

4. Левушкин А.В. Факторы, влияющие на качество реализации сетевых и автономных электронных образовательных ресурсов и обучающих систем// Труды XIII Всерос. научн. – метод. конф. «Телематика'2006». – СПб: 5-8 июня 2006. – С. 354-355.

5. Левушкин А.В. Концептуальная модель автономных образовательных ресурсов// Материалы всероссийской научно-практической конференции «Проблемы информатизации образования: региональный аспект». Чебоксары, 27-29 апреля 2006 г. – Чебоксары: Издательство Л.А.Наумова, 2006. – С.238-240.

Потапов Д.Б.

МОДЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ПОТОЧНО-ФИНАНСОВОЙ СТРУКТУРЫ

Пермский государственный университет, г. Пермь

Введение

В настоящей статье излагается подход к моделированию производственно-экономической деятельности промышленного предприятия, имеющего многостадийное, многономенклатурное производство. Предлагаемый подход основан на редуцированной модели системы простых производственных объектов с использованием аппарата поточно-финансовых структур. На основе предложенной модели конструируется задача оптимального управления производственным предприятием. Целью такого моделирования является разработка системы поддержки принятия решений в краткосрочном и долгосрочном периодах.

Моделирование деятельности предприятия с использованием ПФС

Для математического моделирования деятельности предприятия и ее наглядного представления могут быть использованы поточно-финансовые структуры (ПФС), аппарат которых предложен в [1]. Вопрос моделирования деятельности промышленного предприятия с использованием ПФС был затронут также в [2].

На рис. 1 изображена ПФС производственного предприятия, представленная в достаточно упрощенном виде. Поточно-финансовыми структурами называются присмы математического описания системы ресурсов предприятия, а также соответствующие способы графического изображения. Считается, что система ресурсов имеет структуру сети, в узлах которой находятся финансовые счета активов и источников средств, а дугами являются потоки средств, отражающие операции финансово-хозяйственной деятельности. Потоки средств рассматриваются как переменные величины - векторы и изображаются графически в виде линий.

Потоки характеризуются *интенсивностями*, на рисунке обозначены I . Они считаются положительными, когда средства движутся в направлении стрелок, и отрицательными в противном случае. С помощью блоков-накопителей изображаются финансовые счета, содержимое которых пред-

ставляет остаток счетов, на рисунке это $S_i(t)$. Активы на схеме изображены светлыми прямоугольниками, а источники – темными.

Направление потока определяет положительное перемещение средств. В счете – источнике потока средства убывают, в конечном счете – увеличиваются. Пассивы на такой схеме характеризуются отрицательными величинами, а активы – положительными. Сумма всех счетов в каждый момент времени равна 0.

Единицы измерения средств и источников – стоимостные, например, рубли, интенсивности потоков измеряются в единицах стоимости, деленных на единицы времени.

Текущее содержимое накопителей является результатом притоков и оттоков на отрезке времени от начального до текущего момента с учетом содержимого в начальный момент.

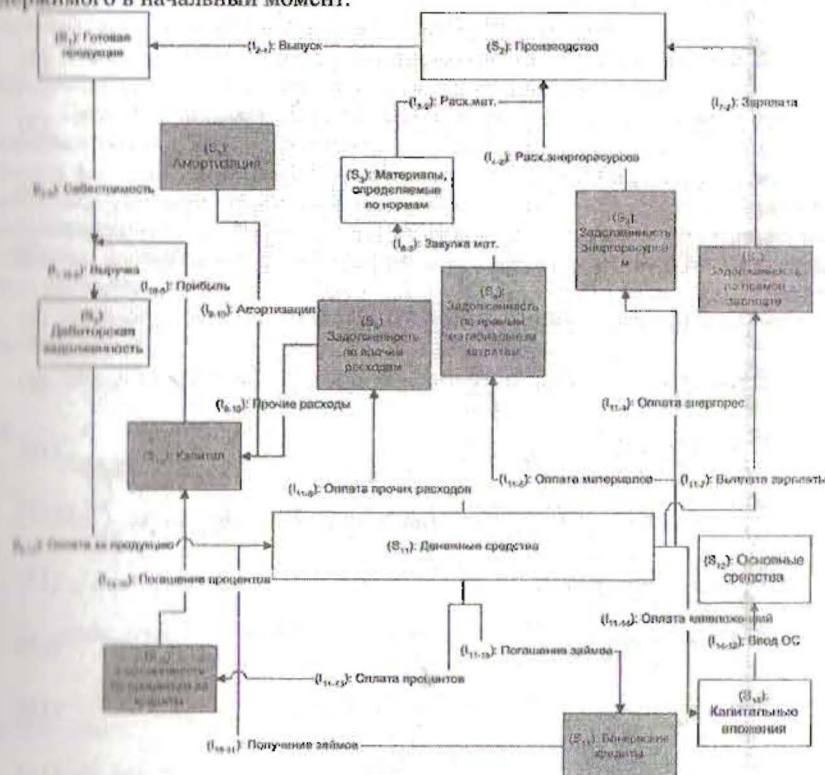


Рис. 1. Поточно-финансовая структура предприятия

Данная ПФС предприятия отражает современную концепцию учета Direct Costing, когда на себестоимость продукции списываются только прямые

затраты (потоки $I_{3,2}$, $I_{4,2}$, $I_{7,2}$), а косвенные затраты относятся на финансовый результат, в нашем случае – на счет Капитал (потоки $I_{8,10}$, $I_{9,10}$).

Представленную ПФС можно описать системой дифференциальных уравнений (1)–(15). Исходя из определения ПФС, изменение каждого состояния характеризуется суммой входящих и исходящих потоков. Задав начальное значение всех счетов и уравнения потоков можно вычислить значение счетов в любой момент времени.

$$\frac{dS_1}{dt} = I_{2,1} - I_{1,5}, \quad (1)$$

$$\frac{dS_2}{dt} = I_{3,2} + I_{4,2} + I_{7,2} - I_{2,1}, \quad (2)$$

$$\frac{dS_3}{dt} = I_{6,3} - I_{3,2}, \quad (3)$$

$$\frac{dS_4}{dt} = I_{11,4} - I_{4,2}, \quad (4)$$

$$\frac{dS_5}{dt} = I_{1,10,5} - I_{5,11}, \quad (5)$$

$$\frac{dS_6}{dt} = I_{11,6} - I_{6,3}, \quad (6)$$

$$\frac{dS_7}{dt} = I_{11,7} - I_{7,2}, \quad (7)$$

$$\frac{dS_8}{dt} = I_{11,8} - I_{8,10}, \quad (8)$$

$$\frac{dS_9}{dt} = -I_{9,10}, \quad (9)$$

$$\frac{dS_{10}}{dt} = I_{13,10} + I_{8,10} + I_{9,10} - I_{10,5}, \quad (10)$$

$$\frac{dS_{11}}{dt} = I_{5,11} + I_{15,11} - I_{11,6} - I_{11,7} - I_{11,8} - I_{11,14} - I_{11,15} - I_{11,13}, \quad (11)$$

$$\frac{dS_{12}}{dt} = I_{14,12}, \quad (12)$$

$$\frac{dS_{13}}{dt} = I_{11,13} - I_{13,10}, \quad (13)$$

$$\frac{dS_{14}}{dt} = I_{11,14} - I_{14,12}, \quad (14)$$

$$\frac{dS_{15}}{dt} = I_{11,15} - I_{15,11}. \quad (15)$$

Следующим этапом моделирования является описание интенсивностей всех потоков, входящих в систему (1) – (15). Определение выражений для потоков начнем со сферы производства, а для этого рассмотрим модель системы производственных объектов.

Редуцированная модель системы простых производственных объектов

В монографии [3] подробно изложен подход к динамическому моделированию экономических объектов. В ней рассматриваются построение математических моделей отдельных экономических объектов; определение коэффициентов уравнений, описывающих динамику объектов на основе статистической информации; исследование развития систем взаимодействующих объектов и управление ими.

Следует отметить, что предложенный подход предполагает только стоимостную оценку потоков, характеризующих динамику объекта. Это может быть использовано на макроэкономическом уровне, но неприемлемо для моделирования конкретного предприятия и его внутреннего поведения. Поэтому динамика производственного объекта описывается с использованием потоков, выраженных в натуральных показателях.

Модель системы объектов, составляющих технологическую цепочку производства нескольких видов продукции, подробно рассмотрена в [4].

Система производственных объектов состоит из r объектов, каждый из которых характеризуется производственной мощностью, зависящей от количества единиц оборудования в данном объекте. Каждый объект выпускает свой полуфабрикат. Множество готовой продукции размерности p является подмножеством множества полуфабрикатов. Система производственных объектов использует m видов материалов, e видов энергии и l видов трудовых ресурсов.

Динамика системы производственных объектов описывается следующей системой:

$$qEq_{il}(t) = qEq_{il}(0) + \sum_{t_{1,v} \in [0,t]} pEq(t_{1,v}) - \sum_{t_{1,m} \in [0,t]} pEq(t_{1,v} - t_{1,m}) \leq kEq_{ilmax}, \quad (16)$$

$$il = 1, \dots, r,$$

$$Cap_{il}(t) = pr_{il} \cdot qEq_{il}(t), \quad il = 1, \dots, r, \quad (17)$$

$$0 \leq \sum_{i=1}^r qProd_{i2,g}(t) \leq Cap_{il}(t), \quad il = 1, \dots, r, \quad (18)$$

$$qMat_g(t) = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^p \left(N1Mat_{i2,j,g} \cdot qProd_{i2,j}(t) + \theta \left(\frac{\int_0^t qProd_{i2,j}(t) ds}{N2Mat_{i2,j,g}} \right) \right), \quad (19)$$

$$g = 1, \dots, m,$$

$$qEn_h(t) = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^p (N1En_{i2,j,h} \cdot qProd_{i2,j}(t) + N2En_{i,h} \cdot qEq_{il}(t)), \quad (20)$$

$$h = 1, \dots, e,$$

$$qLab_j(t) = \sum_{i=1}^r \sum_{l=1}^p \left(qProd_{i2,l}(t) + qEq_n(t) \cdot N2Lab_{n,j} \right), \quad j=1, \dots, l, \quad (21)$$

$$t_k = t_{общ} \cdot k, \quad k=0, 1, 2, \dots,$$

$$qProd_{i2,l}(t) = S_{i2,l}(t) \cdot qFProd_{i2}(t), \quad i2=1 \dots p, \quad i1=1, \dots, r, \quad (22)$$

$$Cap_{i1}(t), vEq_{i1}(t) \geq 0, \quad i1=1 \dots r \quad vEq_{i1}(t) - \text{целое}, \quad i1=1, \dots, r.$$

Данная система уравнений и неравенств определяет взаимосвязь между объемом производства, потребностью в материалах и трудовых ресурсах, производственными мощностями.

Равенство (16) данной системы описывает динамику количества оборудования (*qEq, quantity of equipment*).

Равенство (17) выражение определяет взаимосвязь мощности производственного объекта (*Cap, capacity*) с количеством единиц оборудования через производительность оборудования (*Pr*).

Двойное неравенство (18) системы отражает ограничения, накладываемые на выпуск продукции (*qProd, quantity of products*): выпуск не может быть отрицательным и не может превышать мощность.

Равенство (19) определяет потоки материалов. Потребность по каждому материалу *qMat* может определяться исходя из нормы расхода (*N1Mat*) – первое слагаемое, и исходя из норматива расхода (*N2Mat*) – второе слагаемое. В выражении функция $\theta(s)$ – обозначает наименьшее целое, ограничивающее *s* сверху.

Равенство (20) определяет потоки различных энергетических ресурсов (например, электроэнергия, газ и т.д.). Потребность любого вида энергетических ресурсов *qEn* может определяться исходя из норм расхода энергоресурса на единицу выпускаемой продукции (*N1En*) и/или нормы расхода на единицу оборудования (*N1En*).

Равенство (21) определяет потребность в трудовых ресурсах. Потребность в трудовых ресурсах в разрезе профессий определяется исходя из норм выработки (*N1Lab*) и норм расхода времени (*N2Lab*).

Равенство (22) определяет набор простых объектов, в которых должен быть обработан полуфабрикат для получения готового изделия с использованием технологической матрицы *S*.

На ввод оборудования (*pEq*) накладывается ограничение целочисленности исходя из физического смысла этого процесса.

Таким образом, задав выпуск продукции и ввод основных фондов, можно однозначно определить динамику развития производственного объекта.

Описание потоков ПФС предприятия

Для учета динамики натуральных показателей дополним ПФС тремя счетами и соответствующими потоками, характеризующими запасы оборотных фондов предприятия в количественном выражении (рис. 2). Следует отметить, что данная схема не является ПФС. В частности для нее не справед-

лины правила суммирования входящих и исходящих потоков и нулевой суммы остатков по всем счетам.

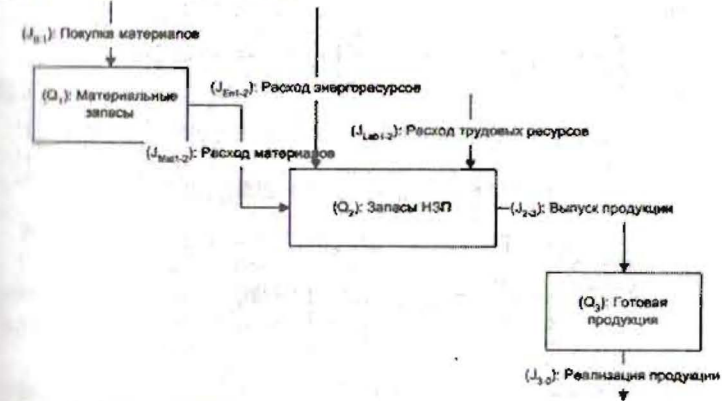


Рис. 2. Схема материальных потоков

Интенсивности потоков в данной схеме описываются следующими уравнениями:

$$J_{1-0}(t) = \{\min\{D_i(t), qFProd_i(t)\}\}, \quad i=1, \dots, p, \quad (23)$$

$$J_{1-1}(t) = \{qFProd_i(t)\}, \quad i=1, \dots, p, \quad (24)$$

$$J_{mat-2}(t) = \{qMat_i(t)\}, \quad i=1, \dots, m, \quad (25)$$

$$J_{en-2}(t) = \{qEn_i(t)\}, \quad i=1, \dots, e, \quad (26)$$

$$J_{lab-2}(t) = \{qLab_i(t)\}, \quad i=1, \dots, l, \quad (27)$$

$$J_{0-1}(t) = \{M_i(t + t^{mat})\}, \quad i=1, \dots, m, \quad (28)$$

где $D_i(t)$ – интенсивность спроса на продукцию, нат.ед./ед.врем.

Для описания уравнений системы потоков (1)-(15) не хватает стоимостных характеристик. Введем следующие стоимостные характеристики: *cEq* – вектор стоимостей основных фондов, ден.ед.; *cFProd* – вектор стоимостей выпущенной продукции, ден.ед.; *cMat* – вектор стоимостей материалов, ден.ед.; *cEn* – вектор стоимостей энергоресурсов, ден.ед.; *cLab* – вектор стоимостей трудовых ресурсов, компоненты вектора – средние ставки заработной платы с учетом всех начислений по данной профессии, ден.ед. Для деятельности предприятия обычно характерны запаздывания как в производственной, так и в финансовой сферах. Введем такие параметры: t^{pr} – длительность производственного цикла (для упрощения принимается одинаковой для каждого вида продукции); t^{osv} – длительность периода освоения основных средств; t^{mat} – длительность периода поставки материалов по видам; t^{kr} – длительность периода кредитования; t^{mat_opl} , t^{en_opl} , t^{lab_opl} , t^{prod_opl} – длительность периодов оплаты материалов, энергоресурсов, заработной платы и готовой продукции по видам.

Теперь мы можем сконструировать уравнения, описывающие ПФС предприятия:

$$I_{2-1}(t) = \left(\sum_{g=1}^m (J_{Mat1-2-g}(t) \cdot cMat_g) + \sum_{g=1}^e (J_{En1-2-g}(t) \cdot cEn_g) + \sum_{g=1}^l (J_{Lab1-2-g}(t) \cdot cLab_g) \right) \quad (29)$$

$$I_{1-5}(t) = \sum_{i=1}^p \sum_{l=1}^r \sum_{g=1}^m \left(\frac{N1Mat_{n,i,g} \cdot S_{n,i} \cdot J_{3-0-i}(t) \cdot cMat_g}{\int_0^t S_{n,i} \cdot J_{3-0-i}(s) ds} + \theta \frac{\int_0^t S_{n,i} \cdot J_{3-0-i}(s) ds}{N2Mat_{n,i,g}} \right) \cdot cMat_g + \sum_{i=1}^p \sum_{l=1}^r \sum_{g=1}^e \left(\frac{N1En_{n,i,g} \cdot S_{n,i} \cdot J_{3-0-i}(t) \cdot cEn_g}{+ N1En_{i,g} \cdot qEq_i(t) \cdot cMat_g} \right) + \sum_{i=1}^p \sum_{l=1}^r \left(\frac{\sum_{g=1}^l \frac{1}{N1Lab_{g,i}} \cdot S_{n,i} \cdot J_{3-0-i}(t) \cdot cLab_g}{+ qEq_i(t_{обс}) \cdot k \cdot N2Lab_{g,i} \cdot cLab_g} \right), \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (30)$$

$$I_{3-2}(t) = \sum_{g=1}^m (J_{Mat1-2-g}(t + t^{pr}) \cdot cMat_g) \quad (31)$$

$$I_{4-2}(t) = \sum_{g=1}^e (J_{En1-2-g}(t + t^{pr}) \cdot cEn_g) \quad (32)$$

$$I_{7-2}(t) = \sum_{g=1}^l (J_{Lab1-2-g}(t + t^{pr}) \cdot cLab_g) \quad (33)$$

$$I_{1,10-5}(t) = \sum_{i=1}^p J_{3-0-i}(t) \cdot cFProd_i \quad (34)$$

$$I_{10-5}(t) = I_{1,10-5}(t) - I_{1-5}(t) \quad (35)$$

$$I_{6-3}(t) = I_{3-2}(t + t^{mat}) \quad (36)$$

$$I_{11-4}(t) = I_{4-2}(t + t^{mat}) \quad (37)$$

$$I_{11-7}(t) = I_{7-2}(t + t^{mat}) \quad (38)$$

$$I_{11-6}(t) = I_{6-3}(t + t^{mat-опт}) \quad (39)$$

$$I_{9-10}(t) = \sum_{i=1}^p qEq_i(t) \cdot cEq_i \cdot NAmort_i \quad (40)$$

$$I_{5-10}(t) = CF \quad (41)$$

$$I_{11-8}(t) = CF \quad (42)$$

$$I_{5-11}(t) = I_{1,10-5}(t + t^{FProd-опт}) \quad (43)$$

$$I_{11-11}(t) = I_{14-12}(t + t^{mat}) \quad (44)$$

$$I_{14-12}(t) = \sum_{i=1}^e (pEq_i(t) - pEq_i(t - t^{mat})) \cdot cEq_i \quad (45)$$

$$I_{13-11}(t) = I_{15-11}(t) = I(t) \quad (46)$$

$$I_{11-11}(t) = I_{15-11}(t - t^{br}) \quad (47)$$

$$I_{11-11}(t) = S_{15} \cdot NProc \quad (48)$$

$$I_{13-10}(t) = I_{11-13}(t) \quad (49)$$

Постановка задачи оптимального управления предприятием

Построенная ПФС предприятия является достаточной для вычисления основных показателей ФХД, необходимых для анализа и принятия управленческих решений. Некоторые из таких характеристик приведены ниже:

Рентабельность продаж	$\frac{\int_0^t I_{10-5}(t) dt}{\int_0^t I_{1,10-5}(t) dt}$
Рентабельность собственного капитала	$\frac{\int_0^t I_{10-5}(t) dt}{-(S_{10}(t_1) + S_{10}(t_2)) / 2}$
Оборачиваемость товарно-материальных запасов	$\frac{2 \int_0^t I_{2-1}(t) dt}{S_1(t_1) + S_2(t_1) + S_3(t_1) + S_4(t_1) + S_1(t_2) + S_2(t_2) + S_3(t_2) + S_4(t_2)}$
Мгновенная ликвидность	$\frac{S_{11}(t_2) + S_5(t_2)}{-(S_6(t_2) + S_7(t_2) + S_8(t_2) + S_{13}(t_2))}$
Соотношение заемных и собственных средств	$\frac{S_{10}(t_2)}{-(S_6(t_2) + S_7(t_2) + S_8(t_2) + S_{13}(t_2) + S_{15}(t_2))}$
Фондоотдача	$\frac{\int_0^t I_{1,10-5}(t) dt}{(S_{11}(t_1) + S_{12}(t_2)) / 2}$

Следует отметить, что возможность определения различных характеристик деятельности предприятия позволяет конструировать разнообразные задачи оптимального управления предприятием. Пример постановки такой задачи приведен ниже.

Варианты целевых функционалов:

$$F1: S_{10}(T) \rightarrow \max$$

$$F2: \frac{\int_0^2 I_{10-5}(t) dt}{-(S_{10}(t_1) + S_{10}(t_2))/2} \rightarrow \max$$

Варианты произвольных ограничений:

$$O1: \frac{S_{11}(t_2) + S_5(t_2)}{-(S_6(t_2) + S_7(t_2) + S_8(t_2) + S_{13}(t_2))} \geq \text{likv_min}$$

$$O2: \frac{\int_0^2 I_{2-1}(t) dt}{(S_2(t_1) + S_2(t_2))/2} \geq \text{obor_NZP_min}$$

Обязательные ограничения:

$$S_1(t), S_2(t), S_3(t), S_4(t), S_5(t), S_{11}(t), S_{12}(t), S_{14}(t) \geq 0$$

$$S_6(t), S_7(t), S_8(t), S_9(t), S_{10}(t), S_{13}(t), S_{15}(t) \leq 0$$

В качестве управлений выступают $J_{2-3}(t) = \{qFProd_i(t)\}$, $i=1, \dots, p$, $qEq_i(t)$, $i=1, \dots, r$, $I(t)$. В качестве уравнений динамики служат уравнения (1)–(15), (23)–(49), модель производственного звена описывается уравнениями и неравенствами (16)–(22). Заданы начальные условия $S_i(-t_i, 0)$, $Q_j(-t_j, 0)$, $qEq_i(-t_i, 0)$, функции $S(t)$, $qEq(t)$, $I(t) \in DS$, $qEq(t)$ – целочисленная.

Стандартные методы теории оптимального управления не позволяют «в лоб» решить поставленную задачу. Это связано с ограничением целочисленности, наложенным на количество оборудования. Один из подходов к решению данной проблемы – дискретизация времени и редукция задачи к задаче линейного частично-целочисленного программирования. На исследования в данной области и направлены в настоящее время основные усилия автора статьи. Задача решается в математическом пакете Matlab с использованием программы для решения задач линейного программирования LPSolve. Однако уже сейчас предложенный в статье подход возможно использовать в качестве имитационной модели (*evaluative model*) деятельности предприятия.

Заключение

В статье описан подход к моделированию деятельности предприятия, позволяющий органично увязать между собой его производственную и финансовую подсистемы. На основе предложенной модели можно наблюдать, как те или иные характеристики деятельности предприятия (длительность производственного и финансового цикла, нормы расхода ресурсов, ...) влияют на конечный результат деятельности. Большинство параметров, которыми оперирует модель используются в информационных системах ERP-класса. Это делает возможным ее реальное применение без предъявления существ-

венных дополнительных требований к информационной системе предприятия.

Список использованных источников

1. Павлов В.А. и др. Методология поточно-сетового финансового анализа деятельности предприятия. - Риск. – 1997. – № 5. – С. 64-68.
2. Потапов Д.Б. Моделирование деятельности промышленного предприятия. Задача управления // Экономическая кибернетика: математические и инструментальные методы анализа, прогнозирования и управления: Сб.ст./Перм.ун-т. – Пермь, 2002. – С.168-179.
3. Сызретдинов Т.К. Динамическое моделирование экономических объектов. - Казань: Фэн, 1996.
4. Потапов Д.Б., Шафранская И.Н. Модель системы производственных объектов: постановка задачи оптимального управления // Тр. Всеросс. конф. «Равновесные модели экономики и энергетики», Иркутск, 2005.

Фирсов О.В., Кравец Б.Б.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕХАНИЗМОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ БОЛЬНЫМ РАКОМ ПОЧКИ

Воронежская государственная медицинская академия, г. Воронеж

Заболеласмость злокачественными новообразованиями в Воронежской области за последнее десятилетие постепенно нарастает, причем прогнозируется устойчивость этой тенденции. Ежегодно заболевает более 7000 человек и умирает более 4000. Число потерянных лет жизни в активном возрасте в результате этого заболевания составляет в среднем 7,5 лет у мужчин и 10 у женщин.

Производственные потери от временной нетрудоспособности этой категории больных составляют 11,7 дней на каждые 100 человек работающего населения, а в структуре причин инвалидности злокачественные новообразования занимают второе место после болезней системы органов кровообращения.

В этих условиях необходимость решения проблем онкологии является приоритетной задачей.

В структуре онкологических заболеваний рак почки встречается в 2-3% случаев. Мужчины болеют в 2 раза чаще женщин, преимущественно в возрасте 40-60 лет. У детей на рак почки (эмбриональная аденокаркома Вильмса) приходится 25% всех злокачественных новообразований. В мире заболеваемость раком почки колеблется примерно от 2,0 до 12,0 на 100 000 населения.

Всемирная организация здравоохранения определила одной из основных задач повышение качества медицинской помощи. Высокий уровень смертности от злокачественных новообразований диктует необходимость разработки и обоснования механизма управления качеством в онкологии. Существенные шаги в этом направлении осуществлялись и осуществляются ве-