бы позволял: идентифицировать исследуемые факторы; устранять эффекты сопутствия; автоматизировать трудоемкий метод расчета.

При исследовании приходится сталкиваться с многообразием факторов, воздействующих на процесс, и с многообразием связей между ними. Следует отметить недостаточность имеющейся эмпирической информации и надежно обоснованных теоретических заключений о характере и механизмах связей между этими факторами, которые необходимы для построения количественной теории, позволяющей надежно прогнозировать поведение исследуемой системы во всем множестве допустимых ситуаций.

При анализе процесса методом "черного ящика" получают эмпирические уравнения, хорошо описывающие поведение исследуемого процесса. Однако эти методы страдают одним недостатком: в них не отражаются внутренние, индивидуальные, присущие именно исследуемому явлению, взаимосвязи между отдельными факторами. Удовлетворительная точность численного прогноза, достигаемая при анализе регрессионных эмпирических зависимостей, во многих случаях не возме-

щает отсутствие возможностей качественного анализа специфики исследуемого процесса. Необходимым дополнением к методам эмпирических уравнений является диаграммная техника причинного анализа, которая позволяет установить внутреннюю причинно-следственную структуру рассматриваемого процесса и оценить количественную интенсивность причинных воздействий между различными факторами.

Необходимым дополнением к методам эмпирических уравнений является диаграммная техника причинного анализа, которая позволяет установить внутреннюю причинно-следственную структуру рассматриваемого процесса и оценить количественно интенсивность причинных воздействий между различными факторами.

В причинном анализе следует выделить две основные фундаментальные проблемы: идентификации причин и следствий в исследуемом процессе; количественной оценки интенсивности прямых и косвенных причинных влияний в процессе. В простейшей постановке проблема идентификации может быть сформулирована следующим образом: рассматриваются две переменные Y и X , между которыми существует причинная связь и имеется статистика значений рассматриваемых переменных $X_i, Y_i, i=1,2,\dots,N$. Требуется, не привлекая дополнительных данных и гипотез, на основании анализа статистики определить направление причинной связи и дать ее количественную оценку. На первый взгляд, задачу можно решить методами корреляционного анализа, но величина корреляции может включать в себя связи сопутствия или координационный эффект.

Казалось бы, что в поставленной задаче можно средствами корреляционного анализа установить, по крайней мере, факт корреляционной связи. Но достоверное отличие от нуля коэффициента корреляции еще не гарантирует наличия истинной взаимосвязи переменных, так как это могут быть "ложная" корреляция, связь сопутствия или координационный эффект. Для снятия такой неопределенности необ-

ходимо привлечение некоторых дополнительных данных.

Предлагается использовать следующее соотношение: если $I_{12}:H_1 > I_{21}:H_2$, то $2 \rightarrow 1$, где J, H – соответственно информация и энтропия распределения вероятностей случайных величин. Поскольку $I_{12}=I_{21}$, то в случае если $H_1 < H_2$, $2 \rightarrow 1$. Причинная связь представляет собой информационный канал между фактором-причиной и фактором-следствием. Следовательно, при одной и той же статистической неопределенности следствия информация, поступающая от причины, должна быть тем больше, чем больше собственная статистическая неопределенность причины.

Величину энтропии распределения вероятностей для одномерной случайной величины можно определить по формуле:

$$H_i = \sum_1^k P(X_{k_i}) \log_2 P(X_{k_i}),$$

где $P(X_{k_i})$ – вероятность состояний случайной величины X_{k_i} .

Величина информации между i -м и j -м факторами определится по формуле:

$$I_{ij} = \sum_1^{k,r} P(X_{k_i}, X_{r_j}) \log_2 \frac{P(X_{k_i}, X_{r_j})}{P(X_{k_i})P(X_{r_j})},$$

где $P(X_{r_j})$ – вероятность состояний случайной величины X_{r_j} ; $P(X_{k_i}, X_{r_j})$ – вероятность состояний случайных величин X_{k_i} и X_{r_j} . Для функционалов энтропии и информации справедливо следующее равенство:

$$\Gamma_{ij} = I_{ij} : H_i,$$

где Γ_{ij} – коэффициент причинного влияния j -го фактора на i -й.

При расчете коэффициентов Γ_{ij} целесообразно для удобства при определении информации и энтропии использовать десятичные или натуральные логарифмы вместо логарифмов с основанием 2. При-

чинную связь между факторами мы будем понимать как информационный канал между фактором – причиной и фактором – следствием. При одной и той же статистической неопределенности следствия информация, поступающая от причины, должна быть тем больше, чем больше собственная статистическая неопределенность причины. При статистической независимости переменных X_i, X_j парный коэффициент причинного влияния Γ_{ij} равен 0. При $\Gamma_{ij}=1$ существует наличие строгой детерминированности следствия причиной.

Частные коэффициенты причинного влияния не равны парным. Любой выбор одного элемента из множества есть устранение неопределенности, превращение возможности в действительность. Установление причинной связи, рассматриваемое как установление определенного соответствия множеств, можно охарактеризовать как снятие неопределенности.

В работе на основе опроса специалистов текстильных предприятий исследовались следующие факторы: эффективность текстильного производства, стабильность в регионе, безработица, подготовка кадров для промышленности, система повышения квалификации, уровень инженерных кадров, уровень рабочих кадров, наличие отечественного сырья, контрабандная поставка текстиля, контрафактное изготовление текстиля, обновляемость ассортимента продукции, уровень оборудования, состояние сельского хозяйства, состояние текстильного машиностроения, состояние химической промышленности, коррупционные явления в стране, уровень материальной базы предприятий, вступление в ВТО, стоимость продукции по сравнению с мировыми ценами, политическая составляющая, уровень управления текстильной промышленностью со стороны государства, наличие системы ПТУ, уровень научно-технического прогресса в отрасли, рациональность размещения предприятий текстильной промышленности, заработная плата в текстильной промышленности.

Были определены значения энтропии для исследуемых факторов и установлены причинно-следственные связи. Далее ре-

шена частная задача установления причинно-следственных связей между 6 факторами: X1 – обеспеченность сырьем, X2 – уровень технологического оборудования, X3 – контрабандный ввоз товара из-за рубежа, X4 – уровень кадров, X5 – ассортимент выпускаемой продукции, уровень кадров, X6 – эффективность производства.

При помощи специально разработанной программы на ЭВМ были рассчитаны величины энтропии, информации, коэффициенты причинного влияния.

Причинно-следственная связь устанавливалась по значениям энтропии: N1=0,775; N2=0,749; N3=0,563; N4=0,449; N5=0,398; N6=0,141.

Ориентированный граф причинно-следственных связей при шести факторах представлен на рис. 1.

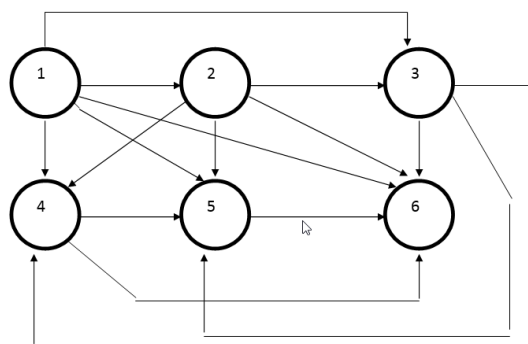


Рис. 1

Для нахождения коэффициентов g_{ij} необходимо составить систему из 15 нелинейных относительно g_{ij} уравнений и решить ее:

$$\begin{aligned} \Gamma_{12} &= g_{12}, \\ \Gamma_{13} &= g_{13} + g_{12} * g_{23}, \\ \Gamma_{14} &= g_{14} + g_{12} * g_{24} + g_{13} * g_{34}, \\ \Gamma_{15} &= g_{15} + g_{12} * g_{25} + g_{13} * g_{35} + g_{14} * g_{45}, \\ \Gamma_{16} &= g_{16} + g_{12} * g_{26} + g_{13} * g_{36} + g_{14} * g_{46} + \\ &+ g_{15} * g_{56}, \\ \Gamma_{23} &= g_{23}, \\ \Gamma_{24} &= g_{24} + g_{23} * g_{34}, \\ \Gamma_{25} &= g_{25} + g_{23} * g_{35} + g_{24} * g_{45}, \\ \Gamma_{26} &= g_{26} + g_{23} * g_{36} + g_{24} * g_{46} + g_{25} * g_{56}, \\ \Gamma_{34} &= g_{34}, \\ \Gamma_{35} &= g_{35} + g_{34} * g_{45}, \\ \Gamma_{36} &= g_{36} + g_{34} * g_{46} + g_{35} * g_{56}, \\ \Gamma_{45} &= g_{45}, \\ \Gamma_{46} &= g_{46} + g_{45} * g_{56}, \\ \Gamma_{56} &= g_{56}. \end{aligned}$$

Решение системы уравнений проводили в среде Matcad.

Результаты расчетов частных коэффициентов причинного влияния представлены в табл. 1 (коэффициенты Γ_{ij} и g_{ij}).

Таблица 1

Направление связи	Γ_{ij}	g_{ij}	$\Gamma_{ij} - g_{ij}$
1→2	0,229	0,229	0
1→3	0,105	0,076	0,029
1→4	0,270	0,218	0,052
1→5	0,106	0,012	0,094
1→6	0,034	0,021	0,013
2→3	0,125	0,125	0
2→4	0,210	0,201	0,009
2→5	0,153	0,072	0,081
2→6	0,037	0,029	0,008
3→4	0,068	0,068	0
3→5	0,192	0,172	0,020
3→6	0,014	0,007	0,007
4→5	0,293	0,293	0
4→6	0,035	0,026	0,009
5→6	0,031	0,031	0

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

- существует довольно тесная взаимосвязь между обеспеченностью сырьем и

уровнем технологического оборудования, без качественного сырья невозможна эффективность работы современного оборудования ($g_{12}=0,229$);

- отсутствие отечественного сырья и недостаточный уровень технологического оборудования влияют на кадровую политику на предприятиях, люди не очень хотят работать на предприятии, где есть проблемы с сырьем ($g_{14}=0,218$, эффект сопутствия составляет 0,60; $g_{24}=0,201$, эффект сопутствия 0,009);

- отсутствие сырья и устаревшее технологическое оборудование в меньшей степени, чем в предыдущем случае, но также являются причиной контрабандного ввоза в страну продукции из-за рубежа ($g_{13}=0,076$, эффект сопутствия 0,029; $g_{23}=0,125$);

- малый приток квалифицированных кадров в промышленность тормозит разработку нового качественного ассортимента тканей ($g_{45}=0,293$), этому не способствует и контрабандный ввоз товара из-за рубежа ($g_{35}=0,172$, эффект сопутствия 0,020);

- недостаточный уровень технологического оборудования является причиной того, что на нем невозможно выработать конкурентоспособную продукцию ($g_{25}=0,072$, эффект сопутствия 0,081), отсутствие сырья, хотя и влияет, но в небольшой степени на ассортиментную политику предприятия ($g_{15}=0,012$), хотя коэффициент причинного влияния $\Gamma_{15}=0,106$; в этом случае имеют место многочисленные эффекты сопутствия и они равны 0,094;

- контрабандный ввоз товара из-за рубежа отпугивает кадры идти работать на текстильные предприятия ($g_{34}=0,068$), хотя и в меньшей степени, чем бедственное положение с сырьевой базой и уровнем технологического оборудования;

- обеспеченность отечественным сырьем, уровень оснащения современным оборудованием, контрабандный ввоз товара из-за рубежа, профессионализм кадрового состава работающих на предприятиях текстильной промышленности, ассортиментная политика на предприятиях, безусловно, являются причинами не-

достаточно, эффективной работы предприятий ($g_{16}=0,021$; $g_{26}=0,029$; $g_{36}=0,007$; $g_{46}=0,026$; $g_{56}=0,031$); малые значения косвенных коэффициентов причинного влияния до конца не могут решить проблему эффективности работы действующих предприятий в современных условиях; эти факторы зависят от многих причин, основные из которых могут быть решены законодательно, на уровне государства.

В Ы В О Д Ы

1. Предложен алгоритм установления основных факторов, влияющих на эффективность текстильного производства, на основе бинарной причинно-следственной теории информации.

2. Обеспеченность отечественным сырьем, уровень оснащения современным оборудованием, контрабандный ввоз товара из-за рубежа, профессионализм кадрового состава работающих на предприятиях текстильной промышленности, ассортиментная политика на предприятиях, безусловно, являются причинами недостаточно эффективной работы предприятий ($g_{46}=0,026$; $g_{56}=0,031$); малые значения косвенных коэффициентов причинного влияния не могут решить окончательно проблему эффективности работы действующих предприятий в современных условиях. Эти факторы, зависящие от многих причин, могут быть решены на государственном уровне.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Николаев С.Д. Прогнозирование технологических параметров изготовления тканей заданного строения и разработка методов их расчета. Дис. ... докт. техн. наук. – М.: МТИ, 1988.

2. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологического процесса ткачества: Монография – М., 2003.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 26.11.12.