

УДК 303.732.4

UDC 303.732.4

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ  
ОПТИМИЗАЦИИ ОБЪЕМОВ  
МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ В  
ИНТЕГРИРОВАННЫХ  
ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ<sup>1</sup>**

**A MATHEMATICAL MODEL OF  
OPTIMIZATION OF THE VOLUME OF  
MATERIAL FLOWS IN GRAIN PROCESSING  
INTEGRATED PRODUCTION SYSTEMS**

Барановская Татьяна Петровна  
д.э.н., профессор

Baranovskaya Tatyana Petrovna  
Doctor of Economics, professor

Лойко Валерий Иванович  
д.т.н., профессор

Loyko Valery Ivanovich  
Doctor of Technical sciences, professor

Макаревич Олег Александрович  
к.э.н., доцент

Makarevich Oleg Aleksandrovich  
Cand.Econ.Sci., associate professor

Богославский Станислав Николаевич  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

Bogoslavskiy Stanislav Nikolaevich  
*Kuban state agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье предложены математические модели оптимизации объемов материальных потоков: модель для идеальных условий; модель для производственных условий; обобщенная модель определения оптимальных входных параметров. Эти модели оптимизируют такие параметры управления запасами в технологически интегрированных зерноперерабатывающих производственных системах, как количество циклов поставок, объемы исходных материальных и финансовых потоков. Исследование проводилось на примере интегрированной системы по производству, переработке и реализации продукции из зерна пшеницы (хлеба) с полным технологическим циклом

The article suggests a mathematical model of optimization of the volume of material flows: the model for the ideal conditions; the model for the working conditions; generalized model of determining the optimal input parameters. These models optimize such parameters of inventory management in technology-integrated grain production systems, as the number of cycles supply, the volume of the source material and financial flows. The study was carried out on the example of the integrated system of production, processing and sales of wheat (bread) with the full technological cycle

Ключевые слова: СИСТЕМА, ИНТЕГРАЦИЯ, ОБЪЕДИНЕНИЕ, МОДЕЛЬ, АГРОПРОИЗВОДСТВО, ПЕРЕРАБОТКА, ПОТОК, РЫНОК, РЕАЛИЗАЦИЯ, СХЕМА, ЦЕПЬ, ПОСТАВКА, ЗАКАЗ, ПАРТИЯ, ИЗДЕРЖКИ

Keywords: SYSTEM, INTEGRATION, MERGER, MODEL, AGRICULTURAL PRODUCTION, PROCESSING, FLOW, MARKET, SALES, SCHEME, CHAIN, DELIVERY, ORDER, PARTY, COSTS

Запасы могут создаваться в силу различных причин. Нельзя быть уверенным в том, что объем необходимого сырья поступит на вход производственной системы именно в тот момент времени, когда он понадобится. Если на некоторой стадии процесса производства

<sup>1</sup> *Материал подготовлен по результатам исследований, проведенных при финансовой поддержке РГНФ (проекты № 12-02-00055а и № 14-02-00344а)*

потребуется какой-то вид сырья, и этого вида не окажется в запасе, т. е. возникнет дефицит, то процесс производства может задержаться или вообще остановиться.

Очевидно, что таких ситуаций необходимо по возможности избегать - всегда должно быть нужное количество данного вида сырья или продукции. Однако, если запасы увеличить, соответственно возрастет плата за их хранение. Управления запасами состоит в том, чтобы выбрать компромиссное решение среди других или даже оптимальное при определенных условиях или ограничениях

Независимо от того, какого рода систему управления запасами и материальными потоками имеет производственная система, основные решения, которые может принять управляющий орган, состоят в следующем [1]:

- какое количество товара или сырья должно находиться в запасе;
- в какое время производить пополнение запаса.

Рассмотрим наиболее типичные вертикально интегрированные структуры хлебопродуктовых объединений (рисунки 1 и 2).

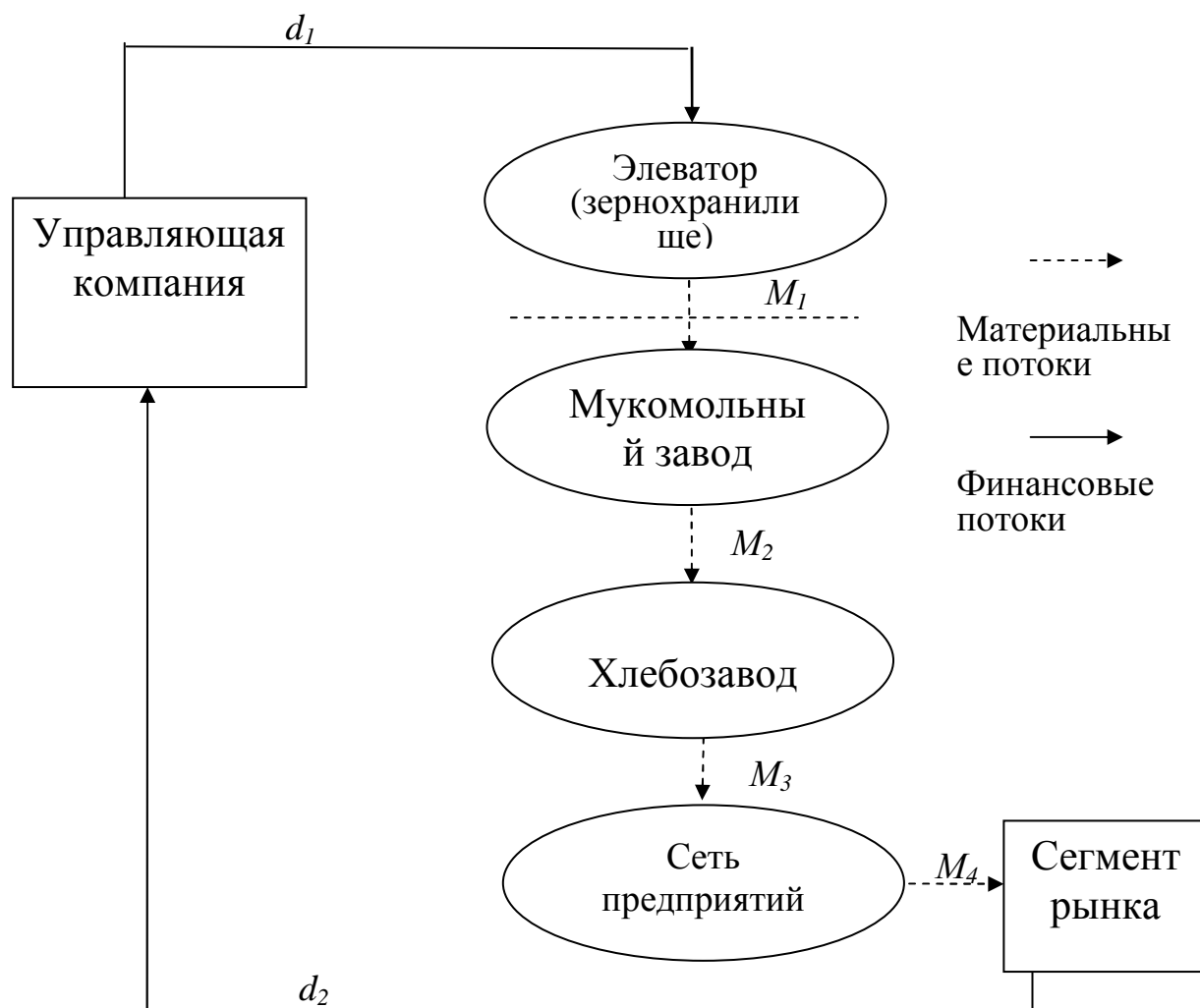


Рисунок 1. Хлебопродуктовое производственное объединение с мукомольным заводом

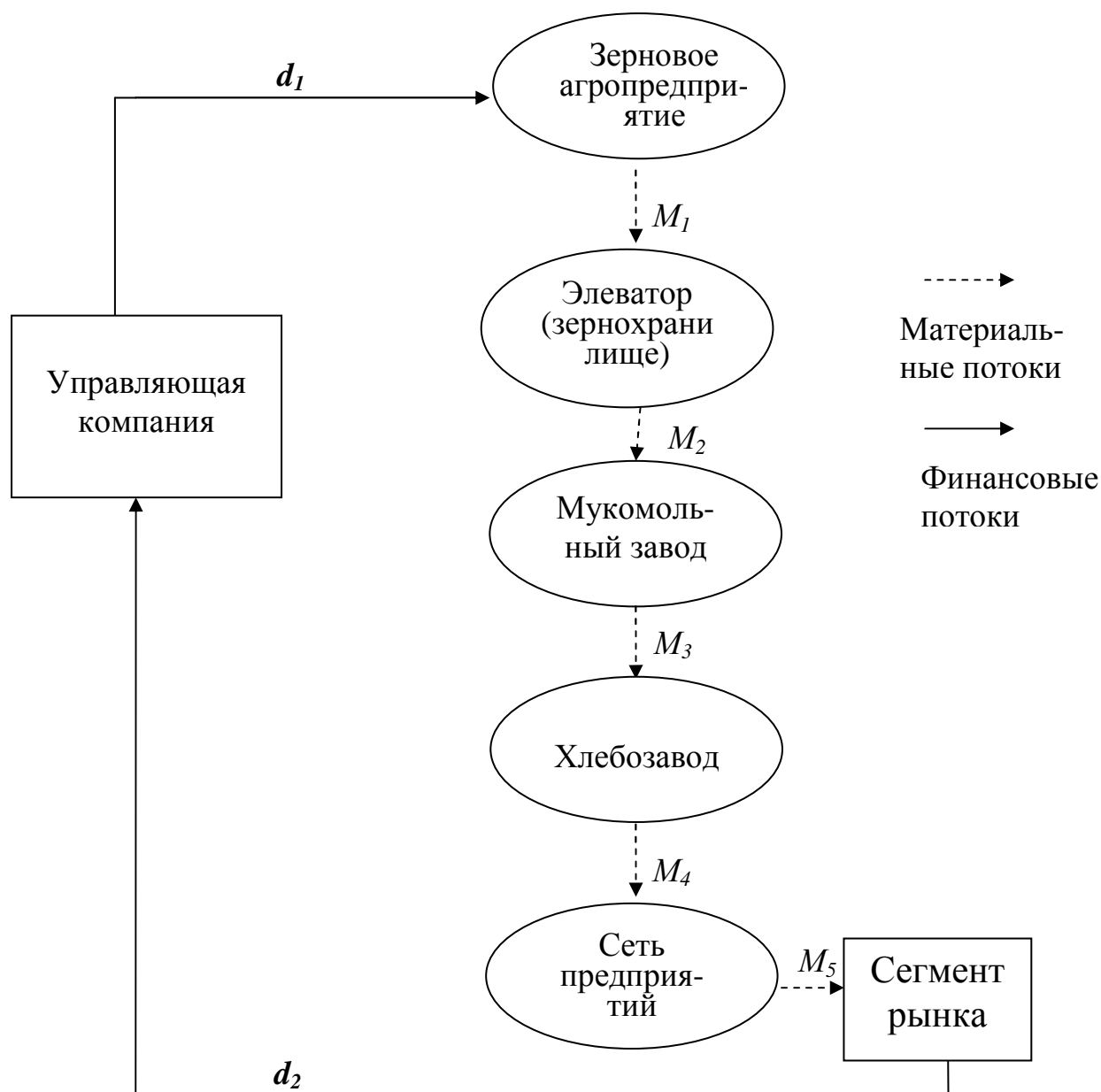


Рисунок 2. Хлебопродуктовое производственное объединение с технологически полным циклом производства

Годовой объем необходимого сырья для переработки, а значить и годовой объем финансовых средств для его закупки, может быть рассчитан, исходя из годового спроса на хлебопекарную продукцию соответствующего сегмента рынка. Если сразу закупить (или произвести) годовой объем исходного продукта переработки (для структуры рис. 8.5 это зерно, а для структуры рис. 8.3 - мука), то за год будет реализован

всего один цикл. В этом случае сразу возникает почти неразрешимая проблема (как финансовая, так и складская) хранения такого большого объема запасов. Если же производить закупки мелкими партиями (большое число циклов в году), проблемой становятся резко увеличившиеся затраты, связанные с частыми заказами (документация, транспортировка, погрузочно-разгрузочные работы и т.п.).

Таким образом, возникает задача оптимизации числа циклов  $m$  и связанных с ним объемов финансового  $d_1$  и материального  $M_1$  потоков.

Как указывалось в п. 8.3, число циклов может быть определено по количеству поставок исходного для производства сырья в течение года. Для закупки и организации поставки необходимо возникновение исходного финансового потока  $d_1$ , компенсирующего произведенные начальные издержки и, таким образом, запускающего производственный цикл вертикально интегрированной системы.

Для бесперебойного функционирования технологической цепи необходимо, чтобы на входе каждого ее звена в любой производственный момент времени находилось достаточное количество исходного для переработки сырья, или другими словами, *запасов*. Поскольку производственные запасы в течение технологического процесса расходуются, то их необходимо возобновлять. С этой целью вновь создается финансовый поток  $d_1$ , инициирующий возобновление уменьшившихся до минимального уровня производственных запасов, и так далее. Возникают типичные производственные циклы, причем их длительность и количество прямо связаны со скоростью расходования созданных в начале цикла запасов.

В связи с вышесказанным, воспользуемся для определения числа циклов  $m$  и объемов исходных финансового  $d_1$  и материального  $M_1$  потоков в вертикально интегрированной хлебопродуктовой производственной системе теорией управления запасами.

Предметом исследования является связь между количеством  $Q$  запаса, имеющегося на складе производственного звена технологической цепи, и временем  $t$ , для которого рассматривается этот запас. Таким образом, мы исследуем функцию  $Q = f(t)$ , соответствующую величине запаса в момент времени  $t$ . Под  $Q$  будем понимать запасы только одного вида.

### Модель для идеальных условий

Согласно классической модели Харриса, рассматривается непрерывное расходование запасов и мгновенное их поступление.

На рис. 3 показан пример графика изменения запасов для такой модели [1].

В течение длительности цикла  $T$  идет расходование запаса и в момент спада запасов до нуля происходит их восстановление до уровня  $q$ . Этот момент называют «точкой заказа», положение которой определяет длительность цикла.

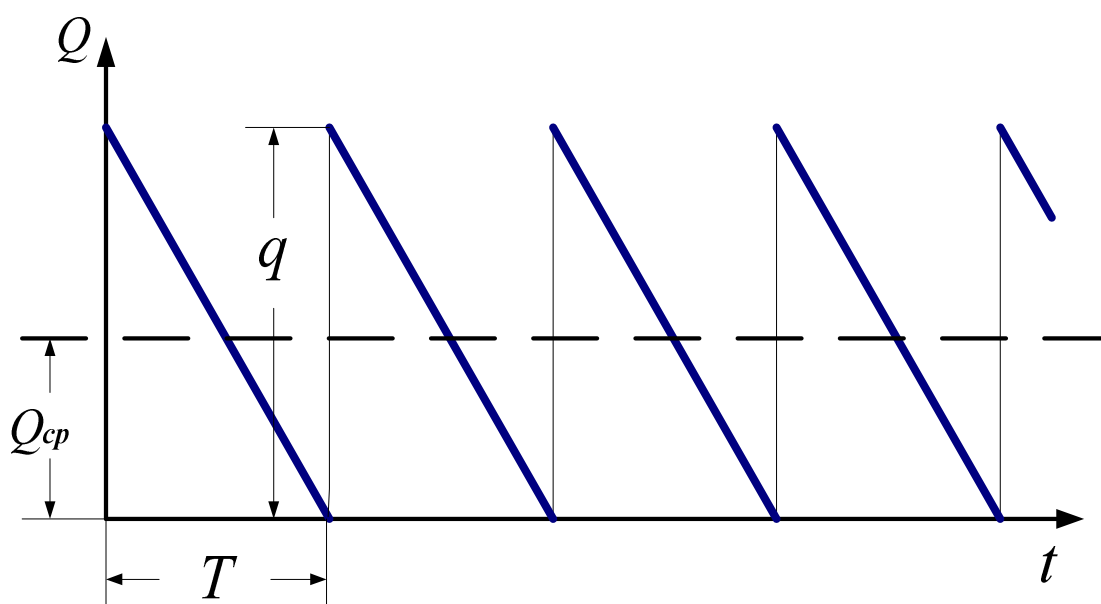


Рисунок 3. График изменения запасов в модели Харриса

В системах управления запасами основными вопросами являются состав и размеры издержек управления.

Рассматриваемые в модели величины, их обозначения, а также принятые относительно этих величин допущения, сведены в табл. 8.1.

Таблица 8. 1 – ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

| Величина                                   | Обозначение | Единицы измерения              | Допущения                          |
|--|-------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Интенсивность спроса                       | $a$         | Единицы товара в год           | Спрос постоянен и непрерывен       |
| Организационные издержки                   | $S$         | Рублей за одну партию          | Организационные издержки постоянны |
| Стоимость подлежащего переработке продукта | $c$         | Рублей за единицу товара       | Цена единицы товара постоянна      |
| Издержки содержания запасов                | $h$         | Рублей за единицу товара в год | Стоимость хранения постоянна       |
| Размер партии поставки                     | $q$         | Единицы товара в год           | Постоянная величина.               |

Рассмотрим ситуации, в которых издержки, связанные с запасами, могут быть объяснены независимо друг от друга.

1. Организационные издержки – расходы, связанные с оформлением и доставкой подлежащего переработке продукта (товара), необходимые для каждого цикла складирования. Эти затраты связаны с

подготовительно-заключительными операциями при поступлении сырья и подаче заявок.

2. Издержки содержания запасов – затраты, связанные с хранением и амортизацией в процессе хранения (товары могут портиться, устаревать, их количество может уменьшаться и т.п.).

3. Издержки, связанные с дефицитом – поставка не может быть выполнена, это допускается в моделях с дефицитом, что приводит к дополнительным издержкам, обусловленных отказом.

Уравнение издержек  $C$ , связанных с запасами, сделанными в течение года, может быть записано, в соответствии с табл. 8.1 следующим образом:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = h \frac{q}{2} + ca + S \frac{a}{q}, \quad (1)$$

где  $C_1 = h \frac{q}{2}$  - общие издержки содержания запасов;

$C_2 = ca$  - стоимость товара;

$C_3 = S \frac{a}{q}$  - общие организационные издержки.

На рис. 4 показан приближенный график функции  $C = f(q)$ , отвечающий формуле (1).



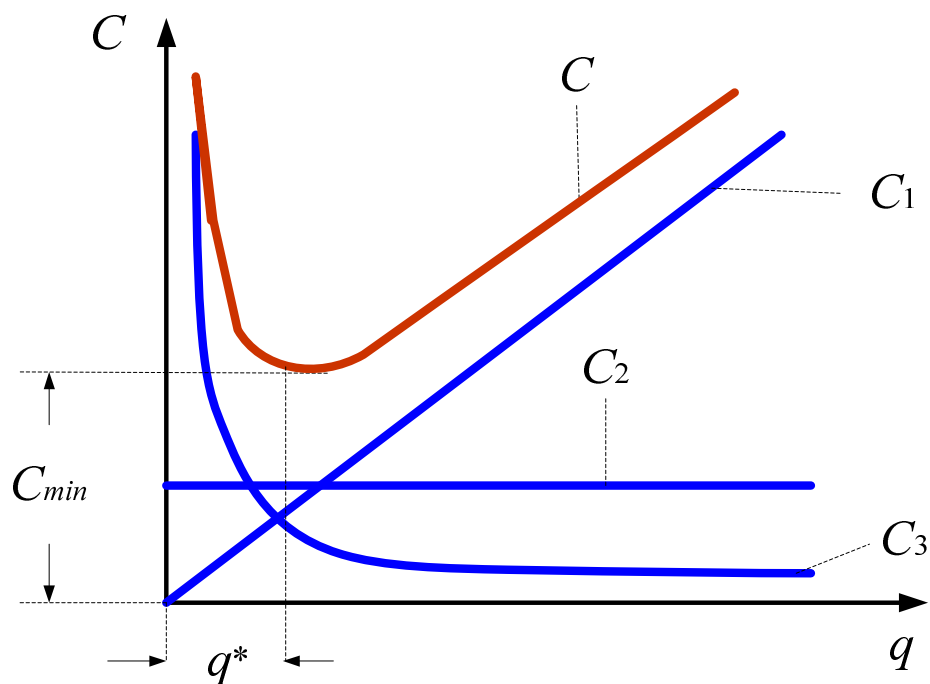


Рисунок 4. График изменения издержек

Чтобы найти значение партии поставки, обращающее  $C$  в минимум, используем необходимое условие экстремума  $\frac{dC}{dq} = 0$ . Это

действительно точка минимума, так как  $\frac{d^2C}{dq^2} = \frac{2Sa}{q^3} > 0$ .

Следовательно, справедливо

$$\frac{dC}{dq} = \frac{h}{2} - S \frac{a}{q^2} = 0 \tag{2}$$

Решая последнее уравнение относительно  $q$ , найдем оптимальный размер партии поставки  $q^*$ , а значит и оптимальный объем исходного материального потока  $M_{1o}$ :

$$q^* = M_{1o} = \sqrt{\frac{2Sa}{h}} \quad (3)$$

Величина  $q^*$  называется оптимальным размером партии поставки товарного запаса. Уравнение (3) иногда называют формулой оптимального заказа.

Чтобы полностью удовлетворить годовой спрос  $a$  при размере поставки, равном  $q^*$ , необходимо сделать  $a/q^*$  поставок за год.

Таким образом, число циклов  $m$  технологической цепи в течение года можно определить как

$$m = \frac{a}{M_{1o}}, \quad (4)$$

где  $a$  – годовая потребность в сырье для переработки;

$M_{1o}$  – оптимальный объем исходного материального потока, вычисляемый по формуле (3).

Или, если подставить вместо объема исходного материального потока  $M_{1o}$  в формуле (4) его выражение из (3), получим оптимальное число циклов  $m_o$ :

$$m_o = \sqrt{\frac{ah}{2S}} \quad (5)$$

Минимальный объем финансового потока  $d_{1min}$ , запускающего технологический цикл, определим по типу соотношения (1), в котором

учтем, что рассматривается один цикл, а значит, и один оптимальный по объему материальный поток  $M_{1o}$ :

$$d_{1min} = h \frac{M_{1o}}{2} + cM_{1o} + S \quad (6)$$

Если подставить в (4) выражение  $M_{1o}$  из (3), получим соотношение для расчета минимального объема финансового потока  $d_{1min}$ , зависящее только от параметров поставок и хранения сырья:

$$d_{1min} = S + \left( c + \frac{h}{2} \right) \sqrt{\frac{2Sa}{h}} \quad (7)$$

### **Модель для производственных условий**

В реальных производственных условиях, во-первых, не может быть мгновенных поставок партий исходного продукта переработки, а во-вторых, технологический процесс, как правило, является непрерывным, и в течение выполнения с определенной скоростью  $p$  поставки сырья происходит его потребление, тоже с определенной скоростью  $a$ . Причем, очевидно, что скорость поставки сырья должна превышать скорость его потребления ( $p > a$ ).

Задача управления запасами в этих условиях может быть сформулирована практически так же, как и предыдущая задача, с тем отличием, что поставки партий сырья на склад производятся не мгновенно,

а равномерно в течение определенного промежутка времени  $t_n$ , т.е. задана и скорость поставки  $p$  (рис. 5).

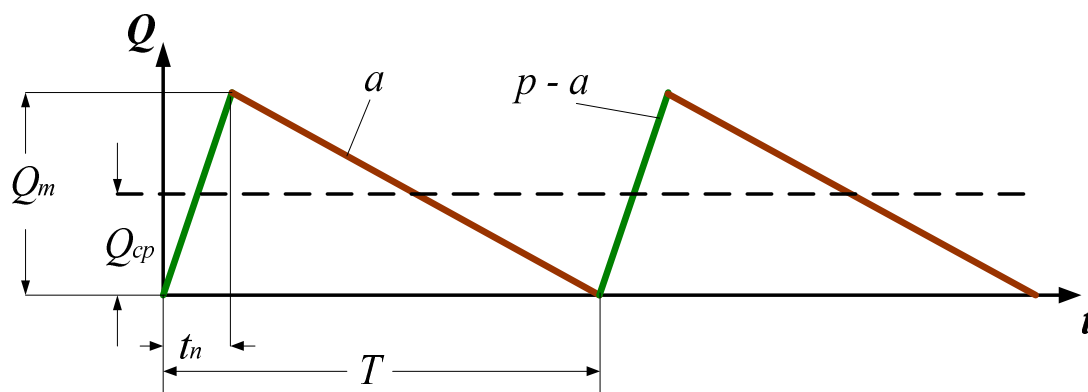


Рисунок 5. График изменения запасов в производственных условиях

Допущения здесь те же, что и в задаче Харриса, кроме дополнительного, которое формулируется так:

*при уменьшении запасов на складе до нуля начинаются поставки и продолжаются до тех пор, пока не будет поставлена одна партия. При этом отгрузка поставляемого сырья для осуществления технологического процесса не прекращается.*

Суммарные издержки в заданной системе могут быть записаны в виде:

$$C = S \frac{a}{q} + ca + h \frac{Q_m}{2}, \quad (8)$$

где  $Q_m$  – максимальный уровень запасов на складе.

Уровень запасов  $Q_m$ , для размещения которого должны быть подготовлены складские помещения, может быть определен как

произведение длительности поставки сырья  $t_n$  и разности скоростей его поставки  $p$  и отгрузки  $d$ :

$$Q_m = (p - a)t_n. \quad (9)$$

Размер партии поставки определяется как произведение скорости поставки и ее длительности

$$q = pt_n.$$

Откуда

$$t_n = \frac{q}{p} \quad (10)$$

Подставив значение  $t_n$  из (8.20) в формулу (8.19), получим для  $Q_m$ :

$$Q_m = (p - a) \frac{q}{p} \quad (11)$$

А выражение для издержек после подстановки (8.21) приобретет вид:

$$C = S \frac{a}{q} + ca + h \frac{(p - a)q}{2p} \quad (12)$$

Продифференцировав  $C$  по  $q$  и приравняв производную нулю, получим формулу для оптимальных размера партии поставки и объема исходного материального потока:

$$q^* = M_{1o} = \sqrt{\frac{2pSa}{h(p-a)}} \quad (13)$$

Чтобы полностью удовлетворить годовой спрос при оптимальном объеме исходного материального потока необходимо осуществить число циклов, равное

$$m_o = \frac{a}{M_{1o}}, \quad (14)$$

Или, если подставить вместо оптимального объема исходного материального потока в формуле (14) его выражение из (13), получим:

$$m_o = \sqrt{\frac{pah}{2(p-a)S}} \quad (15)$$

Минимальный объем финансового потока  $d_{1min}$ , запускающего технологический цикл, определим по типу соотношения (12), в котором учтем, что рассматривается один цикл, а значит, и один оптимальный по объему материальный поток  $M_{1o}$ :

$$d_{1min} = S + cM_{1o} + h \frac{(p-a)M_{1o}}{2p} \quad (16)$$

Или, подставив в (16) соотношение для  $M_{1o}$  из (13), получим

$$d_{1min} = S + c \sqrt{\frac{2pSa}{h(p-a)}} + \sqrt{\frac{hSa(p-a)}{2p}}. \quad (17)$$

Оптимальные длительность поставки  $t_{no}$  и пиковый объем поставляемого сырья  $Q_{mo}$  будут определяться по формулам:

$$t_{no} = \frac{M_{1o}}{p};$$

$$Q_{mo} = (p-a) \frac{M_{1o}}{p}.$$

Или:

$$t_{no} = \sqrt{\frac{2Sa}{hp(p-a)}};$$

$$Q_{mo} = \sqrt{\frac{2Sa(p-a)}{hp}}.$$

### Обобщенная модель определения оптимальных входных параметров

Сравнительный анализ формул, полученных для числа циклов и исходных объемов финансового и материального потоков технологической цепи хлебопродуктового объединения, позволяет сделать вывод о том, что они отличаются лишь коэффициентом (назовем его относительной скоростью поставки и обозначим через  $g$ ) в выражениях для размера партии поставки, равным  $g = \frac{p - a}{p}$ . Исследование этого коэффициента

показывает, что во-первых, для работоспособной технологической цепи он должен быть больше нуля (скорость поставки сырья должна быть больше скорости его отгрузки на переработку), во-вторых, его значение находится в интервале от нуля до единицы и зависит от скорости поставки сырья:

сырья: при

$p = a, g = 0$ ; при  $p \gg a, g = 1$ . Очевидно, что, если  $p \gg a$ , то формулы второй группы, полученные для производственных условий, превращаются в формулы первой группы (идеальные условия). Таким образом, первая группа формул представляет собой частный случай второй группы при  $p \gg a$ .

Используя выражение для коэффициента  $g$ , перепишем основные соотношения, представляющие обобщенную модель для расчета параметров технологической цепи хлебопродуктового объединения.

Оптимальный объем исходного материального потока:

$$M_{1o} = \sqrt{\frac{2Sa}{hg}}. \quad (18)$$



Оптимальное число циклов:

$$m_o = \sqrt{\frac{ahg}{2S}}. \quad (19)$$

Минимальный объем исходного финансового потока:

$$d_{1min} = S + cM_{1o} + h \frac{gM_{1o}}{2}, \quad (20)$$

или

$$d_{1min} = S + c \sqrt{\frac{2Sa}{hg}} + \sqrt{\frac{hSa g}{2}}. \quad (21)$$

В хлебопродуктовой производственной структуре с полным технологическим набором предприятий (рис. 2) первые два звена характеризуются годичным циклом, обусловленным сезонностью производства в растениеводстве. Поэтому входные потоки  $d_1$  и  $M_1$  имеют годовые объемы, а оптимизация материальных потоков начинается только с потока  $M_2$ .

Полученная обобщенная модель для расчета входных параметров технологической цепи вместе с моделями эффективности [7] составляют математическую основу комплексной количественной методики оценки эффективности и определения входных параметров хлебопродуктового объединения с вертикальной (технологической) интеграцией.

Для апробации разработанных методик и моделей (оптимизации входных параметров) нами был проведен расчет для хлебопродуктового трехзвенного объединения (хлебокомбинат – торговая сеть). По данным этого объединения за 2013 год:

- Интенсивность спроса (муки в год) - 4225 т / год,
- Организационные издержки – 207,3 тыс. руб. / год
- Издержки содержания запасов – 28,7 тыс. руб. / год
- Размер партии поставки – 30 тонн
- Стоимость подлежащего переработке продукта (мука) - 13712,4 тыс. руб./ год.

Таким образом, затраты на управление запасами в объединении составили в 2013 году 236 тыс. рублей. Количество партий поставок (циклов) – 141. Средний уровень запасов в году – 15 тонн. Организационные издержки на одну партию поставки 1500 руб. Издержки на хранение 1 тонны муки в год – 1900 руб. Стоимость 1 тонны муки – 3245 руб.

Расчет по формуле оптимального размера партии поставки  $q^*$ , что тоже самое оптимального исходного материального потока цикла  $M_{1o}$  составил 81 тонну. Учитывая интенсивность годового спроса предприятия по формуле 8.14 была получено, что оптимальное количество циклов  $m_o$  в течении года составляет 52. Подсчет затрат на управление запасами при оптимальных размерах исходного материального потока и числа циклов дал сумму в 154 тысячи рублей. То есть, экономия от оптимизации составляет – 82 тыс. рублей.

По данным за 2013 год по 11 хлебопродуктовым объединениям Краснодарского края были проведены расчеты, результаты которых показали, что в случае применения оптимальных входных параметров

расходы на организацию материального потока уменьшаются от 22,2 до 38,2%, а эффективность возрастает на величину от 20 до 50%.

### **Заключение**

Для зерноперерабатывающих интегрированных производственных систем предложены следующие математические модели оптимизации объемов материальных потоков:

модель для идеальных условий;

модель для производственных условий;

обобщенная модель определения оптимальных входных параметров.

Модели апробированы на хлебопродуктовых производственных объединениях и показали удовлетворительные результаты.

### **Литература**

1. Тернер Д. Вероятность, статистика, исследования операций: Пер. с англ. – М.: Высшая школа, 1971. – 340 с.
2. Модели и методы управления экономикой АПК региона/ Трубилин А.И., Барановская Т.П., Лойко В.И., Луценко Е.В.// Монография (научное издание). - Краснодар: КубГАУ, 2012. – 528 с., ил.
3. Автоматизированные информационные технологии в экономике. Учебник. /Семенов М.И., Трубилин И.Т., Лойко В.И., Барановская Т.П. /- Москва, Финансы и статистика, 2002. – 416 с.: ил.
4. Лойко В.И. Сравнительная эффективность сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий АПК при потоковом взаимодействии / В.И. Лойко, Т.П. Барановская, С.А. Боярко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №02(096). С. 1045 – 1061. – IDA [article ID]: 0961402073. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/73.pdf>, 1,062 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346
5. Лойко В.И. Потокное взаимодействие сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий АПК / В.И. Лойко, Т.П. Барановская, С.А. Боярко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 1054 – 1073. – IDA [article ID]: 0921308071. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/71.pdf>, 1,25 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346
6. Луценко Е.В. Концептуальные основы управления экономической устойчивостью перерабатывающего комплекса региона с применением технологий искусственного интеллекта / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Т.П. Барановская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского

государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №03(087). С. 739 – 748. – IDA [article ID]: 0871303057. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/57.pdf>, 0,625 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

7. Лойко В.И. Поточковые модели управления эффективностью инвестиций в агропромышленных объединениях / В.И. Лойко, Т.П. Барановская, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 615 – 631. – IDA [article ID]: 0831209043. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/43.pdf>, 1,062 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

8. Лойко В.И. Инвестиционно-ресурсное управление сельскохозяйственным производством / В.И. Лойко, Т.П. Барановская, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 582 – 614. – IDA [article ID]: 0831209042. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/42.pdf>, 2,062 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

9. Поточковая схема интегрированной производственной системы по переработке зерна пшеницы / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, О.А. Макаревич, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №08(082). С. 1098 – 1111. – IDA [article ID]: 0821208075. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/75.pdf>, 0,875 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

10. Лойко В.И. Материально-финансовые потоки в интегрированной производственной системе по переработке зерна пшеницы / В.И. Лойко, С.Н. Богославский, Л.О. Великанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №10(044). С. 131 – 147. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0140, IDA [article ID]: 0440810009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/09.pdf>, 1,062 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

11. Луценко Е.В. Исследование двухуровневой семантической информационной модели агропромышленного холдинга / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(042). С. 35 – 75. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0118, IDA [article ID]: 0420808003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/03.pdf>, 2,562 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

12. Луценко Е.В. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений (управления) для агропромышленного холдинга на основе его двухуровневой семантической информационной модели / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(042). С. 16 – 34. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0119, IDA [article ID]: 0420808002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/02.pdf>, 1,188 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

13. Луценко Е.В. Исследование характеристик исходных данных по агропромышленному холдингу и разработка программного интерфейса их объединения и стандартизации (формализация предметной области) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко,

О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 215 – 246. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0094, IDA [article ID]: 0410807012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/12.pdf>, 2 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

14. Барановская Т.П. Поточные модели эффективности интегрированных производственных структур / Т.П. Барановская, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №07(023). С. 183 – 194. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0169, IDA [article ID]: 0230607022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/07/pdf/22.pdf>, 0,75 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

15. Лойко В.И. Модели организации хлебопродуктовой интегрированной производственной цепи / В.И. Лойко, И.М. Напсо // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №04(020). С. 77 – 102. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0060, IDA [article ID]: 0200604007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/04/pdf/07.pdf>, 1,625 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

16. Лойко В.И. Методика и модели оценки эффективности хлебопродуктовых производственных объединений потребительской кооперации / В.И. Лойко, Т.В. Першакова, О.В. Ищенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №02(010). С. 176 – 195. – IDA [article ID]: 0100502016. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/02/pdf/16.pdf>, 1,25 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

## References

1. Terner D. Verojatnost', statistika, issledovanija operacij: Per. s angl. – M.: Vysshaja shkola, 1971. – 340 s.

2. Modeli i metody upravlenija jekonomikoj APK regiona/ Trubilin A.I., Baranovskaja T.P., Lojko V.I., Lucenko E.V.// Monografija (nauchnoe izdanie). - Krasnodar: KubGAU, 2012. – 528 s., il.

3. Avtomatizirovannye informacionnye tehnologii v jekonomike. Uchebnik. /Semenov M.I., Trubilin I.T., Lojko V.I., Baranovskaja T.P. /- Moskva, Finansy i statistika, 2002. – 416 s.: il.

4. Lojko V.I. Sravnitel'naja jeffektivnost' sel'skohozjajstvennyh i pererabatyvajushhih predpriyatij APK pri potokovom vzaimodejstvii / V.I. Lojko, T.P. Baranovskaja, S.A. Bojarko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №02(096). S. 1045 – 1061. – IDA [article ID]: 0961402073. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/73.pdf>, 1,062 у.п.л., импакт-фактор RINC=0,346

5. Lojko V.I. Potokovoe vzaimodejstvie sel'skohozjajstvennyh i pererabatyvajushhih predpriyatij APK / V.I. Lojko, T.P. Baranovskaja, S.A. Bojarko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №08(092). S. 1054 – 1073. – IDA [article ID]: 0921308071. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/71.pdf>, 1,25 у.п.л., импакт-фактор RINC=0,346

6. Lucenko E.V. Konceptual'nye osnovy upravlenija jekonomicheskoy ustojchivost'ju pererabatyvajushhego kompleksa regiona s primeneniem tehnologij iskusstvennogo intellekta / E.V. Lucenko, V.I. Lojko, T.P. Baranovskaja // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №03(087). S. 739 – 748. – IDA [article ID]: 0871303057. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/57.pdf>, 0,625 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

7. Lojko V.I. Potokovye modeli upravlenija jeffektivnost'ju investicij v agropromyshlennyh ob#edinenijah / V.I. Lojko, T.P. Baranovskaja, E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №09(083). S. 615 – 631. – IDA [article ID]: 0831209043. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/43.pdf>, 1,062 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

8. Lojko V.I. Investicionno-resursnoe upravlenie sel'skohozjajstvennym proizvodstvom / V.I. Lojko, T.P. Baranovskaja, E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №09(083). S. 582 – 614. – IDA [article ID]: 0831209042. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/42.pdf>, 2,062 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

9. Potokovaja shema integrirovannoj proizvodstvennoj sistemy po pererabotke zerna pshenicy / T.P. Baranovskaja, V.I. Lojko, O.A. Makarevich, S.N. Bogoslavskij // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №08(082). S. 1098 – 1111. – IDA [article ID]: 0821208075. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/75.pdf>, 0,875 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

10. Lojko V.I. Material'no-finansovye potoki v integrirovannoj proizvodstvennoj sisteme po pererabotke zerna pshenicy / V.I. Lojko, S.N. Bogoslavskij, L.O. Velikanova // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №10(044). S. 131 – 147. – Shifr Informregistra: 0420800012\0140, IDA [article ID]: 0440810009. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/09.pdf>, 1,062 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

11. Lucenko E.V. Issledovanie dvuhurovnevoj semanticheskoy informacionnoj modeli agropromyshlennogo holdinga / E.V. Lucenko, V.I. Lojko, O.A. Makarevich // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №08(042). S. 35 – 75. – Shifr Informregistra: 0420800012\0118, IDA [article ID]: 0420808003. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/03.pdf>, 2,562 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

12. Lucenko E.V. Reshenie zadach prognozirovaniya i podderzhki prinjatija reshenij (upravlenija) dlja agropromyshlennogo holdinga na osnove ego dvuhurovnevoj semanticheskoy informacionnoj modeli / E.V. Lucenko, V.I. Lojko, O.A. Makarevich // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №08(042). S. 16 – 34. – Shifr Informregistra: 0420800012\0119, IDA [article ID]: 0420808002. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/02.pdf>, 1,188 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

13. Lucenko E.V. Issledovanie harakteristik ishodnyh dannyh po agropromyshlennomu holdingu i razrabotka programmnoy interfejsa ih ob#edinenija i standartizacii (formalizacija predmetnoj oblasti) / E.V. Lucenko, V.I. Lojko, O.A. Makarevich // Politematicheskij setevoj

jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №07(041). S. 215 – 246. – Shifr Informregistra: 0420800012\0094, IDA [article ID]: 0410807012. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/12.pdf>, 2 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

14. Baranovskaja T.P. Potokovye modeli jeffektivnosti integrirovannyh proizvodstvennyh struktur / T.P. Baranovskaja, V.I. Lojko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2006. – №07(023). S. 183 – 194. – Shifr Informregistra: 0420600012\0169, IDA [article ID]: 0230607022. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2006/07/pdf/22.pdf>, 0,75 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

15. Lojko V.I. Modeli organizacii hleboproduktovoj integrirovannoj proizvodstvennoj cepi / V.I. Lojko, I.M. Napso // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2006. – №04(020). S. 77 – 102. – Shifr Informregistra: 0420600012\0060, IDA [article ID]: 0200604007. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2006/04/pdf/07.pdf>, 1,625 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346

16. Lojko V.I. Metodika i modeli ocenki jeffektivnosti hleboproduktovyh proizvodstvennyh ob#edinenij potrebitel'skoj kooperacii / V.I. Lojko, T.V. Pershakova, O.V. Ishhenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – №02(010). S. 176 – 195. – IDA [article ID]: 0100502016. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2005/02/pdf/16.pdf>, 1,25 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,346