

2. Пат. 2399813 Рос. Федерация, МПК F16H 1/32. Планетарная передача.

3. Плеханов Ф. И., Овсянников А. В. Исследование распределения нагрузки по длине ролика зубчато-роликковой планетарной передачи // Вестник машиностроения. – 2011. – № 3. – С. 12–14.

4. Плеханов Ф. И., Овсянников А. В., Казаков И. А. Экспериментальное исследование деформативности элементов планетарных передач // Научно-технические и социально-экономические проблемы регионального развития : научн. конф. (Глазов, 2010). – С. 76–78.

I. V. Kuznetsov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Calculation of Load Deformation State of Roller for *K-H-V* Planetary Gear

The paper presents calculation of load distribution along roller length with account of lateral force and bending moment, operating from both the disk and satellite of the tooth-and-roller planetary gear. It is based on solution of differential equations of the displacements compatibility for mated elements of the mechanism.

Key words: planetary gear, roller, load deformation state.

УДК 658.511

Р. Л. Фоминых, кандидат технических наук, доцент, Воткинский филиал ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
М. В. Ельцов, ЗАО «Ижевский нефтяной научный центр»

Н. С. Сулоев, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

И. Г. Щенин, студент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ МАКСИМАЛЬНЫЙ СУММАРНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

Представлена математическая модель расчета оптимальных значений показателей организационно-технического уровня производственных систем, оказывающих наибольшее влияние на реализацию приоритетных целевых программ развития предприятия, направленных на обеспечение конкурентоспособности производимой гражданской продукции высокотехнологичных предприятий машиностроительного комплекса в рамках ВТО. Представленная в данной статье математическая модель позволяет не только решать задачу расчетов рациональных значений показателей организационно-технического уровня, но и проводить стоимостную оценку организационно-технического уровня производственной системы.

Ключевые слова: машиностроение, организационно-технический уровень, гражданская продукция, эффективность, математическая модель.

Актуальность поиска механизмов обеспечивающих конкурентоспособность производства гражданской продукции для отечественных промышленных предприятий вследствие вступления России в ВТО трудно переоценить. В работе [1] предложена концепция организационно-технической модернизации высокотехнологичных предприятий машиностроительного комплекса, направленной на производство гражданской продукции. Данная концепция заключается в определении оптимальных значений показателей организационно-технического уровня производственных систем, оказывающих наибольшее влияние на реализацию приоритетных целевых программ развития предприятия, направленных на обеспечение конкурентоспособности производимой гражданской продукции высокотехнологичных предприятий машиностроительного комплекса в рамках ВТО.

Преимущество концепции [1] заключается в расчете единицы измерения эффективности производственной системы, которая может быть приведена в денежном выражении, а не в численно-абстрагированном виде, которую можно использовать лишь при ее сравнении с показателями, относящимися к другим производственным системам. Вторым преимуществом концепции является возможность получения показателя, способного оценить разнородные показатели функционирования всей производственной системы и, как следствие, ее эффективность и конкурентоспособность.

Следует отметить использование в предложенной методике реализации приоритетных целевых программ развития предприятия, направленных на обеспечение конкурентоспособности гражданской продукции высокотехнологичных предприятий машиностроительного комплекса [1], показателя конст-

руктивно-технологической сложности продукции [2, 3]. Применение теории сложности, основанной на оценке показателя конструктивно-технологической сложности продукции, позволит определить единую базу оценки и непосредственно синтезировать показатель, характеризующий технологическую, техническую и организационную эффективность производства.

Дальнейшим этапом методологии разработки целевых программ развития предприятия, направ-

ленных на обеспечение конкурентоспособности производимой гражданской продукции высокотехнологичных предприятий машиностроительного комплекса в рамках ВТО, является формирование соответствующего математического аппарата. На рис. 1 представлен алгоритм, позволяющий в соответствии с методикой [1] произвести расчет оптимальных значений показателей организационно-технического уровня производственных систем.

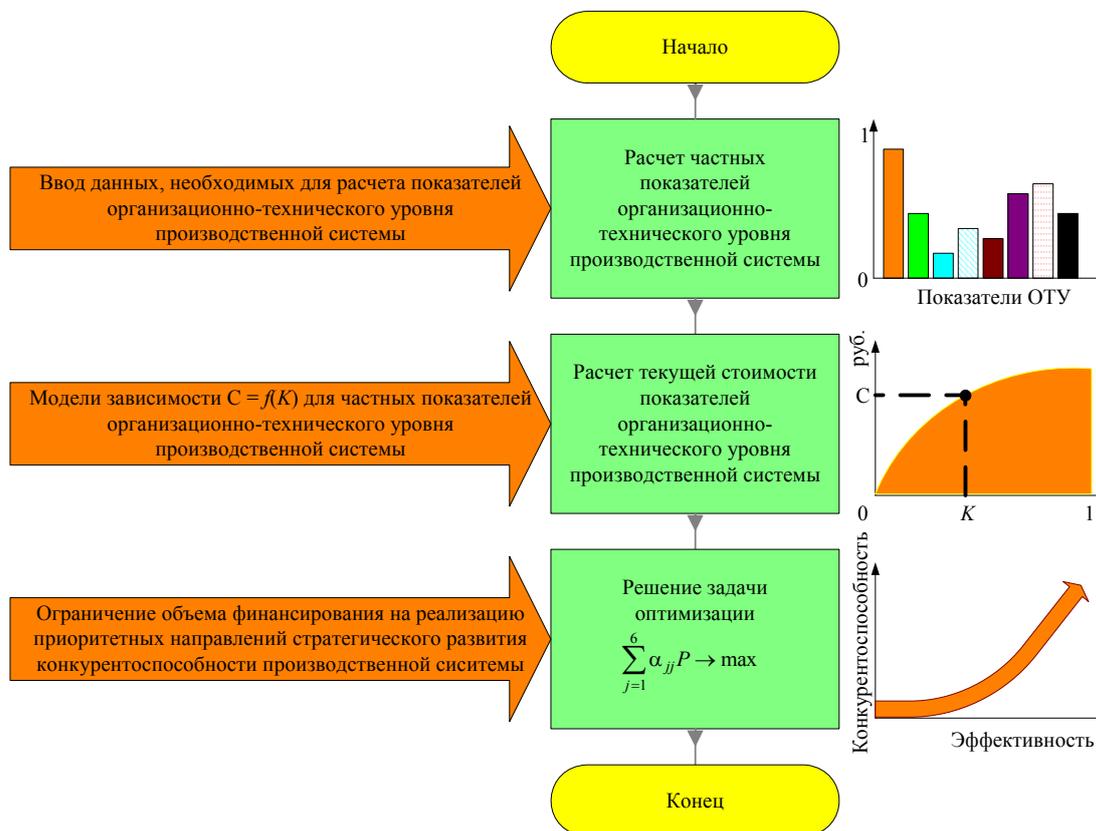


Рис. 1. Алгоритм расчет оптимальных значений показателей организационно-технического уровня производственных систем

Таким образом, решение задачи сводится к максимизации суммарного показателя конкурентоспособности производственной системы:

$$\sum_{j=1}^6 \alpha_j P_j \rightarrow \max, \quad (1)$$

где P_1 – рост выпуска продукции; P_2 – рост производительности труда; P_3 – снижение себестоимости продукции; P_4 – сокращение численности рабочих; P_5 – повышение качества продукции; P_6 – рост фондоотдачи; α_j – коэффициент важности j -го показателя ($j = 1, \dots, 6$).

Коэффициент α_j задается ЛППР и может принимать значения 0 (стратегическое направление конкурентоспособности не учитывать), 1 (стратегическое направление конкурентоспособности учитывать) и 2 (является приоритетным направлением конкурентоспособности).

Частные значения показателей конкурентоспособности P_j определяются множественной регрессионной зависимостью от показателей организационно-технического уровня K_i . В модель вошли восемь показателей (формулы (3)–(9)). Таким образом, расчет частного показателя конкурентоспособности сводится к следующей формуле:

$$P_j = x_0 + \sum_{i=1}^8 x_i K_i, \quad (2)$$

где x_0 и x_i – коэффициенты регрессии.

Методика определения показателей организационно-технического уровня производственных систем, оказывавших наибольшее влияние на реализацию целевых программ стратегического развития конкурентоспособности производства высокотехнологичной гражданской продукции, представлена в работах [1, 2].

В математическую модель расчетов рациональных значений показателей организационно-технического уровня производственной системы высокотехнологичных предприятий машиностроительного комплекса, обеспечивающих максимальный суммарный показатель конкурентоспособности производственной системы, вошли следующие показатели.

1. Показатель применения автоматизированного оборудования K_1 :

$$K_1 = N_{авт} / N_{общ} , \quad (3)$$

где $N_{авт}$ – количество автоматизированного оборудования в производственной системе, шт.; $N_{общ}$ – общее количество оборудования в производственной системе, шт.

2. Показатель использование материала K_2 :

$$K_2 = M_{изд} / M_{заг} , \quad (4)$$

где $M_{изд}$ – валовая масса (вес) изготовленных изделий, кг.; $M_{заг}$ – валовая масса (вес) заготовок для изделий, кг.

Показывает, какая часть заготовки пошла на изготовление изделия.

3. Показатель квалификации инженерного состава K_3 .

Данный коэффициент оценивается посредством методики количественной оценки уровня профессиональной подготовки при сертификации квалификаций специалистов в области технологии машиностроения. При оценке использовались измерительные материалы ООО «Центр оценки и сертификации квалификаций» (г. Ижевск) [4].

4. Показатель применения морально устаревшего оборудования K_4 :

$$K_4 = N_{экспл} / N_{общ} , \quad (5)$$

где $N_{экспл}$ – количество оборудования в производственной системе со сроком эксплуатации более 10 лет, шт.; $N_{общ}$ – общее количество оборудования в производственной системе, шт.

5. Показатель стимулирование рабочих за качество труда K_5 :

$$K_5 = T / (T \cdot (1 + F)) , \quad (6)$$

где T – запланированное количество премий за период, шт.; F – количество выплаченных премий за период, шт.

6. Показатель применение прогрессивных технологий K_6 :

$$K_6 = T_{прогр} / T_{общ} , \quad (7)$$

где $T_{прогр}$ – количество технологий внедренных на предприятии за последние 5 лет, шт.; $T_{общ}$ – общее количество технологий на предприятии, шт.

7. Показатель темпа обновления парка оборудования K_7 :

$$K_7 = \frac{\left[\sum_{i=1}^3 N_{обн.обор\ i} / N_{общ\ i} \right]}{3} , \quad (8)$$

где $N_{обн.обор\ i}$ – количество оборудования введенного в i -м году; $N_{общ\ i}$ – общее количество оборудования в i -м году.

8. Показатель технического состояния оборудования K_8 :

$$K_8 = D / (D \cdot (1 + A)) , \quad (9)$$

где D – нормативное количество остановок оборудования, шт.; A – количество непредвиденных остановок оборудования, шт.

Ограничением в решении задачи поиска максимума функции (1) является ограничение суммарной стоимости приращения показателя K_i :

$$\Psi = \sum_{i=1}^8 \Delta C_i , \quad (10)$$

где ΔC_i – стоимость приращения частного показателя организационно-технического уровня производственной системы K_i , $\Delta C_i \geq 0$.

Наибольший интерес в разрабатываемой математической модели представляет исследование зависимости организационно-технической стоимости (ОТС) производственной системы и показателя организационно-технического уровня (ОТУ) производственной системы (рис. 1):

$$C_i = f(K_i) , \quad (11)$$

где C_i – показатель организационно-технической стоимости i -го организационно-технического уровня производственной системы.

Проведенные исследования авторами статьи выведенного показателя организационно-технической стоимости производственной системы (C_i) показали, что данный показатель является «настоящим» «одномерным» показателем уровня развития предприятия, индикатором инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности. Отношение показателя организационно-технической стоимости производственной системы с такими показателями, как выручка, EBITDA, EBIT [5] и чистая прибыль, может служить одним из основных и наиболее важных показателей оценки эффективности производственной системы.

Главная сложность применения показателя организационно-технической стоимости производственной системы заключается в отсутствии самих средств оценки текущей «стоимости» показателей организационно-технического уровня и оценка функций (11) (рис. 2). Решение данной задачи возможно на совре-

менном этапе при проведении трудоемких исследований, связанных с обработкой большого объема неструктурированной статистической информации.

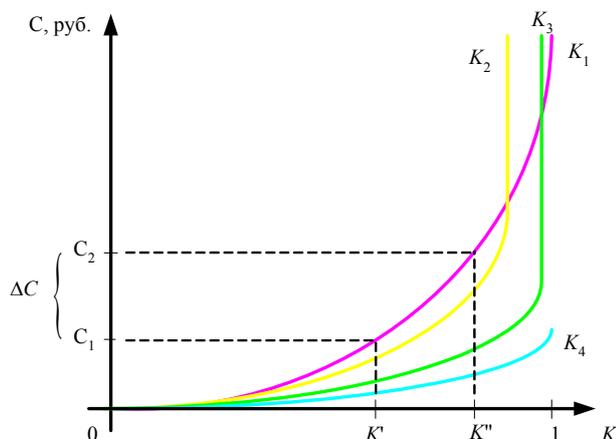


Рис. 2. Зависимости организационно-технической стоимости и показателя организационно-технического уровня производственной системы

С целью проверки математической модели (1) и начала этапа ее апробации было принято решение использовать для функций (11) модельные данные.

Решение задачи оптимизации (1) планируется произвести методом полного перебора. Так как пространство решения не очень велико, то применение данного метода поиска решения является вполне обоснованным.

Важной научной новизной данной работы является вывод показателя организационно-технической стоимости производственной системы. Данный показатель может служить новой ветвью развития теории конструктивно-технологической сложности, объединяющей средства труда (технический уровень производства), труд (организация производства) и непосредственно предмет труда (конструктивно-технологическая сложность изделия) в один структурированный показатель, характеризующий эффективность чистой конкурентоспособности производственной системы.

Практическое использование данного показателя позволит ответить на вопрос о целесообразности функционирования производственной системы и решения задач обмена и распределения организационно-технических ресурсов предприятия.

После разработки математической модели расчетов рациональных значений показателей организационно-технического уровня производственной системы высокотехнологичных предприятий машиностроительного комплекса, обеспечивающих максимальный суммарный показатель конкурентоспособности производственной системы, представляется возможным приступить к работам по созданию автоматизированной системы, позволяющей в значительной степени снизить трудоемкость проведения необходимых вычислений.

Библиографические ссылки

1. Фоминых Р. Л., Ельцов М. В., Сулоев Н. С. Методические указания к разработке планов организационно-технической модернизации высокотехнологичных предприятий машиностроительного комплекса по производству конкурентоспособной продукции гражданского направления // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 2(22). – С. 110–115.
2. Кориунов А. И., Фоминых Р. Л. Использование показателей организационно-технического уровня производственной системы для оценки трудоемкости изготовления производственной номенклатуры // Интеллектуальные системы в производстве. – 2007. – № 1. – С. 128–138.
3. Фоминых Р. Л. Разработка автоматизированной подсистемы определения конструктивно-технологической сложности, трудоемкости изготовления деталей и организационно-технического уровня многономенклатурного производства : дис. ... канд. техн. наук. – Ижевск.
4. Якимович Б. А., Решетников Е. В., Фоминых Р. Л. Анализ проблем, возникающих в процессе подготовки высококвалифицированных специалистов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2009. – № 1. – С. 132–135.
5. Фоминых Р. Л., Якимович Б. А., Кориунов А. И. Оценка трудоемкости машиностроительного изделия и организационно-технический уровень производства // Экономика и производство. – 2003. – № 4. – С. 43.

R. L. Fominykh, PhD in Engineering, Associate Professor, Votkinsk branch of Kalashnikov Izhevsk State Technical University
 M. V. Yel'tsov, NK "Rosneft" Izhevsk Oil Research Center
 N. S. Suloyev, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
 I. G. Shchenin, Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Mathematical Model to Calculate Optimal Values of Indicators of Organizational and Technical Level of the Production System of High-Tech Engineering Plants to Ensure Maximum Total Indicator of the Production System Competitiveness

The paper presents a mathematical model to calculate the optimal values of indicators of organizational and technical level of production systems that have the greatest impact on the implementation of priority target of enterprise development programs aimed at ensuring the competitiveness of high-tech civil products engineering plants.

Key words: mechanical engineering, organizational and technical level, civil production, efficiency, mathematical model.