

УДК 519.816.8:69

О.А. Криводубский¹, О.А. Шевчук²¹ Донецкий институт жилищно-коммунального хозяйства, Донецк² Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка

ЛОГИКО-ФОРМАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ПЛАНИРОВАНИЯ ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Работа посвящена разработке логико-формальных моделей планирования финансовой деятельности строительно-монтажной организации, которые позволят разработать математическую модель задачи планирования строительно-монтажных работ.

Ключевые слова: логико-формальная модель, строительно-монтажные работы, планирование, доходная часть, расходная часть предприятия.

Введение

Постановка проблемы. В современных условиях инфраструктуры народного хозяйства Украины строительная область занимает одно из ведущих мест. В условиях конкурентной борьбы необходимо определить такую стратегию деятельности строительного предприятия, которая позволит повысить эффективность его деятельности. Перечисленные аспекты обуславливают актуальность данной работы.

Анализ литературных источников. Результаты исследований, выполненных в направлении повышения общей эффективности строительной отрасли, оптимизации экономической и производственной структуры ведущих участников строительно-инвестиционного процесса, изложены в работе [1].

Для решения задач планирования разработаны методы и модели принятия решений, образован обширный фонд пакетов программ, позволяющих использовать ЭВМ [2]. Анализ характеристик строительного предприятия как объекта управления, классификация переменных верхнего уровня управления в соответствии с выделенными задачами планирования осуществлены в работе [3].

Постановка задачи. Целью работы является разработка логико-формальных моделей планирования финансовой деятельности строительно-монтажной организации (СМО), как составляющих информационных технологий. Последние позволят принимать решения при планировании строительно-монтажных работ, вести учет выполнения заданий и принимать оперативные решения по управлению производством.

Изложение основного материала

Для достижения поставленной цели необходимо: рассмотреть общие принципы планирования (год, квартал, месяц); формально записать планы предприятия в зависимости от сроков выполнения работ по договору; представить декомпозицию го-

довой программы на квартальные и месячные; рассмотреть условия получения доходной и расходной частей. Общие принципы планирования заключаются в обозначении задач и их решений при планировании на год, квартал, месяц.

Согласно договорам строительства выполнение строительно-монтажных работ (СМР) может занимать период времени от месяца до нескольких лет. В соответствии с этим вопросы финансирования определяются условиями выполнения работ заключаемых договоров.

Задача планирования финансовой деятельности СМО подразумевает составление планов на год, квартал, месяц.

Годовой план предприятия заключается в определении: объектов и классов строительства, графика выполнения этапов работ, доходной и расходной частей предприятия.

В основе задачи планирования лежат договора строительства, согласно которым формируется информация (портфель заказов) об объектах строительства (реконструкции), сроках действия договоров, договорных ценах и условиях оплат по договорам.

Совокупность действующих договоров СМО может быть сформирована в виде множества $D_d = \bigcup d_m$. Любой договор d_m можно записать совокупностью его показателей: $d_m = (d_{1m}, d_{2m}, d_{3m}, d_{4m}, d_{5m}, d_{6m})$, где m – номер договора, $m = \overline{1, M}$; d_{1m} – объект строительства; d_{2m} – размер договорной цены; d_{3m} – дата заключения договора; d_{4m} – сумма оплаты; d_{5m} – условия оплаты; d_{6m} – дата сдачи объекта в эксплуатацию.

Представим формальное описание планов СМО.

План предприятия на год запишем в виде

$$YPL_{\text{год}}^I = \{Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, D_{\text{оп}}^{\text{год}}, RhP^{\text{год}}\},$$

где Y_1 – совокупность объектов строительства, соответствующая портфелю заказов и срокам выполнения, $Y_1 = \bigcup d_{1m}^i$; Y_2 – совокупность j -х этапов объектов i -х классов, $Y_2 = \bigcup E_m^{ij}$; Y_3 – совокупность интервалов времени j -х этапов объектов i -х классов, $Y_3 = \bigcup T_m^{ij}$; Y_4 – множество квартальных программ, $Y_4 = \bigcup_{n=1}^4 YPL_{кв}^n$; $D_{ор}^{год}$ – доходная часть

предприятия, планируемая на год; $RhP^{год}$ – расходная часть предприятия, планируемая на год.

Для каждого объекта строительства (реконструкции) d_{1m} определено время выполнения всех работ по договору T_m :

$$\forall d_{1m} \exists T_m : (T_m > 1 \text{ года}) \vee (T_m < 1 \text{ года}) \vee (T_m = 1 \text{ год}).$$

Если время выполнения работ по договору T_m не превышает календарный год, то все работы по договору входят в годовой план

$$\forall d_{1m} : (T_m \leq T^{год}) \Rightarrow d_{1m} \in YPL_{год}^1.$$

В случае, когда срок выполнения работ по договору превышает год, выбираются те этапы по объектам строительства, сроки выполнения которых принадлежат соответствующему кварталу года

$$\begin{aligned} \forall d_{1m} : (T_m > T^{год}) \Rightarrow \\ \Rightarrow (\exists E_m^{ij} \in d_{1m} : T_m^{ij} \leq T^{год}) \in YPL_{год}^1. \end{aligned}$$

Рассмотрим формирование доходной части строительно-монтажной организации.

Расчеты за выполненные строительно-монтажные работы устанавливаются по соглашению между заказчиком и подрядчиком в договоре подряда.

Стороны предусматривают выплату разовых (целевых) авансов PO_m подрядчику в процентном (долевом) отношении от объема планируемых работ на приобретение нестандартных строительных конструкций и изделий, материальных ресурсов, поставка которых зависит от сезонности выполнения строительных работ, а также на закупки по внешне-торговым контрактам

$$\forall d_{1m} \exists PO_m. \quad (1)$$

Конкретные размеры, сроки и порядок перечисления авансов определяются в договорах подряда с учетом характера объекта, условий строительства и других факторов. Согласно актам о приемке выполненных работ и соответствующим справкам о стоимости выполненных работ и затрат (форма КБ №3) по каждому объекту за каждый выполненный этап E_m^j предприятие получит плату OF_m^j :

$$\forall d_{1m} \forall E_m^j : (T_m^j \leq T^{год}) \Rightarrow \exists OF_m^j, \quad (2)$$

где T_m^j – время выполнения этапа E_m^j , $j = \overline{1, 6}$, $n = \overline{1, 4}$ [3].

Таким образом, по каждому объекту d_{1m} за интервал времени T_m^j ($T_m^j \leq T^{год}$) предприятие получит: предоплату PO_m для начала ведения работ и плату OF_m^j за выполненный объем работ по каждому этапу E_m^j . То есть

$$\begin{aligned} \forall d_{1m} : (T_m^j \leq T^{год}) \Rightarrow \\ \Rightarrow (\exists op_m^j(n) : op_m^j(n) = I \cdot PO_m + (1-I) OF_m^j), \quad (3) \\ j = \overline{1, 6}, \end{aligned}$$

где

$$I = \begin{cases} 1, & \text{при начале строительства,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (4)$$

Для определения однотипных работ по портфелю необходимо осуществить классификацию объектов строительства (реконструкции). В соответствии с признаками однородности (по количеству этажей, по наличию каркаса, в зависимости от материалов и деталей, из которых должны сооружаться объекты), указанными в работе [3], все объекты строительства разделены на классы.

Логико-формальное представление i -го класса объектов:

$$B^i = \bigcap_{l,t} B_{lt}, \quad l = \overline{1, 3}, \quad t = \overline{1, T}. \quad (5)$$

После того, как объекты строительства объединены в классы, производим разбивку по однотипным видам работ. В результате чего получаем совокупность однотипных этапов класса. В соответствии со сроками их выполнения доходы по совокупности этапов класса представимы в виде:

$$\forall B^i \forall T_m^{ij} : (T_m^{ij} \leq T^{год}) \Rightarrow \left(op(T_m^{ij}, n) = \sum_m op_m^j(n) \right), \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \forall B^i \forall T_m^{ij} : (T_m^{ij} > T^{год}) \Rightarrow \left(\exists j : (T_m^j \leq T^{год}) \wedge \right. \\ \left. \wedge \left(\exists op^* (T_m^{ij}, n) : op^* (T_m^{ij}, n) = \sum_j op_m^j(n) \right) \right). \quad (7) \end{aligned}$$

Тогда доходы предприятия по совокупности этапов класса, выполняемых за год, ($OP^{i,год}$) запишем в виде

$$\forall B^i : (T_m^i \leq T^{год}) \Rightarrow \left(OP^{i,год} = \sum op(T_m^{ij}, n) \right), \quad (8)$$

$$\forall B^i : (T_m^i > T^{год}) \Rightarrow \left(OP^{*,i,год} = \sum op^* (T_m^{ij}, n) \right). \quad (9)$$

В целом по всему портфелю заказов планируемая на период $T^{год}$ доходная часть предприятия

$D_{op}^{год}$ состоит из сумм оплат по классам объектов

$$\forall T^{год} \exists D_{op}^{год} : D_{op}^{год} = \begin{cases} \sum_{i=1}^K Op^{i,год}, & \text{если } T_m^i \leq T^{год}; \\ \sum_{i=1}^K Op^{*i,год}, & \text{если } T_m^i > T^{год}; \end{cases} \quad (10)$$

где K – количество классов объектов.

Таким образом, логико-формальная модель планируемой на год доходной части СМО для совокупности договоров, обуславливающих строительство (реконструкцию) объектов, представлена выражениями (1) – (10). Она позволяет перейти к рассмотрению планирования расходной части предприятия.

При планировании расходной части предприятия учитывается следующее. На выполнение каждого этапа СМР по каждому объекту строительства приходятся прямые затраты PZ_m^j (зарплата основным рабочим, стоимость материальных ресурсов, стоимость эксплуатации строительных машин и механизмов) и общепроизводственные расходы OR_m^j (погашение авансового платежа пропорционально объемам запланированных работ; затраты на возведение и разборку (приспособление) титульных временных зданий и сооружений; средства на дополнительные затраты при выполнении СМР в зимний/летний ($>27^\circ$) периоды; административные затраты; средства на покрытие риска; средства на покрытие дополнительных затрат, связанных с инфляцией; налоги, сборы, платежи, установленные законодательством).

Таким образом, для каждого объекта строительства d_{1m} планируемая на период времени T_m^j ($T_m^j \leq T^{год}$) расходная часть представима в виде:

$$\forall d_{1m} : (T_m^j \leq T^{год}) \Rightarrow \Rightarrow (\exists rh_m^j(n) : rh_m^j(n) = PZ_m^j + OR_m^j), \quad j = \overline{1,6}. \quad (11)$$

В соответствии с изложенным выше, расходы предприятия по совокупности этапов класса записем следующим образом

$$\forall B^i \forall T_m^{ij} : (T_m^{ij} \leq T^{год}) \Rightarrow \left(rh(T_m^{ij}, n) = \sum_m rh_m^j(n) \right), \quad (12)$$

$$\forall B^i \forall T_m^{ij} : (T_m^{ij} > T^{год}) \Rightarrow \left(\exists j : (T_m^j \leq T^{год}) \wedge \wedge \left(\exists rh^*(T_m^{ij}, n) : rh^*(T_m^{ij}, n) = \sum_j rh_m^j(n) \right) \right). \quad (13)$$

Определим планируемую расходную часть для класса $Rh^{i,год}$ на год:

$$\forall B^i : (T_m^i \leq T^{год}) \Rightarrow \left(Rh^{i,год} = \sum rh(T_m^{ij}, n) \right), \quad (14)$$

$$\forall B^i : (T_m^i > T^{год}) \Rightarrow \left(Rh^{*i,год} = \sum rh^*(T_m^{ij}, n) \right). \quad (15)$$

В целом по всей совокупности договоров планируемая на период $T^{год}$ расходная часть предприятия $RhP^{год}$ будет состоять из расходов по классам объектов и может быть представлена в виде:

$$\forall T^{год} \exists RhP^{год} : RhP^{год} = \begin{cases} \sum_{i=1}^K Rh^{i,год}, & \text{если } T_m^i \leq T^{год}; \\ \sum_{i=1}^K Rh^{*i,год}, & \text{если } T_m^i > T^{год}; \end{cases} \quad (16)$$

где K – количество классов объектов.

Таким образом, логико-формальная модель планируемых расходов СМО на год для совокупности договоров, обуславливающих строительство (реконструкцию) объектов, представлена выражениями (11) – (16).

Определение доходной и расходной частей предприятия на год позволяет перейти к представлению формального описания плана СМО на квартал.

Годовая программа разбивается на квартальные и сопровождается актами о приемке выполненных работ и соответствующими справками о стоимости выполненных работ и затрат. При этом необходимо учитывать выполнение этапов работ каждого квартала: начаты, завершены, переходят на следующий квартал.

Задача планирования на квартал состоит в определении заданий для участков СМО. Решения квартальных программ подчиняются годовому плану и представляют собой: совокупность этапов выполнения работ; сроки выполнения этапов; доходную и расходную части предприятия за выполнение плановых заданий в течение квартала.

Квартальная программа предприятия, как составная часть годового плана, представима в виде

$$YPL_{KB}^n = \{ Y_5, Y_6, Y_7, D_{op}^{KB,n}, RhP^{KB,n} \}, \quad n = \overline{1,4},$$

где Y_5 – совокупность j -х этапов строительства,

$Y_5 = \bigcup E^j$; Y_6 – совокупность интервалов времени

выполнения j -х этапов, $Y_6 = \bigcup T^j$; Y_7 – множество

программ на месяц, $Y_7 = \bigcup_{p=1}^3 YPL_{мес}^p$; $D_{op}^{KB,n}$,

$RhP^{KB,n}$ – доходная и расходная части предприятия соответственно, планируемые на квартал.

В договоре подряда для каждого этапа E^j определено время выполнения T^j таким образом, чтобы все работы этапа были выполнены в пределах планируемого квартала:

$$\forall E^j \exists T^j : T^j \leq T_n^{KB},$$

то есть выполнение этапов входило в квартальный план

$$\forall E^j \exists T^j : E^j \in YPL_n^{KB}.$$

Здесь T_n^{KB} – n -й квартал календарного года ($n = \overline{1,4}$), $T_n^{KB} \subset T^{год}$, $\sum_{n=1}^4 T_n^{KB} = T^{год}$.

Рассмотрим формирование доходной части строительно-монтажной организации за квартал.

Поскольку квартальная программа предприятия является составной частью годового плана, то доходную часть СМО за квартал можно рассматривать как составную часть доходов предприятия за год, а именно:

$$\forall T_n^{KB} \exists D_{op}^{KB,n} : \sum_{n=1}^4 D_{op}^{KB,n} = D_{op}^{год}. \quad (17)$$

Согласно вышеизложенному, частью квартальной программы является выполнение этапов строительства. Доходная часть предприятия по каждому кварталу представляет собой сумму доходов по этапам, входящим в указанный период времени

$$\forall T_n^{KB} \exists D_{op}^{KB,n} : D_{op}^{KB,n} = \sum op^j(n). \quad (18)$$

Доходы по этапам $op^j(n)$ определяются как сумма доходов по этапам объектов

$$\forall E^j : \exists op^j(n) : op^j(n) = \sum op_m^j(n), \quad (19)$$

где $op_m^j(n)$ определены выражением (3) и основаны на формах отчета за выполненные этапы. То есть, доходы связаны с активацией выполненных этапов работ.

Таким образом, логико-формальная модель планируемой на квартал доходной части СМО для совокупности договоров, обуславливающих строительство (реконструкцию) объектов, представлена выражениями (17) – (19). Она позволяет перейти к рассмотрению планирования расходной части предприятия.

В квартальной программе расходная часть СМО является составной частью расходов за год

$$\forall T_n^{KB} \exists RhP^{KB,n} : \sum_{n=1}^4 RhP^{KB,n} = RhP^{год} \quad (20)$$

и состоит из суммы расходов, необходимых для выполнения этапов строительства, сроки выполнения которых входят в указанный период

$$\forall T_n^{KB} \exists RhP^{KB,n} : RhP^{KB,n} = \sum rh^j(n). \quad (21)$$

Расходы по этапам $rh^j(n)$ определяются как сумма расходов по этапам объектов

$$\forall E^j : \exists rh^j(n) : rh^j(n) = \sum rh_m^j(n), \quad (22)$$

где $rh_m^j(n)$ определены выражением (11).

Таким образом, логико-формальная модель планируемых расходов СМО на квартал для совокупности договоров, обуславливающих строитель-

ство (реконструкцию) объектов, представлена выражениями (20) – (22).

Определение доходной и расходной частей предприятия на квартал позволяет перейти к представлению формального описания плана СМО на месяц.

На основании данных, полученных в результате решения квартального плана, составляется план предприятия на месяц. При этом учитывается, какие именно строительно-монтажные работы будут выполнены полностью в данном месяце, какие перейдут на следующий месяц, а какие будут только начаты.

Задача планирования на месяц заключается в определении заданий для производственных подразделений. А именно: какие виды СМР на каком объекте строительства с использованием какой техники и материалов должны быть выполнены. Предприятие получает акты завершения работ, что определит доходную часть СМО. Решения месячных программ квартала предприятия подчиняются квартальному плану.

План предприятия на месяц, как составная часть квартальной программы, представим в виде

$$YPL_{мес}^p = \{Y_8, Y_9, Y_{10}, Y_{11}, D_{op}^{мес,p}, RhP^{мес,p}\}, p = \overline{1,12},$$

где Y_8 – совокупность i -х видов работ j -го этапа,

$Y_8 = \bigcup R_i(j)$; Y_9 – интервалы времени выполнения

соответствующих видов работ, $Y_9 = \bigcup T(R_i(j))$;

Y_{10} – совокупность техники, необходимой для выполнения работ $R_i(j)$, $Y_{10} = \bigcup ZagrT(R_i(j))$;

Y_{11} – строительные материалы, необходимые для выполнения работ $R_i(j)$, $Y_{11} = \bigcup SM(R_i(j))$;

$D_{op}^{мес,p}$ – доходная часть предприятия, планируемая на месяц p ;

$RhP^{мес,p}$ – расходная часть предприятия, планируемая на месяц p .

План СМО на месяц подчинен срокам выполнения работ по договору. Для каждого вида работ $R_i(j)$ определено время их выполнения $T(R_i(j))$ таким образом, чтобы они были выполнены в рамках планируемого месяца

$$\forall R_i(j) \exists T(R_i(j)) : T(R_i(j)) \leq T_p^{мес},$$

и выполнение работ входило в месячный план

$$\forall R_i(j) \exists T(R_i(j)) : R_i(j) \in YPL_{мес}^p.$$

Здесь $T_p^{мес}$ – p -й месяц квартала ($p = \overline{1,3}$),

$$T_p^{мес} \subset T_n^{KB}, \sum_{p=1}^3 T_p^{мес} = T_n^{KB}.$$

Составной частью месячной программы является планирование использования техники и строительных материалов, необходимых для выполнения указанных видов работ, есть, т.е.

$$\forall T_p^{\text{мес}} \forall R_i(j) \exists \text{ZagrT}(R_i(j)), \\ \forall T_p^{\text{мес}} \forall R_i(j) \exists \text{SM}(R_i(j)).$$

Рассмотрим формирование доходной части строительного-монтажной организации за месяц.

Доходную часть предприятия за месяц можно рассматривать как составную часть доходов предприятия за квартал, так как месячная программа является составной частью квартального плана:

$$\forall T_p^{\text{мес}} \exists D_{\text{оп}}^{\text{мес},p} : \sum_{p=1}^3 D_{\text{оп}}^{\text{мес},p} = D_{\text{оп}}^{\text{кв},n}. \quad (23)$$

Согласно вышеизложенному, частью месячной программы является выполнение видов строительного-монтажных работ.

Доходная часть предприятия за каждый месяц квартала представляет собой сумму доходов за выполненные работы

$$\forall T_p^{\text{мес}} \exists D_{\text{оп}}^{\text{мес},p} : D_{\text{оп}}^{\text{мес},p} = \sum \text{op}(R_i(j)). \quad (24)$$

Доходы за выполненные работы предусматривается получить на основании актов выполненных работ.

Таким образом, логико-формальная модель планируемой на месяц доходной части СМО для совокупности договоров, обуславливающих строительство (реконструкцию) объектов, представлена выражениями (23) – (24). Она позволяет перейти к рассмотрению планирования расходной части предприятия.

В месячной программе расходная часть СМО является составной частью расходов за квартал

$$\forall T_p^{\text{мес}} \exists R_{\text{hp}}^{\text{мес},p} : \sum_{p=1}^3 R_{\text{hp}}^{\text{мес},p} = R_{\text{hp}}^{\text{кв},n} \quad (25)$$

и состоит из суммы расходов, необходимых для выполнения работ $R_i(j)$:

$$\forall T_p^{\text{мес}} \exists R_{\text{hp}}^{\text{мес},p} : R_{\text{hp}}^{\text{мес},p} = \sum \text{rh}(R_i(j)). \quad (26)$$

Таким образом, логико-формальная модель планируемых расходов СМО на месяц для совокупности договоров, обуславливающих строительство (реконструкцию) объектов, представлена выражениями (25) – (26).

Логико-формальные модели планирования финансовой деятельности строительного-монтажной организации являются составной частью разработки математических моделей строительного производства, на основе которых осуществляется прогноз деятельности строительного предприятия. Это позволяет поставить и формализовать задачи подсистемы планирования и оперативного управления, что дает возможность определять договорную цену, сроки строительства, объем портфеля заказов таким образом, чтобы прибыль строительного-монтажной организации была максимальной.

Выводы

Научная новизна данной работы заключается в разработке логико-формальных моделей планирования доходной и расходной частей строительного-монтажной организации (СМО), которые позволяют доопределить разделы базы данных и базы знаний, установить их взаимосвязь с тем, чтобы разработать математическую модель задачи планирования.

Практическая значимость состоит в том, что закрепленные логико-формальные модели позволяют вести учет выполнения заданий и принимать оперативные решения по управлению производством.

Список литературы

1. Олейник Н.П. Организация строительства. Концептуальные основы, модели и методы, информационно-инженерные системы / Н.П. Олейник. – М.: Профиздат, 2001. – 408 с.
2. Оптимизация управления процессом деятельности строительного предприятия / В.И. Торкатюк, И.А. Дмитрук, Г.В. Стадник и др.; Под общ. ред. д.т.н. проф. В.И. Торкатюка. – Х.: ХНАГХ, 2004. – 552 с.
3. Криводубский О.А. Логико-формальные модели планирования строительного-монтажных работ на верхнем уровне системы управления / О.А. Криводубский, О.А. Шевчук // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІНіУ, 2010. – Вип. 4 (16). – С. 124-127.

Поступила в редколлегию 17.03.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Левин, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка.

ЛОГИКО-ФОРМАЛЬНІ МОДЕЛІ ПЛАНУВАННЯ ФІНАНСОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

О.О. Криводубський, О.О. Шевчук

Робота присвячена розробці логико-формальних моделей планування фінансової діяльності будівельно-монтажної організації, які дозволяють розробити математичну модель задачі планування будівельно-монтажних робіт.

Ключові слова: логико-формальна модель, будівельно-монтажні роботи, планування, дохідна частина, видаткова частина підприємства.

LOGICAL AND FORMAL MODELS OF PLANNING FINANCIAL ACTIVITIES OF THE CONSTRUCTION AND MOUNTING ORGANIZATION

O.A. Kryvodubskiy, O.A. Shevchuk

This work is dedicated to the development of logical and formal models of financial planning of the construction and mounting organization that will develop a mathematical model of the task of planning construction works.

Keywords: logical and formal model, building and construction works, planning, revenues and expenditures of the enterprise.