

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

УДК 51

ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

И. В. Ковальчук

*Воронежский государственный технический университет
Россия, 394026, Воронеж, Московский пр-т, 14*

М.Л. Лапшина

*Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова
Россия, 394087, Воронеж, ул. Тимирязева, 8*

В связи с различными кризисными ситуациями в деятельности предприятий возникают различного рода проблемы, которые приходится решать как в стратегическом, так и в оперативном порядке. Методологические проблемы заключаются в выборе комплекса эффективных методов и инструментов, позволяющих на научной основе обеспечить решение конкретных управленческих вопросов.

В данной статье рассматриваются вопросы моделирования, планирования и создания автоматизированной системы плановых расчетов на разных уровнях экономического управления предприятием с использованием, так называемых технологических карт, учитывающих такие параметры имитационной модели как совокупность технологических мероприятий, используемых при производстве конкретного вида продукции, количественные параметры, а также результирующие показатели как по конкретным видам работ так и по всему временному интервалу производства.

В результате были построены имитационная модель и алгоритмы, позволяющие определить показатели технологической карты производства изделий. В построенной модели значительная часть анализа результатов и принятие решений являются функцией коллектива специалистов или, согласно распространенной терминологии, эксперта, а также разработанная имитационная модель способствует усилению экономического обоснования плановых показателей и обеспечению хранения и автоматизированному поиску нормативной базы предприятий, ее периодическому обновлению

Ключевые слова: технологическая карта, алгоритмы, модель, блок, методологии

Введение

Методология управления в современных условиях должна строиться на 3-х основных блоках: подходы, ориентиры, приоритеты; ресурсы, средства, ограничения; критерии, модели, коррективы. В западной литературе подавляющее большинство теоретических и прикладных

научных статей в области экономического моделирования содержит в качестве центральной части ту или иную математическую модель [1], разработанную для проверки или иллюстрации гипотез и выявления эффектов. По мнению ряда экономистов, вероятность признания практически любой новой экономической теории или концепции едва ли не в решающей степени зависит от того, в какой мере эта концепция допускает математическую формализацию, насколько интересен используемый при этом аппарат и насколько впечатляют полученные при исследовании модели математические результаты.

Модель

Процессы разработки и применения экономико-математических моделей должны

Для цитирования:

Ковальчук И.В., Лапшина М.Л. Построение имитационной модели оперативного управления предприятием с использованием технологических карт // Организатор производства. 2017. Т.25. №1. С. 84-93.

Сведения об авторах:

Ирина Владимировна Ковальчук (marina_lapshina@mail.ru), аспирант, специалист по учебно-методической работе.

Марина Леонидовна Лапшина (д-р техн. наук, marina_lapshina@mail.ru), профессор кафедры Вычислительной техники и информационных систем.

обеспечивать аккумуляцию и интеграцию в моделях разнообразной и разнокачественной эмпирической, теоретической и субъективной информации, а также перемещение информации из одной сферы в другую. Модель расчета технологических карт предназначена для определения трудовых и материальных затрат по видам, периодам и в целом по всему циклу работ на полный объем по каждому виду выпускаемой продукции. Она учитывает совокупность технологических мероприятий, применяемых при изготовлении конкретного вида продукции и количественноопределяющих их параметры (объем работ, норма выработки, число нормосмен, трудовые затраты по видам работ), а также суммарные показатели по периодам и по всему циклу работ. Элементом технологической карты является набор технологических мероприятий по изготовлению конкретной продукции. Качество и приемлемость технологической карты зависит от выбора мероприятий, выражающихся через наименования работ, способов их выполнения. Набор этих мероприятий определяется множеством $m^{(\alpha)}$ элементами которого являются коды всех видов работ, упорядоченных по последовательности их реализации при производстве продукции вида α . Другие показатели, количественно характеризующие технологию производства, рассчитываются по алгоритму с учетом трудовых и экономических ресурсов, а также технической вооруженности конкретного объекта. Общий объем работ устанавливается на основе данных, отражающих начальное состояние и особенности технологических мероприятий, применяемых при производстве конкретного вида продукции, а также различаются по их видам изделий. нормативных показателей, принятых в организации по производству конкретного изделия [2-4]. Алгоритм расчета объема работ в общем виде можно записать так:

$$O_{\downarrow} i^T ((\alpha)) = F_{\downarrow} i (B_{\downarrow} \delta^{\uparrow} ((\alpha)), H^{\uparrow} ((\alpha))),$$

где F_i - оператор выявляющий объем работы i , преобразующий входные – плановые ($B \delta(\alpha)$) и нормативные ($H(\alpha)$) данные. Перейдем к описанию алгоритмов, определяющих показатели технологической карты производства изделий. Объем работ каждого технического устройства в физических ($Q_{ij}^{(\alpha)}$) и условных

($M_{ij}^{(\alpha)}$) единицах измерения рассчитывается

$$Q_{ij}^{(\alpha)} = \frac{Y_{ij} Q_i^{(\alpha)}}{10o}, M_{ij}^{(\alpha)} = Q_{ij}^{(\alpha)} K_{ij}, i \in m^{(\alpha)},$$

$$j = 1, \dots, I_j;$$

объем автоматизированных работ в условных единицах измерения по периодам ($M_{ij}^{(\alpha)}$) и в целом ($M^{t(\alpha)}$) по производству изделия вида α

$$M^{t(\alpha)} = \sum_{i \in m^{t(\alpha)}} M_{ij}^{t(\alpha)}, j = 1, \dots, I_j,$$

$$M^{B(\alpha)} = \sum_{t=1}^n M^{t(\alpha)};$$

выражения для расчета затрат на оплату труда по автоматизированным ($P_{ij}^{(\alpha)}$) и ручным работам ($P_i^{(\alpha)}$)

$$P_{ij}^{(\alpha)} = Q_{ij}^{(\alpha)} E_{ij}, i \in m_M^{(m)}, j = 1, \dots, I_j,$$

$$P_i^{(\alpha)} = Q_i^{(\alpha)} E_i, i \in m$$

число нормосмен на выполнение автоматизированных ($D_m^{t(\alpha)}$) и ручных ($D_p^{t(\alpha)}$) работ по периодам

$$(D_m^{t(\alpha)}) = \sum_{i \in m_M^{t(\alpha)}} D_{i,j}^{t(\alpha)}, j = 1, \dots, I_j, D_p^{t(\alpha)} =$$

$$= \sum_{i \in m^{t(\alpha)}} D_i^{t(\alpha)};$$

затраты на оплату труда по выполнению автоматизированных ($P_m^{t(\alpha)}$) и ручных ($P_p^{t(\alpha)}$) работ по периодам

$$P_m^{t(\alpha)} = \sum_{i \in m_M^{t(\alpha)}} P_{i,j}^{t(\alpha)}, j = 1, \dots, I_j, D_p^{t(\alpha)} = \sum_{i \in m^{t(\alpha)}} P_i^{t(\alpha)};$$

количество нормосмен ($D_m^{t(\alpha)}$) и затраты на оплату труда ($P^{t(\alpha)}$) по периодам

$$D^{t(\alpha)} = D_M^{t(\alpha)} + D_p^{t(\alpha)}, P^{t(\alpha)} = P_M^{t(\alpha)} + P_p^{t(\alpha)};$$

число нормосмен на выполнение автоматизированных ($D_M^{b(\alpha)}$) и ручных ($D_p^{b(\alpha)}$) работ в целом по изготовлению изделия вида α

$$D_M^{b(\alpha)} = \sum_{t=1}^n D_M^{t(\alpha)}, D_p^{b(\alpha)} = \sum_{t=1}^n D_p^{t(\alpha)};$$

затраты на оплату труда по автоматизированным ($P_M^{b(\alpha)}$) и ручным ($P_p^{b(\alpha)}$) работам в целом по производству изделия вида α

$$P_M^{b(\alpha)} = \sum_{i=1}^n P_M^{t(\alpha)}, P_p^{b(\alpha)} = \sum_{i=1}^n P_p^{t(\alpha)};$$

количество нормо-смен ($D^{b(\alpha)}$) и затраты на оплату труда ($P_m^{t(\alpha)}$) в целом по производству изделия вида α

$$D^{b(\alpha)} = D_M^{b(\alpha)} + D_p^{b(\alpha)}, P^{b(\alpha)} = P_m^{b(\alpha)} + P_p^{b(\alpha)};$$

расход электроэнергии по видам, периодам, и в целом по изготовлению изделия вида α

$$\sigma_{ij}^{t(\alpha)} = Q_{ij}^{(\alpha)}, i \in m_M^{(\alpha)}, j = 1, \dots, I_i, \sigma^{t(\alpha)} = \sum_{i \in I_M(\alpha)} \sigma_{ij}^{(\alpha)}, j = 1, \dots, I_i, \sigma^{t(\alpha)} = \sum_{i=1}^n \sigma_{ij}^{(\alpha)}$$

Основные показатели экономического планирования, а также фонд заработной платы рабочих и инженерно-технических работников рассчитываются с помощью технологических карт. Разработка планов предприятия отрасли на основе многоуровневой модели состоит из следующих этапов:

1) расчет нормативов по изготовлению кон-

кретного вида изделия (реализация блока 3, рис.);

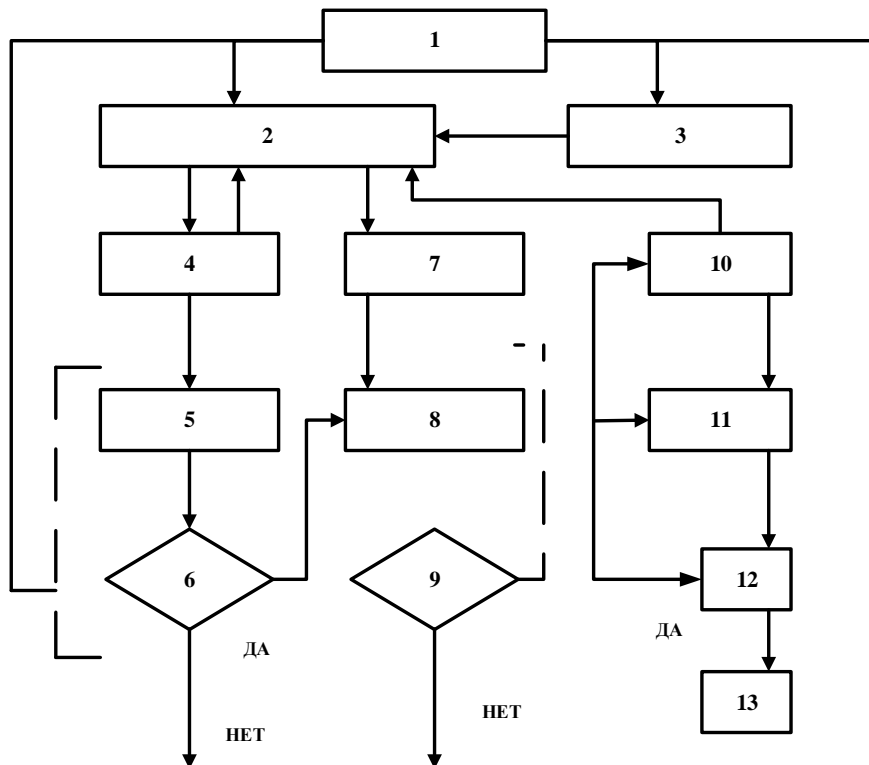
2) определение потенциальной возможности каждого предприятия, входящего в объединение аналогичных производств, с учетом развития других отраслей (реализация блока 4);

3) выявление оптимальных параметров развития предприятий, принимая во внимание возможности обслуживающих предприятий (реализация блока 2);

4) разработка оптимального плана предприятия (реализация блока 4);

5) составление планов экономических подразделений во взаимосвязке с показателями оптимального плана экономики (реализация блоков 5, 6).

На основе многоуровневой модели создана соответствующая имитационная модель, позволяющая делать строить экономические планы предприятия (рисунок).



1 - пользователь (ЛПР); 2 - база данных; 3 - корректировка входных параметров; 4 - расчет нормативов затрат на изготовление изделия конкретного типа; 5, 8 - анализ результатов; 6 - проверка приемлемости нормативов; 7 - расчет плана предприятия и печать основных показателей; 9 - проверка приемлемости плана; 10 - печать подробного плана предприятия и запись в базу данных промежуточной информации; 11 - расчет плана сектора и вывод на печать; 12 - расчет плана отдела и вывод на печать; 13 - конец расчета

В отличие от “статистической” постановки задачи, допускающей как неопределенность в значениях показателей, так и неточность в соотношениях между ними, в детерминированном варианте задачи предполагается, что значения всех рассматриваемых показателей известны точно, а искомые соотношения выполняются при любых значениях участвующих показателей. Разрешимость соотношений относительно того или иного показателя в аналитическом виде в общей постановке задачи не требуется (иными словами, пространство показателей на стадии является функционально “изотропным”, так что иерархия фактор-результат априорно не устанавливается).

По нашему мнению, постановка задачи определения и исследования функциональных (тождественных) соотношений между элементами данного набора показателей имеет самостоятельное значение, выходящее за рамки детерминированного факторного анализа в смысле [1]. Ее решение необходимо для использования любой системы показателей измерения, дескриптивного или нормативного моделирования функционирования объекта. Не выявив эти соотношения, обусловленные самим определением показателей, нельзя переходить к исследованию более тонких приближенных зависимостей, к интерпретации результатов измерений, так как особенности отображения могут быть приняты за свойства самого объекта измерения.

Подчеркнем, что проблема определения соотношений между экономическими показателями рассматривается нами как экономическая, а не чисто математическая задача. Следовательно, для ее решения необходима постановка задачи, построение экономико-математической модели, проведение математического анализа модели и интерпретация результатов.

В работе [8] в качестве модели системы показателей была предложена конечная совокупность дробно-линейных функций над произвольным полем, каждая из которых выражает значения исследуемого показателя через элементы общей базы данных первичных измерений. Для этой модели в [8] была решена задача определения вида и параметров соотношений между показателями. Было показано, в частности, что минимальные соотношения между

показателями в данном случае являются квазилинейными (т.е. линейными по каждой переменной в отдельности) функциями от этих показателей, а коэффициенты соотношений – квазилинейными функциями от параметров, используемых в записи дробно-линейных функций.

С помощью предложенного метода был решен целый ряд практических задач детерминированного анализа систем показателей для описания таких объектов, как машиностроительное производство, торговое предприятие, строительная организация, автотранспортное предприятие с позиций сравнительного анализа эффективности различных объектов и одного объекта за разные периоды, оценки финансового состояния, анализа эффективности использования ресурсов, анализа достоверности исходных данных и т.д. [9]. Но так как дробно-линейная модель представления исследуемых показателей не охватывает значительную часть систем реально используемых в экономической практике показателей, а в более общих моделях не возможен предложенный в [8] алгоритм определения соотношений (теряют силу теоремы о виде искомым соотношений), то задача осталась нерешенной.

Далее существенно расширяется и уточняется постановка и модель задачи (в качестве модели системы показателей рассматривается множество произвольных рациональных функций от конечного числа переменных над полем) и предлагается алгоритм, позволяющий полностью описать все функциональные соотношения для данной системы показателей. Такой способ позволяет, в частности, из системы показателей выделить максимальный набор независимых показателей, а в классе соотношений между элементами данного набора выделить максимальную подсистему независимых соотношений. В некоторых случаях удастся определить достаточно узкий класс (вид), в котором должны лежать эти соотношения (или хотя бы некоторые из них), исходя из свойств исходных показателей.

Исследуемая ситуация может быть описана с помощью трех компонент: предметной области (множества реальных или мыслимых объектов $S = \{s\}$, рассматриваемых в статике или динамике), совокупности первичных показателей

x_1, \dots, x_n (отображений $x_i, S \rightarrow C_i$ предметной области в шкалу измерения $C_i, i=1, \dots, n$) и множества расчетных (производных) показателей y_1, \dots, y_m , определяемых на основе первичных с помощью известных формул $y_i = f_i^s(x_1, \dots, x_n)$, где f_i^s - заданные для данной предметной области S функции, $i=1, \dots, m$. Предполагается, что набор расчетных показателей сформирован для отражения характеристик состояния или динамики объектов из совокупности при этом спецификация объекта для определения значения показателя может потребовать указания дополнительных условий, например, времени или состояния других объектов, связанных с ним. Зависимость функций $f_i^s(x_1, \dots, x_n)$ от исследуемой системы ситуаций S , может быть выражена с помощью предположения о наличии у функции f_i параметров, значения которых зависят от множества S :

$$f_i^s(x_1, \dots, x_n) = f_i(a_i^s; x_1, \dots, x_n).$$

где a_i^s - вектор параметров i -й функции, определяемых множеством S . Этот случай имеет место, например, если S - множество возможных состояний некоторого предприятия, x_1 - соответствующий данному состоянию размер его капитала, x_2 - размер трудовых ресурсов, y_1, y_2, y_3 - расчетные показатели объема производства, прибыли и себестоимости продукции, $y_i = f_i(a_i^s; x_1, \dots, x_n), i=1, 2, 3$, где a_i - вектор параметров i -й функции, найденный на основе статистических данных о значениях соответствующих показателей за ретроспективный период и зависящий, таким образом, от множества S . Но часто таких параметров у функции f_i нет, и тогда можно считать, что a_i и, следовательно, функции f_i не зависят от S . Чтобы различать эти ситуации, будем говорить, что в первом случае показатели y_1, \dots, y_m заданы как контекстно определенные (т.е. определенные только для данного множества объектов S), или просто контекстные, во втором - как внеконтекстно определенные, или внеконтекстные (заданные безотносительно к предметной обла-

сти S). Примером внеконтекстно определенных показателей является группа расчетных показателей производительности труда (y_1), фондовооруженности (y_2) и фондоотдачи (y_3), заданная в виде функций $y_1 = x_1 / x_2; y_2 = x_3 / x_2; y_3 = x_1 / x_3$, т.е. зависящих от размера товарной продукции (x_1), численности занятых (x_2) и размера капитала (x_3) и независящих от множества S .

Будем считать, что шкалы измерения всех показателей одинаковы и представляют собой подмножество множества действительных чисел R . При этом предполагаем предметную область S достаточно обширной и включающей разнообразные объекты, а первичные показатели достаточно чувствительными в том смысле, что множество возможных значений каждого из них охватывает некоторый отрезок действительной оси. Будем называть такую предметную область полной по отношению к показателям x_1, \dots, x_n .

Скажем, что между производными

y_1, \dots, y_m заданными для данной предметной области S с помощью функций $y_i = f_i(a_i^s; s), i=1, \dots, m$, имеется функциональная зависимость в данном классе K функций от m переменных, если существует ненулевая дифференцируемая функция $\Phi(z_1, \dots, z_m)$ от m переменных, принадлежащая классу K , такая, что $\Phi(f_1^s(x_1(s)), \dots, f_m^s(x_1(s), \dots, x_n(s))) = 0$ при любом из S . Иными словами, при спецификации любого объекта из предметной области и определении соответствующих первичных и производных показателей подстановка значений последних в функцию Φ обращает ее в нуль.

Учитывая параметрическое выражение зависимости функций $f_i^s(x)$ от предметной области S и используя векторную запись системы первичных показателей $x = (x_1, \dots, x_n)$, можно переписать выражение зависимости между показателями $y_i = f_i(a_i^s; x(s)), i=1, \dots, m$, в виде

$$\Phi(f_1(a_1^s(s), x(s)), \dots, f_m(x(s))) = 0 \quad (1)$$

при любом s из S .

Таким образом, функция $\Phi(z_1, \dots, z_2)$ реализует зависимость между показателями y_1, \dots, y_m для предметной области S , если для любого $s \in S$ выполняется условие (1).

Вместе с тем можно ставить вопрос и о выполнении тождества (1) при различных системах S . Если функция $\Phi(z_1, \dots, z_2)$ строится вне зависимости от параметров a_1^s, \dots, a_m^s (т.е. эти параметры не используются при формировании расчетных показателей y_i , и они являются внеконтекстными для $i=1, \dots, m$), то равенство (1) имеет место не только для любого объекта S , но и при любом множестве объектов S для которого система x_1, \dots, x_n является полной. Будем говорить, что в этом случае имеет место внеконтекстное соотношение между показателями y_1, \dots, y_m и называть эти показатели внеконтекстно зависимыми.

Таким образом, показатели y_1, \dots, y_m в общем случае могут быть:

а) внеконтекстно зависимыми, если в классе K существует функция $\Phi(z_1, \dots, z_2)$, которая обращается в нуль при подстановке $z_i = y_i = f_i(a_i^s; s)$ при любом $s \in S$ для любой системы S , являющейся полной по отношению к показателям $x_i : S \rightarrow R, i = 1, \dots, n$;

б) контекстно зависимыми для данной системы S и класса K , если существует функция $\Phi(b_1, \dots, b_m; z_1, \dots, z_2)$ от двух множеств переменных - векторных переменных $b_i, i = 1, \dots, m$ размерности векторов b_i совпадают с размерностями векторов a_i^s и скалярных переменных z_1, \dots, z_2 , которая по переменным z_1, \dots, z_2 принадлежит классу K и обращается в нуль при подстановке

$b_i = a_i^s, z_i = y_i = f_i(a_i^s; x(s)), i = 1, \dots, m$, при любом $s \in S$.

Понятно, что внеконтекстно зависимые показатели являются и контекстно зависимыми для любой эмпирической системы S и что может существовать набор контекстно зависимых показателей, для которых не существует никакой внеконтекстной зависимости.

Набор показателей $y_i = f_i(a_i^s; x(s)), i = 1, \dots, m$, будем называть вполне независимым относительно класса K , если для любой функции $\Phi(b_1, \dots, b_m; z_1, \dots, z_2)$ от векторных переменных b_i с размерностями, соответствующими размерностям векторов a_i^s , и скалярных переменных z_1, \dots, z_2 , которая по переменным z_1, \dots, z_2 принадлежит классу K , существует такое $s \in S$, что

$$\Phi(a_1^s, \dots, a_m^s; f_1(a_1^s, x(s)), \dots, f_m(a_m^s, x(s))) \neq 0$$

Более слабое определение независимости показателей y_1, \dots, y_m получается как отрицание условия внеконтекстной зависимости, т.е. в случае, когда не существует функции, удовлетворяющей требованию а). Будем называть такие показатели слабо независимыми.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что для любого набора показателей y_1, \dots, y_m , можно говорить о внеконтекстной или контекстной зависимости, слабой или полной независимости.

Модель ситуации определяется: предметной областью $S = \{s\}$; набором первичных показателей - отображений $x_i : S \rightarrow R, i = 1, \dots, n$; набором производных показателей f_1, \dots, f_m - функций от n действительных переменных x_1, \dots, x_n ; классом функций K от m действительных переменных.

Задача в общей постановке состоит в определении наличия и характеристик функциональных зависимостей между производными показателями. Заметим, что типовой задачей является такая постановка, в которой множество производных показателей задано с помощью указания их наименований, а множество первичных показателей и алгоритмов вычислений производных показателей не заданы в явном виде: в этом случае необходимо уточнить постановку, определив недостающие условия задачи. Из-за неоднозначности этого процесса выбор той или иной системы первичных показателей-образующих для исследуемых производных показателей определяется в соответствии с особенностями ситуации. Часто в таких "недоопределенных" случаях зависимость или независимость заданных показателей обу-

словливается выбором системы первичных показателей.

Рассмотрим простейший пример постановки задачи детерминированного анализа системы показателей.

Пример 1. Система показателей эффективности производства.

Предметная область: множество $S = \{s\}$ состояний данного предприятия.

Первичная система показателей: x_1 - размер выручки предприятия от реализации продукции, x_2 - издержки производства, x_3 - размер капитала, x_4 - численность занятых на предприятии.

Анализируемая система расчетных показателей и формулы расчета: $y_1 = (x_1 - x_2 / x_2)$ - рентабельность производства, $y_2 = (x_1 - x_2) / x_3$ - рентабельность капитала, $y_3 = x_1 / x_3$ - средняя производительность капитала, $y_4 = x_1 / x_4$ - средняя производительность труда. В общем виде задача состоит в том, чтобы определить функциональную зависимость между показателями y_1, y_2, y_3, y_4 .

В данном случае каждая из функций, выражающих расчетные показатели через первичные, - дробно-линейная и не содержащая параметров, зависящих от предметной области S , так что показатели y_1, y_2, y_3, y_4 заданы внеконтекстно, что позволяет применить алгоритм, предложенный в [8]. В результате оказывается, что совокупность показателей y_1, y_2, y_3, y_4 не является независимой, причем

$$y_1, y_2 - y_1, y_3 + y_2 = 0$$

Показатели y_1, y_2, y_3, y_4 оказались внеконтекстно зависимыми, т.е. множество всех функциональных зависимостей между y_1, y_2, y_3, y_4 является главным этапом в кольце многочленов от четырех переменных $R[y_1, y_2, y_3, y_4]$ над полем действительных чисел, порожденным многочленом $y_1, y_2 - y_1, y_3 + y_2$.

Приведем примеры постановок задачи детерминированного анализа системы показателей для случаев, когда исследуемые показатели

y_1, \dots, y_m - рациональные, но не дробно-линейные функции от первичных показателей x_1, \dots, x_n .

Пример 2. Система показателей сравнительного анализа производительности труда на двух предприятиях.

Предметная область $S = \{(s_1, s_2)\}$ - множество состояний двух предприятий (через s_1 , обозначено состояние первого предприятия, через s_2 - второго).

Первичная система показателей: x_1 - доход первого предприятия; x_2 - численность занятых на первом предприятии; x_3 - доход второго предприятия; x_4 - численность занятых на втором предприятии.

Анализируемая система расчетных показателей и формулы расчета: $y_1 = x_3(x_2 / x_1) - x_4$ - экономия затрат труда на втором предприятии по сравнению с первым; $y_2 = (x_3 - x_1) / (x_4 - x_2)$ - прирост (уменьшение) дохода, приходящийся на одного дополнительно занятого (высвобожденного) работника на втором предприятии по сравнению с первым; $y_3 = x_3(x_2 / x_4) - x_1$ - часть прироста (уменьшения) дохода второго предприятия по сравнению с первым, обусловленная различием в их производительности труда; $y_4 = (x_3 / x_4) - (x_1 / x_2)$ — прирост производительности труда на втором предприятии по сравнению с первым; $y_5 = ((x_3 / x_4) / (x_2 / x_1) - 1)100$ - относительное (процентное) изменение производительности труда на втором предприятии по сравнению с первым.

Показатели $y_1, y_3 + y_5$, как видно из формул, не являются дробно-линейными. Все показатели y_1, y_2, y_3, y_4, y_5 являются внеконтекстными.

Полученные результаты

В предлагаемой модели значительная часть анализа результатов и принятие решений являются функцией коллектива специалистов или, согласно распространенной терминологии, лица, принимающего решение [5-7]. Главным исполнителем выступает экономист предприятия, он руководствуется данными ЭВМ о темпе роста

отрасли, экономии трудовых и материальных ресурсов, а также оптимальными параметрами, определенными при реализации модели. ЛПП следит за отклонениями оптимальных параметров от расчетных и сравнивает расчетные темпы роста отрасли с наблюдаемыми основными экономическими показателями, имея при этом возможность изменять специализацию, размещение внутри предприятия, использование материальных и трудовых ресурсов. Работа модели состоит из следующих этапов. ЛПП определяет входные значения управляющих параметров: принятую на предприятии технологию по производству изделия конкретного вида, специализацию внутри предприятия и другие показатели, отражающие исходное состояние производства на предприятии. Кроме того, он выдает контрольные цифры, полученные на основе промежуточного мониторинга, с учетом внедрения инновационных технологий [8-11]. Критериями для расчета входных значений управляющих параметров являются рациональное использование технологических мощностей и рациональная специализация предприятия при эффективном использовании трудовых и технических ресурсов. Входные и контрольные показатели вводятся в компьютер. На компьютере определяются нормативы затрат на единицу объема работ по их видам соответственно технологии производства и выдаются на печать. ЛПП обращает особое внимание на расчетные показатели и последовательность выполнения видов работ соответственно технологических и технических требований. Если, по его мнению, результаты приемлемы для данного предприятия, то он дает команду компьютеру записать нормативную информацию на внешние носители и перейти к следующему этапу расчета. В противном случае он корректирует входные значения, после чего процесс расчета повторяется с этапа 2. С помощью компьютера составляются технологические карты на весь объем работы и определяются основные показатели плана по производству конкретного вида изделия [10, 12-15]. Результаты печатаются по видам изделий с сопоставлением расчетных и контрольных показателей. ЛПП рассматривает итоги расчетов. Если результаты его удовлетворяют, то он дает команду компьютеру печатать подробную информацию о плане и записывать на магнитные носители для хранения промежуточ-

ной информации в целях дальнейшего использования в планировании на уровнях сектора и отдела. Затем приступает к следующему этапу расчета, он корректирует входные параметры и повторяет процесс расчета с этапа 4. Расчет на компьютере технологических карт производится на весь объем работы и планов-заданий сектора и отдела. Таким образом, разработанная имитационная модель позволяет: усилить экономическое обоснование плановых показателей; выполнять варианты расчетов с учетом дополнительного использования резервов для правильного установления объема работ по предприятию и выбор оптимального варианта плана; обеспечить хранение и автоматизированный поиск нормативной базы предприятий, ее периодическое обновление.

Библиографический список

1. Ашманов С.А. Введение в математическую экономику. М.: Наука, 1984. 292 с.
2. Данфрд Н., Шварц Дж. Линейные операторы. М.: Иностранная литература, 1962. 82 с.
3. Дубов Ю.А., Травкин В.Н., Якимец В.Н. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем. М.: Наука, 1986. 65 с.
4. Колемаев В.А. Математическая экономика. М.: УНТИ, 2002. 399 с.
5. Лапшина М.Л., Феоктистов Р.Н. Оценка эффективности стратегического менеджмента коммерческой организации на основе нечетких моделей принятия решений // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2013, № 12, С. 161-164.
6. Литвак Б.Г. Управленческие решения. М.: Тандем, 1998. 109 с.
7. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Нелинейность. Новые проблемы, новые возможности // Новое в синергетике. Загадки мира неравновесных структур. М.: Наука, 1996. 76 с.
8. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 86 с.
9. Смоляк С.А. Особенности использования финансового лизинга в инвестиционных проектах. М.: ЦЭМИРАН, 1997. 75 с.
10. Bag P.K., Dasgupta S. (1995). Strategic R & D Success Announcements. *Econom. Lett.* V.47. №1. P. 38-45.

11. Chazelle B.M., Edelsbrunner H. (1985). Optimal solutions for a class of point retrieval problems. *J. Symbol Comput.* 1, 47-56p.

12. Johnston J., DiNardo J. (1997). *Econometric Methods*. N.Y.: The McGraw-Hill Companies, Inc., 240 p.

13. Lemareshal C., Nemirovskii A., Nesterov Yu. (1995). New Variants of Bundle Methods. *Mathematical Programming. Series B.* V 69. R.67-77.

14. Lee D.T., Wu. Y.F. (1986). Geometric complexity of some location problems, *Algorithmica*. p. 193-211.

15. Shleifer A., Vishny R.W. (1994). Politicians and Firms. *Quarterly J. of Econ.* 72 p.

Поступила в редакцию – 9 декабря 2016 г.

Принята в печать – 24 марта 2017 г.

CREATING THE SIMULATION MODEL OF OPERATIONAL ENTERPRISE MANAGEMENT USING FLOW CHARTS

I. V. Kovalchuk

Voronezh State Technical University
14, Moskovsky Avenue, Voronezh, Russia, 394026

M.L. Lapshina

Voronezh State Forestry University them GF Morozova
8, Timiryazev st., Voronezh, Russia, 394087

Abstract

Due to various crisis situations occurring in enterprise activities, different problems arise, which are to be solved both in a strategic and in an expeditious manner. The methodological problems consist in the choice of effective methods and tools, providing a science-based solution of concrete management issues.

The present article addresses the issues concerned with simulation, planning and creation of automated systems of planning estimates at various levels of economic enterprise management using the so-called flow charts, which take account of such parameters of the simulation model as: a set of technological procedures used in manufacturing a particular kind of product; the qualitative parameters and the result indicators both for specific kinds of works and for entire timeslot of production.

This has resulted in elaborating the simulation model and algorithms, which help to identify the indicators of the flow chart of product manufacture. In the model elaborated, the significant part of result analysis and decision-making are functions of an expert team, or, in accordance with common terminology, of an expert. The elaborated simulation model also contributes to greater substantiation of planning estimates, ensuring the storage and automated search of the regulatory network of enterprises, as well as its periodical updating

Key words: flow chart, algorithms, model, unit, methodologies

For citing:

Kovalchuk I.V., Lapshina M. L. (2017). Postroenie imitacionnoj modeli operativnogo upravlenija predpriatiem s ispol'zovaniem tehnologicheskikh kart [Creating the simulation model of operational enterprise management using flow charts]. *Organizator proizvodstva* [Organizer of Production], 25(1), 84-93.

On authors:

Irina Vladimirovna Kovalchuk (*marina_lapshina@mail.ru*), Specialist educational and methodical work, graduate student.

Marina Leonidovna Lapshina (Doctor of Technical Sciences, *marina_lapshina@mail.ru*), Professor of the Chair Computers and information systems.

References

1. Ashmanov S.A. (1984). *Vvedenie v matematicheskuyu jekonomiku* [An introduction to mathematical economics]. Moscow: Nauka, 292 p.
2. Dunford N., Schwartz J. (1962). *Linejnye operatory* [Linear operators]. Moscow: Inostrannaya literatura, 82 p.
3. Dubov Y.A., Travkin V.N., Jakimec V.N. (1986). *Mnogokriterial'nye modeli formirovanija i vybora variantov sistem* [The multi-criteria models of formation and selection of system variants]. Moscow: Nauka, 65 p.
4. Kolemaev V.A. (2002). *Matematicheskaja jekonomika* [Mathematical economics]. Moscow: UNITI, 399 p.
5. Lapshina M.L., Feoktistov R.N. (2013). *Ocenka jeffektivnosti strategicheskogo menedzhmenta kommercheskoj organizacii na osnove nechjotkih modelej prinjatija reshenij* [The assessment of strategic management efficiency of a commercial organization based on fuzzy models of decision-making]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta* [The Bulletin of Voronezh State Technical University], 12, 161-164.
6. Litvak B.G. (1998). *Upravlencheskie reshenija* [Management decisions]. Moscow: Tandem, 109 p.
7. Malinetsky G.G., Potapov A.B. (1996). *Nelinejnost'. Novye problemy, novye vozmozhnosti* [Non-linearity. New problems, new opportunities]. *Novoe v sinergetike. Zagadki mira neravnovesnyh struktur* [Novelties of synergy. The mysteries of non-equilibrium structure world]. Moscow: Nauka, 76 p.
8. Saati T. (1993). *Prinjatie reshenij. Metod analiza ierarhij* [Decision-making. The method of hierarchy analysis]. Moscow: Radio I Svyaz, 86 p.
9. Smolyak S.A. (1997). *Osobennosti ispol'zovanija finansovogo lizinga v investicionnyh proektah* [The features of using financial leasing in investment projects]. Moscow: The Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Science, 75 p.
10. Bag P.K., Dasgupta S. (1995). *Strategic R & D Success Announcements*. *Econom. Lett.* V.47. №1. P. 38-45.
11. Chazelle B.M., Edelsbrunner H. (1985). *Optimal solutions for a class of point retrieval problems*. *J. Symbol Comput.* 1, 47-56p.
12. Johnston J., DiNardo J. (1997). *Econometric Methods*. N.Y.: The McGraw-Hill Companies, Inc., 240 p.
13. Lemareshal C., Nemirovskii A., Nesterov Yu. (1995). *New Variants of Bundle Methods*. *Mathematical Programming. Series B.* V 69. R.67-77.
14. Lee D.T., Wu. Y.F. (1986). *Geometric complexity of some location problems*, *Algorithmica.* p. 193-211.
15. Shleifer A., Vishny R.W. (1994). *Politicians and Firms*. *Quarterly J. of Econ.* 72 p.