

3. Высокий уровень проблем в отношении с учителями сочетается с низким уровнем враждебности.

Проведенный анализ характера и количества связей демонстрирует тенденции, т. к. большинство связей носит случайный характер и во многом зависит от ситуации.

Таким образом, повышение уровня коммуникативной успешности учащихся способствует улучшению уровня саморегуляции в социальной сфере. Если до экспериментального обучения саморегуляция осуществлялась в основном на компенсаторном уровне, то после экспериментального обучения – на более высоком уровне развития, о чем свидетельствует увеличение количества связей между показателями. Более адекватное, чем до экспериментального обучения, решение коммуникативных проблем характеризуется уменьшением количества компенсаторных механизмов регуляции социальных проблем и сопровождается преодолением неуверенности в себе, снижением тревожности и депрессии, существенным снижением уровня бессознательной глубинной тревожности. Оценка связей между показателями, снятыми в экспериментальной выборке, подтвердила предварительные выводы о сформированности коммуникативной успешности обучаемых.

Список литературы

1. *Белых, С. Л.* Изучение компенсаторных форм саморегуляции на примере исследования динамики коммуникативной компетентности детей с речевыми нарушениями / С. Л. Белых, И. А. Гришанова // Психологическая наука и образование. – 2000. – № 4. – С. 14–26.
2. *Гришанова, И. А.* Инструментальная диагностика уровня сформированности коммуникативной успешности младших школьников. – Ижевск : Буква, 2003. – 41 с.
3. *Чуприкова, Н. И.* Психология умственного развития: принцип дифференциации. – М. : АО «Столетие», 1997. – 480 с.

УДК 623.4

В. Н. Жеребцов, соискатель

ФГУП «Рособоронэкспорт» (Москва);

О. В. Мамрыкин, кандидат технических наук, доцент;

Р. Л. Фоминых, кандидат технических наук

Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета;

Б. А. Якимович, доктор технических наук, профессор

Ижевский государственный технический университет

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

В статье приводятся предпосылки создания и теоретические положения интеллектуальной информационной поддержки принятия решений при производстве изделий, позволяющей объективно подойти к выбору эффективного варианта их производства с точки зрения технической и экономической эффективности, надежности выполнения заказа. Описывается структура и функции разработанной автоматизированной информационной подсистемы поддержки принятия решений.

Сегодня эффективность сотрудничества стран СНГ, в том числе военно-технического, в большей степени определяется производственно-технологическим

потенциалом, обеспечивающим создание конкурентоспособной продукции, и уровнем информационной деятельности, превращающей информацию в управленческие решения [7, 8].

Однако сам процесс производства, включая продукцию военного назначения (ПВН), в странах содружества характеризуется большой инвариантностью процессов проектирования и изготовления. Это объясняется значительным количеством предприятий оборонного профиля, оставшихся содружеству от бывшего СССР. Тем не менее возможности современных предприятий высоки, и отдать однозначное предпочтение тому или иному предприятию при производстве довольно сложно, поскольку не существует объективной оценки, позволяющей обоснованно выбрать конкретное предприятие с технической и экономической точки зрения. Эту ситуацию обостряет и тот факт, что часть предприятий брошены на произвол судьбы и фактически ведут борьбу за выживание в современных условиях, поскольку объемы государственных заказов сильно снижены. Данная ситуация вынуждает предприятия повышать затраты на производство продукции, а это, в свою очередь, мешает заказчику получить объективную оценку их временных и финансовых затрат по производству конкретного изделия и на ее основе отдать предпочтение предприятию, способному производить продукцию с наибольшей эффективностью [8, 10, 12].

В связи с этим является актуальным создание интеллектуальной информационной поддержки принятия решений при производстве ПВН, позволяющей объективно подойти к выбору эффективного варианта производства ПВН как для всей системы военно-технического сотрудничества в целом, так и для каждого конкретного предприятия, участвующего в ВТС с точки зрения технической и экономической эффективности, надежности выполнения заказа.

Теоретические положения информационной подсистемы

Оценку эффективности вариантов совместного производства продукции предлагается осуществить на основе сформированного критерия эффективности, согласно которому отбираются эффективные варианты. При расчете критерия эффективности используются следующие показатели:

- надежность функционирования системы ВТС при различных вариантах производства ПВН;
- прогнозируемые затраты финансов на производство ПВН при различных схемах сотрудничества;
- прогнозируемые затраты времени на производство ПВН при различных схемах сотрудничества;
- организационно-технический уровень предприятий стран СНГ.

Общий алгоритм определения эффективности вариантов производства ПВН при ВТС стран СНГ представлен на рис. 1.

Отбор стран СНГ, которые будут участвовать в производстве ПВН, предложено осуществлять по алгоритму (рис. 2). Отбор стран осуществляется по сформированному набору показателей (табл. 1) с использованием аддитивного критерия:

$$K = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \gamma_i a_{ij} \longrightarrow \max, \quad (1)$$

где γ_i – степень важности i -го показателя; a_{ij} – элемент вектора приоритетов j -й страны по i -му показателю; n – количество показателей оценки; m – количество стран.

Для выбора наиболее предпочтительных стран необходимо отобрать требуемое их количество с наибольшими значениями критерия K .



Рис. 1. Общий алгоритм определения эффективности вариантов

Набор показателей формируется на основе анализа нормативно-правовых документов в области ВТС стран СНГ. Исходная предпосылка для определения таких показателей должна заключаться в том, что на данном этапе в процессе формирования системы ВТС должны быть вовлечены предприятия тех стран СНГ, которые более тесно связаны между собой [10]. Степень тесноты взаимосвязей государств Содружества в интересах определения подмножества стран, в рамках которых целесообразно активизировать интеграционные процессы в области ВТС, может быть охарактеризована показателями, представленными в таблице 1.



Рис. 2. Общий алгоритм методики отбора стран СНГ

Ранжировка показателей в порядке убывания их важности и определение степени важности каждого из них может быть осуществлено экспертами с использованием процедуры нестрогого ранжирования методом парных сравнений [3].

Показатели оценки стран СНГ

Показатель	Описание
Q_1	Объем военно-технического сотрудничества между странами СНГ
Q_2	Наличие сформировавшейся системы органов, обеспечивающих военно-техническое сотрудничество
Q_3	Количество соглашений в области ВТС среди стран СНГ
Q_4	Участие в коллективной деятельности СНГ
Q_5	Степень однотипности вооружения и военной техники, находящихся на вооружении национальных вооруженных сил
Q_6	Объем выполнения оборонных заказов других стран
Q_7	Объем взаимной торговли в рамках СНГ
Q_8	Степень участия в экономике других стран СНГ
Q_9	Степень участия в оборонных предприятиях других стран

Для расчета вектора приоритетов стран по каждому показателю предварительно проводится нестрогое ранжирование стран. Если показатель не является булевым, по нему строится матрица парных сравнений между странами, на основании которой определяется ранг страны, по значению ранга рассчитывается степень важности страны [3]:

$$\gamma_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^n R_i}, \quad (2)$$

где R_i – ранг i -го показателя; n – количество показателей.

Если показатель булевый, то для стран, где данный показатель принимает значение 0 (или FALSE), ранг принимается равным 0, иначе ранг принимается равным 1, а степень важности определяется по формуле (2). Вектор приоритетов страны по i -му показателю представляется в виде [3]:

$$V_i = (a_{1i}, a_{2i}, \dots, a_{ni}), \quad (3)$$

где V_i – вектор приоритетов стран по i -му показателю;

a_{ij} – степень важности j -й страны по i -му показателю;

n – количество показателей оценки.

В рамках ВТС предприятия выбранных стран СНГ участвуют на конкурсной основе в производстве ПВН [12]. Выбор конкретных предприятий осуществляется на основе анализа предоставляемых каждым предприятием значений обобщенных технико-экономических показателей этапов производства: временных и финансовых затрат на реализацию каждого этапа. Однако следует отметить, что нередко предоставляемые предприятиями данные не совсем объективны и требуют анализа. Расчет временных и финансовых затрат предлагается производить на основе теории сложности с учетом организационно-технического уровня (ОТУ) предприятий [13, 14]. Алгоритм определения временных и финансовых затрат с учетом ОТУ представлен на рис. 3. Алгоритм методики выбора предприятий стран СНГ для производства ПВН представлен на рис. 4.

Выбор наиболее предпочтительных предприятий производится на основе оценки приведенных отклонений значений временных и финансовых затрат изготовления i -го изделия определенной КТС прогнозируемого на j -предприятии предприятиями и расчетных значений временных и финансовых затрат. Оценка расхождений данных производится на основе шкалы интенсивности критериальных свойств Харрингтона [3]. Данной оценке предшествует нормирование относительных отклонений временных и финансовых затрат в соответствии со шкалой Харинготона. Предприятия, имеющие «очень низкую» (0...0,2) или «низкую» (0,2...0,37) интенсивности отклонения, принимаются за истинные и могут быть выбраны для использования в производстве ПВН.

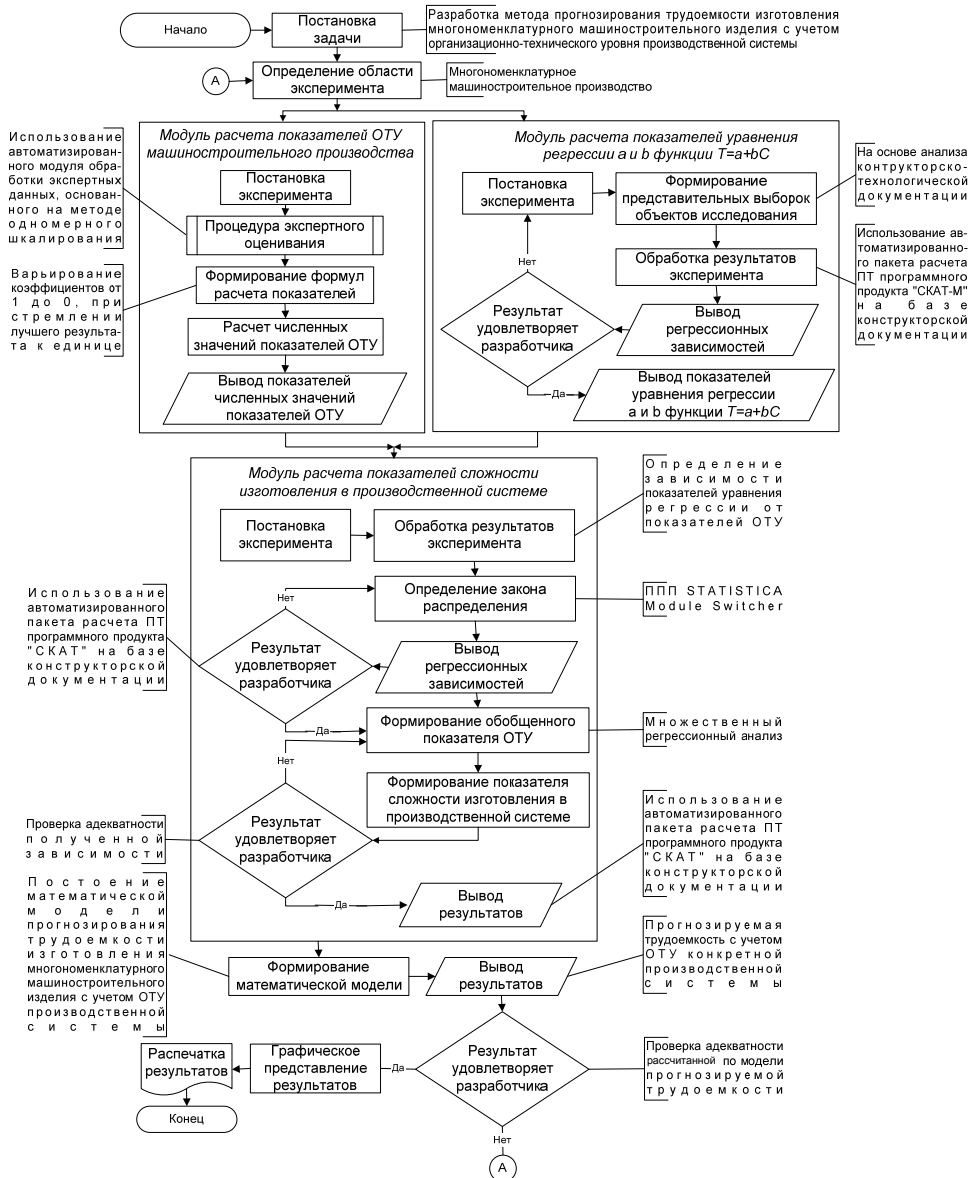


Рис. 3. Алгоритм методики оценки временных затрат на изготовление продукции на основе теории конструктивно-технологической сложности с учетом ОТУ предприятия

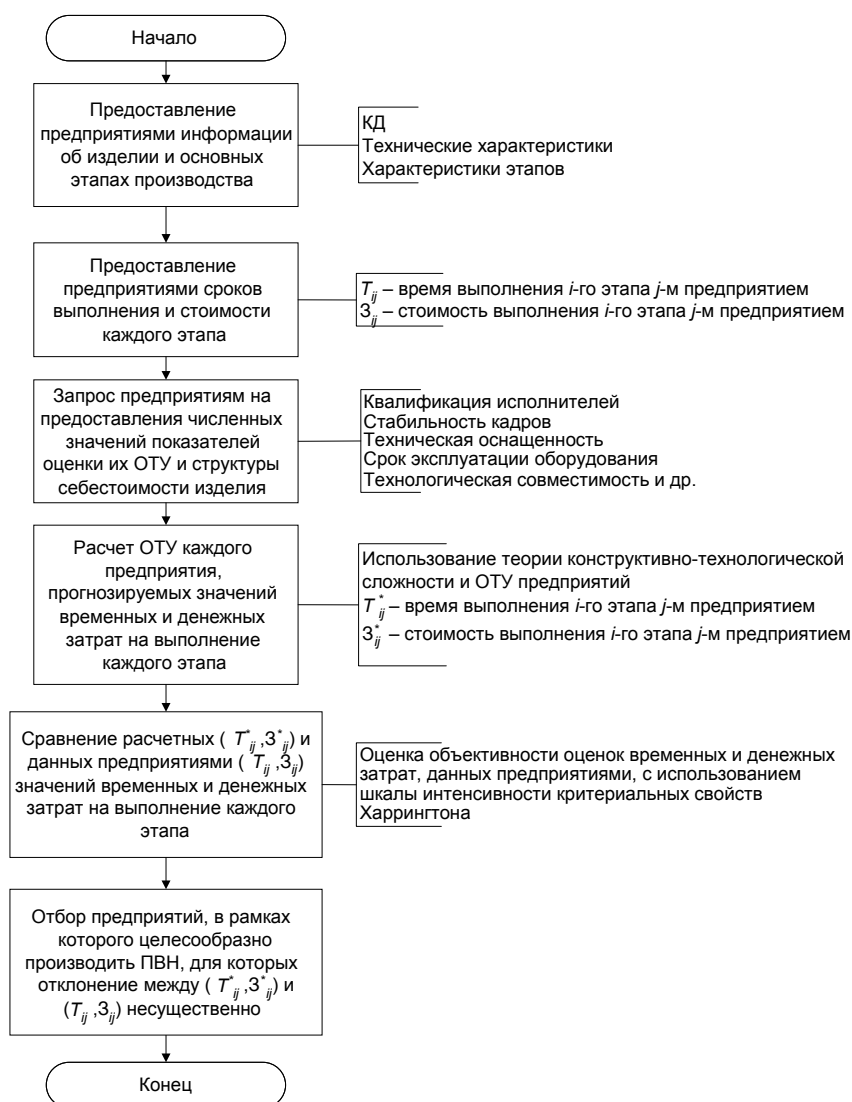


Рис. 4. Алгоритм отбора предприятий для производства ПВН

В процессе выполнения проектов, связанных с производством ПВН предприятиями различных стран, возникают непредвиденные отклонения (критические ситуации), которые ведут к отклонениям в выполнении плана проекта, недопустимому увеличению длительности его жизненного цикла, росту финансовых затрат [4, 5]. Соответственно, падает надежность и эффективность такого производства. Для оценки каждого этапа производства ПВН различными предприятиями введен показатель, позволяющий объективно оценить надежность выполнения предприятием заказа на каждом этапе. Надежность каждого этапа производства ПВН определяется на основе показателя функциональности проектов освоения новых изде-

лий [4, 5]. Значение показателя функциональности в любой момент времени t дает вероятностную оценку нахождения проекта в состоянии «полной функциональности». Состоянием «полной функциональности» является состояние проекта, когда все выполняемые в нем действия направлены только на достижение поставленных целей и отсутствуют любые отклонения. Данному состоянию характерно также отсутствие любых дополнительных временных и финансовых затрат, являющихся следствием возникающих отклонений. Показатель функциональности проекта учитывает влияние отклоняющих факторов проекта и стабилизирующих воздействий. Наибольший интерес в рамках настоящей работы представляет среднее значение показателя функциональности. Оно определяет относительное среднее время нахождения проекта в процессе его жизненного цикла в состоянии «полной» функциональности. Существует устойчивая взаимосвязь между средним значением показателя функциональности, плановыми и фактическими как временными, так и финансовыми затратами. Это показано в работах [4, 5], а также следует из сформулированного выше определения. Для определения среднего значения показателя функциональности предлагается следующая приближенная формула, применимая к уже реализованным в рамках производственной системы проектам [5]:

$$\bar{\Pi}_{\Phi} = \frac{\sum_{i=1}^k T_{\text{пл}i}}{\sum_{i=1}^k T_{\Phi i}}, \quad (4)$$

где $\bar{\Pi}_{\Phi}$ – среднее значение показателя функциональности для производственной системы, принимаемого в качестве показателя ее надежности;

$T_{\text{пл}i}$ – плановое время выполнения i -го проекта на предприятии;

$T_{\Phi i}$ – фактическое время выполнения i -го проекта на предприятии;

k – объем выборки.

Поскольку $\bar{\Pi}_{\Phi}$ есть вероятностная величина, он не может быть больше единицы, поэтому полагаем, что если $T_{\text{пл}} > T_{\Phi}$, то $\bar{\Pi}_{\Phi} = 1$.

(5)

То есть в данном случае предприятие выполняет свою работу в строго установленный срок и в рамках запланированных средств.

Объяснение того, что возможна ситуация, когда $T_{\text{пл}} > T_{\Phi}$, заключается в недостатках системы планирования графика работ по проекту выполнения этапа производства ПВН. Однако, несмотря на это, предприятие выполняет этап в заявленный им срок, что не противоречит формулировке его надежности.

Общий алгоритм получения и обработки данных о надежности предприятий представлен на рис. 5.

Множество возможных вариантов производства ПВН предприятиями стран СНГ представлено в виде графа [11] (рис. 6). Вершинам графа соответствуют следующие показатели:

- затраты времени на выполнение этапа $T(X_{ij})$;
- финансовые затраты на реализацию этапа $Z(X_{ij})$;
- надежность выполнения этапа $R(X_{ij})$.

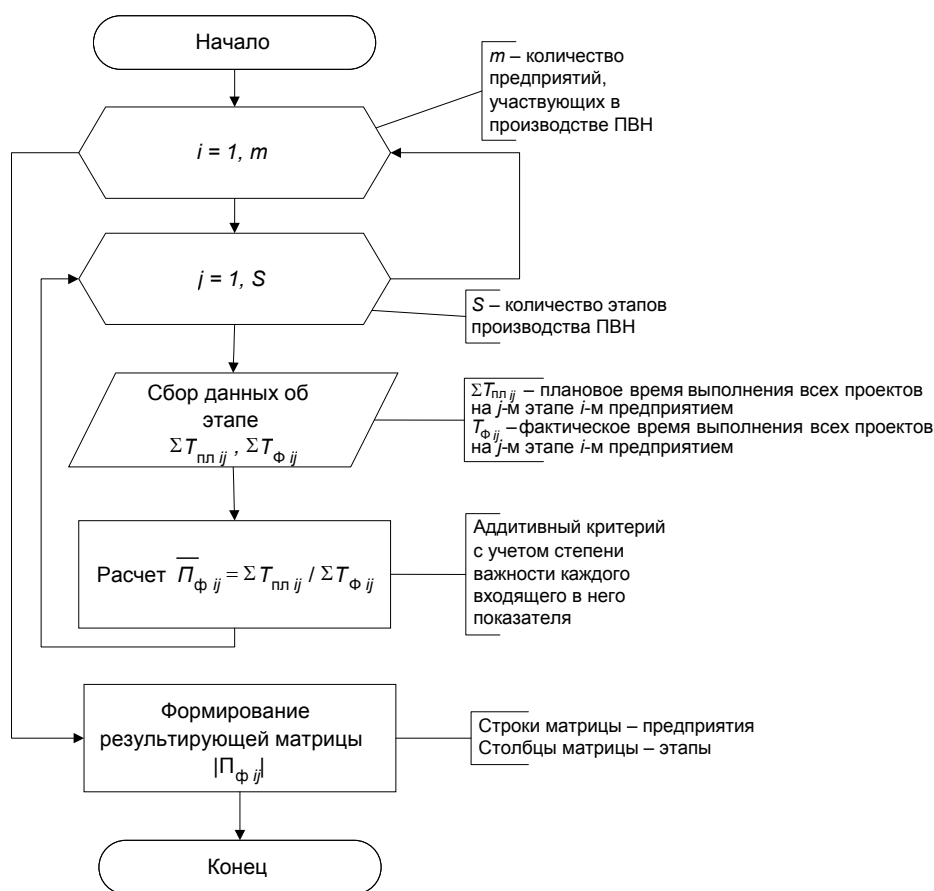


Рис. 5. Алгоритм определения надежности предприятий стран СНГ

Дугам графа сопоставлены показатели:

- временные затраты, связанные с передачей результатов выполнения этапа на следующий этап, $T_T(X_{ij})$;
- финансовые затраты, связанные с передачей результатов выполнения этапа на следующий этап, $Z_T(X_{ij})$;
- поскольку граф взаимодействия предприятий не исключает (а даже предполагает) кооперацию между предприятиями стран СНГ на разных этапах, необходимо учитывать затраты на передачу результатов работы между предприятиями.

Имея конечное множество возможных вариантов производства ПВН в рамках предприятий стран СНГ, каждый из них характеризуется совокупными затратами финансов на его реализацию, совокупными затратами времени и совокупной надежностью.

Для определения множества возможных вариантов необходимо использовать алгоритм определения возможных путей графа из начальной вершины Н в конечную вершину К. Поскольку циклы на графе отсутствуют, такой алгоритм может быть реализован [11].

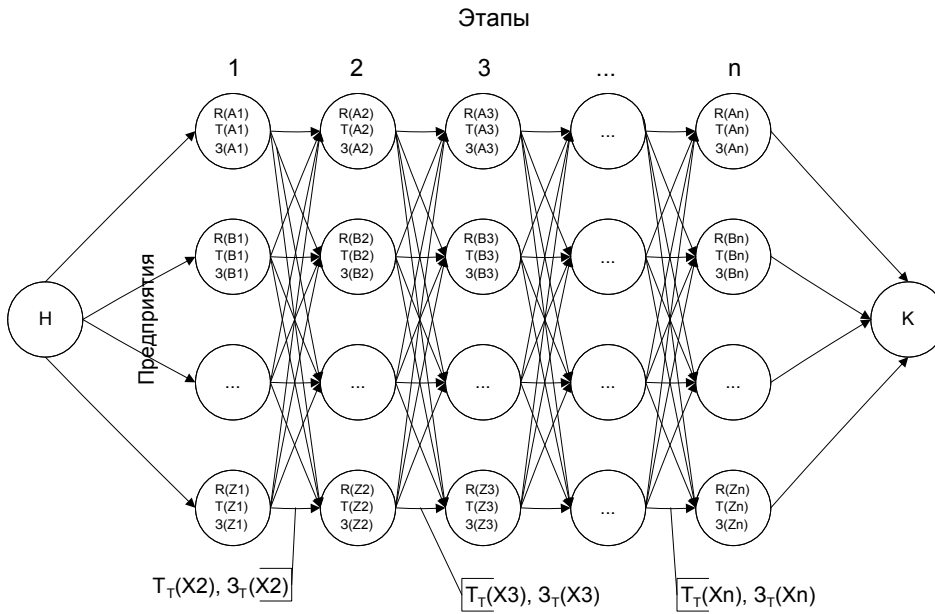


Рис. 6. Граф надежности, затрат времени и финансов системы ВТС

Для разработанного алгоритма формируются три матрицы смежности: надежности $|M_R|$, финансовых затрат $|M_3|$ и затрат времени $|M_T|$.

На пересечении i -й строки и j -го столбца каждой матрицы стоит значение соответствующего показателя из вершины, в которую приходит дуга L_{ij} .

Элемент матрицы $|M_3|$ 3_{ij} определяется как

$$3_{ij} = 3(X_{ij}) + 3_T(X_{ij}). \tag{6}$$

Элемент матрицы $|M_T|$ T_{ij} определяется как

$$T_{ij} = T(X_{ij}) + T_T(X_{ij}). \tag{7}$$

В процессе формирования множества вариантов производства продукции рассчитываются значения затрат времени, финансовых затрат и надежности каждого варианта по следующим формулам:

$$R_i = \prod_{j=1}^k R(X_{ij}), \tag{8}$$

$$3_i = \prod_{j=1}^k 3_{ij}, \tag{9}$$

$$T_i = \prod_{j=1}^k T_{ij}, \tag{10}$$

где k – количество этапов производства ПВН; $R(X_{ij})$ – надежность j -го этапа производства по i -му варианту; Z_{ij} – финансовые затраты на j -м этапе производства по i -му варианту; T_{ij} – временные затраты на j -м этапе производства по i -му варианту.

В конечном итоге формируется таблица найденных маршрутов с итоговыми показателями надежности R_i , финансовых затрат Z_i и временных затрат T_i . Эффективный вариант может быть определен с использованием разработанного показателя эффективности.

В качестве показателя эффективности i -го варианта производства ПВН предлагается использовать показатель ϕ , позволяющий учесть влияние временных и финансовых затрат на производство ПВН, а также надежность варианта:

$$\phi_i = \frac{\bar{\Pi}_{\Phi i}}{\alpha_{ij}^T \frac{T_i}{T_0} + \alpha_{ij}^{\Phi} \frac{C_i}{C_0}}, \quad (12)$$

где T_i – значение длительности i -го варианта производства ПВН, н/ч;

C_i – значение финансовых затрат на реализацию i -го варианта производства ПВН, руб;

α_{ij}^T – коэффициент важности показателя длительности производственного цикла;

α_{ij}^{Φ} – коэффициент важности показателя финансовых затрат на производство ПВН, причем $\alpha_{ij}^T + \alpha_{ij}^{\Phi} = 1$;

C_0, T_0 – значения временных и финансовых затрат на производство ПВН при базовом варианте производства.

Значения весовых коэффициентов могут быть определены с помощью экспертных методов (метод непосредственной оценки).

Критерий выбора эффективного варианта взаимодействия предприятий стран СНГ при производстве ПВН сформирован следующим образом:

$$\Theta = \max \left(\frac{\bar{\Pi}_{\Phi i}}{\alpha_{ij}^T \frac{T_i}{T_0} + \alpha_{ij}^{\Phi} \frac{C_i}{C_0}} \right), \quad i=1, \dots, v, \quad (13)$$

где v – общее количество сгенерированных вариантов производства ПВН.

Руководствуясь данным критерием выбора, возможно решение следующих задач:

1. Выбор эффективного варианта производства ПВН для всей системы ВТС в целом.

2. Выбор нескольких эффективных вариантов, в совокупности представляющих собой множество альтернатив производства ПВН.

3. Выбор эффективного варианта производства ПВН для каждого предприятия СНГ, участвующего в системе ВТС

На каждом этапе производства ПВН может иметься несколько вариантов его выполнения в рамках разных предприятий. Из этих вариантов только один будет эффективным для каждого предприятия, а все остальные могут быть рассмотрены как резервные или альтернативные варианты [1].

Резервирование состоит в том, что к предприятию мы подключаем или несколько резервных предприятий, которые по мере возникновения отказов последовательно подключаются на место основного и выполняют его функции на соответствующем этапе [1]. При этом для каждого этапа могут быть использованы нагруженные и ненагруженные резервы. К нагруженным резервам отнесены те этапы, которые выполняются хотя бы одним предприятием при производстве ПВН. На графе, изображенном на рис. 7, такие вершины связаны дугами и помечены серым цветом (A1, A2, C2 и др.). К ненагруженным резервам отнесены этапы, которые предприятия в состоянии выполнить самостоятельно, но их выполнение данным предприятием нецелесообразно или неэффективно в соответствии с принятым критерием эффективности. На графе такие вершины не закрашены и не имеют входов и выходов (C1, D1, D3).

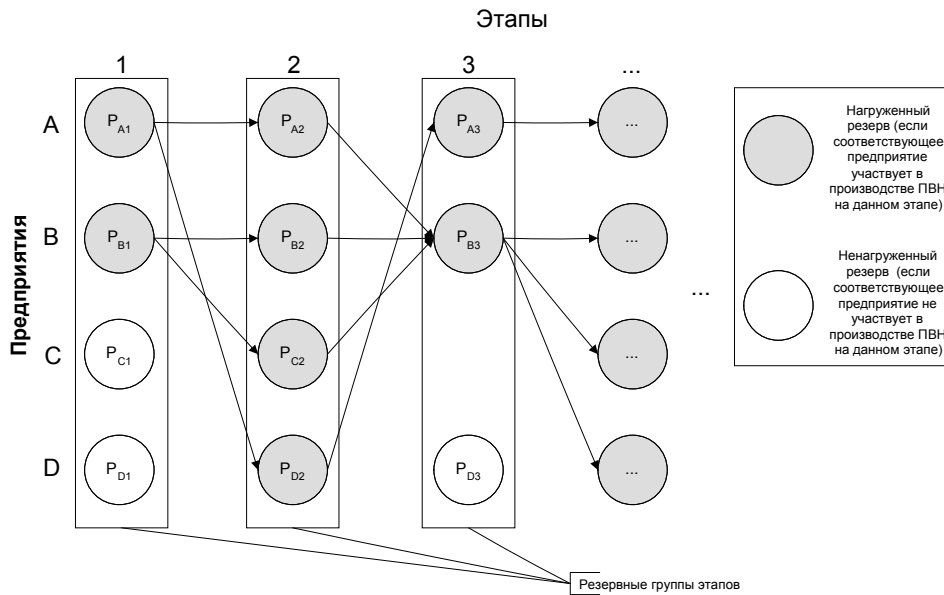


Рис. 7. Схема определения нагруженных и ненагруженных резервов в процессе определения надежности этапов

Руководствуясь положениями теории надежности, надежность каждой резервной группы этапов определяется как [1]

$$P_k = 1 - \frac{\prod_{i=1}^{n_1+n_2} (1 - P_i)}{(n_2 + 1)!}, \tag{14}$$

где n_1 – количество нагруженных резервов в резервной группе k ; n_2 – количество ненагруженных резервов в резервной группе k .

Надежность всей системы ВТС в целом при производстве ПВН предприятиями стран СНГ с учетом резервирования рассчитывается следующим образом:

$$P_{\text{ВТС}} = \prod_{k=1}^S P_k, \quad (15)$$

где S – количество этапов производства ПВН.

Таким образом, предлагаемая математическая модель позволит обоснованно подойти к формированию рациональной структуры сотрудничества предприятий стран СНГ и выбору эффективного варианта производства продукции, что обеспечит снижение временных и финансовых затрат при производстве продукции и повышение надежности выполнения заказов.

Описание интеллектуальной информационной подсистемы

На основе изложенного теоретического подхода была реализована автоматизированная информационная подсистема, относящаяся к информационному механизму поддержки принятия решений и повышения эффективности военно-технического сотрудничества России, стран СНГ и иностранных государств. Данная подсистема входит в состав проектируемой автоматизированной системы управления комплексом предприятий [2, 6, 7]. При создании автоматизированной системы учитывалось следующее: система управления должна обеспечивать руководство промышленного комплекса требуемыми информационными ресурсами на всех этапах жизненного цикла продукции в интересах обеспечения эффективности функционирования системы ВТС [9]. Система построена по модульному принципу и состоит из набора компонент, использующих совместно общие базы данных (рис. 8).

Функционально система предназначена для обеспечения процессов технической, управленческой и организационно-экономической подготовки производства на предприятиях и решает следующие задачи:

- формирование и ведение справочника номенклатуры выпускаемых изделий;
- формирование и сопровождение информационной модели изделия;
- оценка конструктивно-технологической сложности изделия и его структурных составляющих;
- разработка технологических процессов изготовления изделия и входящих в него деталей – сборочных единиц;
- нормирование технологических процессов изготовления изделия;
- оценка трудоемкости изготовления изделия и определение рациональных технологических решений в соответствии с требуемым уровнем точности и организационно-техническим уровнем производственной системы;
- формирование и сопровождение справочников ресурсов и организационно-технического уровня предприятия;
- формирование и ведение справочников типовых технологических решений и типовых технологических процессов;
- нормирование материалов;
- формирование трудовых и материальных ведомостей и отчетов;
- оценка затрат на изготовление изделия;
- управление проектами освоения новых изделий;
- поддержка принятия решений о выборе предприятий стран СНГ, в рамках которых целесообразно осуществлять ВТС по производству гражданской продукции и ПВН;

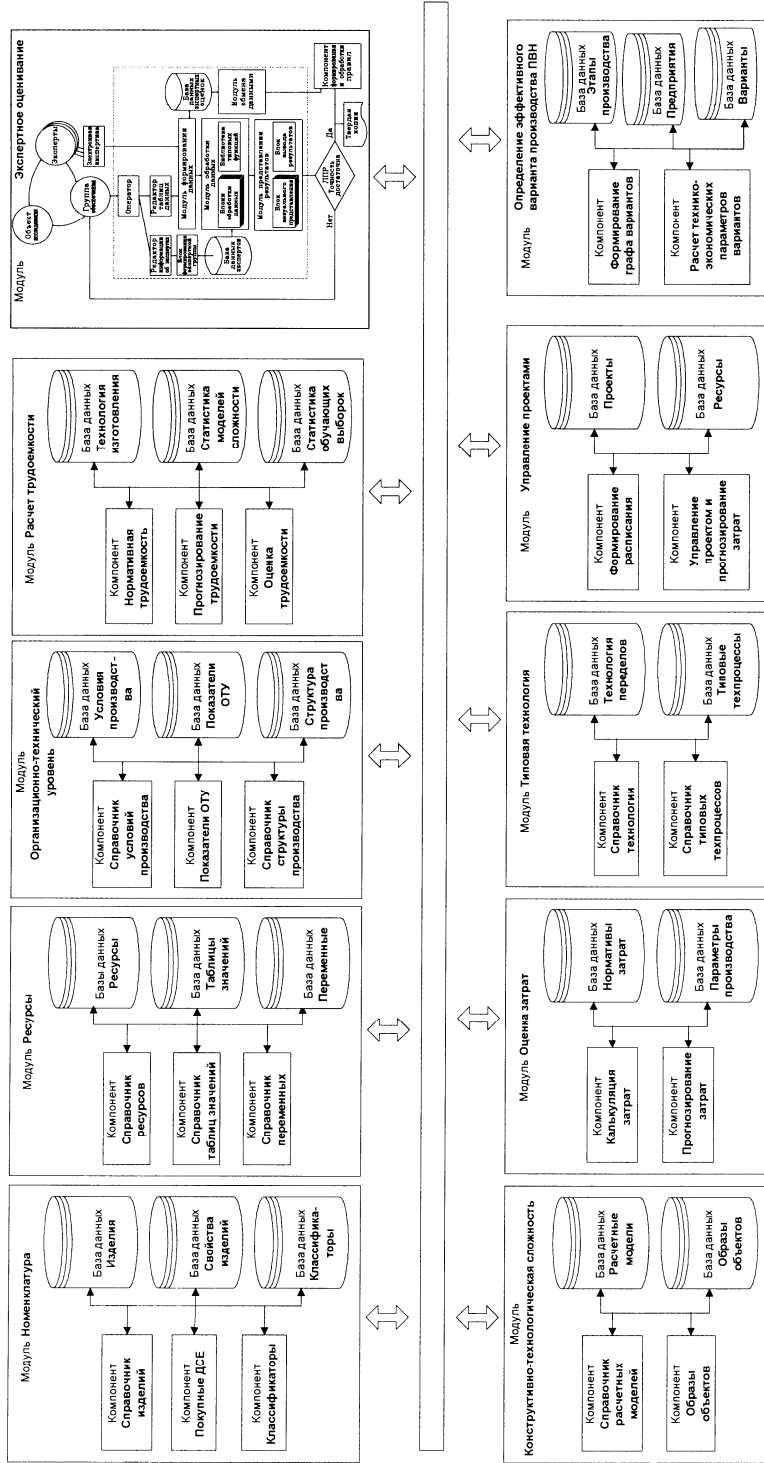


Рис. 8. Структура интеллектуальной информационной системы

• генерация множества возможных вариантов производства ПВН предприятия- стран СНГ и выбор наиболее эффективного варианта как для всей системы ВТС в целом, так и для каждого предприятия в отдельности.

Использование автоматизированной системы позволит предприятиям сократить затраты на подготовку производства, получать оперативную и достоверную информацию о состоянии предприятия, принимать обоснованные управленческие решения при формировании рациональной структуры взаимодействия между предприятиями и выборе эффективного варианта производства продукции с точки зрения минимизации затрат и повышения надежности выполнения заказов.

Список литературы

1. Гнеденко, Б. В. Математические методы в теории надежности / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. – М. : Наука, 1965. – 524 с.
2. Коршунов, А. И. Разработка эскизного проекта интегрированной системы управления ресурсами, проектами и качеством продукции / А. И. Коршунов, О. В. Мамрыкин, Б. А. Якимович // Применение ИПИ (CALS) – технологий для повышения качества конкурентоспособной продукции : матер. междунар. конф. – форума (Москва, дек. 2003). – С. 97-98.
3. Макаров, И. М. Теория выбора и принятия решений / И. М. Макаров, Т. М. Виноградская, А. А. Рубчинский, В. Б. Соколов. – М. : Наука, 1982.
4. Мамрыкин, О. В. Модель управления состояниями инновационных проектов / Научные и методические проблемы подготовки конкурентоспособных специалистов : тр. науч.-метод. конф., посв. 50-летию ИжГТУ (Воткинск, 2002).
5. Мамрыкин, О. В. Модель управления проектами освоения новых изделий машиностроения / О. В. Мамрыкин, А. П. Кузнецов, Б. А. Якимович // Высокие технологии в механике : матер. науч.-практ. конф. ИжГТУ. – Ижевск, 2002. – С. 46.
6. Мамрыкин, О. В. Автоматизированное управление жизненным циклом проектов освоения сложных изделий в машиностроении / О. В. Мамрыкин, Б. А. Якимович // Информационные технологии в управлении жизненным циклом изделий : матер. междунар. конф. ИПИ (CALS)-2003 (СПб., нояб. 2003). – С. 107-109.
7. Мамрыкин, О. В. Разработка автоматизированной системы управления проектами освоения новых изделий машиностроения / Мамрыкин О. В., Якимович Б. А. // Применение ИПИ (CALS)-технологий для повышения качества конкурентоспособной продукции : матер. междунар. конф. – форума (Москва, дек. 2003). – С. 95-96.
8. Маслюк, В. Мировой рынок ВВТ: тенденции, структура и российский сегмент / В. Маслюк, С. Барабанов // Военно-техническое сотрудничество. – 2001. – № 11.
9. Оганесян, А. Модели и инструменты интеграции // Открытые системы. – 2002. – № 11. – С. 42-48.
10. Орлов, С. Б. Азиатско-Тихоокеанский регион как геополитический полюс третьего тысячелетия / С. Б. Орлов, Л. Л. Железняк, Н. И. Турко, Н. Н. Швец // Военно-техническое сотрудничество. История, Теория. Методология. Практика : сб. ст. / Академия военных наук. ФГУП «Промэкспорт». – М., 1999.
11. Цой, С. Прикладная теория графов / С. Цой, С. М. Цхай. – Алма-Ата : Наука, 1971. – 495 с.
12. Чемезов, С. В. Военно-техническое сотрудничество России: от взаимодействия через интеграцию к рациональной маркетинговой стратегии / С. В. Чемезов, Н. Н. Швец – М. : Центр оборонных проблем академии военных наук, 2002.
13. Шарин, Ю. С. Теория сложности / Ю. С. Шарин, Б. А. Якимович, В. Г. Толмачев, А. И. Коршунов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 1999. – 132 с.
14. Якимович, Б. А. Сложность деталей машиностроения и эффективное функционирование производственной системы / Б. А. Якимович, А. И. Коршунов // Избранные ученые записки ИжГТУ : в 3 т. Том II. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 1998 – С. 55-61.