// НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Научный журнал | Издается с 2011 года
Периодичность выхода: 1 раз в месяц

Журнал «Научное обозрение: теория и практика» входит в Международную базу данных AGRIS и в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов ВАК РФ по следующим отраслям: экономические науки (08.00.00)

Импакт-фактор РИНЦ (пятилетний) – 1,230

№ 8, 2018

Главный редактор:
Черняев А. А.,
д. э. н., проф., академик РАН, заслуженный деятель науки РФ

Редактор: **Аникин С. А.**
Корректор: **Боякова О. М.**
Компьютерная верстка: **Кочетова Н. А.**

Адреса редакции:
г. Москва, Ленинский просп., 30
г. Саратов, просп. Энтузиастов, 43

Адреса для почтовой связи:
115551, г. Москва, а/я 66
410039, г. Саратов, а/я 160

www.sced.ru, *e-mail:* ***info@sced.ru***

Тел.: (495) 666-29-30; (845-2) 921-901

Учредитель: ЗАО «АЛКОР»
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-49016.

// SCIENCE REVIEW: THEORY AND PRACTICE

Scientific journal | Published since 2011
Frequency: once a month

"Science Review: Theory and Practice" journal is included in the international database "AGRIS" and is among the leading scientific journals reviewed by the Higher Attestation Comission in the following areas: economic Sciences (08.00.00)

RSCI impact factor (five-year) – 1,230

№ 8, 2018

Editor-in-Chief:
Chernyaev A. A.,
Dr. Sci. (Econ.), Prof., RAS academician, honorary worker of science of the RF

Editor: **Anikin S. A.**
Proof-reader: **Boyakova O. M.**
Computer make-up: **Kochetova N. A.**

Adresses of the editorial office:
Russia, Moscow, Leninskiy prospect, 30
Russia, Saratov, prospect Entuziastov, 43

Adresses for the mail service:
Russia, 115551, Moscow, p/o/b 66
Russia, 410039, Saratov, p/o/b 160

www.sced.ru, *e-mail:* ***info@sced.ru***

Тел.: (495) 666-29-30; (845-2) 921-901

Founder: "ALKOR" CJSC
Registration certificate PI № ФС77-49016.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

ФИНАНСЫ И БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ

РАЗВИТИЕ СТРАХОВАНИЯ

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

ЭКОНОМИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

ЭКОНОМИКА РЕГИОНА

CONTENTS

THEORY AND PRACTICE OF ECONOMIC DEVELOPMENT

INTEGRATION AND COOPERATION

DIGITAL ECONOMY

INNOVATION AND INVESTMENT ACTIVITY

MANAGEMENT PROBLEM

FINANCE AND ACCOUNTING

DEVELOPMENT OF INSURANCE

RURAL DEVELOPMENT

ECONOMICS OF ENTERPRISE

REGIONAL ECONOMY

УДК 624.7.001.5

СИТУАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОКАТНОГО ЦЕХА

С. М. КУЛАКОВ, Р. Я. ШАРАФУТДИНОВ, А. И. МУСАТОВА, В. Н. КАДЫКОВ
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк

Реферат. Рассмотрена задача календарного планирования и оценивания эффективности функционирования сложных производственных систем (прокатного цеха) на заданном интервале времени при условии выполнения поступивших и ожидаемых заказов на поставку продукции потребителям. Для ее решения предварительно разрабатывается нормативно-обоснованная (стандартная) производственная программа работы системы, на основе которой определяются нормативные значения технико-экономических показателей. При этом используются нормативные многовариантные модели, включающие рациональное распределение сортамента, расчеты фонда времени и производительности системы для выбора нормативного выпуска продукции с условием оптимальной загрузки оборудования за месяц. Разработан и рассмотрен на конкретном примере (листопрокатном цехе металлургического предприятия) алгоритм формирования прогнозных значений технико-экономических показателей по вариантам, отличающимся уменьшением объема ожидаемых заказов на заданный сортамент продукции. На первом этапе процедуры сформирована научно-обоснованная производственная программа работы цеха. Предварительно реализован процесс множественного интерактивного распределения заданного сортамента по сменам, суткам и неделям планируемого месяца, который сопровождался расчетами нормативного объема выпуска продукции и произв одственной мощности на основе ранее сформированных ситуационно-нормативных показателей работы цеха. Затем выбирался рациональный результат распределения сортамента по сменам и соответствующая ему производственная программа на месяц. На втором этапе выполнялись нормативные средневзвешенные значения себестоимости продукции и других технико-экономических показателей по каждой смене и в целом за месяц. На третьем этапе выполнялся анализ прогнозируемых объемов выпускаемой продукции по вариантам относительно нормативно-обоснованного выпуска. Выявлено, что объемы уменьшатся на 20–62%. На четвертом этапе оцениваются технико-экономические показатели для разных вариантов снижения выпуска продукции. При этом по одному из вариантов предлагается несколько способов организации работы оборудования. Приводятся результаты прогнозирования технико-экономических показателей на планируемый месяц, анализ предлагаемых сценариев, даются рекомендации.

Ключевые слова: эффективность, заказы, планирование, прогнозирование, ситуационность, вариантность, нормативные модели, нормативно-обоснованная программа, технико-экономические показатели.

Принятие решения о целесообразности и способах рационального выполнения поступивших заказов предлагается осуществлять посредством нормативного моделирования работы цеха и прогнозирующего оценивания соответствующих технико-экономических показателей. Далее рассматривается задача многовариантного планирования работы прокатного цеха, исходя из поступивших и ожидаемых заказов, а также прогнозирования вариантных значений технико-экономических показателей и выбора рационального варианта производственной программы, рекомендуемой к реализации.

Задано: объект управления – действующая производственная система (прокатный цех) – ДПС;

– интервал планирования – месяц $T_{мц} = (\Theta_{мц} - \Theta_0)$, где Θ_0, $\Theta_{мц}$ – момент начала и окончания интервала планирования; Θ^* – момент планирования, $\Theta^* < \Theta_0$; $см_{сут}$ – количество и $\tau_{см}$ – продолжительность рабочих смен за сутки;

– множества Z^* поступивших на момент Θ^* заказов, $Z(\Theta^*)$ и $\widehat{Z}$ ожидаемых заказов на $(j + 1)$ интервал $T_{мц}\,(j + 1)$:

$$Z^*(j+1) = Z(\Theta^*) \cup \widehat{Z}(j+1);;$$

$$Z = \{\ Z_1, ..., Z_n, ...Z_N\ \} \quad \widehat{Z} = \{\ \widehat{Z}_1, ..., \widehat{Z}_m, ..., \widehat{Z}_M\ \}.$$

– объемы $ВП_i^Z(j+1)$ заказов на выпуск i-й продукции и по всем видам продукции $ВП^Z(j+1)$= $\{ВП_i^Z(j+1)\ \vert\ i = 1,2...,I_{j+1}\}$ на планируемый $(j$+1)-ый месяц;

Необходимо: оценить эффективность функционирования производственной системы (цеха) на интервал $T_{мц}(j + 1)$ планирования при выполнении поступивших или прогнозируемых заказов на заданный объем выпуска продукции по сортаменту.

Для решения поставленной задачи предлагается предварительно разработать нормативно-обоснованную (стандартную) производственную программу и на ее основе определить нормативные технико-экономические показатели (ТЭП). При этом требуется создать нормативную базу многовариантных производственных и экономических показателей путем построения нормативных ситуационных моделей работы ПС, которые включают в себя:

– технологические маршруты изготовления i-й продукции;

– ситуационные нормативны функционирования ДПС, методика построения которых представлена в работах [1–3];

– дополнительная нормативная информация;

– документы, регламентирующие работу цеха: графики ремонтов, технологические и должностные инструкции, положение о заработной плате;

– перечень основных технико-экономических показателей.

– лицо, способное формировать варианты программы работы цеха (ЛФПР) и лицо, ответственное за принятие решений (ЛПР).

Таким образом, предлагаемый метод построения прогнозной рациональной производственной программы работы цеха включает следующие этапы: синтез, в режиме диалога «плановик-компьютер», нормативно-обоснованной (стандартной) производственной программы; расчет нормативных значений себестоимости продукции, прибыли и других основных ТЭП, исходя из поступивших заказов и установленных нормативов работы цеха; проверка соответствия общего объема поступивших заказов $ВП^Z$ нормативно-стандартному объему производства $ВП^Н$ и формирование инициируемых плановиком ситуационных вариантов организации работы цеха; нормативно-прогнозный расчет значений множества ТЭП для каждого ситуационного варианта и выбор лицом, принимающим решение рационального варианта производственной программы работы цеха.

Механизм решения сформулированной задачи включает следующие действия.

1. *Ввод нормативно-технических и экономических данных*, объемов поступивших заказов на предстоящий месяц, $Z^*(j+1); \{ВП_i^Z(j+1),\ \ i \in I_{j+1}\}$ с указанием профилеразмеров, марок стали, в соответствии с ГОСТ, ТУ *i*-й продукции.

2. *Формирование сортамента* $S_0^Z(j+1)$ и *объемов* $ВП_o^Z(j+1)$ *выпускаемой продукции* на основе поступивших заказов, ранжированных по важности, отражающей срочность, продолжительность выполнения и доставки, а также количество и тоннаж заказов потребителей.

3. *Разработка нормативно обоснованной производственной программы (НОП)* и расчет ее основных показателей на основе многовариантного распределения сортамента по сменам месяца с учетом поступивших заказов *Z**, нормативной базы, включающей фонд времени и ситуационные производительности цеха для *i*-й продукции (технически возможные $P_i^{тв}$ и нормативные $P_i^{н}$).

3.1 Формирование вариантов β = {1, 2, …, *m*} рационального распределения сортамента по сменам, суткам и неделям месяца в режиме человеко-машинного (диалогового) взаимодействия, исходя из важности заказов и ретроспективного анализа сменно-суточной документации за предыдущие месяцы.

3.2 Многовариантный расчет фонда времени работы цеха (нормативного $ФВ_β^{н}$ и регламентированного $ФВ_β^{р}$):

$$ФВ_β^{н(р)} = НВ^{н(р)} - ТПР_β^{н(р)}, ч;\ НВ^{н(р)} = КВ - КР^{н} - ППР^{н(р)}, ч;\ \ \beta = \overline{1,m}$$

где КВ и НВ – календарное и номинальное время работы цеха, ч; КР, ППР и ТПР – продолжительность капитального, предупредительных ремонтов и текущих простоев.

Вначале проводится *расчет нормативного (регламентиованного) фонда времени работы цеха на смену* с учетом продолжительности текущих простоев по следующим группам причин: технические, связанные с мелким ремонтом и содержанием оборудования, $t_{т}^{н(р)}$; технологические, связанные с настройкой оборудования при переходе с одного сортамента на другой, $t_{тх}^{н(р)}$; организационные, связанные с приемом и сдачей смены, $t_{op}^{н(р)}$; независящие от цеха (внешние), например, связанные с отсутствием заказов на продукцию, $t_{нз}$ затем нормируется продолжительность текущих простоев на периоды: сутки; неделя; месяц.

При нормировании текущих простоев работы цеха на неделю учитываются следующие факторы: продолжительность перевалки валков по износу; например, в неделю осуществляется одна перевалка продолжительностью $t_{прв}^{нд}$; одновременно с перевалкой валков осуществляется ремонт и содержание вспомогательного оборудования (холодильника, ножниц и др.), при этом корректируется продолжительность текущих простоев по техническим причинам: $t_{т}^{нд.к} = t_{т}^{нд} - t_{прв}^{нд}$.

В результате формируются текущие простои на неделю для каждого варианта β:

$$\text{ТПР}_{\beta}^{\text{нд.к}} = t_{\text{т}}^{\text{нд.к}} + t_{tx}^{\text{нд}} + t_{op}^{нд} + t_{\text{прв}}^{\text{нд}};\ \ \beta = \overline{1,m}.$$

Необходимость замены валков (в связи с их износом) определяется по планируемому общему выпуску продукции за неделю ($\text{ВП}_{\text{нд}}^{*}$) с учетом нормативного объёма продукции производимой на одном комплекте валков $\text{ВП}_{\text{к.вл}}^{\text{н}}$, исходя из условий:

– если $\text{ВП}_{\text{к.вл}}^{\text{н}} \geq \text{ВП}_{\text{нд}}^{*}$, то необходима замена валков, при этом следует учесть нормативную продолжительность текущих простоев на перевалку и осуществить корректировку ФВ$^{\text{н}}$;

– если $\text{ВП}_{\text{к.вл}}^{\text{н}} \geq \text{ВП}_{\text{нд}}^{*}$,то фонд времени работы цеха не корректируется.

При нормировании текущих простоев цеха за месяц учитываются также следующие факторы:

– продолжительность перевалок в месяц, исходя из норматива их количества за неделю: $t_{\text{прв}}^{\text{мц}} = t_{\text{прв}}^{\text{нд}} \cdot N_{\text{нд}}^{\text{п}}$;

– корректировка продолжительности текущих простоев по техническим причинам: $t_{\text{т}}^{\text{к.мц}} = t_{\text{т}}^{\text{мц}} - (t_{\text{т}}^{\text{см}} \cdot N_{\text{нд}}^{\text{п}})$.

Кроме этого, *на неделю и месяц* нормируется продолжительность *предупредительных ремонтов*.

3.3 Расчет нормативного выпуска продукции и производственной мощности цеха на месяц при условии нормативной и максимальной загрузки и полного использования всех единиц оборудования $N_{\text{об}}$ (для вариантов $\beta = \overline{1,m}$ распределения сортамента):

$$\text{ВП}_{\beta}^{\text{н}} = \text{Р}_{\text{ср}}^{\text{н}} \cdot \text{ФВ}_{\beta}^{\text{н}},\ \text{т};\ \text{ПМ}_{\beta}^{\text{н}} = \text{Р}_{\text{ср}}^{\text{тв}} \cdot \text{ФВ}_{\beta}^{\text{р}},\ \text{т};\ \beta = \overline{1,m}$$

– определение доли i-й продукции в общем объеме заказов на период (месяц):

$$a_i^Z = \text{ВП}_{i\beta}^{Z} : \text{ВП}^{Z};\qquad i = 1, 2, ..., I_{j+1}$$

– расчет средневзвешенной технически возможной (нормативной) производительности цеха на поступивший или ожидаемый сортамент:

$$\text{Р}_{cp\beta}^{\text{тв(н)}} = \frac{\sum_{i=1}^{I} a_i^Z \cdot \text{Р}_{i\beta}^{\text{тв(н)}}}{\sum_{i=1}^{I} a_i^Z},\ \text{т/ч}$$

3.4 Расчет нормативного и максимального объема выпуска i-ой продукции (по вариантам распределения сортамента):

$$\text{ВП}_{i\beta}^{\text{н}} = a_i \cdot \text{ВП}_{\beta}^{\text{н}};\ \text{ПМ}_{i\beta} = a_i \cdot \text{ПМ}_{\beta};\ \beta = \overline{1,m}$$

3.5 Расчет нормативного и регламентированного фонда времени работы цеха для i-й продукции (по вариантам распределения сортамента):

$$\text{ФВ}_{i\beta}^{н} = \frac{\text{ВП}_{i\beta}^{\text{н}}}{\text{Р}_{i\beta}^{\text{н}}},\ \text{ч};\quad \text{ФВ}_{i\beta}^{\text{р}} = \frac{\text{ПМ}_{i\beta}}{\text{Р}_{i\beta}^{\text{тв}}},\ \text{ч};\ \beta = \overline{1,m}$$

3.6 Выбор нормативно обоснованной производственной программы (НОП) на множестве разработанных вариантов β = {1, 2, …, *m*}, исходя из наибольшего нормативного выпуска продукции ВП$^{\text{н}}$ за месяц: $\text{ВП}^{\text{н}} = \max_{\beta}\left\{ \text{ВП}_1^{\text{н}}, ..., \text{ВП}_{\beta}^{\text{н}}, ...\text{ВП}_m^{\text{н}} \right\}$.

4. *Расчет нормативной себестоимости продукции для НОП.*

4.1 Расчет нормативной себестоимости единицы i-й продукции:

$$\text{С}_i^{\text{пр}} = \text{З}_i^{\text{збо}} + \text{З}_i^{\text{пд}};\ \text{З}_i^{\text{пд}} = \text{К}_{\text{тр}.i}^{\text{н}} \cdot \text{З}^{\text{пд}};\ \text{С}_i^{\text{п}} = \text{С}_i^{\text{пр}} \cdot \text{З}_{\text{к}i}$$

где $\text{С}_i^{\text{п}}$ и $\text{С}_i^{\text{пр}}$ – производственная и полная себестоимость i-й продукции, руб/т; $\text{З}_i^{\text{збо}}$ и $\text{З}_i^{\text{пд}}$ – затраты статей себестоимости «задано металла в производство за вычетом отходов» и «расходы по переделу» для i-й продукции, руб/т; $\text{К}_{\text{тр}.i}^{\text{н}}$ – нормативный коэффициент трудности i-й продукции; $\text{З}^{\text{пд}}$ – общие затраты по статье «расходы по переделу» на единицу продукции, руб/т; $\text{З}_{\text{к}i}$ – затраты, учитывающие внепроизводственные расходы.

4.2 Расчет нормативных затрат на производство единицы продукции по статье «задано без отходов» с учетом сортамента за смену (сутки, месяц).

4.3 Расчет нормативной производственной себестоимости единицы продукции за смену (сутки, месяц).

5. *Расчет нормативной прибыли (валовой $\text{П}_{\text{р}i}^{\text{в}}$ и чистой $\text{П}_{\text{р}i}^{\text{ч}}$) от реализации товарной продукции*.

Другие технико-экономические показатели нормативно-обоснованной производственной программы определяются с использованием общепринятых соотношений.

6. *Оценка прогнозных значений технико-экономических показателей*, соответствующих объему производства по заказу ВП^z на $(j + 1)$-й месяц.

6.1 Проверка соответствия общего объема поступивших и ожидаемых заказов на месяц ВП^z нормативному объему производства $\text{ВП}^{\text{н}}$ продукции заданного сортамента и выбор рациональных плановых решений по правилам:

– если $\text{ВП}^z < \text{ВП}^{\text{н}}$, то осуществляется корректировка нормативных значений фонда времени и производительности в зависимости от модуля отклонения $|\Delta\ \text{ВП}^z| = |(\text{ВП}^z - \text{ВП}^{\text{н}})|$ с учетом возможных производственных ситуаций;

– если $\text{ВП}^z \approx \text{ВП}^{\text{н}}$, то в качестве прогноза принимаются нормативные значения $\text{ФВ}^{\text{н}}$, $\text{Р}^{\text{н}}$;

– если $\text{ВП}^z > \text{ВП}^{\text{н}}$, то возможны следующие варианты планирования работы цеха:

а) при $\text{ВП}^z > 1{,}1\text{ВП}^{\text{н}}$ принять для планируемого $(j + 1)$-ого месяца $\text{ВП}^z = \text{ВП}^{\text{н}}$, а избыточные объемы заказов $\Delta\text{ВП}^z = (\text{ВП}^z - \text{ВП}^{\text{н}}) \epsilon$ отнести на следующий период (месяц);

б) при $\text{ВП}^z\ \epsilon\ (1{,}05 \div 1{,}1)\ \text{ВП}^{\text{н}}$ запланировать заказы на $(j + 1)$-й период (месяц) и выполнить их за счет внутренних организационно-технических резервов цеха с учетом осуществления следующего ограничения: $\text{ВП}^z \le \text{ПМ}$

Для условия $\text{ВП}^z < \text{ВП}^{\text{н}}$ определяется прогнозный фонд времени на выполнение заказов. При $\text{ФВ}^z < \text{ФВ}^{\text{н}}$ определяется отклонение: $\Delta\text{ФВ}^z = \text{ФВ}^{\text{н}} - \text{ФВ}^{\text{н}}$.

Номинальное временя работы цеха на выполнение поступивших заказов с учетом количества функционирующего основного и вспомогательного оборудования, вычисляется по формуле: $\text{НВ}^z = \text{КВ} - \text{ППР}^Z$.

Текущие простои цеха ТПР^z определяются следующим образом:

$$\text{ТПР}^Z = \begin{cases} \text{НВ}^Z - \text{ФВ}^Z, & \text{при} \quad \text{ППР}^Z = \text{ППР}^{\text{н}} \\ (\text{НВ}^Z + \Delta\text{ППР}^Z) - \text{ФВ}^Z, & \text{при} \quad \text{ППР}^Z < \text{ППР}^{\text{н}} \end{cases}.$$

$$\Delta \text{ППР}^Z = \text{ППР}^{\text{н}} - \text{ППР}^Z$$

Экспертная корректировка нормативной длительности ТПР$^{\text{н}}$ текущих простоев цеха проводится по группам их причин: технических – $t^*_{\text{т}}$; технологических – $t^*_{\text{тх}}$ и связанных с перевалкой валков – $t^*_{\text{прв}}$. Суммарная продолжительность скорректированных текущих простоев дополняется нормативными простоями по организационным причинам: $\text{ТПР}^* = t^*_{\text{т}} + t^*_{\text{тх}} + t^*_{прв} + t^{н}_{ор}$, ч.

Текущие простои по независящим от цеха причинам (например, отсутствие заказов) определяются по условиям:

$$t^*_{\text{нз}} = \begin{cases} \text{ТПР}^Z - \text{ТПР}^*, & \text{при} \quad \text{ТПР}^Z > \text{ТПР}^* \\ 0, \quad \text{при} & \text{ТПР}^Z = \text{ТПР}^* \end{cases}$$

6.2 Расчет прогнозного выпуска продукции и фонда времени работы цеха для i-й продукции:

$$\text{ВП}^Z_i(j+1) = a_i \cdot \text{ВП}^Z(j+1); \;\; \text{ФВ}^Z_i(j+1) = \frac{\text{ВП}^Z_i(j+1)}{\text{Р}^{\text{н}}_i}$$

В случае значительного снижения объема заказов ВП^z (по отношению к нормативному объему ВП$^{\text{н}}$) корректируется не только нормативный фонд времени, но и нормативная производительность цеха с учетом вариантных сценариев его работы, различающихся количеством функционирующего основного и вспомогательного оборудования, интенсивностью технологических процессов.

6.3 Расчет прогнозной себестоимости единицы i-й продукции.

Проводится пересчет «расходов по переделу» статей $\gamma \in \Gamma$ себестоимости для (j + 1) периода с учетом коэффициента $\text{К}_{\text{вп}}$ снижения выпуска продукции:

$$\text{З}^{\text{пд}}_{Z\gamma} = \frac{\text{А}_\gamma \cdot \text{З}^{\text{пд}}_\gamma}{\text{К}_{\text{вп}}} + \text{Б}_\gamma \cdot \text{З}^{\text{пд}}_\gamma, \text{ руб/т} \qquad \text{К}_{\text{вп}} = \frac{\text{ВП}^Z}{\text{ВП}^{\text{н}}}$$

где А, Б – доли условно-постоянных и переменных затрат ($\text{А}_\gamma + \text{Б}_\gamma$) = 1.

6.4 Расчет прогнозных значений прибыли, объема продаж и других технико-экономических показателей работы цеха**.**

7. *Принятие решения* ЛПР по выбору рациональной (компромиссной на заданном множестве ТЭП) производственной программы, ориентированной на выполнение поступивших или ожидаемых объемов по заказам на основе сравнительного анализа результатов прогнозирования технико-экономических показателей для предлагаемых ситуационных вариантов $\{1, 2, ..., N_s\}$ организации работы цеха (табл. 1) и их влияния на финансово-хозяйственную деятельность предприятия. Таблица строится с учетом приоритетов (важности) конкретных показателей цеха.

Разработанные формульно-алгоритмические модели показателей для оценки эффективности нормативных и прогнозных вариантов функционирования прокатных цехов позволили сформировать ситуационную нормативную базу технико-экономических показателей в виде таблиц в среде Excel для некоторых прокатных производств (листопрокатного, рельсобалочного, сортопрокатного).

Таблица 1 – Оценки технико-экономических показателей по ситуациям (фрагмент)

Показатели	Производственные ситуации					Направление оптимизации*
	1	…	s	…	N_s	
1. Выпуск продукции	$ВП_1 = ВП^Z$	…	$ВП_S = ВП^Z$	…	$ВП_{N_s} = ВП^Z$	–
2. Себестоимость продукции	$С_{пр1}$	…	$С_{прs}$	…	$С_{прN_s}$	inf
3. Прибыль	$Пр_1$	…	$Пр_s$	…	$Пр_{N_s}$	sup
……………………………………………………						
15. Производительность труда	$П_{тр1}$	…	$П_{трs}$	…	$П_{тр\,N_s}$	sup

*Примечание: infimum (inf) – наименьшее значение показателя; supremum (sup) – наибольшее значение показателя.

Пример. Оценить прогнозные значения технико-экономических показателей работы листопрокатного цеха в зависимости от поступивших и (или) ожидаемых объемов производства по заказам. Технологический комплекс цеха, подробно представленный в работе [1] включает нагрев слябов в трех параллельно работающих методических печах, прокатку в черновой и чистовой клетях, правку раскатов, порезку их на дисковых и гильотинных ножницах, клеймение листов и пакетировку листоукладчиком.

Рассмотрим четыре возможных варианта ν = 1, 2, 3, 4 объемов производств проката одинакового сортамента на планируемый период (месяц):

$$ВП_1^Z = 32280,21 \text{ т}; ВП_2^Z = 29289,91 \text{ т}; ВП_3^Z = 24210,16 \text{ т}; ВП_4^Z = 15292,75 \text{ т}$$

Процесс оценивания прогнозируемых технико-экономических показателей листопрокатного цеха в зависимости от выпуска продукции осуществлялся в соответствии с этапами алгоритма, укрупнено представленного на рисунке 1. Предварительно были разработаны необходимые для прогнозирования нормативные модели рационального функционирования цеха на основе запланированных заказов.

На первом этапе (блоки 1–4) была сформирована нормативно-обоснованная производственная программа (НОП). Для этого вначале решалась задача многовариантного распределения (в диалоговом режиме) заданного сортамента (листы определенных размеров и марок стали) по сменам, суткам и неделям планируемого месяца. Одновременно проводились вариантные расчеты нормативного выпуска продукции $ВП_β^н$ и производственной мощности $ПМ_β$ на основе разработанных ранее ситуационно-нормативных показателей функционирования цеха [1]. Затем выбирался окончательный вариант рационального распределения сортамента по сменам и соответствующая производственная программа (НОП) на месяц, для которой $ВП^н$ = 40350,28 т; ПМ = 48925,13 т.

На втором этапе (блоки 5, 6) рассчитывалась нормативная себестоимость $С_i^{пр}$ единицы i-го вида продукции, средневзвешенная себестоимость $С_{см}^{пр}$ по каждой смене и в целом за месяц $С_{мц}^{пр}$, а также вычислялись нормативные значения других технико-экономических показателей, представленные в таблице 3.

На третьем этапе (блок 7) производилось сравнение $\{ВП_1^Z,...,ВП_4^Z\}$, с $ВП^н$ которое показало, что $ВП_{1,2,3,4}^Z <$ $< ВП^н$ на 20, 17, 40, 62% соответственно.

На четвертом этапе (блоки 9–22) для оценивания технико-экономических показателей при снижении выпуска продукции $\{ВП_\nu^Z, \nu = \overline{1,4}\}$ на заданном сортаменте была использована модель прогнозирования работы листопрокатного цеха по следующим прогнозным вариантам с учетом производственных ситуаций:

– прогнозный вариант № 1 ($ВП_1^Z$ < $ВП^н$ на 20%) при работе трех методических нагревательных печей;

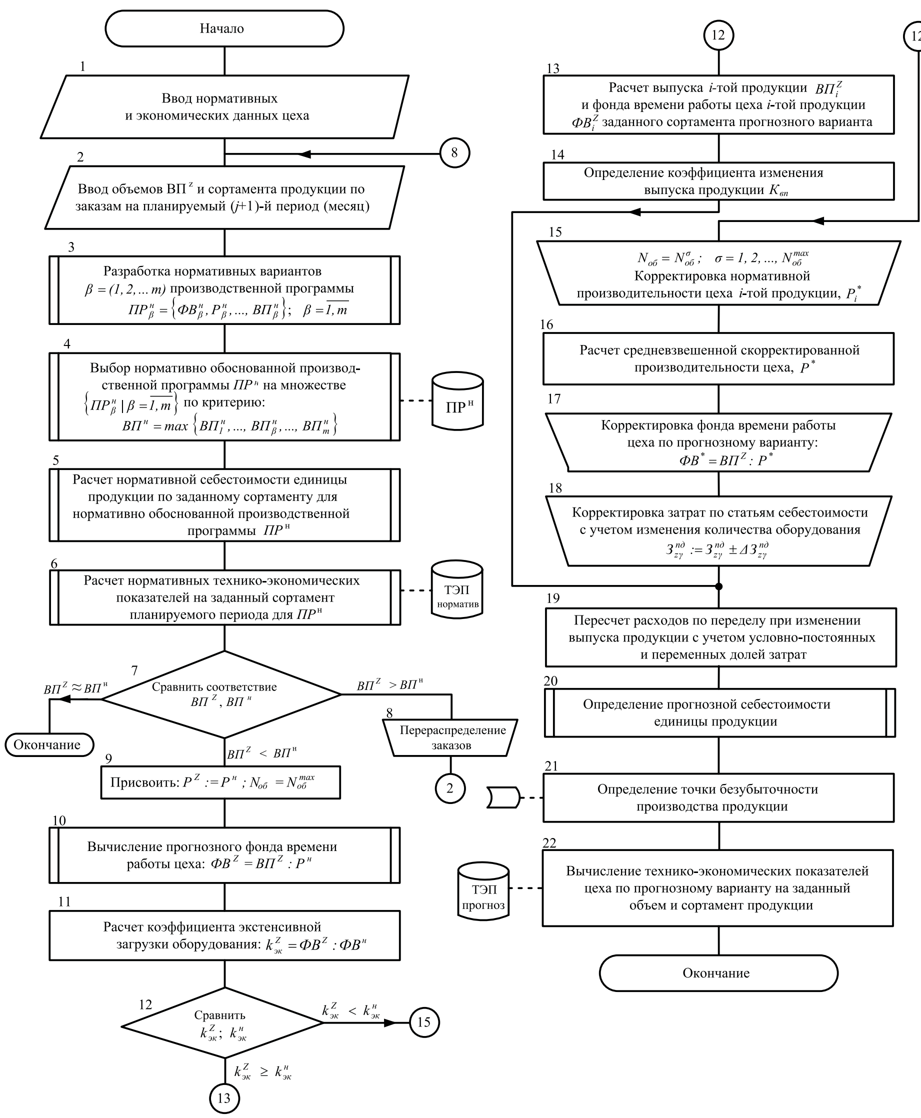


Рисунок 1. Процедура формирования производственной программы и прогнозирования ТЭП прокатного цеха

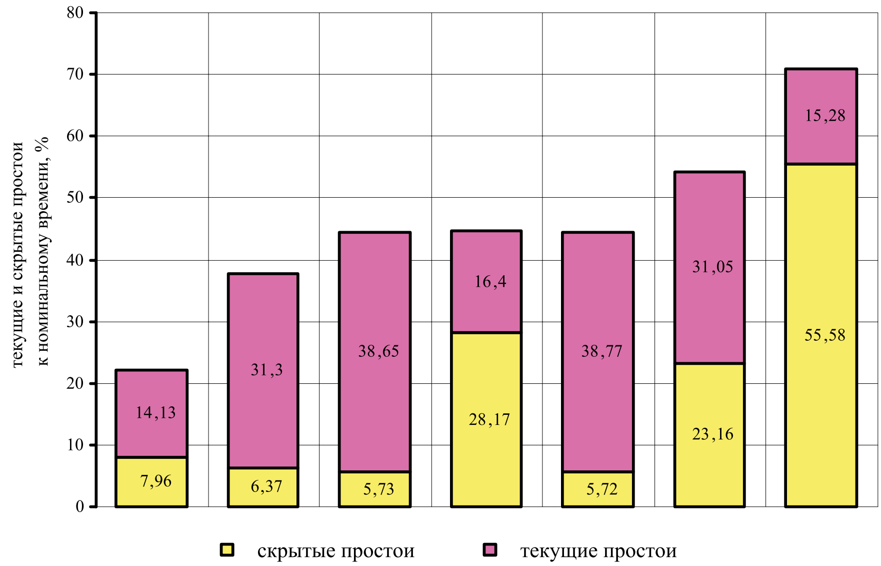
– прогнозный вариант № 2 ($ВП_2^Z$ < $ВП^н$ на 17%) в зависимости от рассматриваемых производственных ситуаций: *а* – при работе трех печей; *б* – при работе двух печей с полной их загрузкой; *в* – при работе двух или трех печей в зависимости от толщины листа;

– прогнозный вариант № 3 ($ВП_3^Z$ < $ВП^н$ на 40%) при работе двух нагревательных печей;

– прогнозный вариант № 4 ($ВП_4^Z$ < $ВП^н$ на 62%) при работе одной нагревательной печи с ее полной загрузкой.

Оценки текущих и скрытых простоев цеха соответствующие перечисленным ситуациям приведены на рисунке 2.

По варианту № 2 прогнозирование технико-экономических показателей осуществлялось по трем возможным сценариям (ситуациям) при $ВП_2^Z$ = 29289,91 т/месяц. Сначала предполагалось использование трех нагревательных печей (вариант № 2-*а*). Для варианта № 2-*б* рассматривался вывод из производственного процесса одной печи и планировалась работа на оставшихся двух печах.



Варианты работы цеха	Нормативные значения	Прогнозные значения по вариантам					
		№ 1	производственные ситуации			№ 3	№ 4
			№ 2а	№ 2б	№ 2в		
Всего прост оев	22,09	37,67	44,38	44,57	44,49	54,21	70,86

Рисунок 2. Диаграмма нормативных и прогнозируемых текущих и скрытых простоев по вариантам работы цеха

В варианте № 2-*в* в связи с тем, что не все размеры листов могут производиться при работе только двух печей, предполагался ввод третьей печи, в некоторых случаях, для прокатки таких листов, когда пропускная способность участка нагрева (при двух печах) будет сдерживать работу черновой и чистовой клетей.

Таблица 2 – Технико-экономические показатели на планируемый месяц по вариантам работы цеха

Наименование показателя		Ед. изм.	Норма-тивные значения	Прогнозные значения по вариантам работы цеха					
				№ 1	производственные ситуации			№ 3	№ 4
					№ 2а	№ 2б	№ 2в		
1. Производственная мощность		т	**48 925,13**	48 925,13	48 925,13	48 925,13	48 925,13	48 925,13	48 925,13
2. Выпуск продукции		т	**40 350,28**	32 280,21	29 289,91	29 289,91	29 289,91	24 210,16	15 292,75
3. Снижение выпуска продукции от нормы		%	**100**	20	17	17	17	40	62
4. Календарное время		ч	**720**	720	720	720	720	720	720
5. Планово-предупредительные ремонты		ч	**34,29**	34,29	22,86	20,00	21,43	20,00	25,71
6. Номинальное время		ч	**685,71**	685,71	697,14	700,00	698,57	700,00	694,29
7. Действительное время		ч	**588,86**	471,09	427,72	585,12	427,72	487,11	574,26
8. Производительность цеха		т/ч	**68,52**	68,52	68,48	50,05	68,48	51,39	26,63
9. Себестоимость продукции	производственная	руб/т	**8935,02**	9196,76	9328,14	9302,94	9321,73	9607,81	10 478,04
	полная	руб/т	**9113,72**	9380,69	9514,70	9489,00	9508,17	9799,96	10687,60
10. Прибыль	валовая	млн.руб	**73,55**	50,22	41,57	42,32	41,76	27,56	2,00
	чистая	млн.руб	**55,90**	38,17	31,59	32,16	31,74	20,95	1,52
11. Снижение чистой прибыли		млн.руб	**0**	– 17,73	– 24,31	– 23,74	– 24,16	– 34,95	– 54,38
12. Рентабельность продукции		%	**20,00**	16,58	13,84	14,15	13,92	11,61	1,23
13. Реализованная продукция (объем продаж)		млн.руб	**441,29**	353,03	320,33	320,33	320,33	284,71	198,30
14. Численность	работающих	чел	**451**	451	451	447	451	447	443
	рабочих	чел	**426**	426	426	422	426	422	418
15. Производительность труда	работающего	т/чел	**89,47**	71,57	64,94	65,53	64,94	54,16	34,52
	рабочего	т/чел	**94,72**	75,78	68,76	69,41	68,76	57,37	36,59
16. Коэффициент использования ПМ		–	**0,82**	0,66	0,60	0,60	0,60	0,49	0,31

Для варианта № 3 при снижении прогнозного выпуска продукции $\Delta ВП_3^Z$ на 16140,12 т/месяц рациональным будет использование в процессе производства двух нагревательных печей.

Для варианта № 4 рассматривался такой случай работы, когда заказы будут снижаться на значительную величину. Тогда планировалось осуществлять нагрев слябов только в одной печи. Методом итераций был определен объем продукции, который может производить цех при работе одной печи, при этом $ВП_4$ = 15292,75 т/месяц.

Для всех производственных ситуаций по отношению к нормативным значениям проводился пересчет себестоимости единицы продукции с учетом изменения каждой статьи при снижении объема производства и доли условно-постоянных и переменных затрат. В случае работы двух или одной печи осуществлялась корректировка (снижение) затрат таких статей, как: топливо технологическое, энергетические затраты, ремонтный фонд, амортизационные отчисления, износ сменного оборудования, содержание основных средств, фонд заработной платы производственных рабочих при сокращении численности в зависимости от количества функционирующих печей.

Результаты прогнозирования работы листопрокатного цеха на планируемый месяц с учетом ожидаемых объемов заказов на заданный сортамент листопрокатной продукции выявил следующие изменения показателей. При снижении выпуска продукции (соответственно варианты № 1, 2, 3) по отношению к нормативным значениям (табл. 2): уменьшится фонд времени работы цеха на 117,8 ч; 161,1 ч (вариант № 2 – а, в) и на 117,7 ч; снизится производительность цеха на 18,5 т/ч (вариант № 2-б); 17,1 т/ч; (вариант № 3); увеличится себестоимость единицы продукции на 261,7 руб./т; на 393,1 руб./т; 367,9 руб./т; 386,7 руб./т (вариант № 2-а, б, в); 672,8 руб./т; сократится объем продаж на 88,3 млн руб.; 120,9 млн руб.; 156,6 млн руб. и уменьшится рентабельность продукции на 3,4%; на 6,2%; 5,9%; 6,1% (вариант № 2-а, б, в) и 8,4%.

Анализ производственных ситуаций по прогнозному варианту № 2 показал, что наилучшим из трех предлагаемых сценариев работы цеха будет вариант № 2-б, когда планируется использовать в производственном процессе две печи. Прогнозный вариант № 4 является наиболее пессимистическим по всем технико-экономическим показателям.

Выводы

Календарное планирование работы прокатного цеха относится к классу слабо структурируемых задач принятия регулярных решений на базе многокритериальной оптимизации при неполной исходной информации. Процедура планирования основана на интерактивном формировании нормативно-обоснованной программы работы цеха, нормировании и прогнозировании основных технико-экономических показателей с учетом поступивших и ожидаемых заказов на металлопрокат. Апробация ситуационной процедуры планирования осуществлена на примере листопрокатного цеха конкретного металлургического предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фомина Л. Д., Кадыков В. Н., Мусатова А. И., Кулаков С. М. Мето-

дика построения нормативной модели функционирования листопрокатного цеха // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2002. – № 6. – С. 31–38.
2. Мусатова А. И., Кадыков В. Н., Кулаков С. М. Оценивание производительности производственной системы на основе тактового подхода // Научное обозрение. – 2014. – № 5. – С. 253–262.
3. Мусатова А. И., Кадыков В. Н., Кулаков С. М. Нормативное прогнозирование эффективности работы прокатного комплекса на базе тактового подхода // Научное обозрение. – 2014. – № 11. – С. 131–138.

Кулаков Станислав Матвеевич, *д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»: Россия, 654006, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.*

Шарафутдинов Ринат Яковлев, *канд. экон. наук, профессор кафедры «Менеджмент и отраслевая экономика», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»: Россия, 654006, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.*

Мусатова Александра Ильинична, *старший преподаватель кафедры «Менеджмент и отраслевая экономика», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»: Россия, 654006, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.*

Кадыков Владимир Николаевич, *канд. техн. наук, доцент кафедры «Обработка металлов давлением и металловедение. ЕВРАЗ ЗСМК», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»: Россия, 654006, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.*

Тел.: (3843) 77-34-00
E-mail: kulakov-ais@mail.ru

SITUATIONAL PLANNING OF ORDER FULFILLMENT AND FORECASTING OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS FOR THE ROLLING SHOP

Kulakov Stanislav Matveevich, *Dr. of Tech. Sci., Prof., Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia.*

Sharafutdinov Rinat Yakovlevich, *Cand. of Econ. Sci., Prof., Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia.*

Musatova Aleksandra Ilyinichna, *senior lecturer, Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia.*

Kadykov Vladimir Nikolaevich, *Cand. of Tech. Sci., Ass. Prof., Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia.*

Keywords: *efficiency, orders, planning, forecasting, "situationalism", variance, normative models, statutory program, technical and economic indicators.*

Abstract*. The task of scheduling and evaluating the effectiveness of the functioning of complex production systems (rolling mill) at a given time interval is considered, subject to the fulfillment of incoming and expected orders for the supply of products to consumers. To solve it, a normative-based (standard) production program of the system is developed, on the basis of which the normative values of technical and economic indicators are determined. At that, standard multivariate models are used, including rational distribution of the assortment, calculations of the fund of time and system performance for the choice of the standard output with the condition of optimal equipment loading per month. An algorithm was developed and reviewed on a specific example (plate rolling shop of a metallurgical enterprise) for the formation of forecast values of technical and economic indicators for options that differ in the reduction of the volume of expected orders for a given product mix. At the first stage of the procedure, a scientifically-based production program of the workshop work was formed. The process of multiple interactive distribution of a given assortment by shifts, days and weeks of the planned month was preliminarily implemented, which was accompanied by calculations of the standard volume of output and production capacity based on the previously formed situational-normative indicators of the workshop. Then we selected a rational result of the distribution of the product in shifts and the corresponding production program for the month. At the second stage, the standard weighted average values of production costs and other technical and economic indicators for each shift and for the whole month were performed. At the third

stage, the analysis of the projected production volumes was carried out according to the variants relative to the regulatory-based output. It was revealed that the volumes will decrease by 20–62%. At the fourth stage, technical and economic indicators are evaluated for different options for reducing output. At the same time, according to one of the options, there are several ways to organize the operation of the equipment. The results of forecasting technical and economic indicators for the planned month, the analysis of the proposed scenarios are given, recommendations are given.

REFERENCES

1. Fomina L. D., Kadykov V. N., Musatova A. I., Kulakov S. M. Methodology for constructing a normative model for the operation of a sheet rolling shop // Izv. high school. Ferrous metallurgy. – 2002. – No. 6. – P. 31–38.

2. Musatov A.I., Kadykov V.N., Kulakov S.M. Evaluation of the productivity of the production system based on the clock approach // Scientific Review. – 2014. – No. 5. – P. 253–262.

3. Musatov A.I., Kadykov V.N., Kulakov S.M. Normative forecasting of the efficiency of the rolling complex on the basis of the clock approach // Scientific Review. – 2014. – No. 11. – P. 131–138.