

УДК 331.101.6:338.45:621

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ

^{1,2}Мелехин В.Б., ^{3,4}Хачумов В.М.¹Дагестанский государственный технический университет, Махачкала;²Дагестанский государственный университет народного хозяйства,

Махачкала, e-mail: pashka1602@rambler.ru;

³Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»

Российской академии наук, Москва;

⁴Институт программных систем им. А.К. Айламазяна Российской академии наук,

Веськово, e-mail: vmh48@mail.ru

С целью дальнейшего эффективного функционирования и развития машиностроения обоснована целесообразность создания на ассоциативной основе машиностроительных объединений на базе предприятий, образующих технологические цепочки полного цикла изготовления различных видов машиностроительной продукции. Для обеспечения эффективной производственно-финансовой деятельности машиностроительных объединений в нестабильной рыночной среде предложена методика построения области технологической устойчивости их предприятий, позволяющая определять такие объемы производства и количество производственного персонала, которые позволяют обеспечить им запланированный уровень выработки и таким образом эффективным образом управлять производительностью труда в объединениях. Сформулирована задача линейного программирования и разработан метод ее решения, обеспечивающий возможность оптимального планирования объемов производства различных видов машиностроительной продукции и получения на этой основе максимально возможной прибыли при ограниченных финансовых ресурсах, имеющихся у предприятий машиностроительных объединений. Разработаны инструментальные средства управления финансовой устойчивостью предприятий машиностроительных объединений в условиях неопределенности на основе нечеткого алгоритма регулирования коэффициента финансовой зависимости. В целом предложенные методические положения и инструментальные средства позволяют организовать автоматизированное управление производственно-финансовой деятельностью машиностроительных объединений в нестабильных условиях современного рынка.

Ключевые слова: машиностроительное объединение, нестабильная экономическая среда, технологическая устойчивость, производительность труда, максимальная прибыль, финансовая устойчивость

TOOLS FOR AUTOMATED STABILITY CONTROL OF THE PRODUCTION AND FINANCIAL ACTIVITIES OF ENGINEERING ASSOCIATIONS

^{1,2}Melekhin V.B., ^{3,4}Khachumov V.M.¹Dagestan State Technical University, Makhachkala;²Dagestan State University of national economy, Makhachkala, e-mail: pashka1602@rambler.ru;³Federal research center «Informatics and management» of the Russian Academy of Sciences, Moscow;⁴Institute of software systems A.K. Aylamazyan of the Russian Academy of Sciences,

Veskovko, e-mail: vmh48@mail.ru

For the purpose of further effective functioning and development of machine-building the expediency of creation on the associative basis of machine-building associations on the basis of enterprises forming technological chains of the full cycle of production of various types of machine-building products is proved. To ensure the effective production and financial activities of machine-building associations in an unstable economic environment, a method of constructing the field of technological stability of its enterprises has been developed, which allows to determine such production volumes and the number of production personnel that allow them to ensure the planned level of production and thus effectively manage labor productivity in the Association. The problem of linear programming is formulated and the method of its solution is proposed, which provides the possibility of optimal planning of production volumes of various types of engineering products and obtaining on this basis the maximum possible profit with limited financial resources available to enterprises. The tools of management of financial stability of machine-building associations in the conditions of uncertainty on the basis of fuzzy algorithm of regulation of a threshold of financial security and durability are developed. In General, the proposed methodological provisions and tools allow to organize automated management of production and financial activities of construction associations in unstable conditions of the modern market. It is noted that the further development of the proposed methods is associated with the calculations taking into account the production potential of machine-building enterprises.

Keywords: machine-building Association, unstable economic environment, technological stability, labor productivity, maximum profit, financial stability

Цифровая трансформация экономики и развитие на этой основе отечественного машиностроения тесно связаны с разработкой инструментальных средств, позво-

ляющих создавать информационные технологии автоматизированного управления деятельностью и развитием машиностроительных объединений (МО). Особый ин-

терес в данном разрезе представляют МО, создаваемые на ассоциативной основе из машиностроительных предприятий с уже установившимися между ними связями в рамках технологических цепочек, образующих полный производственный цикл изготовления различных видов машиностроительной продукции. Целесообразность создания таких объединений обусловлена открывающимися в этом случае, в условиях дефицита инвестиций (табл. 1) [1], широкими возможностями сбалансированного развития как его отдельных предприятий, так и всей замкнутой технологической цепочки в целом за счет накопления, распределения и эффективного использования собственных средств.

Следует отметить, что в настоящее время разработке методов автоматизированного управления производственными процессами на машиностроительных предприятиях посвящено достаточно большое количество работ, например [2–4]. Однако проблемам, связанным с разработкой и применением информационных технологий для эффективного управления устойчивой производственно-финансовой деятельностью как отдельных машиностроительных предприятий, так и различного вида их объединений в целом, практически не уделяется должного внимания. Особо важную роль в таких условиях приобретает эффективное управление на цифровой основе устойчивым функционированием МО в нестабильных условиях современного рынка позволяющее накапливать собственные средства для дальнейшего развития за счет получения максимально возможной прибыли.

Цель исследования: согласно сформулированной выше в общем виде задаче, цель проводимого исследования заключается в разработке инструментальных средств

автоматизирования управления устойчивостью производственной деятельности МО с позиции следующих двух аспектов:

- технологической устойчивости, которая основывается на поддержании запланированного уровня производительности труда на различных машиностроительных предприятиях объединения;
- финансовой устойчивости.

Отметим, что производительность труда в машиностроении определяется на основе таких синтетических показателей, как трудоемкость и выработка [5], исчисляемых по фактическим значениям объемов производства различных видов машиностроительной продукции и затрат живого труда на ее изготовление. Финансовую же устойчивость машиностроительных предприятий и объединений принято характеризовать на основе коэффициента финансовой зависимости. К основным же источникам, обеспечивающим финансовую устойчивость, следует отнести получаемую МО прибыль [6], в основном за счет снижения издержек производства [7].

Таким образом, возникает объективная необходимость в формировании инструментальных средств эффективного управления на основе цифровых технологий устойчивой производственно-финансовой деятельностью МО в нестабильных условиях современного рынка.

Материалы и методы исследования

В качестве основных методов при проведении исследования использованы методы определения аналогии и сравнительного анализа сложных систем, а также инструментальные средства оценки устойчивости систем автоматического управления, производительности труда и финансовой устойчивости машиностроительных предприятий.

Таблица 1

Сравнение объемов инвестиций в основной капитал добывающей и машиностроительной отрасли в 2017 г.

	Млрд руб.	В процентном отношении
Инвестиции в основной капитал – всего	12025,6	100
из них:		
а) добыча полезных ископаемых	3025,5	25,1
из нее:		
добыча сырой нефти и природного газа;	1872,6	15,6
б) обрабатывающие производства:	1921,2	16,0
производство нефтепродуктов	376,4	3,1
производство автотранспортных средств, прицепов, полуприцепов	69,0	0,6
производство машин и оборудования	52,3	0,4

Результаты исследования и их обсуждение

Инструментальные средства управления производительностью труда и технологической устойчивостью объединения

Под эффективным управлением производительностью труда в МО будем понимать такое управление, которое обеспечивает ему в процессе производства каждого j вида продукции на каждом машиностроительном предприятии на протяжении всего отчетного периода времени запланированное значение D_{Pij}^* средней выработки. Это позволяет каждому машиностроительному предприятию объединения выполнять свои обязательства и осуществлять своевременную поставку произведенной продукции следующему в технологической цепочке предприятию. Иначе говоря, для эффективного управления производительностью труда в МО для каждого j вида производимых деталей на каждом машиностроительном предприятии или j вида готовой продукции сборочного предприятия, необходимо обеспечить выполнение следующего условия:

$$D_{Pij} = \left(\frac{1}{T} \sum \frac{V_{ij} T_{ij}}{N_{ij}} \right) \geq D_{Pij}^*, \quad (1)$$

где D_{ij} – средняя фактическая выработка j вида продукции на исследуемом предприятии в течение заданного периода времени; V_{ij} – объемы производства j вида продукции, произведенные по истечении i интервала времени T_{ij} отчетного периода T , т.е. после достижения i контрольной точки отчетного периода; N_{ij} – среднесписочная численность производственного персонала, участвующего в изготовлении j вида продукции на T_{ij} интервале времени отчетного периода.

Другими словами, целью эффективного управления производительностью труда на различных предприятиях МО является получение таких значений средней выработки в процессе производства различного j вида машиностроительной продукции, которые соответствуют ее запланированному значению D_{Pij}^* .

Определим состояние МО при выполнении условия (1) на всех входящих в его состав машиностроительных предприятиях в течение всего отчетного периода как состояние его технологически устойчивой производственной деятельности. С данных позиций эффективное управление производительностью труда в МО должно обеспечивать ему технологически устойчивую работу как при незначительных, так и при существенных возмущениях из рыночной

среды. Под обеспечением технологической устойчивости при наличии незначительных возмущений следует понимать такую способность организационной системы управления, которая обеспечивает возврат производственного процесса на различных машиностроительных предприятиях объединения с допустимыми для этого потерями времени и затратами в требуемое на текущий момент времени технологически устойчивое состояние. Таким образом, эффективное управление производительностью труда в МО при незначительных возмущениях из рыночной среды сводится к стабилизации текущего эффективно-технологически устойчивого состояния производственного процесса, при котором выработка для каждого j вида продукции на различных предприятиях объединения принимает значение не ниже заданного порога D_{Pij}^* .

Иначе говоря, основной задачей эффективного управления технологической устойчивостью МО при незначительных возмущениях из рыночной среды является стабилизация текущего эффективного состояния производственного процесса путем поддержки запланированного уровня выработки различного вида продукции на всех машиностроительных предприятиях в текущих условиях функционирования.

Под обеспечением технологической устойчивости при существенных возмущениях следует понимать такую возможность системы организационного управления, которая обеспечивает переход предприятий МО из текущего состояния в новое технологически устойчивое состояние, адекватное отвечающее требованиям изменившихся условий функционирования. Такой переход должен эффективным образом обеспечивать технологическую устойчивость МО в новых условиях хозяйствования, сложившихся в результате изменения текущей ситуации рыночной среды. Например, когда в результате произошедших в рыночной среде изменений становится невозможным достичь требуемого уровня выработки, не обеспечив рост объемов производства. Другими словами, в этом случае речь идет об адаптации предприятий МО как к благоприятным, так и неблагоприятным условиям функционирования, например путем варьирования среднесписочной численности производственного персонала на различных производственных участках для перехода в новое эффективное технологически устойчивое состояние.

Для автоматизированного управления производительностью труда на различных входящих в структуру МО предприятиях

для каждого из них целесообразно построить область технологической устойчивости в нестабильном окружении, зависящей от объемов выработки D_{pj}^* на каждом машиностроительном предприятии. По аналогии с методом определения устойчивости систем автоматического управления, определение границ области необходимых значений выработки D_{pj}^* или технологической устойчивости предприятий МО в принятой системе показателей или параметров управления осуществляется в декартовой системе координат [8]. Иначе говоря, с одной стороны, при заданном объеме производства V_j требуется определить область, позволяющую находить необходимое количество рабочих N_j^* определенной квалификации, чтобы произвести запланированный объем продукции в течение заданного периода времени. Поиск области технологической устойчивости проводится при условии, что фактическая выработка D_{pj} на каждом машиностроительном предприятии МО должна принимать запланированное среднее значение D_{pj}^* .

С другой стороны, можно путем изменения параметров управления N_j^* и V_j обеспечить эффективное регулирование фактической выработки D_{pj} в процессе производства различного вида продукции на каждом машиностроительном предприятии МО и таким образом управлять в нем производительностью труда.

Для эффективного решения сформулированных выше задач на различных машиностроительных предприятиях МО, используем графоаналитический метод построения области допустимых значений параметров управления и пространства технологической устойчивости в заданной системе координат. Для этого необходимо предварительно наложить на принятую систему координат

сетку с шагом H , выбираемым в соответствии с требуемой точностью решаемых задач. Иначе говоря, для автоматизированного решения поставленных задач в реальном времени формируется пространство выбора технологически устойчивого состояния предприятий МО по координатам (N_j^*, V_j) . Процесс поиска такого пространства осуществляется с учетом заданного порогового значения выработки D_{pj}^* (рисунок). Для построения области технологической устойчивости предприятий МО предлагается использовать следующую методику.

Исходные данные: D_{pj}^* – заданное значение выработки; прямоугольная система координат с максимально допустимыми значениями параметров управления $N_j^*(\max)$ и $V_j(\max)$; $H_{jm \times m} = \|A_{jk}(N_{jk}, V_{jk})\|, k = 1, 2, \dots, m$ – матрица узлов сетки с координатами (N_{jk}, V_{jk}) .

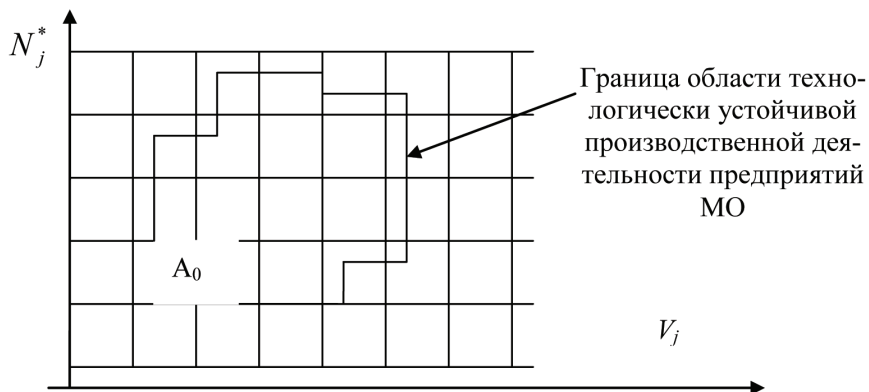
Промежуточные переменные: узлы сетки $A_{jk}(N_{jk}, V_{jk})$.

Результаты проведенного поиска: узлы сетки (N_{jk}^*, V_{jk}^*) , удовлетворяющие условию $\frac{V_{jk}^*}{N_{jk}^*} \geq D_{pj}^*$.

Метод. Начало.

1. Найти узел сетки $A_0(N_{jk}^0, V_{jk}^0)$, расположенный на минимальном расстоянии от начала координат $(0, 0)$, для которого выполняется условие $\frac{V_{jk}^0}{N_{jk}^0} \geq D_{pj}^*$.

2. Определить узел сетки $A_1(N_{j1}^*, V_{j1}^*)$, расположенный на минимальном расстоянии от оси ординат N_j^* и узла $A_0(N_{jk}^0, V_{jk}^0)$, для которого также выполняется условие $\frac{V_{j1}^*}{N_{j1k}^*} \geq D_{pj}^*$.



Пространство поиска области технологической устойчивости предприятий МО

3. Проверить условие $V_{jk}^0 = V_{j1}^*$: если условие выполняется, то перейти к п. 4; в противном случае перейти к п. 5.

4. Выбрать по стороне сетки движение вверх по координате N_j^* до первого узла $A_{jk}(N_{jk}, V_{jk})$, для которого выполняется условие $\frac{V_{jk}}{N_{jk}} \geq D_{pj}^*$. Затем направление дви-

жения осуществляется по координате V_j влево до первого узла $A_{jk-1}(N_{jk-1}, V_{jk-1})$, для которого перестает выполняться условие $\frac{V_{jk-1}}{N_{jk-1}} \geq D_{pj}^*$. После этого направление по-

иска меняется и движение осуществляется вдоль координаты N_j^* вверх до ближайшего узла $A_{jk}(N_{jk}, V_{jk-1})$. Если в данном узле выполняется условие $\frac{V_{jk-1}}{N_{jk}} \geq D_{pj}^*$, то

из этого узла направление движения продолжается вдоль координаты V_j влево до первого узла $A_{jk}(N_{jk}, V_{jk-2})$. Если в найденном узле выполняется условие $\frac{V_{jk-2}}{N_{jk}} \geq D_{pj}^*$,

то направление поиска меняется и движение осуществляется вдоль координаты N_j^* до ближайшего узла $A_{jk}(N_{jk+1}, V_{jk-2})$. Если в этом узле выполняется условие $\frac{V_{jk-2}}{N_{jk}} \geq D_{pj}^*$, то направление поиска продолжается вдоль координаты V_j влево до первого узла $A_{jk}(N_{jk+1}, V_{jk-3})$.

В противном случае выбирается направление движения вдоль координаты V_j вправо до узла $A_{jk}(N_{jk+1}, V_{jk-3})$ и т.д., пока не будет найден узел $A_{jk}(N_{jk}, V_{jk})$, для которого выполняется условие $|N_{j1}^* - N_{jk}| = |V_{j1} - V_{jk}| = H$, где $|N_{j1}^* - N_{jk}|$ – абсолютная величина разности. Перейти к п. 6.

5. Выбрать по стороне сетки движение вправо по координате V_j до первого узла $A_{jk}(N_{jk}, V_{jk+1})$ в котором выполняется условие $\frac{V_{jk+1}}{N_{jk}} \geq D_{pj}^*$. Затем продолжить поиск, изменив направление движения, т.е. по координате N_j^* до ближайшего узла $A_{jk}(N_{jk+1}, V_{jk+1})$.

Если в найденном узле выполняется условие $\frac{V_{jk+1}}{N_{jk}} \geq D_{pj}^*$, то продолжить поиск вдоль координаты V_j влево; в противном случае продолжить поиск вдоль координаты V_j вправо и т.д. Далее поиск области технологической устойчивости продолжается по выше описанному принципу в п. 4, до определения узла в котором выполняется условие $|N_{j1}^* - N_{jk}| = |V_{j1} - V_{jk}| = H$.

6. Объединить кривой внутренние точки найденной фигуры, состоящей из ломаных линий. В результате будет получена область технологической устойчивости исследуемого j машиностроительного предприятия. Конец.

Таким образом, для координат всех точек внутри построенного контура будет выполняться условие (1). Следовательно, полученный контур определяет область допустимых значений параметров управления N_j и V_j , при которых обеспечивается технологически устойчивая работа предприятий МО в различных условиях нестабильной рыночной среды. Другими словами, для произвольной пары координат из этой области работа предприятий МО является технологически устойчивой или полученный замкнутый контур представляет собой пространство выбора допустимых решений в процессе управления производительностью труда на предприятиях МО в нестабильных условиях функционирования.

Оценивая возможности предложенной методики, позволяющей сформировать область технологической устойчивости предприятий МО, необходимо отметить, что по данному принципу могут быть построены также области эффективной производственной деятельности предприятий объединения и по другим критериям. Например, область безубыточных объемов производства с гарантией получения запланированных объемов прибыли. В этом случае в качестве переменных управления рассматриваются объемы производства, себестоимость производимой продукции и ее рыночная стоимость.

Инструментальные средства оптимального управления прибылью и финансовой устойчивостью предприятий машиностроительного объединения

Как уже отмечалось выше, одним из основных показателей, обеспечивающих финансовую устойчивость предприятий МО, является получаемая в результате производственной деятельности прибыль. Для ее достоверного исчисления целесообразно учитывать следующие основные факторы внешней и внутренней составляющих окружающей среды процесса производства [9, 10]:

- объемы спроса $V_{pc}(j), j = 1, 2, \dots, n$ на различные виды производимой предприятиями МО машиностроительной продукции;
- издержки, связанные с производством $Z_{pp}(j)$ и реализацией $Z_p(j)$ одной единицы j вида готовой машиностроительной продукции;

– цену $C(j)$ на рынке одной единицы j вида машиностроительной продукции;

– фактические объемы $V_p(j)$ производства j вида машиностроительной продукции, которые может запланировать исследуемое предприятие МО исходя из своих потенциальных возможностей;

– риски $\beta(j), \beta^*(j)$, соответственно определяемые исходя из возможного снижения покупательской способности потребителей j вида производимой машиностроительной продукции и вероятностью роста стоимости сырья, необходимого для производства этой продукции, определяемых по [11, 12]. Другими словами, риски связанные со снижением спроса на изго-

тавливаемую в МО машиностроительную продукцию.

Учитывая рассмотренные выше факторы, получаемую сборочным предприятием МО суммарную прибыль (P) можно вычислить, согласно следующему выражению:

$$P = \sum_{j=1}^n (\beta(j)\beta^*(j)V_p(j)(C(j) - Z_{pp}(j) - Z_p(j))).$$

Отсюда, в качестве критерия оптимального управления процессом получения сборочным предприятием МО максимальной возможной прибыли P^* , следует использовать следующее выражение:

$$P^* = \sum_{i=1}^n (\beta(j)\beta^*(i)V_p(j)(C(j) - Z_{pp}(j) - Z_p(j))) \Rightarrow \max, \quad (2)$$

при ограничениях вида

$$0 \leq V_p(j) \leq V_{cp}(j), j = 1, 2, \dots, n; \left(\sum_{i=1}^n V_p(j)(Z_{pp}(j) + Z_p(j)) \leq Z, \right.$$

где Z – имеющиеся у сборочного предприятия МО средства, исходя из объемов которых оно может запланировать допустимые объемы различного вида машиностроительной продукции.

Другими словами, сборочному предприятию МО необходимо спланировать такие объемы производства $V_p(j)$ различных видов машиностроительной продукции, которые позволяют ему получить максимально возможную прибыль в сложившихся условиях рыночной среды.

Пусть сборочное предприятие МО способно производить n видов готовой машиностроительной продукции пользующейся на рынке спросом. Однако в связи с тем, что, как правило, имеющиеся у него финансовые ресурсы Z являются ограниченными, возникает необходимость в наиболее эффективном их распределении между различными видами планируемой к производству продукции. Для этой цели предлагается следующая методика решения сформулированной выше задачи линейного программирования, обеспечивающая оптимальное распределение имеющихся у сборочного предприятия МО ограниченных финансовых ресурсов Z .

Исходные данные: $C(j), Z_{pp}(j), Z_p(j), Z, V_p(j), j = 1, 2, \dots, n$.

Промежуточные переменные: $\beta(j), \beta^*(j), V_{cp}(j)$.

Результаты проведенных расчетов: $V_D(k), k = 1, 2, \dots, n_1; n_1 \leq n$.

Метод. Начало.

1. Ранжировать все n видов планируемой к производству машиностроительной продукции в порядке снижения объемов прибыли, которую может получить сборочное предприятие в результате их реализации на рынке с учетом объемов спроса и рисков, связанных с его снижением в течение отчетного периода. Учитывать объемы спроса в процессе планирования следует ввиду того, что выпуск менее прибыльной единицы продукции определенного вида может дать большую суммарную прибыль за счет больших объемов спроса на нее, т.е. за счет масштабов ее производства.

Присвоить всем видам продукции в полученном кортеже индексы $k, k = 1, 2, \dots, n$, определяющие порядок их выбора.

2. Выбрать продукцию с индексом $k = 1$.

3. Принять за планируемые объемы $V_p(1)$ производства выбранной продукции, равные объемам рыночного спроса на нее $V_{cp}(1)$.

4. Определить суммарные расходы Z_1^* средств необходимых для производства выбранного вида продукции в объемах, равных спросу на нее $V_{cp}(1)$: $Z_1^* = V_{cp}(1)C(1)$.

5. Вычислить оставшиеся у сборочного предприятия МО инвестиционные средства Z_2^* с учетом расходов выявленных на первом шаге распределения финансовых ресурсов: $Z_2^* = Z - Z_1^*$.

6. Проверить условие $Z_2^* > 0$: если условие выполняется, то перейти к п. 8; в противном случае, перейти к п. 7.

7. Используя имеющиеся в наличии инвестиционные средства Z , определить допустимые объемы $V_p(1)$ производства первого, наиболее рентабельного вида продукции, следующим образом: $V_p(1) = \frac{Z}{Z_{pp}(1) + Z_p(1)}$, перейти к п. 13.

8. Выбрать из кортежа следующий вид машиностроительной продукции, помеченной индексом $k = k + 1$.

9. Проверить условие $V_{cp}(k)C(k)_f \leq Z_k^*$: если условие выполняется, то перейти к п. 10; в противном случае перейти к 11.

10. Запланировать объемы производства продукции k вида, равные величине объемов рыночного спроса на нее $V_{cp}(k)$.

11. Вычислить оставшиеся у сборочного предприятия МО инвестиционные средства следующим образом: $Z_{k+2}^* = Z_{k+1}^* - V_{cp}(k)C(k)$.

12. Проверить условие $Z_{k+2}^* > 0$: если условие выполняется, то перейти к п. 8; в противном случае, перейти к п. 13.

13. Используя имеющиеся в наличии средства Z_{k+2}^* , определить допустимые объемы производства $V_p(k)$ продукции k вида следующим образом: $V_p(k) = \frac{Z_{k+2}^*}{Z_{pp}(k) + Z_p(k)}$.

14. Все имеющиеся инвестиционные средства Z распределены. Конец.

Решение сформулированной выше задачи линейного программирования по предложенной методике позволяет МО с учетом имеющихся ограниченных финансовых средств Z сформировать эффективную производственную программу, включающую k видов наиболее рентабельной машиностроительной продукции. Необходимо отметить, что в общем случае $k \leq n$, т.е. предприятие расходует средства только на производство наиболее прибыльной продукции.

Следует отметить, что остальные предприятия МО, занимающиеся производством и поставкой деталей сборочному машиностроительному предприятию, планируют объемы своего производства в соответствии с запланированными объемами производимой ими готовой машиностроительной продукции. Необходимо также отметить, что характерной особенностью предложенного метода решения задачи линейного программирования является возможность ее алгоритмизации и реализации в виде программного продукта для ЭВМ.

Рассмотрим пример, поясняющий ход решения сформулированной выше оптимизационной задачи распределения ресурсов между различными видами планируемой к производству машиностроительной продукции. Пусть сборочное предприятие

МО, способное производить и реализовывать на заданном сегменте рынка три вида машиностроительной продукции, имеет возможность использовать $Z^* = 20000$ тыс. условных единиц финансовых средств для ее изготовления. Необходимо распределить данные средства между планируемой в производство продукцией таким образом, чтобы МО с учетом себестоимости изготовления и реализации каждого ее вида, рисков, связанных с возможным снижением на нее спроса и получаемой прибыли $P(j)$ от реализации на рынке одной условной единицы продукции j вида, получило бы максимально возможную суммарную прибыль P^* .

При условии, что все виды планируемой к производству продукции являются одинаково рискованными, т.е. рисками $\beta(j), \beta^*(j)$ при проведении расчетов можно пренебречь, исходные данные для решения поставленной таким образом задачи приведены в табл. 2.

На первом шаге решения поставленной задачи на основе предложенного метода ранжируются все виды планируемой к производству продукции $P_j, j = 1, 2, 3$ по величине прибыли P_j^* , получаемой МО за счет реализации на рынке запланированных объемов их производства. В результате получим следующий кортеж вида: $\langle P_3, P_1, P_2 \rangle$.

На втором шаге, исходя из имеющихся Z^* , определяются допустимые объемы производства V_3^{**} третьего вида продукции,

$$\text{равные: } V_3^{**} = \frac{Z^*}{Z_3} = \frac{20000}{500} = 40 \text{ ед. Учт}$$

ывая, что рыночный спрос на продукцию третьего вида равен $V_3^* = 20$ ед., сборочное предприятие МО планирует объемы ее производства, равные ее рыночному спросу, т.е. $V_3 = 20$ ед.

В результате сборочное предприятие МО получит прибыль P_3 , равную 8000 тыс. условных единиц. После этого у сборочного предприятия остаются свободные денежные средства в объеме, равном $Z_1^* = 10000$ тыс. условных единиц. (Результаты расчетов снесены в табл. 2).

На третьем шаге сборочное предприятие МО определяет допустимые, согласно оставшимся у него инвестиционным средствам, объемы производства $V_p(1)$ продукции первого вида, равные

$$V_1^{**} = \frac{Z_1^*}{Z_1} = \frac{10000}{600} = 16 \text{ ед.}$$

В результате оно планирует объемы производства первого вида машиностроительной продукции с учетом рыночного на нее спроса, равные $V_1 = 15$ ед. (Результаты расчетов снесены в табл. 2).

Таблица 2

Исходные данные и результаты планирования объемов производства на основе оптимального распределения имеющихся в наличии средств

ПП _{<i>i</i>}	Z_i (себестоимость)	ΔP_i^* (единица прибыли)	V_i^* (объемы спроса)	V_i (запланированные объемы производства)	P_i (получаемая прибыль)
ПП ₁	600 тыс.	350 тыс.	15 ед.	15 ед.	3250 тыс.
ПП ₂	400 тыс.	300 тыс.	10 ед.	2 ед.	600 тыс.
ПП ₃	500 тыс.	400 тыс.	20 ед.	20 ед.	8000 тыс.

После этого у сборочного предприятия остаются свободными денежные средства, равные $Z_2^* = 1000$ тыс. условных единиц. На четвертом шаге сборочное предприятие определяет допустимые, согласно оставшимся у него денежным средствам, объемы производства второго вида продукции, равные $V_2^{**} = \frac{Z_2^*}{Z_2} = \frac{1000}{400} = 2$ ед. Таким образом,

оно может запланировать объемы производства второго вида машиностроительной продукции, равные расчетному значению $V_2^{**} = 2$ ед.

После этого у него остаются свободными средства, равные $Z_3^* = 200$ тыс. условным единицам. Однако данные средства уже не позволяют увеличить объемы ни одного из внедряемых в производство видов продукции (Результаты расчетов сносим в табл. 2).

Таким образом, на основе имеющихся денежных средств, равных $Z^{**} = 20000$ тыс. условных единиц, сборочное предприятие формирует производственную программу, включающую 15 ед. продукции первого вида, 2 ед. продукции второго вида и 20 ед. продукции третьего вида, что позволяет ему получить максимально возможную суммарную прибыль P в объеме, равном 13850 тыс. условных единиц.

Далее будем исходить из того, что существенное влияние на финансовую устойчивость предприятий МО оказывает обеспечение низкого уровня порога их финансовой зависимости (ФЗ), оценки которого можно получить по следующей формуле [6]:

$$\text{ФЗ} = \frac{V_3}{V_C}, \quad (3)$$

где V_3 , V_C – объемы производства в денежном выражении, которые производит предприятие, соответственно за счет заемных и собственных средств.

Следовательно, чем меньше значение принимает коэффициент ФЗ за счет роста показателя V_C , тем выше у предприятий МО

финансовая устойчивость, обеспечиваемая на основе самофинансирования расширенного воспроизводства. Таким образом, основная задача эффективного управления финансовой устойчивостью предприятий МО в условиях неопределенности, помимо управления получением максимально возможной прибыли, сводится также к снижению значения показателя финансовой зависимости путем роста объемов производства за счет собственных средств. Другими словами, при эффективном управлении финансовой устойчивостью предприятий МО согласно (3), показатель ФЗ должен стремиться к нулю за счет снижения объемов производства V_3 и роста объемов производства V_C .

К одному из эффективных методов решения данной задачи в условиях неопределенности следует отнести разработку и применение инструментальных средств управления снижением коэффициента ФЗ с нечеткой логикой обработки данных и принятия решений. Такой подход позволяет использовать в процессе управления финансовой устойчивостью количественные оценки мягких (не поддающихся строгой количественной оценке показателей [13]) по своему содержанию возмущающих факторов окружающей среды, в частности на коэффициент ФЗ. Для этого на основе данных, полученных путем опроса высококвалифицированных менеджеров в области управления финансами, формируется нечеткий алгоритм регулирования финансовой зависимости, позволяющий получить требуемое его значение в случае изменения под влиянием различных возмущающих факторов окружающей среды. С целью построения нечеткого алгоритма управления, регулируемый параметр или коэффициент ФЗ определяется с помощью следующей одноименной с ним лингвистической переменной [14]: «Величина коэффициента финансовой зависимости» с нечеткими или словесно выраженными значениями: «очень низкая», «низкая», «средняя», «вы-

сокая» и «очень высокая величина коэффициента финансовой зависимости».

Допуская пропорциональный рост коэффициента ФЗ от объемов производства, произведенных за счет собственных средств, показателю V_C в соответствие ставится лингвистическая переменная с названием «Рост (падение) объемов производства за счет собственных средств». Данная лингвистическая переменная определяется следующими нечеткими значениями: «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий» и «очень высокий рост (падение) объемов производства, выполняемых за счет собственных средств». Аналогичным образом определяется и лингвистическая переменная, соответствующая показателю V_3 .

На основе приведенных выше методических положений строится нечеткий алгоритм управления финансовой зависимостью предприятий МО, состоящий из нечетких логико-трансформационных правил вывода следующего вида:

Если уровень ФЗ имеет «высокое» значение, рост объемов производства $V_C(j)$ продукции j вида, производимой за счет собственных средств, является «низким», а для обеспечения устойчивой работы предприятия необходимо иметь соответственно их «низкий» и «высокий» уровень, то при наличии в окружающей среде возмущающего фактора F_j целесообразно выполнить управленческие мероприятия V_j . Это позволяет получить прирост объемов производства $\Delta V_C(j)$ и довести их значение до объемов, определяемых термом «высокие».

Совокупность таких нечетких логико-трансформационных правил вывода, охватывающих весь допустимый диапазон изменения регулируемого коэффициента ФЗ, и представляет собой нечеткий алгоритм управления уровнем финансовой зависимости предприятий МО в априори неопределенных условиях с быстро изменяющимися ситуациями на объекте управления.

Необходимо отметить, что в общем случае от финансовой устойчивости предприятий МО зависит их платежеспособность и в первую очередь способность своевременного возврата заемных средств. В этой связи одной из основных задач управления финансовой устойчивостью предприятий МО является определение таких объемов производства различного вида машиностроительной продукции, которые позволяют безболезненно осуществить возврат вложенных в их производство финансовых средств и получить запланированную прибыль. Сформулируем один из подходов решения данной задачи. Допустим, что сборочное предприятие МО после реализации

одной единицы j вида продукции получает прибыль, равную ΔP_j . Тогда суммарная прибыль P от реализации всех видов произведенной продукции в объемах, равных $V_{pj}, j=1, 2, \dots, n$, получаемая сборочным предприятием МО по истечении одного периода времени оборачиваемости T_{OB} , вложенных в производство средств Z^* , будет определяться следующим образом:

$$P = \sum_{j=1}^n \Delta P_j V_{pj}. \quad (4)$$

Для того чтобы сборочное предприятие МО могло вернуть вкладываемые в производство заемные средства Z_{SR} , плюс связанные с ними проценты, собственные средства Z_C и получить запланированную прибыль, требуется, в зависимости от сложившейся в рыночной среде ситуации, выполнение одного из следующих условий:

а) для случая, когда сроки оборачиваемости T_{OB} вложенных в развитие производства инвестиций, равны запланированным срокам возврата заемных средств T_Z , требуется выполнение условия

$$P > Z_{SR} + Z_C. \quad (5)$$

Отсюда, согласно (4) и (5) для рентабельной работы сборочного предприятия МО при выполнении условия $T_{OBj} = T_{Zj}$ возникает необходимость определения такого минимального объема ΔV_j производства j вида продукции, для которого выполняется условие $\Delta V_j \leq V_{PCj}$ и следующее неравенство:

$$\Delta V_j^* > \frac{Z_{SRj} + Z_{Cj}}{P_j}, \quad (6)$$

где T_{OBj}, T_{Bj} – соответственно сроки оборачиваемости и возврата средств, затраченных на производство j вида машиностроительной продукции; ΔV_j^* – рыночная стоимость произведенной продукции в объеме, равном ΔV_j .

При выполнении условия

$$\Delta V_j^* = \frac{Z_{SRj} + Z_{Cj}}{P_j},$$

соответствующие ему объемы производства ΔV_{Bj} продукции j вида назовем объемами точки возврата вложенных средств. Следовательно, если для j вида производимой продукции выполняется условие $\Delta V_{Bj} \geq V_{PCj}$, то ее можно считать нерентабельной в сложившихся условиях рыночной среды, так как часть произведенной продукции в этом случае в объеме, равном $\Delta V_{Bj} - V_{PCj}$, окажется невостребованной потребителями.

Здесь V_{HCj} – объемы рыночного спроса на j вид машиностроительной продукции. Таким образом, данный вид продукции исключается из рассмотрения при решении приведенной выше задачи оптимального планирования производственной программы сборочного предприятия МО;

б) в случае, когда $T_{OBi} < T_{Bi}$, после определения количества периодов k оборачиваемости заемных средств за отчетный период их возврата ($k = \frac{T_{Bi}}{T_{OBi}}$), соотношение (6) для каждого j вида продукции, с учетом ограничений $\Delta V_{Bj} \leq V_{PCj}$, запишется следующим образом:

$$\Delta V_j^* > \frac{Z_{SRj} + Z_{Cj}}{P_j}.$$

Отсюда объемы производства, определяющие точку возврата ΔV_{Bj} вложенных средств для j вида продукции, можно вычислить следующим образом:

$$\Delta V_{Bj} = \frac{V_{PCj}}{k}. \quad (7)$$

Следовательно, используя соотношения (6) и (7), сборочное предприятие МО может определять рентабельные в текущих условиях рыночной среды виды машиностроительной продукции, которые учитываются в процессе планирования его оптимальной производственной программы по приведенному выше алгоритму оптимального распределения имеющихся в наличии финансовых средств Z .

Заключение

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие основные выводы.

1. Предложенные в работе методические положения и инструментальные средства в целом обеспечивают возможность организации эффективного автоматизированного управления производственно-финансовой деятельностью МО в нестабильных условиях современной рыночной среды при спонтанно происходящих в ней изменениях.

2. Рассмотренный метод поиска области технологической устойчивости позволяет эффективно управлять производительностью труда с учетом изменений, происходящих в окружающей среде производственного процесса, и на этой основе организовать эффективную производственную деятельность как отдельных машиностроительных предприятий, так и всего МО в целом.

3. Сформулированная задача линейного программирования и предложенный метод

ее решения позволяют определять оптимальные объемы производства и получать на этой основе максимально возможную прибыль с учетом ограниченных финансовых ресурсов и объемов спроса на различные виды производимой сборочным предприятием МО машиностроительной продукции.

4. Разработанные инструментальные средства управления обеспечивают возможность построения эффективных информационных технологий, применение которых позволяет эффективным образом на цифровой основе регулировать производственно-финансовую деятельность как отдельных машиностроительных предприятий, так и различных машиностроительных объединений в динамичных условиях современного рынка.

5. Дальнейшее развитие предложенного метода оптимального планирования объемов производства сборочного предприятия МО с целью получения максимально возможной прибыли, заключается в учете в сформулированной задаче линейного программирования не только ограничений на имеющиеся финансовые средства, но и ограничений на его потенциальные возможности. С этой целью, в процессе оптимизации объемов производства различного вида продукции, ограничения на объемы планируемой к производству продукции определяются исходя из потенциальных возможностей сборочного предприятия, если соответствующие им объемы продукции меньше объемов неудовлетворенного на нее спроса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Гранты: 16-29-12839 офи_м и 18-29-03011).

Список литературы

1. Россия в цифрах. 2018: Крат. стат. сб. М.: Росстат, 2018. 522 с.
2. Мелехин В.Б., Хачумов В.М. Многоуровневая модель ситуационного управления технологическими процессами обработки деталей в машиностроении // Проблемы управления. 2019. № 1. С. 73–81.
3. Тимофеев Г.А., Барбашов Н.Н., Терентьева А.Д. Статистические методы управления технологическими процессами // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2016. № 12. С. 58–63.
4. Тогашов А.Ю., Гончаров А.А., Самотылова С.А. Современные методы построения усовершенствованного управления технологическими процессами // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2016. № 4. С. 102–108.
5. Кучина Е.В., Танцев А.К. Методологические подходы к оценке производительности труда на микроуровне // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2017. № 2 (11). С. 42–47.
6. Игнатов А.В. Анализ финансового состояния предприятия // Финансовый менеджмент. 2015. № 4. С. 3–20.

-
7. Мелехин В.Б., Мелехин П.В. Минимизация издержек строительного производства в краткосрочном периоде // Экономика строительства. 2011. № 6. С. 56–59.
8. Власов К.П. Теория автоматического управления. Основные положения. Программы расчета. М.: Гуманитарный Центр, 2013. 544 с.
9. Рабаданов А.Р., Караева З.М. Эффективное управление коммерческой деятельностью мясомолочного комплекса в нестабильной экономической среде // Экономика и предпринимательство. 2015. № 11. Часть 1. С. 1164–1169.
10. Мелехин В.Б., Караева З.М. Математические модели и методы оптимального планирования объемов производства кормов на крупном животноводческом комплексе // Экономика и предпринимательство. 2016. № 7. С. 1137–1143.
11. Магомедов А.Г. Организационно-экономические аспекты управления инвестиционными и производственными рисками в линейном строительстве // Региональные проблемы преобразования экономики. 2016. № 12. С. 72–78.
12. Мелехин В.Б., Абдурахманов Д.Б., Дуллаева Р.М. Методика интегральной оценки инвестиционных рисков строительного предприятия с нечеткой логикой обработки экспертных данных // Экономика строительства. 2014. № 4. С. 34–39.
13. Управление по результатам: Пер. с финск. / Общ. ред. и предисл. Я.А. Лайманна. М.: Прогресс, 1993. 320 с.
14. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение для принятия приближенных решений. М.: Мир, 1976. 168 с.