

# МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДАМИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРУБ

*КОВАЛЬЧУК К. Ф., ТОПОРКОВА Е. А., САВЧУК Р. В.,  
WIESLAW WASZKIELEWICZ*

## **Аннотация**

Успешное управление расходами возможно при непрерывном измерении и анализе издержек в процессе деятельности предприятия. Объектами аналитического учета трубного предприятия предлагается считать операционные центры локализации расходов, основой выделения которых является единство используемого оборудования, выполняемых операций или функций. В статье рассмотрена возможность использования теории графов для оперативного управления расходами и точности калькулирования. Предложенная модель обеспечит руководство информацией о понесенных расходах по каждой отдельной партии трубной продукции, что позволит усовершенствовать порядок формирования заказов и оперативно принимать управленческие решения.

## **1. Введение**

Трубное производство характеризуется поточностью обработки, крупными масштабами производства, наличием большого количества сложного оборудования, высокой капиталоемкостью и энергоемкостью, высокой долей заданного в себестоимости продукции. Перечисленные особенности требуют решения целого комплекса вопросов организации и регламентации различных элементов процесса производства труб.

Существующая на сегодняшний день система управления ресурсами трубных предприятий ориентирована на многостадийное производство и не отображает в полной мере натуральную структуру расходов на каждой стадии.

Для принятия эффективных управленческих решений документация о расходах на металлопродукцию, как мы полагаем, должна содержать состав реальных удельных расходов по основным и вспомогательным цехам предприятия либо в разрезе составляющих производственного цикла. Необходима систематическая оценка структуры и динамики полного набора ресурсов по всему

технологическому циклу с обязательным учетом цикличности трубного производства.

## **2. Постановка задачи**

Наиболее актуальной для современных трубных предприятий Украины является проблема реального распределения расходов металла между номенклатурными единицами производства. Сейчас активно внедряются снабженческо-производственно-сбытовые логистические системы в металлургическом производстве, которые позволяют обеспечить: оптимизацию технологических маршрутов по всем переделам; структурную перестройку производства; поиск резервов сокращения удельных затрат энергетических ресурсов и возможность мониторинга сквозного металлопотока.

После изучения технологии производства труб, мы пришли к выводу, что получить достоверную или приближенную к достоверной стоимость конкретной партии трубной продукции можно путем расчета стоимости каждой операции, содержащейся в карточке каждого вида труб (номенклатурной единицы). Иными словами, необходимо организовать пооперационный учет расходов и распределять последние между всеми операциями, которые имели место за отчетный период.

Для решения поставленной задачи необходима организация системы учета основной части расходов и соответствующее информационное обеспечение

## **3. Результаты**

Для формирования эффективного механизма управления затратами необходимо владеть информацией относительно внешней среды предприятия и его внутренней деятельности. Внешняя среда трубного предприятия представлена поставщиками металла и потребителями трубной продукции. Поскольку работа трубных предприятий характеризуется непрерывностью, а спрос на трубную продукцию имеет место постоянно, особое внимание необходимо уделить внутренней среде, а именно, порядку учета производственных расходов и расчета контрактных цен.

Существующая на сегодняшний день система учета прохождения партий трубной продукции по стадиям производства имеет определенные недостатки, а именно:

- значительное количество книг учета на каждом участке цеха;
- значительное количество реквизитов незавершенного производства, которые повторяются и являются переходными из одной книги к другой;
- необходимость архивации книг;
- продолжительный поиск необходимой информации, особенно по партиям незавершенного производства, которые находятся без движения;
- потеря информации.

Процесс изготовления труб регламентируется соответствующими ГОСТ и стандартами. Есть ряд специальных требований к технологии производства труб. Трубы изготавливаются из расточенной и обточенной заготовки после горячего передела. Все готовые трубы должны подвергаться ультразвуковому контролю. Во время приема труб каждая труба подвергается контролю на стилоскопе для

определения марки стали, также каждая труба осматривается и замеряется. Контролю размера зерна подвергается полностью вся партия труб. Предъявляются также дополнительные требования к упаковке – концы каждой трубы должны быть плотно закрыты специальными колпачками. Часто имеют место дополнительные затраты на проведение контрольных проверок. Такие проверки касаются соблюдения основных требований технологии изготовления труб. Также могут осуществляться и контрольные испытания границ прочности, которые проводятся один раз в три года.

На основании ГОСТ, стандартов и специальных требований формируются плановые карты (с перечнем соответствующих операций) изготовления отдельных партий труб. Соблюдение этих карт является обязательным. По данным плановых карт формируются карточки партий труб, с обязательным указанием по каждой операции веса и геометрических параметров трубной продукции. Указанная информация используется для определения себестоимости партии труб в части каждой технологической операции. Таким образом, имеет место пооперационное калькулирование расходов трубного производства.

Калькуляция себестоимости стальных труб охватывает затраты по цеху на все стадии и операции их производства. Учет расходов на производство стальных труб ведется в ведомости аналитического учета, где расходы приводятся в целом по цеху. Плановые и отчетные калькуляции себестоимости продукции трубного производства составляются на условную тонну теоретического веса стальных труб. Аналитический же учет этих труб ведется в натуральном весе и в измерении, на которое установлена оптовая цена.

Для пересчета теоретического веса труб в приведенный вес используются коэффициенты, которые учитывают ряд факторов. Такими факторами являются: трудоемкость производства трубной продукции, принадлежность тех или иных затрат, входящих в состав расходов по переделу, к прокатке труб определенного вида, размера и группы марок стали, а также другие факторы, влияющие на размер расходов по переделу при производстве труб отдельных видов, на которые составляются сортовые калькуляции.

Общая сумма расходов по переделу и общезаводских расходов распределяется между видами стальных труб, на которые составляются сортовые калькуляции, пропорционально количеству этой продукции, показанным по статье «Производственная себестоимость выработанной продукции», пересчитанным в приведенный вес. Распределение расходов по переделу и общезаводских расходов между видами продукции, на которые составляются сортовые калькуляции, осуществляется в специальной таблице.

К незавершенному производству (НЗП) в трубных цехах относятся стальные трубы, не прошедшие всех стадий производства, как-то: очистки, отделки, опрессовки, смазки и т. п., а также трубы, не принятые отделом технического контроля или принятые ОТК, но не сданные на склад.

Стоимость незавершенного производства на конец отчетного (планируемого) периода определяется по методу средневзвешенной стоимости. Количество НЗП определяется по итогам инвентаризации.

Себестоимость годных труб устанавливается:

а) суммированием стоимости незавершенного производства на начало отчетного периода с затратами заданного сырья или полуфабрикатов;

б) делением этой суммы на общее количество годных труб, определяемое сложением веса труб, выпущенных из производства, с учетом веса незавершенного производства на конец отчетного периода;

в) умножением полученной себестоимости одной тонны общей выработки на вес выпущенных из производства годных труб.

При расчете себестоимости целесообразно использовать информацию о фактическом наличии остатков сырья и материалов на складах предприятия, а именно:

- наличие на складе сырья остатков трубной заготовки в количественном и стоимостном выражении;

- наличие на складе полуфабрикатов остатков передельной трубы в разрезе шифров, марок стали и стандартов по фактической производственной себестоимости;

- наличие остатков незавершенного производства в разрезе шифров, марок стали и стандартов по фактической стоимости полуфабриката;

- наличие на складе готовой продукции в разрезе шифров, марок стали, стандартов, размеров по фактической полной себестоимости. Следует отметить, что себестоимость готовых труб разных размеров, одного стандарта и марки стали будет одинаковой.

Основные сложности формирования расходов трубного предприятия, по нашему мнению, определяют следующие моменты:

- необходимость наличия определенного объема информации об условиях трубного производства, последовательности технологических операций, движении и потреблении продукции на протяжении производственного процесса;

- необходимость определения величины расходов к моменту завершения отчетного периода;

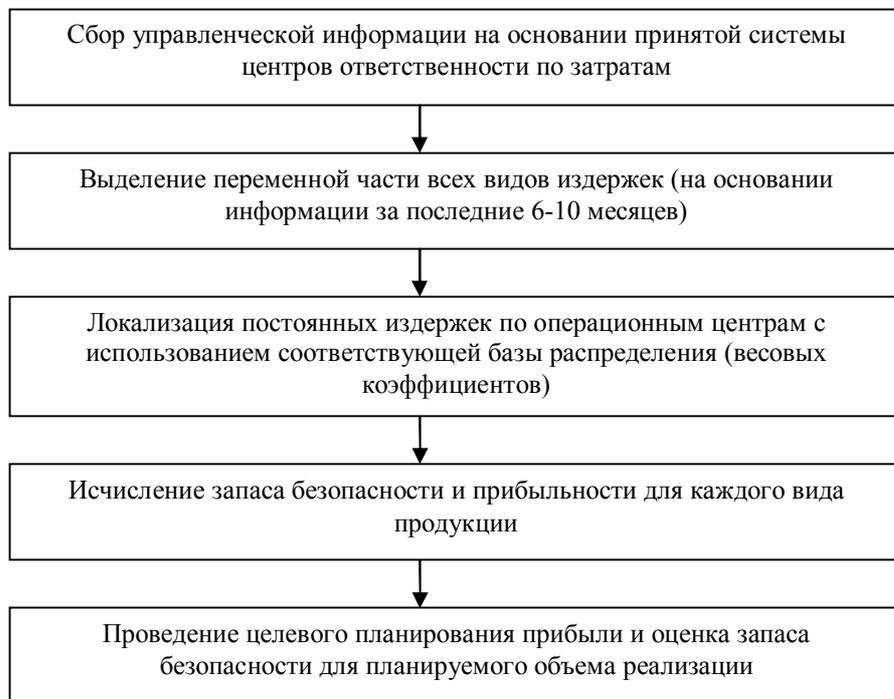
- многовариантность расчета цен на трубную продукцию с учетом значительного количества факторов влияния.

Измерять и анализировать затраты предприятия необходимо, прежде всего, для построения системы управления затратами. Существенной методологической особенностью применяемой на данный момент системы управления затратами является использование зависимости величины издержек от объема производства продукции. То есть, с ростом объемов производства суммарные переменные издержки увеличиваются, а постоянные затраты в расчете на единицу продукции должны уменьшаться. Таким образом, с учетом вышеперечисленных особенностей организации производственного учета, целесообразно использовать следующую систему управления затратами (рис. 1), которая основана на использовании аналитической управленческой информации о затратах предприятия с подразделением их на условно-постоянные и условно-переменные.

Собирая и анализируя информацию о производственных расходах, следует оценить внутренние возможности производства и сравнить их с условиями, которые диктует рынок. При этом должны быть учтены возможные объемы производства и складские запасы, уровень расходов предприятия и другие данные (структура расходов, динамика отдельных статей, их зависимость от внутренних и внешних факторов), которые касаются производственного процесса и уровня себестоимости продукции.

Контроль достоверности отчетных данных относительно себестоимости производства выполняется с помощью логических методов, которые определяют не только полноту и достоверность фактических расходов, но и обоснованность и

правильность включения в себестоимость продукции расходов, непосредственно связанных с ее производством и сбытом.



**Рисунок 1. Этапы аналитической процедуры системы управления затратами**

Одним из условий успешного управления затратами является непрерывность измерения и анализа издержек в процессе деятельности предприятия. Дополнительными факторами этой системы являются производственные возможности предприятия (внутренний фактор) и цены и потребности рынка (внешний фактор). При этом имеет место непрерывный сбор информации о переменных издержках – для более точного анализа и планирования; а постоянные издержки приходится планировать исходя из следующих моментов:

- прогноза консервативной части издержек, т.е. той части постоянных издержек, которая исторически сложилась на протяжении прежних периодов деятельности предприятия;

- прогноза дополнительных объемов постоянных издержек, которые являются следствием дополнительных потребностей предприятия.

Предложенная система управления затратами является основанием для разработки методики мониторинга затрат по операционным центрам исследуемого предприятия.

Затраты на производство лучше всего контролировать при производственном потреблении ресурсов, то есть там где происходит производственный процесс или его обслуживание. В связи с этим появились такие объекты формирования и учета затрат, как места возникновения затрат, центры затрат и центры ответственности, обобщенно – операционные центры локализации затрат.

К местам возникновения затрат относятся структурные подразделения (цехи, отделы, участки), представляющие собой объекты нормирования, планирования и учета издержек производства для контроля и управления затратами производственных ресурсов. Места возникновения затрат (МВЗ) являются объектами аналитического учета затрат на производство по элементам производства и статьям калькуляции.

Центрами затрат на конкретном предприятии являются первичные производственные и обслуживающие единицы, характеризующиеся единообразием функций и производственных операций, сходным уровнем технической оснащенности и организации труда, направленностью затрат. Их выделяют в качестве объекта планирования и учета затрат в целях детализации затрат, усиления контроля и повышения точности калькулирования.

Центр затрат на предприятии может совпадать с организационной единицей (цехом, отделением, участком) или быть подразделением, входящими в состав этой единицы. Основой выделения центров затрат является единство используемого оборудования, выполняемых операций или функций.

Для организации фактического учета затрат по местам их возникновения предлагается выполнить следующее:

- дополнить применяемые формы первичных документов такими реквизитами, как: условное обозначение МВЗ (шифр); ответственное лицо (начальник участка); шифр производственных затрат соответствующих видов расходов;

- осуществлять группировку первичных документов в разрезе МВЗ;

- подкорректировать рабочий план счетов предприятия и действующую схему документооборота.

Таким образом, сгруппировав первичные документы по шифрам МВЗ, сформируем фактическую сумму прямых затрат по каждому из них.

Методика калькулирования, которая сейчас применяется в трубном производстве, ориентирована на отчетный период продолжительностью в один месяц и не отображает расходов на изготовление определенной партии труб. Продолжительность производственного цикла в трубном производстве, как правило, не соответствует отчетному периоду. Вследствие чего до конца каждого отчетного периода накапливаются остатки незавершенного производства, предназначенные к использованию в производстве в дальнейшем. Таким образом, возникает проблема распределения расходов по каждому виду трубной продукции не только на выпуск, но и на остаток такой продукции в незавершенном производстве.

Организация производственного процесса на трубном предприятии осуществляется партиями, на каждую из которых заводится соответствующий документ, где фиксируются выполненные операции. Таким образом, определить достоверную себестоимость готовой продукции и незавершенного производства возможно при условии построения модели пооперационного учета и распределения расходов трубного предприятия. Все операции трубного предприятия целесообразно поделить на МВЗ первого и второго уровня. Именно МВЗ второго уровня являются технологическими операциями, стоимость которых составляет себестоимость определенной партии труб.

Для исследования этой производственной системы строится ориентированный гиперграф  $G$ , структура которого полностью отвечает структуре исследуемой системы. При этом маркированный гиперграф

$G = \langle P, E, M_0 \rangle$  представляется множеством вершин  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  (МВР первого уровня) и множеством дуг (связь между операциями второго уровня) и гипердуг  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  (связь между МВР первого уровня). Для отображения динамики системы вводится маркирование дуг графа. Состояние системы в любой момент времени  $k = 0, 1, 2, \dots$  определяется текущим значением вектора маркирования  $M_k = (\mu_1^k, \mu_2^k, \dots, \mu_m^k)$  графа. Начальное состояние гиперграфа задается с помощью его начального маркирования  $M_0 = (\mu_1^0, \mu_2^0, \dots, \mu_m^0)$ , которое учитывает объем запущенной в производство партии труб, их тип, последовательность технологической обработки. Исполнение маркированного гиперграфа осуществляется с помощью запусков разрешенных вершин.

При описании матричным способом маркированный граф задается матрицами инцидентности  $D^- = [d_{ij}^-]$ ,  $D^+ = [d_{ij}^+]$  размерности  $n \times m$ .

Матрица  $D^-$  определяет входную функцию графа, а  $D^+$  - исходную функцию. Вершина маркированного графа считается разрешенной, если на каждой входной дуге размещается число маркеров, равная или превышающая ее кратность:  $M_j^k \geq d_{ij}^-$ . Если разрешенных вершин имело, то осуществляется выбор одной из разрешенных вершин для запуска. При выборе необходимо определить тип входных в разрешенные вершины дуг: есть ли они простыми дугами (И-дуги) или альтернативными гипердугами (ИЛИ-дуги). По матрице входов  $D^-$  определяется тип соответствующей дуги. Если дуга  $e_q$  есть входной более чем для одной

вершины, т.е.  $\sum_{i=1}^n d_{iq}^- > 1$  то она является гипердугой. Простая дуга  $e_q$  есть

входной только для одной вершины, т.е.  $\sum_{i=1}^n d_{iq}^- = 1$ . Из всех разрешенных вершин, в которые входит та самая гипердуга, выбирается только одна вершина для запуска. Выбор вершины осуществляется по заранее определенным критериям в зависимости от типа вершин. Разрешенные вершины с простыми входными дугами запускаются поочередно согласно этапу производства.

После очередного выбора вершины формируется вектор запуска  $V_k$  размерности  $n$ . Очередное маркирование  $M_{k+1}$ , которое возникает в результате запуска разрешенной вершины в маркировании  $M_k$ , определяется формулой:  $M_{k+1} = M_k + V_k \times D$ , где  $D$  - результирующая матрица изменений состояния:  $D = D^+ + D^-$ . Таким образом, на каждом шагу  $k$  выполнения расчетов определяются вектор запуска вершины  $V_k$  и исчисляется очередная разметка графа  $M_k$ .

Чтобы определить себестоимость конкретной партии труб, необходимо, прежде всего, построить для гиперграфа  $G = \langle P, E, M_0 \rangle$  ориентированное остовное дерево корнем в вершине  $v_0$ .

Для построения остовного дерева будем использовать следующий алгоритм (рис. 2).

Пояснение к рисунку (условные обозначения):

где  $N_v$  - список вершин;

$v_0$  - начальная вершина, из которой начинается поиск;

$Q$  - список, который является стеком;

$T$  - список ориентированных «прямых» ребер графа;

$B$  - список ориентированных «обратных» ребер графа;

$F(v)$  – имя вершины, из которой вершина  $v$  получила свой ПГ-Номер;

$k$  - последний присвоенный ПГ-Номер;

$q$  - указатель конца стека  $Q$ )

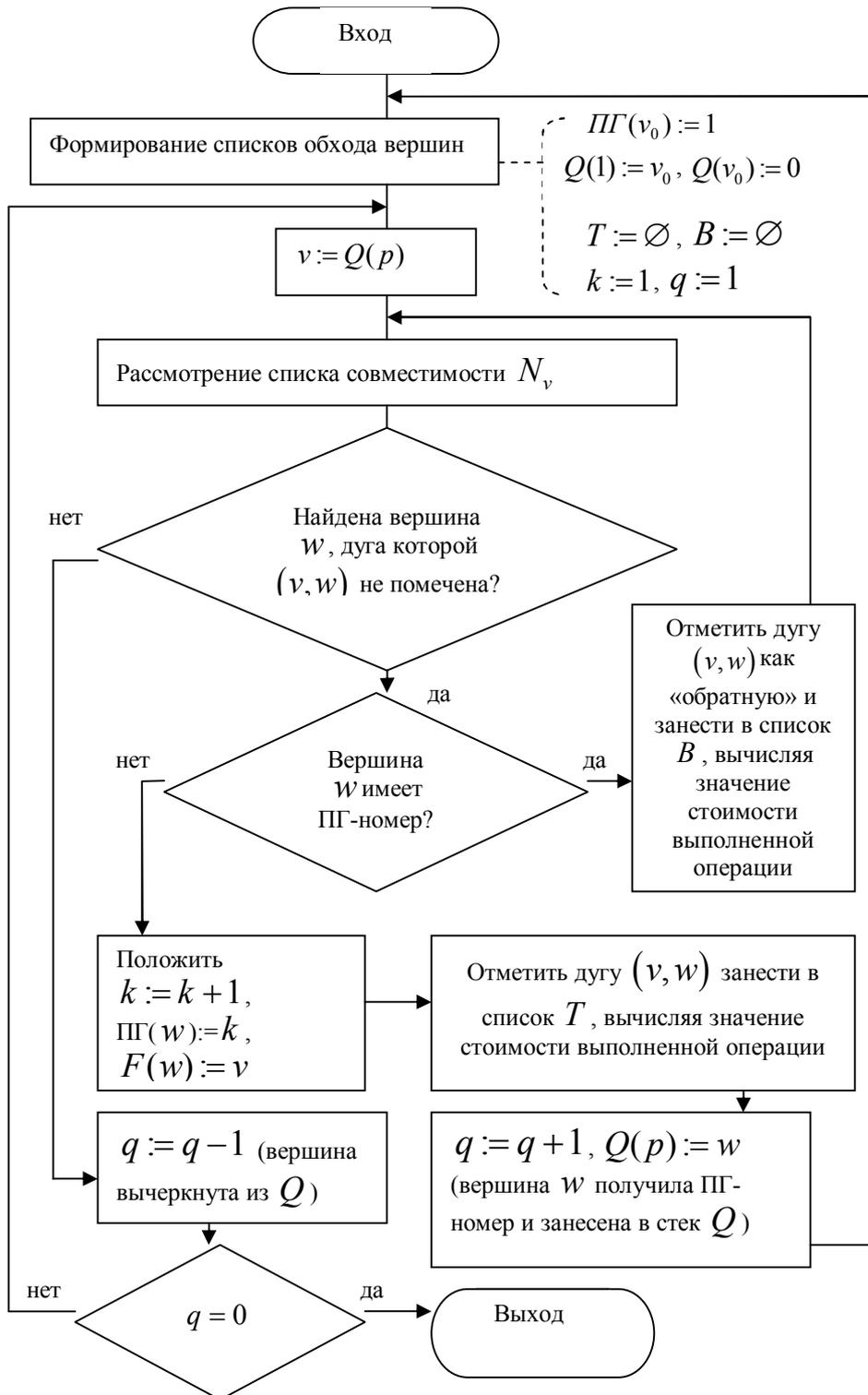
Из способа построения множеств  $T$  и  $B$  непосредственно вытекают следующие утверждения.

*Утверждение 1.* Дуги множества  $T$  образуют ориентированное остовное дерево с корнем в вершине  $v_0$ .

*Утверждение 2.* Если ориентированное ребро  $(x, y)$  принадлежит множеству  $B$ , то  $ПГ(x) > ПГ(y)$ .

Таким образом, чтобы подсчитать расходы на производство конкретной партии труб, достаточно вычислить сумму меток стоимостей дуг, которые принадлежат множествам  $T$  и  $B$ , что отвечает алгоритму расчета суммы расходов на изготовление определенной партии труб.

Также остро для руководства трубных предприятий стоит вопрос учета и распределения отходов между конкретными производственными участками и партиями трубной продукции. К отходам относятся обрезки, стружка, сварочный шлак и окалина. Фактический вес поступивших из производства отходов определяется взвешиванием при отправке из цеха. При этом учитывается изменение их остатков в цехе на начало и конец месяца.



## Рисунок 2. Алгоритм расчета расходов при производстве труб

Для определения влияния уровня использования металла на объем производства конкретных видов труб, можно использовать следующие показатели:

а) коэффициент выхода годной продукции  $Kв$ :

$$Kв = (Вн:Вс)100, \quad (1)$$

где  $Вн$  – масса годной продукции (труб);

$Вс$  – масса израсходованного на производство данного вида труб металла;

б) коэффициент расхода металла на единицу продукции  $Kр$ :

$$Kр = Вс:Вн, \quad (2)$$

в) коэффициент соблюдения нормы расхода металла  $Кс.н.$ :

$$Кс.н. = (Мф/ВфНр.м.)100, \quad (3)$$

где  $Мф$  – фактический расход металла на выпуск продукции;

$Вф$  – фактический выпуск продукции;

$Нр.м.$  – норма (плановый коэффициент) расхода металла на единицу продукции.

Металлоотходы определяются в количественном и стоимостном выражении. На трубных предприятиях чаще всего имеют место следующие виды отходов: обрезь габаритная; обрезь негабаритная; стружка габаритная; стружка негабаритная; угар.

Что касается существующего порядка учета отходов и лома, то на данный момент на предприятиях они учитываются, как правило, с помощью расходного коэффициента металла (РКМ). Такой коэффициент устанавливается с привязкой к конкретным местам возникновения затрат (участок подготовки производства, ХПТ, ХПТР и безоправочного волочения) и фиксируется в технологической карте изготовления труб соответствующего ГОСТа и марки стали.

Одним из путей решения данной проблемы может быть разработка методики нормирования, которая включает в себя установление структуры норм, выбор соответствующего измерителя, способов получения и обработки исходных данных, изучение влияния отдельных факторов на величину отходов и конструирование норм. Структура норм определяет состав, степень дифференциации и соотношение отдельных элементов нормы. Измерителем для данного предприятия может быть одна условная тонна труб физической либо теоретической массы.

Степень детализации, способ получения и обработки исходных данных зависят от применяемых методов нормирования, которое может быть суммарным (статистическим) и аналитическим (опытно-лабораторный и расчетно-аналитический методы).

Суммарный метод основан на изучении динамики фактического расхода за длительный период с последующей экстраполяцией или отражением результатов намечаемых мер по экономии нормируемых материалов.

Опытнo-лабораторный метод основан на специально организованных наблюдениях и может быть применен для разработки технологических нормативов потерь и отходов металла при стабильном характере технологического процесса, а также как способ контроля при выполнении отдельных операций (термообработка, холодная прокатка труб (ХПТ), травление).

Расчетно-аналитический метод включает глубокий предварительный анализ причин образования отходов, изучение факторов, определяющих их величину в конкретных условиях работы цехов.

При разработке норм все потери и отходы подразделяются на:

- технологически неизбежные, объективно обусловленные принятым технологическим процессом, типом оборудования, видом и качеством исходных материалов;

- организационно-технические, обусловленные требованиями к получаемому продукту, состоянием оборудования, а также отступлениями от технологического процесса и принятой организации производства.

Технологические потери и отходы являются основными нормообразующими элементами, и рассчитывать их следует на основе дифференцированных нормативов, устанавливаемых в результате специальных исследований с выявлением количественного влияния решающих факторов.

Организационно-технические потери и отходы определяются колебаниями качественных характеристик металла (масса плавок или трубных заготовок), квалификацией обслуживающего персонала, состоянием оперативного планирования. Нормы потерь по организационно-техническим причинам, отражающим конкретные условия работы, устанавливают на основе динамики фактического расхода металла.

#### **4. Выводы**

Таким образом, одним из направлений политики в области управления расходами является организация информационных потоков, которые обеспечивают своевременный анализ информации и принятие ценовых управленческих решений. Масштабы производственной деятельности производителей трубной продукции таковы, что информационные потоки имеют сложную структуру и направленность. Важным моментом в связи с этим является наличие возможности определения наиболее важных потоков, непосредственно связанных с процессом формирования расходов и цен на трубы, необходимость определения качества предоставленной информации и оперативного реагирования на необходимость дополнительной информации.

Преимущества предложенной модели заключаются в следующем:

- объективная возможность учета всех операций технологического процесса в реальном масштабе времени, которое разрешает работникам планово-диспетчерского бюро оперативно реагировать на изменения маршрутов партий труб;

- уникальность нумерации партий, которая исключает возможность ошибок и дублирование информации по отдельным партиям;

- определение местонахождения партий, которые находятся без движения, и возможность организации оперативного документооборота в местах складирования;

- возможность оперативного восстановления утерянных ярлыков, интеграции системы в существующие системы по сертификации и испытаниям, пакетной калькуляции себестоимости труб, наглядного отображения механизмов контроля качества;
- колоссальная информационная база и информационное обеспечение трубных предприятий позволят максимально запрограммировать сложные расчеты, что в свою очередь будет способствовать: унификации перечня необходимых для целей управления показателей; однократному фиксированию каждого исходного показателя; упорядочению схемы документооборота; сведению к минимуму количества форм применяемых документов и фиксируемых в них показателей; унификации форм документов.

### Summary

Successful cost management is possible with continuous measurement and costs analysis in the process of the enterprise's activity. Objects of pipe enterprise analytical accounting are suggested to consider the operating centers of cost localizations, basis of which selection is the used equipment unity of operations or functions. The article discusses the possibility of using graph theory for operational cost management and calculation accuracy. The proposed model will provide information management of the incurred costs by each party of pipe products that will improve the orders formation procedures and promptly make management decisions.

### Литература

- [1] Белопольский Н. Г., *Оперативный учет и управление производством* / Н. Г. Белопольский, В. А. Шульман. – Донецк.: Издательство «Донбасс», 1969. – 92 с.
- [2] Зыков А. А., *Гиперграфы* / А. А. Зыков // *Успехи математических наук*. – 1972. – № 6 (180).
- [3] *Маркированные гиперграфы в задачах компьютерного моделирования: (Геометрия и топология. Научные статьи) [Электронный ресурс]* / М. А. Волгина, П. П. Макарычев – Режим доступа: <http://nature.web.ru/db/search.html>.
- [4] *Модели и структуры данных: [учебное пособие]* / В. Д. Далека, А. С. Деревянко, О. Г. Кравец, Л. Е. Тимановская. – Харьков.: ХГПУ, 2000. – 241 с.
- [5] Руденский Р. А., *Модель управления затратами промышленного предприятия на основе системы бюджетирования* / Р. А. Руденский, А. В. Маликов // *Економічна кібернетика*. – 2007. – № 1-2. – С. 56-62.
- [6] Тимохин В. Н., *Концепция моделирования процессов адаптивного планирования на промышленных предприятиях* / В. Н. Тимохин, Е. В. Мельник // *Економічна кібернетика*. – 2005. – № 5-6. – С. 54-58.
- [7] Топоркова О. А., *Модельовання системи управління витратами на трубному підприємстві* / О. А. Топоркова, Л. М. Савчук: монографія. – Дн-вськ: Вид-во Маковецький, 2012. – 187 с.