УДК 519.866

МОДЕЛЬ И ОПТИМАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ СОГЛАСОВАНИЯ КОНТРАКТА МЕЖДУ ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ, ИНВЕСТОРОМ И ПОСТАВЩИКОМ ОБОРУДОВАНИЯ

А.В.Медведев, П.Н.Победаш*

В статье предложена математическая модель и алгоритм решения задачи согласования контракта между инвестором, производителем и поставщиком оборудования. Математическая модель записывается в виде многошаговой задачи линейного программирования (МЗЛП), а обоснование оптимальности алгоритма осуществляется с помощью дискретного принципа максимума (ДПМ).

Рассмотрим задачу согласования контракта между инвестором, вкладывающим средства в производственную инновацию и желающим вернуть вложение с прибылью, производителем (бизнесменом), рассматривающим производственный инвестиционный проект (ИП) с точки зрения не только извлечения прибыли, но и последующей продажи бизнеса по максимально возможной цене, и поставщиком оборудования. Указанная задача имеет следующую содержательную экономическую постановку. Есть план производства на одном виде оборудования нескольких видов продукции с известными прогнозными значениями спроса по каждому виду. Кроме того, известны технико-экономические показатели оборудования, а именно нормативный срок службы, стоимость и производительность оборудования, а также стоимость единицы производимой продукции. Требуется определить осуществляемые инвестором объемы внешних инвестиций, платежей производителя поставщику оборудования в заданные моменты времени, а также объемы продаж по каждому виду продукции в период производства, при которых стоимость ИП по критерию чистой приведенной стоимости (NPV) за определенный интервал времени будет наибольшей. При этом сумма всех инвестиций не должна превышать некоторой заданной величины, а сумма всех платежей должна быть не меньше некоторой заданной величины, включающей стоимость оборудования и другие затраты. Далее предполагаются выполненными следующие предпосылки.

1. По истечении периода T действия ИП сформированный по нему бизнес передается инвестору в качестве оплаты за инвестиции.

2. Текущие затраты исчисляются в процентном отношении от средней стоимости реализации продукции. Остальные затраты (например, покупка или аренда помещения и др.) считаются заданными, фиксированными величинами для данного ИП.

3. Инвестором должна быть осуществлена производителю серия обязательных инвестиций, не превосходящих в течение инвестиционного периода t_1 заданных величин $\rho_1(t)$.

Стоимость оборудования выплачивается производителем поставщику оборудования в течение периода его сборки t_2, причем платежи в течение периода времени t_2 не меньше фиксированных сумм $\rho_2(t)$. Величины t_i и $\rho_i(t) > 0$ $(t = 0, ..., t_i - 1; i = 1; 2;\ 0 \le t_1 \le t_2 \le T^1)$ определяются юридическими условиями договоров между инвестором, поставщиком оборудования и производителем. При этом предполагается, что $\sum\limits_{t=0}^{t_1-1} \rho_1(t) < I_0$, $\sum\limits_{t=0}^{t_2-1} \rho_2(t) < \overline{c}$, где I_0 – общая сумма инвестиций, $\overline{c}$ суммарная стоимость оборудования и постоянных затрат. Здесь T^1 и T соответственно моменты окончания инвестирования и срок действия ИП.

Отметим, что первая и третья предпосылки продиктованы юридическими условиями договоров между участниками венчурного проекта, вторая предпосылка отвечает принятой в бухгалтерском учете практике оценивания затрат как доли от стоимости (себестоимости) производимой продукции [1]. Будем рассматривать отчетные бухгалтерские показатели (прибыль, объем продаж и т. п.) на конец соответствующего периода $(t; t+1)$ $\left(t = T^1, \ldots, T-1\right)$, а производственные (выпуск продукции по каждому виду) - на начало. Кроме того, полагаем, что значения этих показателей фигурируют в их денежном (а не натуральном) измерении. Заметим, что рассматриваемая здесь модель обобщает модель, анализ которой проведен в работе [2], а предлагаемый ниже алгоритм упрощает алгоритм, предложенный в работе [3].

Математическая постановка описанной задачи может быть представлена в виде многошаговой задачи линейного программирования:

$$\begin{array}{l} x_i(t+1) = x_i(t) + u_i(t) \ \left(i = 1; 2; t = 0, ..., T^1 - 1\right); \\ x_i(0) = 0 \ (i = 1; 2); \\ u_1(t) \le \rho_1(t) \ (t = 0, ..., t_1 - 1), \quad u_2(t) \ge \rho_2(t) \ (t = 0, ..., t_2 - 1), \\ -u_1(t) + u_2(t) \le 0 \ \left(t = 0, ..., T^1 - 1\right), x_1(t) + u_1(t) \le I_0; \\ -x_2(t) - u_2(t) \le -\overline{c} \ \left(t = T^1 - 1\right); \\ u_1(t) \ge 0 \ \left(t = 0, ..., T^1 - 1\right); \quad u_2(t) \ge 0 \ \left(t = t_2, ..., T^1 - 1\right); \\ \overline{\overline{J}} = -\sum\limits_{t=0}^{T^1-1} \frac{u_1(t)}{(1+r)^t} \to max. \end{array} \tag{1}$$

В результате численных экспериментов была выдвинута гипотеза о том, что оптимальное решение задачи находится при реализации следующего алгоритма:

$$u_1^*(t) = u_2^*(t) = \text{c} - \sum_{t=0}^{t_2-1} \rho_2(t), \ \left(t = T^1 - 1\right); \ u_1^*(t) = u_2^*(t) = 0, \ \left(t = T^1 - 2, ..., t_2\right);$$

$$u_1^*(t) = \rho_2(t); \quad (t = t_2 - 1, ..., t_1); \quad u_2^*(t) = \rho_2(t), \quad (t = t_2 - 1, ..., 0); \tag{2}$$

$$u_1^*(t) = \rho_1(t), \quad \text{если} \quad \rho_1(t) \le x_3^*(t+1) + \rho_2(t); \tag{3}$$

$$u_1^*(t) = x_3^*(t+1) + \rho_2(t), \quad \text{если} \quad \rho_1(t) > x_3^*(t+1) + \rho_2(t); \tag{4}$$

$$x_3^*(t) = x_3^*(t+1) + \rho_2(t) - u_1^*(t), \quad (t = t_1 - 1, ..., 0).$$

Пусть решение задачи (1) существует и определяется формулами (2)-(4). Покажем, что оно удовлетворяет дискретному принципу максимума (ДПМ). Для этого будем опираться на следующую лемму.

Лемма 1. *Если в ЗЛП* $z = \sum\limits_{j=1}^{n} c_j x_j \to max \ \sum\limits_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_j, \ (i = 1, ..., m) \, \exists j_0 \in \{1, ..., n\}$ *такое, что* $c_{j_0} < 0 \left(c_{j_0} > 0\right)$ *и имеется единственное ограничение-неравенство вида* $x_{j_0} \ge (...) \left(x_{j_0} \le (...)\right)$*, то данное ограничение в оптимуме является равенством.*

Используя формулы (2)-(4), можно показать, что $u_i^* \ge 0 \left(i = 1; 2; t = 0, ..., T^1 - 1\right)$, из чего следует, что условия $u_i(t) \ge 0 \ (i = 1; 2)$ выполняются автоматически и приводят к ограничениям-равенствам в соответствующих двойственных ЗЛП. Тогда прямая ЗЛП при $t = T^1 - 1$ примет вид:

$$\begin{array}{l} H_p(t) = -\frac{u_1(t)}{(1+r)^t} \to max \\ -x_1^*(t) + x_2^*(t) - u_1(t) + u_2(t) \le 0 \\ x_1^*(t) + u_1(t) \le I_0; \qquad -x_2^*(t) - u_2(t) \le -\overline{c} \end{array} \tag{5}$$

Так как коэффициент при $u_1(t)$ в $H_p(t)$ отрицательный и $H_p(t) \to max$, а 1-е неравенство единственное ограничение на $u_1(t)$ снизу, то, по лемме 1, оно выполняется в оптимуме как равенство, то есть

$$u_2^*(t) = x_3^*(t) + u_1^*(t), t = T^1 - 1. \tag{6}$$

Последнее равенство равносильно тому, что $x_3^*\left(T^1\right) = 0$, то есть

$$x_1^*(t) = x_2^*(t), t = T^1. \tag{7}$$

В силу (6), (7) решение ЗЛП (5) является решением задачи

$$\begin{array}{l} u_1(t) \to min; u_1(t) \le I_0 - x_3^*(t); -x_2^*(t) - u_2(t) \le -\overline{c}; \\ u_2(t) = x_3^*(t) + u_1(t), t = T^1 - 1, \end{array} \tag{8}$$

которая равносильна ЗЛП вида $u_1(t) \to min; \quad u_1(t) \le I_0 - x_3^*(t); \quad u_1(t) \ge \overline{c} - x_1^*(t); \left(t = T^1 - 1\right)$, откуда следует, что $u_1^*(t) = \overline{c} - x_1^*(t), \left(t = T^1\right)$, то есть $x_1^*\left(T^1\right) = \overline{c}$. Учитывая (7), получим, что $x_2^*\left(T^1\right) = \overline{c}$. Таким образом, имеем $x_i^*\left(T^1\right) = \overline{c}, (i = 1; 2)$. Так как $x_i^*(t) = x_i^*(t+1) - u_i^*(t), \left(i = 1; 2; t = T^1 - 1, ..., t_1\right)$, то с учетом (7) найдем, что

$$x_1^*(t) = x_2^*(t); x_3^*(t) = 0; \left(i = 1; 2; t = T^1 - 1, ..., t_1\right), \tag{9}$$

откуда, в силу (2), получаем

$$x_i^*\left(T^1 - 1\right) = \sum_{t=0}^{t_2-1} \rho_2(t), (i = 1; 2). \tag{10}$$

Подставляя (9), (10) в (5), получим ЗЛП следующего вида:
$u_1(t) \to min; u_2(t) \le u_1(t) \le I_0 - x_3^*(t); u_1(t) \le I_0 - \sum\limits_{t=0}^{t_2-1} \rho_2(t); u_2(t) \ge \bar{c} - \sum\limits_{t=0}^{t_2-1} \rho_2(t); t = T^1 - 1.$

Решение последней ЗЛП определяется из (2). С учетом (9),(10) двойственная к (5) задача имеет вид

$$H_D(t) = \left(I_0 - \sum_{t=0}^{t_2-1} \rho_2(t)\right) \cdot \lambda_2(t) - \left(\bar{c} - \sum_{t=0}^{t_2-1} \rho_2(t)\right) \cdot \lambda_3(t) \to min,$$

$$-\lambda_1(t) + \lambda_2(t) = -\frac{1}{(1+r)^t}; -\lambda_1(t) + \lambda_2(t) = 0; \lambda_i(t) \ge 0; \left(i = 1,2,3; t = T^1 - 1\right). \qquad (11)$$

Так как $p_2^*\left(T^1\right) = (0;0) \in R^2$ и двойственные уравнения движения для $t = T^1 - 1$ имеют вид $p_1^*(t) = p_1^*(t+1) + \lambda_1^*(t) - \lambda_2^*(t)$, $\quad p_2^*(t) = p_2^*(t+1) - \lambda_1^*(t) + \lambda_3^*(t)$, то, с учетом равенств в задаче (11), имеем

$$p_1^*(t) = \frac{1}{(1+r)^t}; p_2^*(t) = 0; t = T^1 - 1. \qquad (12)$$

В силу (10), (12), прямая ЗЛП для $t = T^1 - 2$ имеет вид

$$\begin{array}{c} H_P(t) = \left(\frac{1}{(1+r)^{t+1}} - \frac{1}{(1+r)^t}\right) \cdot u_1(t) \to max; \\ u_2(t) \le u_1(t); u_i(t) \ge 0; i = 1,2; t = T^1 - 2, \end{array} \qquad (13)$$

решение которой несложно получить на плоскости графически. Причем данное решение совпадает с формулами (2).

Далее, поскольку условие $u_1(t) \ge 0; t = T^1 - 2$ избыточно, в задаче, двойственной к ЗЛП (13), первое ограничение является равенством:

$$H_D(t) = 0 \cdot \lambda_1(t) \to min; -\lambda_1(t) = \frac{1}{(1+r)^{t+1}} - \frac{1}{(1+r)^t}; \lambda_i(t) \ge 0; t = T^1 - 1,$$

откуда получим $\lambda_i^*(t) = \frac{1}{(1+r)^{t+1}} - \frac{1}{(1+r)^t}; t = T^1 - 1$.

Обобщая приведенные рассуждения, можно получить для шагов $t = T^1 - 2, \ldots, t_2$, следующие формулы для оптимального решения прямой и двойственной задач: $u_i^*(t) = 0;\ i = 1,2$.

$$\lambda_i^*(t) = \frac{1}{(1+r)^t} - \frac{1}{(1+r)^{t+1}}; \quad p_1^*(t) = \frac{1}{(1+r)^t}; p_2^*(t) = \frac{1}{(1+r)^{T^1-1}} - \frac{1}{(1+r)^t}. \qquad (14)$$

Из (14) и (9) при $t = t_2$ следует, что прямая ЗЛП для $t = t_2 - 1$ имеет вид

$$\begin{array}{l} H_P(t) = \left(\frac{1}{(1+r)^{t+1}} - \frac{1}{(1+r)^t}\right) u_1(t) + \left(\frac{1}{(1+r)^{T^1-1}} - \frac{1}{(1+r)^{t+1}}\right) u_2(t) \to max; \\ u_2(t) \le u_1(t); u_2(t) \ge \rho_2(t); t = t_2 - 1, \end{array} \qquad (15)$$

а ее решение $u_i^*(t) = \rho_2(t); (i = 1,2; t = t_2 - 1)$.

Задача, двойственная к ЗЛП (15) на шаге $t = t_2 - 1$, имеет вид

$$\begin{array}{l} H_D(t) = -\rho_2(t) \cdot \lambda_1(t) \to min; -\lambda_2(t) = \frac{1}{(1+r)^{t+1}} - \frac{1}{(1+r)^t}; \\ -\lambda_1(t) + \lambda_2(t) = \frac{1}{(1+r)^{T^1-1}} - \frac{1}{(1+r)^{t+1}}; \lambda_i(t) \ge 0; (i = 1,2; t = t_2 - 1) \end{array}. \qquad (16)$$

Решая (16) по аналогии с (14), получим оптимальное решение на шагах $t = t_2 - 1, ..., t_1$:
$u_i^*(t) = \rho_2(t); (i = 1;2), \lambda_2^*(t) = \frac{1}{(1+r)^t} - \frac{1}{(1+r)^{t+1}}; p_1^*(t) = \frac{1}{(1+r)^t}; p_2^*(t) = \frac{1}{(1+r)^{T^1-1}} - \frac{1}{(1+r)^t}.$

Рассмотрим прямую задачу на шагах $t = t_1 - 1, ..., 0$:

$$\begin{array}{l} H_P(t) = \delta_1 u_1(t) + \delta_2 u_2(t) \to max; u_1(t) \le \rho_1(t); u_2(t) \ge \rho_2(t); \\ u_2(t) \le u_1(t) + x_3^*(t); t \in \{t_1 - 1, ..., 0\}, \end{array} \qquad (17)$$

где $\delta_i(t) \ge 0; (i = 1,2)$ - коэффициенты функции $H_p(t)$. В частности,
$\delta_1(t) = \frac{1}{(1+r)^{t+1}} - \frac{1}{(1+r)^t} < 0; \delta_2(t) = \frac{1}{(1+r)^{T^1-1}} - \frac{1}{(1+r)^t} < 0; t = t_1 - 1.$

Двойственная к задаче (17) ЗЛП имеет вид

$$\begin{array}{l} H_D(t) = \rho_1(t)\lambda_1(t) - \rho_2(t)\lambda_2(t) + x_3^*(t)\lambda_3(t) \to min; \\ \lambda_3(t) + \delta_1(t) \ge 0; \lambda_3(t) - \delta_2(t) \ge 0; \lambda_3(t) \ge 0; t \in \{t_1 - 1, ..., 0\}. \end{array} \qquad (18)$$

Если выполняются условия

$$x_3^*(t) = \rho_2(t) - \rho_1(t)\,; t \in \{t_1 - 1, ..., 0\}\,, \tag{19}$$

то ЗЛП (18) имеет множество решений и, как следует из двойственных уравнений движения: $p_1^*(t) = p_1^*(t+1) + \lambda_3^*(t)\,; p_2^*(t) = p_2^*(t+1) - \lambda_3^*(t)\,; t \in \{t_1 - 1, ..., 0\}$, векторы
$p_1^*(t) = p_1^*(t+1) + \lambda_3^*(t)\,; p_i^*(t)\,; i - 1, 2; t \in \{t_1 - 1, ..., 0\}$ определяются неоднозначно. При условии (19) из ограничений ЗЛП (17) следует, что

$$u_i^*(t) = \rho_i(t)\,; (i = 1, 2; t \in \{t_1 - 1, ..., 0\}) \tag{20}$$

единственное допустимое, а значит, и оптимальное управление. Равенство (19) возможно лишь в случае (3), так как условие (4) равносильно условию $x_3^*(t) + x_3^*(t+1) < 0$;$(t \in \{t_1 - 1, ..., 0\})$, что противоречит неравенству
$x_3^*(t) \geq 0; \left(t = 1, ..., T^1 - 1\right)$.

Для обоснования пункта 2 алгоритма докажем лемму 2, которую сформулируем в виде следующих утверждений.

Лемма 2. *1. Если в моменты $t_0 \in \{t_1 - 1, ..., 0\}$ имеют место формулы (20), то МЗЛП (1) сводится при условии (3) в момент $t = t_0 - 1$ к МЗЛП, в который также справедливы (20).*
2. Если в момент $t_0 \in \{t_1 - 1, ..., 0\}$ справедливо условие (4), то $x_3^*(t_0) = 0$.
3. Если $x_3^*(t_0) = 0; t_0 \in \{t_1 - 1, ..., 0\}$, то в случае (3) в момент $t_0 - 1$ имеет место (20).
4. Если в момент $t_0 \in \{t_1 - 1, ..., 1\}$ имеет место условие (4), то в момент t=$t_0 - 1$, в случае (3), выполняется (20).

Доказательство. 1. Пусть в момент $t_0 \in \{t_1 - 1, ..., 1\}$ в ЗЛП (17) выполняются условия (20), (19), то есть в момент $t = t_0 - 1$, с учетом уравнений в (1), в оптимуме, вместо условия $x_3^*(t) \geq 0$, имеют место равенства $x_3^*(t+1) = x_3^*(t) + u_1(t) - u_2(t) = \rho_2(t+1) - \rho_1(t+1) = const$ при условиях $u_i(t) = u_i^*(t)$. Исключая, например, переменную $u_2(t)$, получим

$$u_2(t) = u_1(t) + x_3^*(t) - x_3^*(t+1)\,; t = t_0 - 1. \tag{21}$$

Подставляя равенство (21) в ограничения-неравенства МЗЛП (1), для $t = t_0 - 1$ получим
$u_1(t) \leq \rho_1(t)\,; u_1(t) + x_3^*(t) - x_3^*(t+1) \geq \rho_2(t)$, то есть

$$\rho_2(t) + x_3^*(t+1) - x_3^*(t) \leq u_1(t) \leq \rho_1(t)\,. \tag{22}$$

В случае (3) из уравнений движения получим в оптимуме соотношение

$$x_3^*(t+1) = x_3^*(t) + \rho_1(t) - \rho_2(t)\,, \tag{23}$$

с учетом которого (22) примет вид $\rho_1(t) \leq u_1(t) \leq \rho_1(t)$ или $u_1(t) = \rho_1(t)\,; (t = t_0 - 1)$. Тогда из (21) и (23) следует, что $u_2(t) = \rho_1(t) + x_3^*(t) - (x_3^*(t) + \rho_1(t) - \rho_2(t)) = \rho_2(t)\,; (t = t_0 - 1)$. Таким образом, доказано, что в момент $t = t_0 - 1$ справедливы формулы (20).

2. Из (4) и уравнений движения для переменной $x_3(t)$ следует
$x_3^*(t) = x_3^*(t+1) + u_2(t) - u_1(t) = x_3^*(t+1) + \rho_2(t) - (x_3^*(t+1) + \rho_2(t)) = 0;$
$(t = t_0 - 1, t_0 \in \{t_1 - 1, ..., 1\})\,.$

3. Учитывая условие (3) для $t = t_0 - 1$, из уравнений движения получаем $x_3^*(t) = x_3^*(t+1) + u_2^*(t) - u_1^*(t) = 0 + \rho_2(t) - \rho_1(t) = 0; (t = t_0 - 1)$, что согласуется с (19), (20).

4. Доказательство данного пункта следует из доказанных выше пунктов 2 и 3.

Используя лемму 2 многократно, исключая моменты времени, в которые справедливо условие (3), и оставляя лишь моменты, в которые выполняются условия (4), можно получить эквивалентную исходной следующую МЗЛП:

$$\begin{array}{l}
\overline{x_i}(t+1) = \overline{x_i}(t) + \overline{u_i}(t) + \rho_i(t+j)\,; \left(t = \overline{t_j} - j\right); \\
\overline{x_i}(t+1) = \overline{x_i}(t) + \overline{u_i}(t)\,; \left(t = 0, ..., T^1 - n - 1; t \neq \overline{t_j} - j\right); \\
\overline{u_1}(t) \leq \overline{\rho_1}(t)\,; \left(t = 0, ..., \overline{t_1} - n - 1\right), \quad \overline{u_2}(t) \geq \overline{\rho_2}(t)\,; \left(t = 0, ..., \overline{t_2} - n - 1\right); \\
-\overline{x_1}(t) + \overline{x_2}(t) - \overline{u_1}(t) + \overline{u_2}(t) - \rho_1(t+j) + \rho_2(t+j) = 0; \left(t = \overline{t_j} - j\right); \\
-\overline{x_1}(t) + \overline{x_2}(t) - \overline{u_1}(t) + \overline{u_2}(t) \leq 0; \left(t = 0, ..., T^1 - n - 1; t \neq \overline{t_j} - j\right); \\
\overline{x_i}(0) = 0; \quad \overline{u_i}(t) \geq 0; \left(t = 0, ..., T^1 - n - 1\right); \\
\overline{J} = -\sum\limits_{t=0}^{\overline{t_1}-1} \frac{\overline{u_1}(t)}{(1+r)^t} - \sum\limits_{j=1}^{n-1} \sum\limits_{t=\overline{t_j}-j+1}^{t=\overline{t_{j+1}}-j-1} \frac{\overline{u_1}(t)}{(1+r)^{t+j}} - \sum\limits_{t=\overline{t_n}-n+1}^{t=T^1-n-1} \frac{\overline{u_1}(t)}{(1+r)^{t+n}} \to max,
\end{array} \tag{24}$$

где $j = 1, ..., n;\quad i = 1, 2;\ \overline{t_j} \in \{t_1 - 1, ..., 0\}$ – моменты времени, в которые реализуется случай (3), а n – их количество.

Таким образом, в (24) выполняется условие (4), поэтому $x_3^*(t) = 0 \quad \forall t$. В этом случае, возвращаясь к исходным переменным, для (24) можно записать прямую ЗЛП, полученную по ДПМ:

$$H_P(t) = \left(\frac{1}{(1+r)^{t_1}} - \frac{1}{(1+r)^{t}}\right) u_1(t) + \left(\frac{1}{(1+r)^{T^1-1}} - \frac{1}{(1+r)^{t_1}}\right) u_2(t) \to max;$$
$$u_1(t) \le \rho_1(t);\, u_2(t) \ge \rho_2(t);\, u_1(t) - u_2(t) \ge 0; (t \in \{t_1 - 1, ..., 0\}),$$

решение которой имеет вид

$$u_1^*(t) = u_2^*(t) = \rho_2(t), \qquad (t \in \{t_1 - 1, ..., 0\}). \tag{25}$$

Так как формулы (20), (25) подтверждают пункт 2 алгоритма для условий (3), (4) соответственно, то доказана следующая теорема.

Теорема. *Если множество D^* оптимальных управлений в МЗЛП (1) непусто, то управление u^*, определяемое алгоритмом (2)-(4), оптимально.*

Отметим, что предложенный алгоритм позволяет принимать обоснованные управленческие решения по отбору эффективных инвестиционных проектов и согласовывать контракты между инвесторами, производителями и поставщиками оборудования. В описанной постановке лицо, принимающее решение (ЛПР), имеет возможность гибкого согласования взаимодействия (контракта) между различными экономическими агентами. При этом в качестве агентов можно рассматривать контракторов как микроэкономики (предприятия), так и мезоэкономики (отрасль, обобщенный производитель или потребитель), а в качестве ЛПР-инвестора, бизнесмена, региональный управляющий центр и т.п.

Список литературы

[1] Глушков И.Е. *Бухгалтерский учет на современном предприятии* / И.Е. Глушков. – Новосибирск: Экор., 1995. – 630с.

[2] Медведев А.В. *Оптимизационная модель производственных инвестиций с профицитом спроса и ее численный анализ* / А.В.Медведев, П.Н.Победаш // Материалы международной научно-практической конференции Электронные средства и системы управления . – Ч.2. – Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН. – 2004. – С. 144-147.

[3] Медведев А.В. *Численный анализ задачи оптимального планирования инновационных проектов* / А.В.Медведев, П.Н.Победаш // Вестник университетского комплекса: сб. научн. трудов / под ред. проф. Н.В.Василенко. – Красноярск: НИИ СУВПТ. – 2005. – Вып.6(20). – С. 96-105.

THE MODEL AND OPTIMAL ALGORITHM OF CONCORDANCE OF THE CONTRACT AMONG INVESTOR, PRODUCER AND EQUIPMENT PROVIDER

A.V. Medvedev, P.N. Pobedash

The mathematical model and the algorithm of decision of the contract concordance problem among investor, producer and equipment provider are suggested. The mathematical model is presented as the optimal control problem. The algorithm validity is based on the discrete principle of maximum.