

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

#### 3.1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Голоскоков К.П., д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова;

Чиркова М.Ю., к.э.н., доцент, Финансовый университет при Правительстве РФ

В статье рассматриваются проблемы финансовой устойчивости корпораций, разработан ряд математических моделей, позволяющих оценить доходность и финансовую стабильность предприятий в условиях централизованной экономики.

Финансовая стабильность работы фирмы является важнейшей характеристикой организации производства как с точки зрения внутренних показателей, так и внешних. При этом основным показателем, который позволяет оценить доходность и финансовую стабильность, является рентабельность. Обычно она оценивается в бухгалтерии, после того как учтены все доходы и издержки производства. В условиях централизованной экономики этого было достаточно, так как убытки предприятий покрывались государством в любом случае. В рыночной экономике представленный бухгалтерией анализ деятельности фирмы не позволяет избежать финансовых потерь и просчетов, так как он только подводит итоги прошедших действий. Поэтому возникает необходимость оценки эффективности организации на этапе формирования программы и планирования ее выполнения. В этих условиях оценить финансовые результаты можно, только зная достаточно детально реальные сроки и объемы выполняемых работ на заказах в тесной увязке с имеющимися мощностями. Но даже при увязке процесса выполнения программы с возможностями фирмы, как правило, возникает загрузка, которая может в отдельные периоды вызывать, как нехватку мощностей (более чем на 10-15%), так и их избыток. При большой перегрузке часть работ, объем которых превышает имеющиеся возможности более чем на 5%, сдвигается по срокам в следующие периоды. Из-за технологической взаимозависимости недогрузка мощностей одного производства может в дальнейшем привести к появлению дефицита мощностей в других производствах.

В значительной мере цена и рентабельность изделия предопределяются издержками производства. Зная объем работ, выполняемый в каждом планово-учетном периоде и соответствующие прямые и косвенные затраты, а также стоимость продукции, традиционными методами определяется рентабельность изделия [4, с. 51-60]. При этом прямые затраты на каждый заказ сносятся пропорционально объему выполняемых работ, т.е.:

$$z_{k,h,t,j} = z_{k,h,t,j} \frac{q_{h,t,k}}{\sum_{h \in H} q_{h,t,k} y_h^{(t)}}$$

для  $\forall k \in K$ , для  $\forall h \in H$  и для  $\forall t \in T$ , где  $z_{k,h,t,j}$  – величина косвенных затрат  $j$  подразделения  $k$  в период  $t$ ;

$z_{k,h,t,j}$  – величина косвенных затрат  $j$ , снесенная на заказ  $h$  подразделением  $k$  в период  $t$ ;

$q_{h,t,k}$  – объем работ на заказе  $h$  подразделением  $k$  в период  $t$ .

Себестоимость постройки заказа является суммой прямых и косвенных затрат:

$$Z_h = \sum_{n_h \in N_h} p_{h,k,n} + \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} \sum_{t \in [a_h, d_h]} z_{k,h,t,j} \text{ для } \forall h \in H,$$

где  $p_{h,k,n}$  – величина платежей поставщикам и контрагентам за материалы, комплектующие изделия, работы и услуги,

$a_h, d_h$  – периоды начала и окончания постройки заказа.

Также определяются затраты  $Z_{h,t}$  на постройку заказа  $h$  в период  $t$ . причем в собственные затраты предприятия включаются только законченные работы. Тогда при заданных платежах  $m_h \in M_h$  по каждому заказу  $h$  рентабельность его выполнения  $R_h$  определяется отношением:

$$R_h = \frac{\sum_{m \in M} U_{m,h} - Z_h}{Z_h} \text{ для } \forall h \in H,$$

где  $U_{m,h}$  – величина платежа  $m$  по заказу  $h$ .

Анализ трех вышеприведенных выражений приводит к такому выводу.

Рентабельность продукции зависит не только от цены, но и от соотношения между имеющимися мощностями верфи, соответствующими косвенными затратами, с одной стороны, и с другой – от величины и структуры загрузки предприятия от всей программы в целом на всем цикле постройки заказа.

Условием финансовой стабильности работы предприятия является безубыточность его работы в каждом планово-учетном периоде  $t$ , т.е. определяются следующим неравенством:

$$\sum_{h \in H} R_{h,t} \leq \sum_{h \in H} \sum_{m \in \{m | t_{m,h2} = t\}} U_{m,h} \text{ для } \forall t \in T,$$

где  $t_{m,h2}$  – дата поступления платежа  $m$  по заказу  $h$ ;

$R_{h,t}$  – затраты на постройку заказа  $\forall h \in H$  в плановом периоде  $\forall t \in T$ ,  $R_{h,t} > 0$  если работы ведутся по заказу  $h$  в период  $t$ . В затраты  $R_{h,t}$  включают законченные работы, которые могут войти в платеж.

Величина каждого платежа  $U_{m,h}$  не должна превосходить затрат предприятия на постройку заказа  $h$  за период, прошедший от предыдущего платежа до момента представления данного платежа, т.е.:

$$U_{m,h} \leq \sum_{t=t_{m-1,h1}}^{t_{m,h1}} R_{h,t},$$

где  $t_{m,h1}$  – дата выставления платежа к оплате.

Таким образом, в каждом планово-учетном периоде рентабельность работы предприятия зависит от величины и числа платежей заказчика с одной стороны, а с другой от величины переменных (прямых) затрат на постройку заказов всей программы и постоянных затрат предприятия в целом.

Ввиду неравномерности использования мощностей отдельных производственных подразделений и поступления материалов и комплектующих изделий на всем цикле постройки заказа безубыточная работа предприятия находится в зависимости от выполнения всей производственной программы, величины и числа платежей заказчиков. При этом число платежей должно быть минимальным, так как каждый платеж связан с дополнительными издержками, способствующими росту накладных расходов. Поэтому формирование таблицы платежей является отдельной задачей, требующей своего решения.

Проблема заключается в определении такого минимального числа платежей по всей программе предприятия, чтобы при этом была обеспечена безубыточность работы в каждом планово-учетном периоде, т.е. функционал, характеризующий число платежей на заданном периоде  $T$  достигал минимума:

$$F = \sum_{h \in H} \sum_{m \in \{m | t_{m,h2} \in T\}} y_{h,m(t)},$$

где  $y_{h,m(t)}$  – функция поступления платежа  $m$  по заказу  $h$  в период  $t$ ;

$$y_{h,m(t)} = 0, \text{ если } U_{m,h}(t = t_{m,h1}) = 0, \text{ и}$$

$$y_{h,m(t)} = 1, \text{ если } U_{m,h}(t = t_{m,h1}) > 0.$$

При этом должны выполняться следующие ограничения:

- деятельность предприятия в каждом планово-учетном периоде не должна быть убыточной:

$$\sum_{h \in H} R_{h,t} \leq \sum_{h \in H} \sum_{m \in \{m | t_{m,h2} = t\}} y_{h,m(t)} U_{m,h} \text{ для } \forall t \in T;$$

- начало любого платежного этапа  $t_{m,h1}$  не менее даты начала работ по постройке заказа  $h$  и определяется контрактом:

$$\min\{t_{m,h2}\} > a_h \text{ для } \forall h \in H;$$

- окончание любого платежного этапа и представление к оплате не превосходит даты окончания контракта и завершения постройки заказа:

$$\max\{t_{m,h2}\} > d_h \text{ для } \forall h \in H;$$

- работы на каждом заказе должны вестись без перерывов, т.е. для  $\forall h \in H$  и для  $\forall t \in [a_h, d_h]$ :

$$R_{h,t} \geq 0;$$

- все работы по каждому заказу  $h$  должны быть предъявлены к оплате [1]:

$$\sum_t R_{h,t} = \sum_m U_{m,h}.$$

Так как каждый платежный этап характеризуется множеством работ, которые должны быть завершены и

могут быть предъявлены к оплате, то величина каждого платежа  $U_{m,h}$  определяет объем выполненных и предъявленных к оплате работ, а также номера планово-учетных периодов  $t_{m,h1} > t_{m,h2}$ , которые определяют начало и окончание этапа, даты завершения работ, представляемых к оплате по этому этапу. Каждая работа по технологическому графику постройки заказа  $N_h$  должна принадлежать только одному из этапов  $m_h$ . Предполагается, что средства на счет предприятия поступают в течение планово-учетного периода  $t_{m,h2}$ .

Метод решения этой задачи должен учитывать два обстоятельства. Первое заключается в том, что плановый период должен быть менее того периода, на котором организуется выполнение текущей и перспективной производственной программы. Второе обстоятельство состоит в том, что для части заказов уже существует таблица платежей. Кроме того, на число платежей оказывает влияние величина инфляции. Фирмы с длительным циклом производства при галопирующей инфляции стремились к тому, чтобы платежи по каждому заказу были каждый месяц. При инфляции до 10% в год и высоком уровне использования мощности целесообразно иметь минимально необходимое число платежей по всей производственной программе.

Метод решения задачи представляет многошаговый процесс, на каждом шаге которого рассматривается очередной планово-учетный период. Для этого периода определяется список заказов, упорядоченный по убыванию их удельного веса в затратах фирмы. Для каждого из элементов этого списка определяется максимально возможная величина платежа, с учетом выполненных работ данного периода и выполненных, но неоплаченных работ предшествующих периодов. Кроме того, учитывается ограничение по цене каждого заказа. При выполнении условия по безубыточной работе предприятия в данном планово-учетном периоде осуществляется рассмотрение следующего. Возможность превышения доходов в каждом периоде над затратами должна определяться не только представлением о достаточной величине прибыли и необходимости ее получения в данном периоде, но и действующей системой налогообложения.

Таким образом, в результате решения задачи формирования системы платежей, определяются сроки и величины платежей по каждому заказу. После согласования решений по выполнению каждого контракта управление процессом изготовления изделия может осуществляться в рамках методологии управления проектами.

Формирование системы платежей тесно связано с проблемой управления финансовыми потоками. Эта проблема может быть рассмотрена с позиций общей задачи планирования и контроля денежных потоков между фирмой и внешними объектами, с одной стороны, и потоками внутри фирмы – с другой. Целями решения рассматриваемой задачи являются:

- повышение эффективности платежей, т.е. достижение заданной рентабельности деятельности фирмы;
- гарантирования ликвидности;
- оптимизация привлечения заказов и инвестиций за счет соответствия между структурой мощностей производства и структурой объемов работ по заказам.

Планирование этих потоков связано с финансовой устойчивостью фирмы. Задача планирования и контроля расчетов состоит в увязывании потоков выплат и поступлений с учетом резервов платежных средств для обеспечения управляемости и адаптированности предприятия к изменениям внешней среды. Поддержание финансовой устойчивости является необходимым условием реализации целей фирмы. Система платежей по частичной готовности заказов призвана обеспечить сбалансированность процесса финансирования фирм с длительным циклом производства.

Поставленные стратегические цели определяют ключевые подходы к финансовому планированию, включая бюджетное планирование. Расчеты с поставщиками для фирм с длительным циклом производства отражаются в технологическом графике постройки заказа, который является информационной моделью процесса. Расчеты по заработной плате, а также отчисления в бюджеты федеральных и местных органов власти и внебюджетные фонды производятся периодически и связаны с определенными планово-учетными периодами. С этой точки зрения предлагается задача формирования системы платежей по частичной готовности заказа, которая реализует правила Вальраса:

- индивидуальное правило Вальраса можно трактовать так, что работа фирмы должна быть безубыточна. Для фирмы с длительным циклом планируемая безубыточность работы на всем плановом горизонте не гарантирует безубыточности на каждом временном интервале. Но у такой фирмы есть возможность обеспечить эту стабильность за счет системы промежуточных платежей;
- коллективное правило Вальраса применительно к рассматриваемой фирме заключается в том, что у всех участников процесса создания изделия с длительным циклом производства дефицит платежных средств должен быть равен нулю (деятельность должна быть рентабельна). Фирмы с длительным циклом характеризуются высоким удельным весом амортизационных отчислений в издержках производства. Поэтому такая фирма, имея превышение расходов над доходами в каком либо планово-учетном периоде из-за отсутствия или задержки промежуточного платежа, может его уменьшить или даже ликвидировать за счет уменьшения амортизационных отчислений, а не только за счет фонда оплаты труда как у фирм с коротким циклом производства при сохранении объема производства в натуральном выражении.

Эта задача должна решаться в рамках синхронного планирования, так как при формировании системы платежей необходимо учитывать денежные потоки, возникающие в процессе внутрифирменного планирования с одной стороны, а с другой – модифицировать процесс планирования, если он грозит нарушить финансовое равновесие.

Наряду с планированием, регулированием и контролем денежных потоков между фирмой как системой и внешней средой, финансовое планирование должно обеспечивать необходимую величину платежных средств – ликвидные резервы.

Планирование платежей производится в стратегическом и оперативном отношении. Стратегическое финансовое планирование предполагает расчет потоков платежей в рамках стратегических и оперативных планов по отношению к кредитным инстру-

ментам, инвесторам, издержкам производства, что позволяет избежать ситуации недостаточной ликвидности или чрезмерно высокого остатка денежных средств для достижения финансового равновесия. Оперативное финансовое планирование позволяет прогнозировать потоки поступлений и выплат, а также резервы денежных средств фирмы и тем самым определять размер собственных денежных средств на конец периода.

Оперативное (краткосрочное) финансовое планирование может охватывать расчет поступлений и выплат или расчет планируемого объема капитала. При расчете поступлений и выплат данные о потоках платежей являются следствием стратегических и оперативных планов фирмы. В этом случае оперативное финансовое планирование характеризуется рекуррентным соотношением:

$$Z_t = Z_{t-1} + P_t - V_t,$$

где  $Z_{t-1}$  – запас платежных средств на начало планового периода;

$P_t$  – поступление в плановом периоде;

$V_t$  – выплаты планового периода;

$Z_t$  – запас платежных средств на начало следующего планового периода.

В случае расчета объема капитала данные о потоках платежей выводятся из плана затрат и доходов, а также планового баланса. Периодизацию платежей в рамках планирования балансового результата проводят в обратной последовательности с помощью корректирующих статей бухгалтерского баланса. В этом случае речь идет о расчете планируемого объема капитала. Основное рекуррентное планирования объема капитала имеет вид:

$$Z_t = Z_{t-1} + U_t + R_t,$$

где  $U_t$  – сальдо денежного потока планового периода;

$R_t$  – уменьшение актива и увеличение пассива планового периода (источники средств) (или со знаком минус увеличение актива и уменьшение пассива (использование средств)).

Совокупное планирование поступлений и выплат и планируемого объема капитала, дополненное контролем, составляет финансовое планирование и контроль и включает:

- расчет денежных потоков с учетом запаса платежных средств на начало периода;
- расчет инвестиций и деинвестиций;
- расчет объемов привлекаемых денежных средств и выводимых из оборота;
- расчет оптимального остатка денежных средств на конец периода.

Планирование и контроль денежных потоков и инвестиций это финансовое выражение процессов производства, а планирование и контроль объемов внешне-финансирования, ликвидных резервов относится непосредственно к финансовой или финансово-экономической сфере фирмы. Финансовое планирование реализуется в виде частных платежных планов, которые в виде агрегированных планов выплат и поступлений являются результатом этого процесса. Для

определения и поддержания резервов ликвидности любой частный план может быть исходным пунктом для сводного фирменного планирования платежей. Исходным пунктом фирменного планирования платежей для определения запасов ликвидных средств на начало периода принимается план денежных потоков.

Процесс формирования плана денежных потоков может быть формализован и представлен в виде графа (сети), состоящего из  $n+2$  вершин  $P_0, P_1, K, P_n, P_{n+1}$  (центров ответственности) и из некоторого количества дуг  $(P_i, P_j)$ , соединяющих некоторые упорядоченные пары  $P_i, P_j$  (связи между центрами ответственности). Звенья  $(P_i, P_j)$  и  $(P_j, P_i)$  называются симметричными. В графе должны отсутствовать петли. По путям  $\mu(P_0, P_1, K, P_n, P_{n+1})$ , составленным из звеньев  $(P_i, P_j)$ , направляются денежные потоки из вершины входа в сеть  $P_0$  в вершину выхода из сети  $P_{n+1}$ . Каждой вершине графа сопоставлен центр ответственности, представляющий сегмент внутри фирмы, во главе которого стоит ответственное лицо принимающее решение.

В зависимости от точки зрения лица, принимающего решение, в качестве графа центров ответственности может быть взята организационная или производственная структура фирмы. Центр затрат – это подразделение, руководитель которого отвечает только за затраты. Примерами может служить службы главного механика, главного технолога, которые должны в своей деятельности не выходить за бюджетные ограничения. Центры затрат можно классифицировать как центры регулируемых затрат и центры произвольных (частично регулируемых) затрат. Примером центра регулируемых затрат может служить цех основного производства, в котором можно установить оптимальное соотношение между затратами и выпуском за счет степени механизации и автоматизации. У центров регулируемых затрат есть и другие цели, например обеспечение выполнения сроков и качества выпускаемой продукции. Среди затрат этих центров преобладают полностью регулируемые затраты, но есть и затраты других видов, например амортизация оборудования. Примерами центров произвольных (слабо регулируемых) затрат могут служить конструкторское бюро, административные службы, у которых нельзя установить оптимальное соотношение между затратами и выпуском в натуральном выражении. Например, в проектной организации это соотношение может определяться как отношение количества выпущенных чертежей по проекту к числу необходимых чертежей для реализации данного проекта. В зависимости от системы оплаты число чертежей может меняться. Так при сдельной оплате труда за чертежи их число необоснованно возрастает.

Центр выручки представляет собой структурное подразделение, руководитель которого несет ответственность исключительно за выручку, а за затраты, отвечает только в ограниченном объеме. У этого центра отсутствует взаимосвязь между входом и выходом, например отдел сбыта отвечает не за всю

себестоимость реализуемой продукции, а лишь за затраты на ее реализацию.

Центр прибыли представляет собой структурное подразделение, руководитель которого несет ответственность, как за затраты, так и за прибыль, например, планово-экономический отдел фирмы. Центр прибыли может в свою очередь состоять из нескольких центров затрат. В качестве центра прибыли часто выделяются функциональные подразделения фирмы или вспомогательные службы. Прибылью такого подразделения будет считаться разность между выручкой (поступления от реализации) и затратами на содержание подразделения. Если фирма выделяет в качестве центров ответственности функциональные подразделения или вспомогательные производства, то возникает вопрос о механизмах управления издержками и формирования цен.

Центр инвестиций представляет собой структурное подразделение, в котором существует взаимосвязь между прибылью и инвестированным капиталом и руководитель которого отвечает за капиталовложения, доходы и затраты.

В качестве основных принципов выделения центров ответственности используют: функциональный, соответствия организационной структуре и сходства структуры затрат. В свою очередь по функциональному принципу выделяют центры: обслуживающие, материальные, производственные, управленческие, сбытовые.

Приведенная классификация, особенности и принципы выделения центров ответственности позволяют сделать вывод, что любой центр в зависимости от рассматриваемой проблемы и сложившейся ситуации может быть отнесен к той или иной группе. Если фирма под угрозой остановки производства из-за недопоставок материалов, то служба материально-технического обеспечения из центра затрат становится центром прибыли. Кроме того, любому центру ответственности свойственны затраты, влияющие на прибыль фирмы и ее инвестиционную политику. Каждый центр имеет свой бюджет, а финансовые потоки внутри фирмы связывают бюджеты центров ответственности между собой.

Данную проблему целесообразно рассматривать как математическую задачу определения максимального потока в сетях, в которой каждой упорядоченной паре вершин графа  $P_i, P_j = (i = 0, 1, 2, K, n; j = 1, 2, K, n+1)$  отнесено неотрицательное число  $a_{i,j}$ , называемое пропускной способностью звена  $(P_i, P_j)$  и определяющее максимальное количество вещества, которое может пропустить за единицу времени это звено. Если какая-то пара вершин не соединена, то  $a_{i,j} = 0$ .

Потоком  $x_{i,j}$  по звену  $(P_i, P_j)$  ( $i = 0, 1, K, n, j = 1, 2, K, n+1$ ) называется количество вещества, проходящего через это звено в единицу времени. Потоки должны удовлетворять ограничениям:

- поток не должен превышать пропускной способности звена:

$$0 \leq x_{ij} \leq a_{ij} \quad (i = 0, 1, K, n, j = 1, 2, K, n+1);$$

- количество вещества, притекающего в каждую вершину графа  $P_i$  (кроме  $P_0$  и  $P_{n+1}$ ) равно количеству вещества, вытекающего из этой вершины:

$$\sum_{k=0}^n x_{k,i} - \sum_{j=1}^{n+1} x_{i,j} = 0 \quad (i = 1, 2, K, n).$$

Из последнего ограничения следует, что количество вещества  $\sum_{j=1}^{n+1} x_{0,j}$ , вытекающего из  $P_0$ , совпадает с общим количеством вещества  $\sum_{i=0}^n x_{i,n+1}$ , притекающего в  $P_{n+1}$ , т.е.

$$\sum_{j=1}^{n+1} x_{0,j} = \sum_{i=0}^n x_{i,n+1} = z.$$

Линейная форма  $z$  называется величиной потока в сети. Задача определения максимального потока в сети заключается в нахождении такого решения  $x_{i,j}^*$  ( $i = 0, 1, K, n, j = 1, 2, K, n+1$ ), которое при выполнении двух приведенных выше ограничений максимизирует линейную форму  $z$ .

Это задача линейного программирования, для решения которой используется, как симплекс-метод, так и специальные алгоритмы [2, с. 174-181].

С точки зрения задачи определения финансовых потоков фирмы, максимизация линейной формы  $z$  соответствует интенсификации производственных процессов с выявлением «узких мест», а также способствует максимизации объемов производства и прибыли. Но в данном случае величина потока  $x_{i,j}$  характеризует величину платежей средств и затрат производства, проходящего через звено  $(P_i, P_j)$  ( $i = 0, 1, K, n, j = 1, 2, K, n+1$ ) в единицу времени. Величина  $a_{i,j}$ , как пропускная способность звена  $(P_i, P_j)$ , вытекает из бюджетных ограничений, цен и затрат на создание изделий, постоянных и переменных затрат фирмы и определяет, в конечном итоге, необходимую величину платежей средств, требующихся в плановом периоде для выполнения заданного объема работ по производственной программе. При этом возможно решение данной задачи, как с точки зрения всех издержек производства фирмы, так и затрат по отдельным статьям (расходы на оплату труда, материалы, амортизацию). Определение финансовых потоков в каждом плановом периоде позволяет формировать и оценивать бюджеты центров ответственности и фирмы в целом.

Критерий решения данной задачи может характеризовать [4]:

- максимизацию финансового потока каждого периода;
- отклонения стоимости продукции одного периода от потребности в платежах следующего периода, которые должны быть минимальны.

Первый случай более соответствует производству с коротким циклом изготовления продукции и направлен на максимизацию объемов производства и, соответственно, прибыли. Второй критерий характеризует производство с длительным циклом,

так как для таких фирм определяющим является неравномерность потребления ресурсов, потребность в которых определяется производственной программой.

Математическая модель задачи определения финансовых потоков для фирмы с длительным циклом производства выглядит следующим образом. Задано множество центров ответственности  $I$ . Для каждого центра ответственности  $\forall i, j \in I$  найти значения переменных финансового потока  $x_{i,j}$  ( $i = 0, 1, K, n, j = 1, 2, K, n+1$ ), характеризующие поступления из центров ответственности  $i$  в центры ответственности  $j$ , которые минимизируют линейную форму:

$$Z_t = \sum_{i=0}^n x_{i,n+1}^t - Z_{t+1} \rightarrow \min \text{ для всех периодов } t, \text{ на}$$

которых выполняется производственная программа,

где  $i$  – индекс центра ответственности, из которого поступают ресурсы (финансы, фонд оплаты труда, материалы и комплектующие изделия в стоимостной форме, незавершенное производство) для выполнения производственной программы;

$j$  – индекс центра ответственности, в котором производится расход и освоение поступивших средств;

$Z_{t+1}$  – потребность в платежных средствах в период  $t+1$ .

При этом должны выполняться следующие ограничения:

- финансовый поток (платежные средства и стоимость продукции), поступающий в центр ответственности, должен быть не менее потребности этого центра в платежных средствах  $a_j$ :

$$0 \leq a_j \leq x_{i,j}^t \quad (i = 0, 1, K, n, j = 1, 2, K, n+1);$$

- величина платежей средств, поступивших в конечную вершину графа  $P_{n+1}$  в период  $t$ , не должна быть больше расходов следующего планового периода  $t+1$ :

$$\sum_{i=0}^n x_{i,n+1}^t > Z_{t+1};$$

- величина платежей средств, поступающих в каждую вершину графа  $P_j$  (кроме  $P_0$  и  $P_{n+1}$ ) не более стоимости продукции и объема платежей средств, расходованных в этой вершине  $j$ :

$$\sum_{i=0}^n x_{i,n+1}^t - \sum_{k=1}^{n+1} x_{j,k}^t \leq 0 \text{ для } \forall j \in I,$$

где  $k$  – индекс вершины графа, в которой расходуются средства, поступающие из вершины  $j$ .

Из последнего ограничения следует, что величина финансовых поступлений (платежей)  $\sum_{j=1}^{n+1} x_{0,j}^t$ , расходованных из  $P_0$  в период  $t$ , не может быть больше платежей средств и издержек производства  $\sum_{i=1}^n x_{i,n+1}^t$ , поступивших в  $P_{n+1}$ , т.е. деятельность фирмы должна быть безубыточна:

$$\sum_{j=1}^{n-1} x_{0,j}^t \leq \sum_{i=0}^n x_{i,n+1}^t = Z_t.$$

Введем предварительные понятия. Представим множество всех вершин графа как два непересекающихся множества  $U$  и  $V$  с обязательным условием, чтобы  $P_0 \in U$  и  $P_{n+1} \in V$ . Множество всех дуг графа, выходящих из  $U$  и входящих в  $V$ , назовем разрезом графа  $(U, V)$ . Пропускной способностью разреза  $(U, V)$  назовем величину:

$$A(U, V) = \sum_{P_i \in U, P_j \in V} a_{i,j}.$$

Разрез с минимальной пропускной способностью назовем минимальным. При любой величине потока  $Z$  и любом разрезе  $(U, V)$  любые затраты на выполнение производственной программы, движущаяся из  $P_0$  (начало планового периода) в  $P_{n+1}$  (окончание планового периода), обязательно пройдут хотя бы по одной из дуг разреза  $(U, V)$ , так что в  $P_{n+1}$  может за плановый период попасть из  $P_0$  величина затрат, не превышающая пропускной способности разреза [5, с. 53-59], т.е.:

$$Z \leq A(U, V).$$

Условия задачи можно представить в виде квадратной матрицы, размерность  $(n+2) \times (n+2)$ , где  $(i, j = 0, 1, 2, \dots, n+1)$  – индексы столбцов и строк и, соответственно, центры ответственности  $P_i, P_j$ . Элементы матрицы  $x_{i,j} \geq 0$  характеризуют финансовые потоки (затраты производства данного периода и незавершенное производство, платежи за реализованную продукцию),  $x_{i,j} \leq a_{i,j}$  для  $\forall i, j \in I$ . Если финансовые потоки между центрами ответственности отсутствуют, то  $a_{i,j} = 0$  и, соответственно,  $x_{i,j} = 0$  для  $\forall i, j \in I$ .

Для получения минимального потока в графе необходимо найти все возможные пути  $\mu(P_0, P_1, \dots, P_n, P_{n+1})$ , по которым затраты производства и платежи поступают из  $P_0$  в  $P_{n+1}$ . В данной задаче финансовые потоки определяются, с одной стороны, графиками постройки заказов производственной программы, в котором указаны исполнители работ, т.е. центры ответственности, принадлежащие основному производству с соответствующими издержками, а с другой – затратами центров ответственности, обеспечивающих управление фирмой и подготовку выполнения текущей и будущей производственных программ. Ввиду того, что наиболее приоритетным является выполнение текущей производственной программы, то минимизация финансового потока может быть осуществлена:

- при обязательном обеспечении издержек центров ответственности за счет поступления материалов, заработной платы, а также фронта работ предшествующих производств;
- при эффективном функционировании центров ответственности, обеспечивающих управление фирмой и подготовку производства текущей и будущих программ за счет косвенных расходов, части прибыли и инвестиций.

Увеличение стоимости в каждом центре ответственности происходит, по крайней мере, за счет добавленной стоимости (оплата труда, амортизация, прибыль).

Согласование финансовых потоков внутри фирмы с длительным циклом производства является итерационным процессом, в котором согласуются решения задач формирования системы платежей и затраты центров ответственности.

## Литература

1. Бугорский В.Н. и др. Методы автоматизированного анализа и оценка применимости программных продуктов в учебном процессе [Текст] : учеб. пособие / В.Н. Бугорский, А.И. Дашевский, А.И. Михайлушкин, С.Е. Пономарев, Ю.М. Порховник, Р.В. Соколов, В.И. Фомин, М.Ю. Чиркова ; под ред. Порховника Ю.М. – СПб. : СПбГИЭУ, 2001. – 142 с.
2. Голоскоков К.П. и др. Применение математического программирования в дискриминантном анализе для решения задачи прогнозирования [Текст] / К.П. Голоскоков, Д.В. Гаскаров, А.В. Шкабардня // Автоматика и телемеханика. – 1998. – №7. – С. 174-181.
3. Голоскоков К.П. Формирование информационной базы для прогнозирования качества продукции [Текст] / К.П. Голоскоков // Инновации. – 2009. – №1.
4. Малюк В.И. Методика оценки рационального распределения ограниченных инвестиций в развитие производственной системы региона [Текст] / В.И. Малюк, К.П. Голоскоков // Вестник ИНЖЭКОНА. – 2009. – №1 – С. 51-60. (Экономика).
5. Пономарев С.Е. Параллельные вычисления в экономических информационных системах [Текст] / С.Е. Пономарев, М.Ю. Чиркова // Вестник ИНЖЭКОНА. – 2012. – №8. – С. 53-59. (Экономика).

## Ключевые слова

Финансовая устойчивость; корпорация; финансовая стабильность; рентабельность; рыночная экономика; доходы; издержки производства; математические модели; оценка эффективности; программа планирования производства.

*Голоскоков Константин Петрович*

*Чиркова Марина Юрьевна*

## РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность вопросов моделирования финансовой устойчивости производственного предприятия на основе рекуррентных моделей системы платежей обусловлена тем, что финансирование промышленного производства определяет жизнеобеспечение отраслей экономики любого государства и оказывает воздействие на социально-экономическое развитие общества и окружающую среду.

Очевидно, что методологические проблемы, связанные с высоким уровнем субъективности распределения приоритетов направлений финансирования, определяющих размеры и сроки платежей, связаны с разработкой методологического математического аппарата, позволяющего свести к минимуму значимость субъективного мнения и повысить объективность процесса финансового планирования для обеспечения финансовой устойчивости производственного предприятия.

В рецензируемой статье предложены модели расчета поступлений и выплат и расчета планируемого объема капитала на основании усовершенствованного подхода с применением методов теории графов.

Статья отвечает всем предъявляемым требованиям к работам такого уровня и может быть опубликована в журнале «Аудит и финансовый анализ».

*Барыкин С.Е., д.э.н., профессор Международной высшей школы управления Санкт-Петербургского политехнического университета.*