

Разработка модели прогноза Производственной программы изделий

ЧАРУЙСКАЯ Марианна Александровна

кандидат экономических наук, доцент кафедры финансового менеджмента

ЯКУШИН Кирилл Александрович

аспирант

ФГБОУ ВО «Московский государственный технологического университета «СТАНКИН»
г. Москва, Россия

В статье рассматривается модели прогноза производственной программы изделия, отличительной особенностью которой является учет результатов предиктивного анализа различных аспектов изменения производственной мощности. На основании проведенного анализа представлен математический аппарат расчета элементов модели прогноза производственной программы изделия, включающий прогноз объемов сбыта, расчет производственной мощности, длительность производственного цикла и т. д.

Ключевые слова: прогноз сбыта, производственная программа, прогноз мощности, производственная мощность, производственный цикл.

Прогноз производственной программы подразделяется на следующие шаги [3]:

- расчет проектной мощности предприятия;
- оценка возможности аутсорсинга;
- формирование конструкторско-технологических групп;
- определение деталей-представителей для

каждой конструкторско-технологической группы;

- формирование производственной программы.

Схема модели предиктивной аналитики производственной программы приведена на рисунке 1.

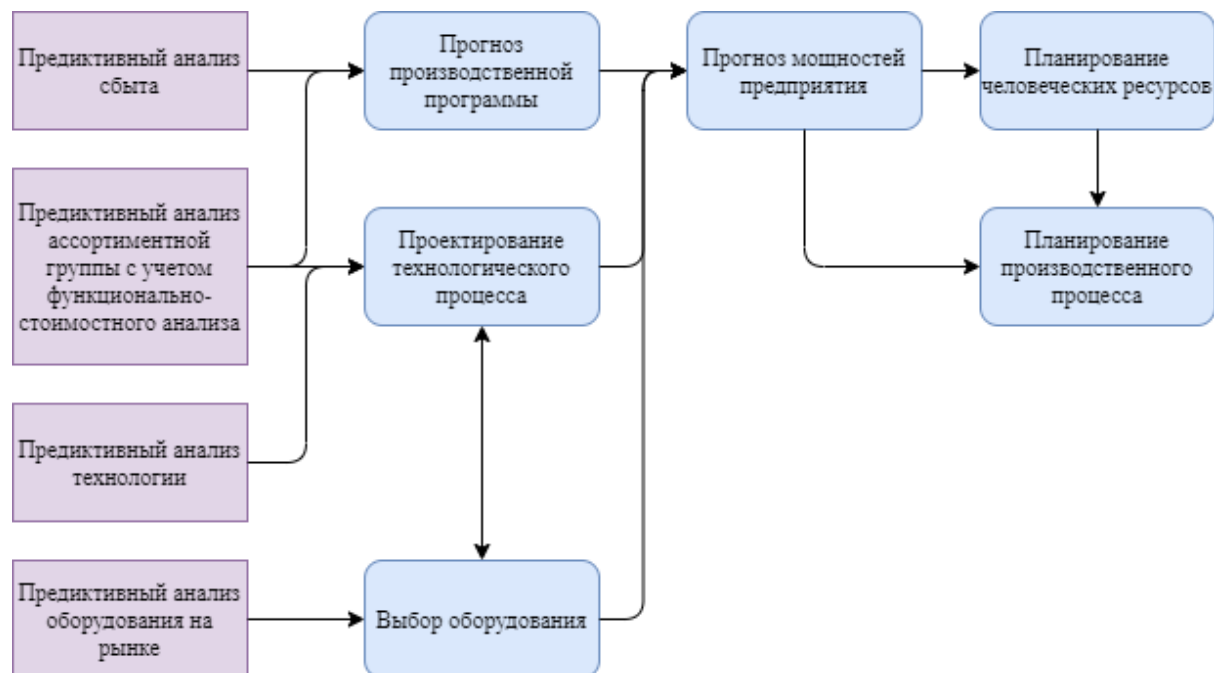


Рисунок 1. Модель предиктивной аналитики производственной программы изделия

Входными данными для прогноза производственной программы изделий являются

результаты двух видов предиктивного анализа: анализа сбыта продукции и анализа продукции с функционально-стоимостным анализом [6].

В рамках предиктивного анализа сбыта происходит анализ предполагаемой динамики по сбыту предполагаемой к производству продукции. Основными компонентами предиктивного анализа является анализ потенциала рынка, потенциала сбыта, прогноз продаж.

Потенциал рынка P_p характеризует количество единиц продукции, которое может быть продано всеми участниками рынка в идеальных условиях. Потенциал сбыта P_s – количество единиц продукции, которое может реализовать планируемое производство. Потенциал сбыта зависит от положения продукции компании на рынке, а также характеристик продукции. Потенциал рынка рассчитывается, как совокупность реализованной продукции по данному сегменту рынка всеми компаниями-производителями. Тогда потенциал сбыта для будущего производства будет равен предполагаемой долей рынка r , которую он хочет занять:

$$P_s = r * P_p.$$

Расчет потенциала рынка необходимо производить с учетом географического положения будущей производственной системы. В связи с этим целесообразно формировать потенциалы рынка для предполагаемых географических зон сбыта, а такие зоны, для которых стоимость поставки оказывает сильное влияние на себестоимость товара, предполагается исключать из рассмотрения. Тогда полная формула для расчета потенциала рынка и потенциала сбыта в зависимости от географического положения примет следующий вид:

$$P_s = \sum_{j=1}^n P_{pj} * r_j,$$

где j – порядковый номер географической зоны.

На основании полученных данных по потенциалу сбыта производится расчет прогноза продаж S . Прогноз продаж необходимо рассчитывать с использованием объективных методов прогнозирования продаж. К таким методам относят рыночный тест, анализ временных рядов, статистический анализ спроса. Анализ временных рядов и статистический анализ

спроса являются предпочтительными методами при проектировании производственной системы в связи с тем, что рыночный тест является продолжительным и дорогостоящим.

Анализ временных рядов предполагает сбор информации по сбыту продукции за некоторый временной промежуток. Полученные ранее данные по сбыту позволяют построить исторический график сбыта для продукции, и сравнить его со скользящей средней. На основании такого графика можно сделать вывод о динамике спроса предполагаемого к производству вида продукции и провести прогноз по продукции.

Статистический анализ позволяет построить прогноз по продажам с учетом дополнительных статистических данных, присущих для конкретной отрасли.

Предиктивный анализ продукции с учетом функционально-стоимостного анализа (ФСА) предполагает работу в следующих направлениях [5]:

- анализ ассортиментных групп;
- определение ассортиментных групп продукции, выявление критических продуктов и принятие решений по внесению конструкторско-технологических изменений.

Анализ ассортиментных групп и отдельных видов продукции производится с целью принятия конструкторско-технологических решений по внесению корректировок в продукцию. В рамках анализа проводится исследование предпочтений потребителей или покупателей в случае, если ассортиментная группа представляет собой компоненты для других видов продукции, на предмет выявления ключевых характеристик, влияющих на решение о приобретении продукции [3].

В основе функционально-стоимостного анализа лежит понятие маржинальности изготавливаемой продукции. Для каждой ассортиментной группы производится расчет предполагаемого коэффициента маржинальной доходности на основании первоначальных данных о конечной стоимости продукции и предполагаемой себестоимости. По результатам расчета определяются критические ассортиментные группы и критические виды продукции, по которым производится решение по внесению конструкторско-техно-

логических изменений.

Данные для расчета проектной мощности предприятия предоставляются на основе предиктивного анализа сбыта.

С учетом информации, полученной в рамках функционирования блока предиктивного анализа продукции посредством функционально-стоимостного анализа, происходит формирование ассортиментных групп изделий.

Оценка возможности аутсорсинга проводится на основании полученных результатов предиктивного анализа цепей поставок, а также особенностей конструкторско-технологических решений, разработанных для изготовления ассортиментных групп.

Формирование производственной программы осуществляется с учетом имеющейся информации по прогнозируемому объему

спроса на продукцию, ассортименту и предполагаемой маржинальностью каждого вида продукции.

Производственная программа формируется в разрезе трех видов планирования – оперативного, тактического и стратегического. Для каждого вида планирования утверждаются единые плановые объемы по спросу на ассортимент продукции. При этом производственные программы разного уровня планирования должны согласовываться между собой.

Определение объемов производства каждого вида продукции осуществляется при помощи методов линейного программирования. В общем случае задача сводится к максимизации прибыли, получаемой с производства продукции. Уравнение оптимизации выглядит следующим образом [4]:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n C(x_i) * x_i \rightarrow \min,$$

где $C(x_i)$ – затраты на изготовление изделия

x_i, x_i – объем производимого изделия.

Система ограничений определяется как совокупность ограничений на фонд работы станко-парка и ограничений на объем выпускаемой продукции.

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n T(C_1, x_i) * x_i \leq C_{1max} \\ \sum_{i=1}^n T(C_2, x_i) * x_i \leq C_{2max} \\ \dots \\ \sum_{i=1}^n T(C_k, x_i) * x_i \leq C_{kmax}, \\ 0 \leq x_1 \leq D(x_1) \\ 0 \leq x_2 \leq D(x_2) \\ \dots \\ 0 \leq x_n \leq D(x_n) \end{cases}$$

где $T(C_k, x_i)$ – норма штучного времени производства продукции x_i на оборудовании

C_k, C_{kmax} – эффективный фонд рабочего времени на оборудовании

$C_k, D(x_n)$ – максимальный объем производимой продукции.

Система ограничений на объем выпускаемой продукции также рассчитывается следующим образом:

$$\begin{cases} M(x_1) \leq x_1 \leq D(x_1) \\ M(x_2) \leq x_2 \leq D(x_2), \\ \dots \\ M(x_n) \leq x_n \leq D(x_n) \end{cases}$$

где $M(x_i)$ – значение критического объема продаж (точка безубыточности) для продукции x_i .

Использование в системе ограничений точки безубыточности для каждого продукта позволяет построить уравнение, в котором каждый продукт будет безубыточен, но – теоретически – уменьшает количество возможных вариантов производственной программы.

В случае стратегического планирования задача оптимизации решается для каждого года, при этом значения эффективного фонда рабочего времени и максимального объема производимой продукции будет изменяться в соответствии с планами по увеличению спроса и количества оборудования.

В результате выполнения блока производственная программа проходит стадии согласования и утверждения.

Расчет производственных мощностей осуществляется на основе уже имеющейся информации по технологическим процессам, количеству оборудования и режиму работы

планируемого производства.

В общем случае расчет производственной мощности предприятия при проектировании машиностроительного производства осуществляется с использованием следующих формул [1]:

$$M_{\text{пр}} = \frac{F_3 * C_{\text{пр}}}{T_{\text{ц}}}$$

$$T_{\text{тц}} = \sum_{i=1}^{m_n} t_{\text{нi}} + \sum_{i=1}^{m_n} A_{\text{нi}} + \sum_{i=1}^{m_n} (n_{\text{кi}} - 1) A_{\text{нi}} + \sum_{j=1}^S [(n_r - P_r^*) * r_{\text{max}}]_j - \sum_{j=1}^u \left[\sum_{i=1}^{m_n-1} (n_{\text{кi}} - P_{\text{np}_{i-1}}) A_{\text{нкор}} \right]_j - \sum_{j=1}^{s+u-1} L_j,$$

где m_n и m_n – число операций процесса с непрерывным и прерывным видами движений,

s и u – количество участков процесса с непрерывным прерывным видами движения,

L_j – период сдвига на стыке j -х и $(j+1)$ -х участков процесса,

$P_{\text{пр}}$ – размер передаточной партии, принятой для транспортировки на предыдущей части процесса,

$A_{\text{кор}}$ – продолжительность наименьшей операции из двух смежных с учетом фронта работ, станков-дублеров и количества обрабатываемых деталей на одном станке,

$n_{\text{кi}}$ – величина партии запуска на i -ой операции.

Период сдвига рассчитывается по следующей формуле:

$$L = (n_{0r} - Q_{\text{нш}}) t_{0r_{\text{кор}}},$$

Расчет эффективного фонда времени работы оборудования рассчитывается следующим образом:

$$\begin{cases} F_3 = F_d * \text{КЭИО} \\ F_d = F_{\text{ном}} * K_p, \\ F_{\text{ном}} = D * f * t_c \end{cases}$$

где F_d – действительный фонд времени,

КЭИО – коэффициент эффективного использования оборудования, назначаемый экспертным способом,

$F_{\text{ном}}$ – номинальный фонд рабочего времени,

K_p – коэффициент, учитывающий время пребывания оборудования в ремонте,

D – количество рабочих дней в году,

где F_3 – эффективный фонд времени работы оборудования,

$C_{\text{пр}}$ – количество оборудования,

$T_{\text{ц}}$ – время производственного цикла.

Для общего случая комбинированной формы движения предметов труда расчет длительности производственного цикла выглядит следующим образом [2]:

f – количество смен в сутки,

t_c – продолжительность одной рабочей смены, час.

Производственная мощность предприятия необходимо рассчитывать по мощности ведущих производственных цехов или участков. Ведущими считаются такие цехи или участки, в которых происходит выполнение основных технологических операций по изготовлению продукции.

Помимо расчета производственной мощности на данном этапе производится расчет баланса мощностей для каждой группы планируемого производства. Баланс мощностей есть разность между потребным фондом времени на группу оборудования и располагаемым фондом времени.

Различные значения баланса загрузки могут говорить о том, что для проектируемой производственной среды свидетельствуют либо о наличии излишков станко-часов по всем группам оборудования, либо о наличии дефицита и ситуации, когда в системе есть «узкое место».

Полученные выше сведения об алгоритме выполнения работ, требуемой информации и рассчитываемых значений для каждого технологического модуля необходимо формализовать для дальнейшего построения информационных потоков будущего приложения.

Модуль предиктивного анализа сбыта генерирует информацию по потенциалу рынка, потенциалу сбыта и прогнозу продаж. Данные по этим переменным рассчитывается в виде массива длиной в период планирования; минимальная длина массива – 1, что со-

ответствует одному году.

Потенциал рынка определяется нетривиальным путём – необходимая для расчета и оценки информация получается в ходе анализа разрозненных сведений из сети Интернет и других источников информации. Информация по потенциалу сбыта и прогнозу продаж находится расчетным путем.

Входной информацией для данного модуля будут являться сведения о категории производимой продукции, доля рынка, которую предполагается занять.

Выходная информация по данному модулю – прогноз продаж за указанный период.

В основу расчета модуля предиктивного анализа входит исследовательская работа,

из-за чего процесс автоматизации может носить ограниченный характер.

Модуль расчета проектной мощности в конечном счете рассчитывает производственную программу, а также определяет конструкторско-технологические группы и детали-представители.

Функционирование данного модуля не требует исследовательской работы из-за чего может быть выполнено различными математическими алгоритмами, однако необходимо отметить сложности в части формирования конструкторско-технологических групп: определение групп для многономенклатурного производства может занимать продолжительное время ввиду объемов деталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грачева К.А. Организация и планирование машиностроительного производства / К.А. Грачева и др. – М.: Издательство «Высшая школа», 2003. – 470 с.
2. Калиберда Ю.Т. Основы расчета длительности производственного цикла. – Москва: Машиностроение, 1968. – 135 с.
3. Мюллер Э. Планирование и эксплуатация промышленных предприятий: Рабочие методики для адаптивных, интегрированных и энергосберегающих заводов / Э. Мюллер, М. Шенк, З. – Москва: Альпина Пабlisher, 2019. – 978 с.
4. Новицкий Н.И. Организация производства на предприятиях: Учебно-методическое пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 392 с.
5. Чаруйская М.А. Интеллектуальный инжиниринг производства под целевую стоимость / М.А. Чаруйская, А.А. Можаровская // Наука сегодня: вызовы, перспективы и возможности: Материалы международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Вологда, 11 декабря 2019 года. Том Часть 2. – Вологда: ООО «Маркер», 2019. – С. 64-66.
6. Application of intelligent engineering in the planning of cyber-physical production systems / V.N. Andreev, M.A. Charuyskaya, A.S. Kryzhanovskaya [et al.] // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2021.