

**МОДЕЛЬ КОМПЛЕКТОВАНИЯ ЗАКАЗА НА АВТОМОБИЛЬНОМ РЫНКЕ
И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СИНХРОНИЗАЦИИ СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА КОНВЕЙЕРЕ**

© 2016

Ф.В. Гречников, доктор технических наук, член-корреспондент РАН,
профессор, первый заместитель председателя

Самарский научный центр Российской академии наук (СамНЦ РАН), Самара (Россия)

А.В. Кобенко, вице-губернатор – министр экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области
Министерство экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области, Самара (Россия)

Ключевые слова: комплектование заказа на выпуск автомобилей; конкурентные взаимодействия предприятий на автомобильном рынке; синхронизации операций поточной линии; эффективность работы сборочного конвейера; синхронизация сборочных операций; модель принятия решений.

Аннотация: Формирование производственной программы на автомобильном предприятии вызывает необходимость учитывать огромное количество факторов, каждый из которых значительно влияет на экономическую эффективность и производственную реализуемость. В этой связи предложена модель конкурентного взаимодействия между предприятиями-производителями по выбору оптимальных объемов производства, определены условия существования равновесных значений цен, объемов выпускаемой продукции, реализация которых позволяет скомплектовать заказ на выпуск автомобилей при известной функции спроса. Рассмотренный общий подход комплектования заказа в рыночных условиях проиллюстрирован на примере модели конкурентного взаимодействия между двумя предприятиями. Предложен подход, позволяющий осуществить оценку уровня организации процессов синхронизации сборочных операций путем изменения рабочих мест при выполнении сборочной операции, изменения ритма конвейера, автоматизации сборочных процессов. Учитывая, что изменение параметров производственно-технологического потенциала определяется реализацией мероприятий и объемом инвестиций в различные виды деятельности предприятия, установлены функциональные связи между величинами уровня инновационно-инвестиционного потенциала и величиной объема инвестиций, показателями доходов, расходов и другими результатами деятельности предприятия и на этой основе определены необходимые и достаточные условия сбалансированности взаимодействия между поставщиками и сборочным производством. Сформирован критерий количественной оценки организации процессов синхронизации, характеризующей производственно-технологический потенциал и эффективность работы сборочного конвейера, и модель задачи принятия решений по выбору параметров сборочного производства, обеспечивающая количественную оценку уровня производственно-технологического потенциала по организации процессов синхронизации сборочных операций и эффективность работы сборочного конвейера. Полученная модель задачи принятия решений по выбору параметров сборочного производства обеспечивает оценку уровня производственно-технологического потенциала по организации процессов синхронизации сборочных операций.

Одним из самых сложных и ответственных процессов на автомобильном предприятии является формирование среднесрочной (годовой) и оперативной (ежемесячной) программы производства, а также посуточных и посменных заданий. Необходимо учитывать огромное количество факторов, каждый из которых значительно влияет на экономическую эффективность и производственную реализуемость. Это и формирование плана продаж, ориентированного на выполнение заказов, планирование запасов готовых автомобилей, логистику до дилеров. Это и серьезная работа внутри производственного контура, учитывающая технологическую специфику каждого отдельного производства, необходимость переналадки оборудования, межоперационные заделы, формирование оптимальной среднемесячной загрузки предприятия и отдельных цехов, режимы сменности работы, скорость основных конвейеров и другие факторы. Это запуск новых моделей автомобилей и агрегатов. И наконец, возможности поставщиков по выполнению плана поставок, внешняя логистика, ритмичность поставок, запуск производства новых комплектующих изделий, включая подготовку производства у поставщиков, внутрипроизводственную логистику и т. д. [1–3].

В конечном итоге сформированная на год программа детализируется по месяцам и ежемесячно уточняется, ба-

лансируется с учетом значительного количества факторов и является одновременно законом на предприятии и связующим звеном, на основании которого синхронизируется работа тысяч сотрудников и десятков разных служб. На основании месячной программы производства формируется понедельная, подневная и посменная загрузка предприятия и отдельных подразделений. Задача, которая решается постоянно, – это обеспечение максимальной эффективности при выборе и реализации различных сценариев производства готовых изделий [4–6].

Наиболее эффективным способом организации выпуска продукции является ритмичное, синхронизированное по всем этапам и процессам производство изделий. Это связано с тем, что отклонения от ритмичности, снижение уровня синхронизации приводят к тому, что производственные мощности загружены неравномерно, что, в свою очередь, ведет к значительным потерям. В этой связи предпочтительнее наладить ритмичный выпуск продукции на протяжении каждой смены планового периода. Решение этой проблемы является особенно важным для цехов, которые характеризуются большой номенклатурой выпуска продукции [7].

В качестве объекта организации производства рассмотрим сборочное производство по выпуску автомобилей различных моделей. Обозначим через x_{0j}^k месячный

заказ на выпуск j -й модели автомобиля k -й комплектации. Тогда $x_0 = \sum_{i=1}^m x_0^k$ представляет собой скомплектованный суммарный по всем моделям месячный заказ на выпуск автомобилей.

Для комплектования заказа на выпуск модели автомобиля одного класса предприятиями-производителями рассмотрим модель конкурентного взаимодействия между n участниками рынка. Каждое предприятие независимо от других назначает цену изделия, обеспечивающую максимум целевой функции при заданной функции спроса на эту модель автомобиля [2; 8–10]. Пусть модель задачи принятия решений i -го предприятия по выбору цены P_i имеет следующий вид:

$$f_i(D_i(P_i, P_{-i})P_i) \rightarrow \max_{P_i \in A_i}, i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где $D_i(P_i, P_{-i})$ – функция спроса на продукцию i -го предприятия;

P_i – цена на продукцию i -го предприятия;

$P_{-i} = (P_1, P_2, \dots, P_{i-1}, P_{i+1}, \dots, P_n)$ – вектор цен, назначаемых конкурентами.

Каждое предприятие выбирает оптимальные для него значения цены при заданной обстановке P_{-i} , которая характеризуется совокупностью значений цен, выбираемых конкурентами. Таким образом, решение, принимаемое каждым участником рынка, можно записать следующим образом:

$$X_i(P_{-i}) = \text{Arg max}_{P_i} f_i(D_i(P_i, P_{-i}), P_i), i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Каждое уравнение полученной системы (2) представляет собой уравнение реакции i -го предприятия на стратегии по выбору цен P_{-i} конкурентами. В результате решения системы уравнений (2) находим для каждого предприятия равновесные значения цен и равновесные значения объемов продукции равного заказа на выпускаемую модель автомобиля.

С учетом системы (2) условие существования равновесных значений цен, объемов выпускаемых изделий можно представить в виде следующего неравенства:

$$X_1(P_{-1}) \cap X_2(P_{-2}) \cdot \dots \cdot X_{n-1}(P_{-(n-1)}) \cap X_n(P_{-n}) \neq \emptyset.$$

Таким образом, если множество точек пересечения линий реакций (2) не пусто, то точка пересечения будет принадлежать точкам равновесия. Содержательная сторона точек равновесия означает, что система уравнений (2) имеет решение, а рынок модели автомобиля в процессе функционирования не монополизирован, и в нем отсутствует явление конкурентного вытеснения. Отсутствие равновесного состояния говорит о том, что на рынке доминируют процессы конкурентного выживания, и в процессе функционирования он будет либо монополизирован, либо разрушен.

Проиллюстрируем предложенный общий подход комплектования заказа в рыночных условиях на примере модели конкурентного взаимодействия между двумя предприятиями (дуополюсный рынок) [8–12].

При известных функциях спроса модель задачи выбора цены автомобиля каждым предприятием при максимизации объема продаж имеет вид:

$$\frac{f_i(P_i, D_i(P_i, P_j)) = P_i D_i(P_i, P_j) = P_i(D_0 - a_i P_i + k_i P_j)}{\max_{P_i, i, l = 1, 2, i \neq j}}, \quad (3)$$

где D_0 – объем рынка изделий;

$a_i, i = 1, 2$ – скорость убывания функции спроса i -го предприятия;

$k_i, i = 1, 2$ – скорость возрастания функции спроса i -го предприятия.

Полученная в соответствии с (1) модель принятия решений (3) характеризует конкурентные взаимодействия двух предприятий на автомобильном рынке.

Для определения равновесных цен сформируем систему уравнений функции (2), дифференцируя каждую систему (4) по P_1 и P_2 соответственно. В результате получим:

$$P_i(P_j) = \frac{1}{2a_i} (D_0 + k_i P_j), i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (4)$$

В результате решения системы (4) определим равновесные значения цен автомобилей:

$$P_i^P = \frac{D_0(2a_j + k_j)}{4a_i a_j - k_i k_j}, i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (5)$$

Подставляя полученные равновесные значения цен в функции спроса, определим для каждого предприятия равновесные значения объемов выпуска автомобилей:

$$\begin{aligned} D_1^0 = x_1^P &= \frac{D_0 a_1 (2a_2 + k_1)}{4a_1 a_2 - k_1 k_2} \\ D_2^0 = x_2 &= \frac{D_0 a_2 (2a_1 + k_2)}{4a_1 a_2 - k_1 k_2} \end{aligned} \quad (6)$$

Из полученных уравнений (5, 6) следует, что для устойчивости конкурентного автомобильного рынка и существования точки равновесия необходимо, чтобы соотношения между параметрами функции спроса D_0, a_1, a_2, k_1, k_2 обеспечивали выполнение следующего неравенства:

$$(2a_1 > k_1) \wedge (2a_2 > k_2).$$

Предложенный подход позволит скомплектовать заказ на выпуск автомобилей любой модели при известной функции спроса.

Для организации работы поточной линии необходимо, чтобы продолжительность каждой сборочной операции, характеризующая ее трудоемкость, была равна ритму выпуска одного изделия с поточной линии, т. е. чтобы на каждой сборочной операции конвейера выполнялось следующее условие:

$$r_0 - \frac{t_k}{q_k} \approx 1, L, \quad (7)$$

где q_k – число рабочих мест, установленных на k -й операции;

t_k – штучное время выполнения k -й сборочной операции;

$r_0 = \frac{T}{x_0}$ – ритм конвейера;

T – месячный фонд времени работы сборочного производства.

Разность между ритмом конвейера и трудоемкостью сборочной операции характеризует уровень организации процессов синхронизации операций поточной линии. Таким образом, уровень синхронизации характеризует эффективность организации сборочного процесса поточной линии. Как следует из формулы (7), синхронизация обеспечивается изменением рабочих мест при выполнении сборочной операции, изменением ритма конвейера и автоматизацией сборочных процессов. Отметим, что на поточной линии сборка осуществляется рабочим или бригадой в процессе движения изделия на конвейере. По окончании сборочной операции одного изделия рабочий (бригада) возвращается на свое исходное место в рабочей зоне и начинает сборку следующего по порядку изделия, которое должно подойти к этому месту в момент возвращения рабочего (бригады). Таким образом, ритм работы конвейера с непрерывным движением (без снятия изделий) складывается из времени выполнения k -й сборочной операции и передвижения рабочего, т. е.:

$$r_0 = \max_k (t_{cб} + t_{об})_k \leq \frac{T}{x_0},$$

где $t_{cб}$ – трудоемкость выполнения k -й сборочной операции;

$t_{об}$ – время возвращения рабочего в исходное место.

Изменение параметров производственно-технологического потенциала определяется реализацией мероприятий и объемов инвестиций в различные виды деятельности предприятия: технологию, трудовые, материальные ресурсы и др. В основе инвестиционного потенциала лежат инновации, реализация которых обеспечивает повышение уровня технологического, ресурсного потенциала: увеличивает объемы производства и продаж, снижает затраты на материальные, трудовые ресурсы, эксплуатацию оборудования [13; 14]. В этой связи необходимо установление функциональных связей между величинами уровня инновационно-инвестиционного потенциала и величиной объема инвестиций, показателями доходов, расходов и другими результатами деятельности предприятия.

Обозначим через z_k объем инвестиций в повышение уровня производственно-технологического потенциала предприятия. Менеджер, выбирая объем инвестиций, максимизирует величину производственно-технологического потенциала при заданных функциональных зависимостях между изменением координирующих параметров и объемом инвестиций [15–20]. В качестве функциональной зависимости принято следующее уравнение:

$$\Delta r_k(z_k) = c_k (1 - e^{-\beta_k z_k}), k = 1, K, \quad (8)$$

где c_k – коэффициент масштабирования;

β_k – коэффициент, определяющий скорость возрастания координирующих параметров.

С учетом уравнения (8) необходимое и достаточное условие сбалансированности взаимодействия между поставщиками и сборочным производством можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f_k(x_k, z_k)}{\partial r_k} \Delta r_k(z_k) = \\ = \frac{\partial f_k(x_k, z_k)}{\partial r_k} C_k (1 - e^{-\beta_k z_k}) \geq \Delta q_k(x_k), k = 1, K \end{aligned} \quad (9)$$

Исходя из условия (9), значение объема инвестиций в повышение производственно-технологического потенциала равно

$$z_k = \frac{\ln \left(\Delta q_k(x_k) - c_k \frac{\partial f_k(x_k, z_k)}{\partial r_k} \right)}{\beta_k}.$$

В результате решения трансцендентного уравнения определяется объем инвестиций, обеспечивающий синхронизацию сборочных процессов на конвейере по выпуску изделий.

Предположим, что функциональная зависимость между изменением координирующих параметров производственно-технологического потенциала, направленных на организацию сбалансированного взаимодействия между поставщиками, сборочным производством и объемом инвестиций, представлена следующим линейным уравнением:

$$\Delta r_k(x_k, z_k) = p_k z_k, k = 1, K, \quad (10)$$

где p_k – коэффициент, характеризующий скорость увеличения координирующего параметра k -го поставщика.

Условие организации сбалансированного взаимодействия с учетом уравнения (10) будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f_k(x_k, z_k)}{\partial r_k} \Delta r_k(z_k) = \\ = \frac{\partial f_k(x_k, z_k)}{\partial r_k} p_k z_k \geq \Delta q_k(x_k), k = 1, K \end{aligned}$$

Из полученного уравнения находим объем инвестиций z_k , позволяющий увеличить потенциальные возможности поставщика:

$$z_k = \frac{1}{p_k} \frac{\Delta q_k(x_k)}{\left(\frac{\partial f_k(x_k, z_k)}{\partial r_k} \right)}.$$

С учетом введенных обозначений сформируем критерий количественной оценки организации процессов синхронизации, характеризующей производственно-

технологический потенциал и эффективность работы сборочного конвейера, в следующем виде:

$$f_0(r_0, t, q) = \sum_{k=1}^L \left(r_0 - \frac{t_k}{q_{k+}} \right),$$

где $f_0(r_0, t, q)$ характеризует уровень организации процессов синхронизации сборочных операций и величину интенсивности работы поточной линии за месяц; L – количество сборочных операций на конвейере.

Обозначим через y величину фактического выпуска изделий за плановый период (смена, сутки, неделя, месяц, квартал, год). Тогда модель принятия решений по выбору параметров сборочного производства, обеспечивающая количественную оценку уровня производственно-технологического потенциала по организации процессов синхронизации сборочных операций и эффективность работы сборочного конвейера, будет иметь следующий вид:

$$f_0(r_0, t, q) = \sum_{p=1}^D \sum_{s=1}^2 \sum_{k=1}^L \left(r_0 x_{0p}^{ls} - \frac{t_k}{q_k} y_{pk}^{ls} \right) \rightarrow \min,$$

$$y_{pk}^{ls} = x_{0p}^{ls}, p = 1, D, s = 1, 2, y_{pk}^{ls} \leq x_{k3}, k = 1, L,$$

$$r_0 = \max_k \left(\frac{t_{c0} + t_{0a}}{q} \right)_k \leq \frac{T}{x_0},$$

где x_{0p}^{ls} – плановый объем выпуска изделий в s -ую смену p -го рабочего дня l -го месяца;

y_{pk}^{ls} – фактический объем выпуска изделий на k -й сборочной операции в s -ую смену p -го рабочего дня l -го месяца;

x_{k3} – задел сборочных комплектов на k -й сборочной операции.

Сформированная модель принятия решений менеджером сборочного производства позволяет синхронизировать ритм выпуска изделий с трудоемкостью каждой сборочной операции на конвейере и определить оптимальные значения объема выпуска изделий, обеспечивающие наибольший уровень интенсивности работы сборочного конвейера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов Д.В., Антипова О.И., Чернова В.В., Щипанов Д.В. Совершенствование производственных систем на основе эффективных методов управления. Тольятти: ТГУ, 2008. 248 с.
2. Барвинок В.А. Теория и практика системно-структурного моделирования механизмов взаимодействия в организационно-экономических системах. М.: Наука и технологии, 2000. 356 с.
3. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. М.: Наука, 1981. 384 с.
4. Бурков В.Н., Баркалов С.А. Модель согласования интересов в задаче управления проектами // Математическое моделирование информационных и тех-

5. нологических процессов. Воронеж: ВГТА, 2003. Вып. 6. С. 58–60.
5. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. М.: Наука, 1977. 255 с.
6. Егорова Т.А. Организация производства на предприятиях машиностроения. СПб.: Питер, 2004. 304 с.
7. Кобенко А.В., Клентак А.С. Разработка модели задачи принятия организационно-управленческих решений по выбору объема выпуска заготовок литейного производства // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. №. 6. С. 365–369.
8. Гришанов Д.Г., Щёлоков Д.А., Наумов К.В., Кирилина С.А. Формирование конкурентных стратегий на рынке ракетно-космической техники в условиях ценовой дуополюной конкуренции // Дайджест-финансы. 2011. № 1. С. 30–36.
9. Гришанов Г.М., Колычев С.А., Клентак Л.С. Модели конкурентного взаимодействия между предприятиями и формирование параметрически устойчивых равновесных состояний // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 6. С. 19–25.
10. Гришанов Г.М., Засканов В.Г., Курбатов В.П., Проничев Н.Д., Скиба М.В. Моделирование взаимодействий между предприятиями по производству газотурбинных установок. Самара: СамНЦ РАН, 2016. 156 с.
11. Скиба М.В., Гришанов Г.М., Засканов В.Г. Моделирование конкурентных стратегий по выбору цены и уровню надежности изделия // Логистика и экономика ресурсоэнергосбережения в промышленности (МНПК «ЛЭРЭП-9-2015»): сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции. Смоленск: СГТУ им. Гагарина Ю.А., 2015. С. 307–309.
12. Гераськин М.И., Гришанов Г.М. Экономико-математическое моделирование современных промышленных комплексов. Самара: СамНЦ РАН, 2016. 194 с.
13. Вумек Дж.П. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. 230 с.
14. Вэйдер М. Инструменты бережливого производства: минируководство по внедрению методик бережливого производства. М.: Альпина Паблишерз, 2009. 330 с.
15. Антипов Д.В., Франковская Е.Г., Щипанов В.В. Повышение эффективности процессов сервисного обслуживания автомобилей в условиях кризиса // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2008. № S9. С. 23–29.
16. Гришанов Г.М., Кирилина С.А., Сургутанов А.В. Моделирование конкурентных стратегий на рынках сбыта однородной продукции в условиях олигополии // Экономические науки. 2009. № 53. С. 320–323.
17. Антипов Д.В. Обеспечение устойчивой конкурентоспособности предприятий автомобильной промышленности. Тольятти: ТГУ, 2013. 283 с.
18. Антипов Д.В., Щипанов В.В. Проблемы управления устойчивым развитием предприятия. Тольятти: Касандра, 2009. 146 с.
19. Антипов Д.В., Клочков Ю.С. Разработка научных и методических методов и подходов повышения

- эффективности функционирования и качества организации производственных систем. Самара: СамНЦ РАН, 2013. 450 с.
20. Барвинок В.А., Кияткина Е.П., Клочков Ю.С. Стратегия развития корпорации на основе механизмов управления устойчивостью и самоорганизацией. Самара: Книга, 2010. 330 с.
- ### REFERENCES
1. Antipov D.V., Antipova O.I., Chernova V.V., Shchipanov D.V. *Sovershenstvovanie proizvodstvennykh sistem na osnove effektivnykh metodov upravleniya* [Production systems improvement on the base of the effective methods of management]. Togliatti, TGU Publ., 2008. 248 p.
 2. Barvinok V.A. *Teoriya i praktika sistemno-strukturnogo modelirovaniya mekhanizmov vzaimodeystviya v organizatsionno-ekonomicheskikh sistemakh* [Theory and practice of system-structural modeling of mechanisms of interaction in business systems]. Moscow, Nauka i tekhnologii Publ., 2000. 356 p.
 3. Burkov V.N., Kondratev V.V. *Mekhanizmy funktsionirovaniya organizatsionnykh sistem* [Mechanisms of organizational system functioning]. Moscow, Nauka Publ., 1981. 384 p.
 4. Burkov V.N., Barkalov S.A. The model of interests' congruence in the task of project management. *Matematicheskoe modelirovanie informatsionnykh i tekhnologicheskikh protsessov*. Voronezh, VGTA Publ., 2003. Vyp. 6, pp. 58–60.
 5. Burkov V.N. *Osnovy matematicheskoy teorii aktivnykh sistem* [The foundations of the mathematical theory of active systems]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 255 p.
 6. Egorova T.A. *Organizatsiya proizvodstva na predpriyatiyakh mashinostroeniya* [Organization of production at enterprises of machine-building]. Sankt Petersburg, Piter Publ., 2004. 304 p.
 7. Kobenko A.V., Klentak A.S. Development of models task of adopting organizational and managerial decision on the choice of volumes of release blanks foundry. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2015, vol. 17, no. 6, pp. 365–369.
 8. Grishanov D.G., Shchelokov D.A., Naumov K.V., Kirilina S.A. The formation of competitive strategies in the market of rocket-and-space equipment in the terms of price duopoly competition. *Dayzhest-finansy*, 2011, no. 1, pp. 30–36.
 9. Grishanov G.M., Kolychev S.A., Klentak L.S. Models of competitive interaction between enterprises and formation of parametrically stable equilibrium states. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta im. akademika S.P. Koroleva (natsionalnogo issledovatel'skogo universiteta)*, 2012, no. 6, pp. 19–25.
 10. Grishanov G.M., Zaskanov V.G., Kurbatov V.P., Pronichev N.D., Skiba M.V. *Modelirovanie vzaimodeystviy mezhdu predpriyatiyami po proizvodstvu gazoturbinnnykh ustanovok* [Modeling of interactions between the manufacturers of gas turbine plants]. Samara, SamNTs RAN Publ., 2016. 156 p.
 11. Skiba M.V., Grishanov G.M., Zaskanov V.G. Simulation of competitive strategy to select price and reliability level. *Logistika i ekonomika resursoenergoberezheniya v promyshlennosti (MNPk "LEREP-9-2015")*: sbornik nauchnykh trudov po materialam IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Smolensk, SGTU im. Gagarina Yu.A. Publ., 2015, pp. 307–309.
 12. Geraskin M.I., Grishanov G.M. *Ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie sovremennykh promyshlennykh kompleksov* [Economic-mathematical modeling of modern industrial complexes]. Samara, SamNTs RAN Publ., 2016. 194 p.
 13. Vumek Dzh.P. *Berezhlyvoe proizvodstvo: kak izbavitsya ot poter i dobitsya protsvetaniya vashey kompanii* [Lean production: how to dispense with the losses and achieve the prosperity of your company]. Moscow, Alpina Biznes Buks Publ., 2008. 230 p.
 14. Veyder M. *Instrumenty berezhlyvogo proizvodstva: minirukovodstvo po vnedreniyu metodik berezhlyvogo proizvodstva* [The instruments of lean production: mini-guide on the implementation of the techniques of lean production]. Moscow, Alpina Pablishez Publ., 2009. 330 p.
 15. Antipov D.V., Frankovskaya E.G., Shchipanov V.V. Increase of efficiency of processes of service of cars in conditions of crisis. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2008, no. S9, pp. 23–29.
 16. Grishanov G.M., Kirilina S.A., Surgutanov A.V. Modeling of competitive strategies in the distribution areas of a homogeneous product in the terms of oligopoly. *Ekonomicheskie nauki*, 2009, no. 53, pp. 320–323.
 17. Antipov D.V. *Obespechenie ustoychivoy konkurentosposobnosti predpriyatiy avtomobilnoy promyshlennosti* [The ensuring of sustainable competitiveness of automobile industry enterprises]. Togliatti, TGU Publ., 2013. 283 p.
 18. Antipov D.V., Shchipanov V.V. *Problemy upravleniya ustoychivym razvitiem predpriyatiya* [The issues of management of sustainable development of enterprises]. Togliatti, Kassandra Publ., 2009. 146 p.
 19. Antipov D.V., Klochkov Yu.S. *Razrabotka nauchnykh i metodicheskikh metodov i podkhodov povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya i kachestva organizatsii proizvodstvennykh sistem* [The development of scientific and methodological methods and approaches to the improvement of efficiency of functioning and quality of manufacturing systems organization]. Samara SamNTs RAN Publ., 2013. 450 p.
 20. Barvinok V.A., Kiyatkina E.P., Klochkov Yu.S. *Strategiya razvitiya korporatsii na osnove mekhanizmov upravleniya ustoychivostyu i samoorganizatsie* [The strategy of corporation development based on the mechanisms of management of sustainability and self-organization]. Samara, Kniga Publ., 2010. 330 p.

**THE MODEL OF ORDER-PICKING IN THE AUTOMOBILE MARKET
AND THE ORGANIZATION OF THE PROCESSES OF SYNCHRONIZATION
OF THE ASSEMBLY OPERATIONS IN THE CONVEYOR**

© 2016

F.V. Grechnikov, Doctor of Sciences (Engineering), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Professor, First Deputy Chairman

Samara Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Samara (Russia)

A.V. Kobenko, Vice-Governor – Minister of Economic Development, Investment and Trade of Samara Region
The Ministry of Economic Development, Investment and Trade of Samara Region, Samara (Russia)

Keywords: picking of the order for automobile production; competitive interactions of the enterprises in the automobile market; synchronization of in-line system operations; the efficiency of assembly conveyor work; the assembly operations synchronization; the model of decision making.

Abstract: The development of production program at the automobile enterprise causes the necessity to consider the great number of factors, each of which influences significantly the economic efficiency and production feasibility. In this connection, the authors proposed the model of competitive interaction between the manufacturing enterprises in the selection of optimal production quantity, determined the conditions for the existence of the equilibrium price values, the products volume, the realization of which allows fulfilling the request for production of vehicles with a certain demand function. The considered general approach of the order picking in the market conditions is illustrated through the example of the model of competitive interaction between two enterprises. The authors suggested the approach allowing carrying out the assessment of the level of organization of synchronization processes of assembly operations by changing the working places when performing the assembly operation, changing the conveyor rhythm, and the assembly processes automation. Considering the fact that the change of parameters of production and technological potential depends on the measures implementation and the volume of investments in various types of the enterprise's activity, the authors determined the functional relations between the values of the innovative-investment potential level and the results of the enterprise's activity. On this basis, the authors determined the necessary and the sufficient conditions for the balance of interaction between the suppliers and the assembly production. The authors formed the criterion of the quantitative assessment of organization of synchronization processes characterizing the production and technological potential and the efficiency of the assembly conveyor operation, as well as the model of the task of decision-making on the selection of assembly production parameters ensuring the quantitative assessment of the level of production and technological potential for the organization of the processes of the assembly operations synchronization and the efficiency of the assembly conveyor operation. The obtained model of the task of decision-making on the selection of the assembly production parameters ensures the assessment of the level of production and technological potential for the organization of the assembly operations synchronization processes.