

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПАРТИИ ПОСТАВОК В УСЛОВИЯХ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ КОКСОХИМИЧЕСКОЙ ПОДОТРАСЛИ)

*Аннотация. Статья посвящена вопросам определения оптимальной партии поставок. Общеизвестной для решения этой задачи является модель Вильсона. Выполненный анализ показывает, что применение модели Вильсона возможно только для определенных типов производства. Определены факторы, влияющие на определение оптимальной партии поставок. Предложен альтернативный порядок определения оптимальной партии поставок.*

*Анотация. Стаття присвячена питанням визначення оптимальної партії поставок. Загально визначеною для вирішення цієї задачі є модель Вільсона. Виконаний у статті аналіз показує, що застосування моделі Вільсона можливе тільки для визначених типів виробництва. Окреслено фактори, що впливають на визначення оптимальної партії поставок. Запропоновано альтернативний порядок визначення оптимальної партії поставок.*

*Annotation. This article is devoted to the questions of definition of the optimum party of delivery. The Wilson's model is generally accepted for solving this problem. The analysis, made in this article, shows that application of the Wilson's model is real only for concrete types of manufacturing. The factors influencing on the definition of the optimal party of delivery are determined. The alternative order of determination of the optimal party of delivery is offered.*

**Ключевые слова:** материально-техническое снабжение, партия поставки, модель Вильсона, непрерывное производство, средний размер запаса, расходы по размещению, расходы на доставку.

Широко распространено мнение, что для повышения эффективности материально-технического снабжения необходимо применять модель оптимизации единичной партии поставки. Наиболее известная из них модель Вильсона [1; 2].

Цель настоящей статьи – разработать модель определения оптимальной единичной партии поставок в условиях непрерывного производства.

Разработка модели выполнена на примере трех коксохимических предприятий: коксохимическое производство ОАО "МК "Азовсталь", ОАО "Баглейкок", ОАО "Донецкок". Выбор предприятий для анализа объясняется различной удаленностью предприятий от основных поставщиков сырья и уровнем потребления ресурсов.

Модель Вильсона имеет ряд серьезных ограничений и допущений. Для ее "работоспособности" необходимо выполнение следующих условий [3; 4]:

расход ресурсов непрерывный и равномерный; период между двумя смежными поставками постоянен;

спрос равномерный, удовлетворяется полностью и мгновенно;

цена ресурса неизменна;

затраты на размещение неизменны;

модель с учетом НДС [5].

Для расширения области применения модели Вильсона рядом авторов были разработаны ее модификации, например, модель с учетом изменения расходов на поставку [6], модель с учетом неравномерного времени выполнения заказа и спроса на материал [7] и др.

Говоря о применении на практике модели Вильсона следует отметить, что является дискуссионным вопрос – что относить к затратам на размещение заказа и хранения запаса.

Так, В. С. Лукинский, И. А. Цвиричко к затратам на хранение запасов относят: альтернативную стоимость капитала, замороженного в запасе; стоимость аренды склада; заработную плату кладовщиков; амортизацию складской инфраструктуры; административные расходы и коммунальные услуги; издержки на охрану груза, убытки от потери товара и пр. [8].

Следует отметить, что включение в расходы по хранению запасов альтернативной стоимости капитала, замороженного в запасе, правомерно только если сырье поступает на условиях предоплаты, что нетипично для коксохимических предприятий.

Включение в состав затрат на хранение запасов административных расходов оправдано только если хранение запасов является основным и исключительным видом деятельности предприятия.

Кроме того, предложенный в [8] состав затрат на хранение запасов не приемлем для коксохимических предприятий по следующим причинам. На рассматриваемых предприятиях склады сырья представляют собой либо совокупность бункеров (так называемый "закрытый" склад) либо совокупность штабелей, обустроенных на открытой площадке ("открытый" склад). Следует отметить, что такие склады используются не только для рассматриваемых коксохимических предприятий. Распространены они также на обогатительных фабриках, электростанциях, на многих крупных предприятиях, занимающихся переработкой сырья в готовую продукцию.

Основные статьи затрат, связанных с хранением материальных ресурсов на рассматриваемых складах, следующие:

а) содержание складских помещений;  
амортизация складских сооружений и складского оборудования;

содержание и ремонт складских сооружений и оборудования;

расходы на коммунальные услуги;

налог на землю;

б) затраты на обслуживающий персонал (заработная плата и отчисления на социальные мероприятия складских рабочих и служащих).

Все перечисленные затраты являются условно-постоянными, формируются вне зависимости от объема поступления сырья на склад и полностью списываются в отчетном периоде на производство. При этом существует обратная связь: чем больше уровень запасов, тем меньше стоимость хранения единицы запаса, что противоречит обязательному условию выбора оптимальной партии поставки – неизменности стоимости хранения

единицы запаса (одно из обязательных условий модели Вильсона). Данное условие будет выполняться только при одинаковом ежемесячном количестве списываемых производственных запасов в течение более длительного периода.

То есть затраты на хранение единицы запаса зависят не от объема поставки, а от общего количества сырья, прошедшего через склад и списанного в производство.

Отсюда следует вывод, что общая сумма операционных затрат по хранению производственных запасов на складе не зависит от среднего размера одной партии поставки.

Что касается расходов на размещение заказа, практикующие в данной области специалисты и авторы книг по логистике предлагают включить в состав данных затрат стоимость транспортировки заказа; страхование; заработную плату закупщика; командировочные, представительские и прочие расходы, связанные с производством заказа [4], стоимость форм документов [1], затраты на охрану груза в процессе доставки [2], затраты на составление списка запросов; выставление заказа на поставку; обработка и получение необходимых для поставки документов и утверждение выставленного поставщиком счета [4].

Общие расходы, связанные с размещением заказов, по мнению многих авторов, являются постоянными [2; 9]. И соответственно, при увеличении партии поставки снижаются на единицу поставляемого ресурса.

В связи с тем, что расходы на размещение заказа должны быть постоянными (одно из условий действия модели Вильсона) возникают споры можно ли включать в перечень таких расходов транспортные расходы.

В работе [10] предлагается транспортные расходы исключить из расходов на размещение, так как: "затраты на транспортировку зависят от размера перевозимой партии. Поэтому вряд ли будет обоснованно в расчете затрат на заказ учитывать также и затраты на транспортировку, так как затраты на заказ принимаются постоянными, не зависимо от его размера, а затраты на транспортировку будут изменяться от его величины".

В работе [4] содержится утверждение, что: "учет тарифа является грубой ошибкой, так как наши затраты на тариф на единицу продукции останутся неизменными (мы сейчас рассматриваем идеальный случай – функция тарифа линейная и непрерывная) вне зависимости от того, сколько мы повезем".

С этими утверждениями нельзя согласиться, если учесть действующую тарифную политику "Укрзалізниці". Согласно тарифным схемам на перевозку грузов железнодорожным транспортом, железнодорожный тариф на перевозку 1 тонны груза снижается с увеличением массы перевозимого груза. Более того, действующим порядком установления железнодорожного тарифа за перевозку стимулируются маршрутные перевозки (составами по 50 – 60 вагонов).

Применительно к коксохимическим предприятиям, перерабатывающим несколько тысяч тонн угля в сутки (до 200 вагонов), основные статьи затрат, связанные с выполнением функций приобретения запасов, следующие:

- оплата услуг железной дороги;
- затраты на связь (согласование качества поставляемого угля, сроков поставки);
- амортизация, содержание и ремонт собственного парка локомотивов;

- амортизация, содержание и ремонт подъездных путей;

- амортизация, содержание и ремонт оборудования по размораживанию и разгрузке угля;

- заработная плата с отчислениями на социальные мероприятия машинистов собственных локомотивов и обслуживающего персонала;

- заработная плата с отчислениями на социальные мероприятия рабочих, занятых на участке разгрузки угля.

В оплату услуг железной дороги на рассматриваемых предприятиях включаются: оплата тарифа за перевозку груза, плата за сообщение о прибытии в адрес предприятия груза, плата за пользование вагонами.

Из всех расходов, включаемых в расходы на приобретение запасов и на их хранение, не все расходы являются значимыми. Анализ значимости, проведенный с помощью метода ABC, показал, что наиболее значимыми расходами в заготовительной стоимости являются железнодорожный тариф (89 – 91 %) и плата за пользование вагонами (5 – 7 %).

С учетом вышесказанного задача оптимизации партии поставки может быть выражена функцией:

$$\text{Собщ.} = \text{Ст} + \text{Сп} \rightarrow \min,$$

где Собщ. – общие расходы на перевозку груза и оплату за пользование вагонами, грн;

Ст – расходы на перевозку груза, грн;

Сп – оплата за пользование вагонами, грн.

Железнодорожный тариф рассчитывается согласно "Сборнику тарифов на перевозку грузов железнодорожным транспортом в пределах Украины и связанной с ними услуги" [11]. Уголь перевозится в универсальных полувагонах, поэтому при начислении тарифа на перевозку угля применяется тарифная схема 1.

Расчет тарифа на 1 тонну на анализируемых предприятиях, выполненный по их фактической сырьевой базе, показал, что между железнодорожным тарифом и количеством вагонов в поставке существует тесная обратная связь (табл. 1).

Таблица 1

**Коэффициент корреляции между железнодорожным тарифом на 1 тонну угольного концентрата и количеством вагонов в поставке**

Завод	Коэффициент корреляции
ОАО "Донецккокс"	-0,79
КХП ОАО МК "Азовсталь"	-0,71
ОАО "Баглейкокс"	-0,81

Для примера на рис. 1 приведено графическое изображение связи между железнодорожным тарифом на 1 тонну угольного концентрата и количеством вагонов в поставке для условий коксохимического производства ОАО "МК "Азовсталь". Аналогичная форма графика и по другим предприятиям.



Рис. 1. Залежність залізничного тарифа від величини партії поставки угільного концентрата

Для побудови моделі прогнозу залізничного тарифа від кількості вагонів в поставці угільного концентрата по фактичним даним підприємств були розраховані рівняння регресії (табл. 2), де  $y_1$  – залізничний тариф,  $x$  – кількість вагонів в поставці.

Таблиця 2

Рівняння регресії

Завод	Рівняння регресії	$R^2$
ОАО "Донецккокс"	$y_1 = 6,2993x^{-0,3341}$	0,9536
КХП ОАО МК "Азовсталь"	$y_1 = 15,568x^{-0,3049}$	0,9213
ОАО "Баглейкокс"	$y_1 = 22,188x^{-0,185}$	0,9291

Оплата за використання вагонами включає час моменту повідомлення підприємству про прибуття в його адресу вантажу до здачі залізничній дорозі зачищених (або завантажених) вагонів. Розраховується плата за використання вагонами згідно [11]. Плата вимагається за кожен вагон по затвердженим ставкам: чим більше час використання вагоном, тим вище плата за використання.

Між платою за використання вагонами і кількістю вагонів в поставці існує тісна пряма зв'язок (табл. 3).

Таблиця 3

Коефіцієнт кореляції між платою за використання вагонами і кількістю вагонів в поставці в перерахунок на 1 тону угільного концентрата

Завод	Коефіцієнт кореляції
ОАО "Донецккокс"	0,96
КХП ОАО МК "Азовсталь"	0,95
ОАО "Баглейкокс"	0,93

Графічно зв'язок між платою за використання вагонами і кількістю вагонів в поставці угільного концентрата на 1 тону по звітним даним ОАО "МК "Азовсталь" наведено на рис. 2.

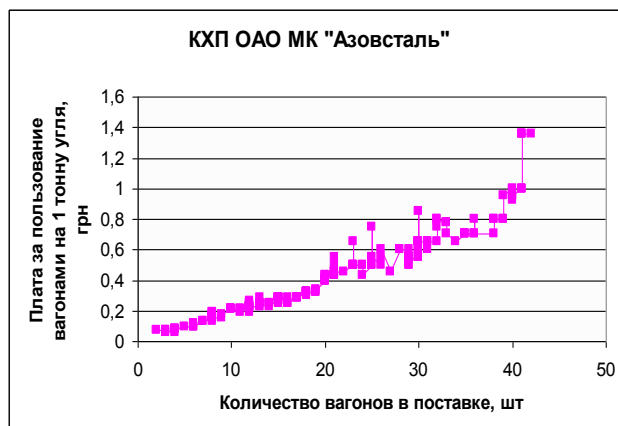


Рис. 2. Залежність плати за використання вагонами від величини партії поставки угільного концентрата

Для побудови моделі прогнозу плати за використання вагонами від кількості вагонів в поставці угільного концентрата були розраховані рівняння регресії (табл. 4), де  $y_2$  – плата за використання вагонами,  $x$  – кількість вагонів в поставці.

Таблиця 4

Рівняння регресії

Завод	Рівняння регресії	$R^2$
ОАО "Донецккокс"	$y_2 = 0,0631e^{0,0394x}$	0,9203
КХП ОАО МК "Азовсталь"	$y_2 = 0,1001e^{0,0615x}$	0,9156
ОАО "Баглейкокс"	$y_2 = 0,041e^{0,0695x}$	0,9473

Використовуючи рівняння залежностей залізничного тарифа і плати за використання вагонами від кількості вагонів в поставці угільного концентрата, можна розрахувати оптимальну партію поставки для аналізованих підприємств (табл. 5).

Таблиця 5

Розрахунок оптимальної партії поставки угільного концентрата

Кількість вагонів в партії	Залізничний тариф, грн/т	Плата за використання вагонами, грн/т	Сума, грн/т
1	2	3	4
КХП ОАО МК "Азовсталь"			
10	7,41	0,21	7,62
20	6,09	0,395	6,49
<b>29</b>	<b>5,69</b>	<b>0,50</b>	<b>6,19</b>
30	5,66	0,65	6,31
35	5,53	0,70	6,23
ОАО "Баглейкокс"			
10	14,65	0,07	14,72
20	12,45	0,19	12,64

Окончание табл. 5

1	2	3	4
29	11,76	0,28	12,04
<b>30</b>	<b>11,71</b>	<b>0,27</b>	<b>11,98</b>
35	11,50	0,50	12,00
ОАО "Донецккокс"			
30	1,95	0,36	2,31
40	1,82	0,36	2,18
50	1,75	0,39	2,14
<b>53</b>	<b>1,72</b>	<b>0,41</b>	<b>2,13</b>
55	1,71	0,55	2,26

Таким образом, расчет оптимальной партии поставки угольного концентрата показал следующее:

для условий КХП МК ОАО "Азовсталь" оптимальной партией поставки является поставка в количестве 29 вагонов;

для условий ОАО "Баглейкокс" оптимальной партией поставки является поставка в количестве 30 вагонов;

для условий ОАО "Донецккокс" оптимальной партией поставки является поставка в количестве 53 вагонов.

Из вышесказанного можно сделать следующий вывод, применение модели Вильсона для определения оптимальной партии поставки имеет ограниченный характер не только в условиях применения, но и в отраслях народного хозяйства.

// Офіційний вісник України. – 2009. – № 29. – Ст. 992.  
12. Скворцова Г. Г. Расчет оптимального размера заказа для практиков / Г. Г. Скворцова // Проблемы современной экономики. – 2007. – № 4(24). 13. Ларин О. Н. К вопросу расчета оптимального размера заказа // Бизнес и логистика-2002: Сборник материалов IV Московского Международного Логистического Форума (ММЛФ-2002), Москва, 5–9 февраля 2002 г. / под общ. ред. Л. Б. Миротина и Ы. Э. Ташбаева. – М. : Дом печати Столичный бизнес, 2002. – С. 67–70.

Стаття надійшла до редакції  
03.03.2010 р.



**Литература:** 1. Логистика : учебник / под ред. Б. А. Аникина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 352 с.  
2. Гаджинский А. В. Логистика : учебник для высших и средних специальных учебных заведений / А. В. Гаджинский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 2000. – 375 с.  
3. Бланк И. А. Финансовый менеджмент : учебный курс / И. А. Бланк. – К. : Ника-Центр, Эльга, 2001. – 528 с.  
4. Мещанкин А. Умеете ли вы применять формулу Вильсона? / А. Мещанкин // ЛОГИСТИК&СИСТЕМА. – 2006. – № 5.  
5. Стерлигова А. Оптимальный размер заказа, или Загадочная формула Вильсона. Часть № 1 / А. Стерлигова, И. Семенова // ЛОГИСТИК&СИСТЕМА. – 2005. – № 2.  
6. Ляшенко О. М. Нелінійні статичні та динамічні моделі управління запасами підприємств автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук. – К., 2001.  
7. Соляник Л. Г. Оптимізація параметрів управління товарно-матеріальними запасами на промисловому підприємстві / Л. Г. Соляник // The Economic Messenger of the NMU. – 2006. – № 1. – С. 16–24.  
8. Лукинский В. С. Варианты решения логистической задачи определения оптимального размера заказа / В. С. Лукинский, И. А. Цвиринько // Организация международных и внутренних перевозок с применением принципов логистики : сб. науч. тр. / редкол. : В. С. Лукинский (отв. ред.) и др. – СПб. : СПбГИЭУ, 2001. – 228 с.  
9. Кулиш С. А. Математические методы в планировании материально-технического снабжения / С. А. Кулиш, С. Н. Воловельская, И. А. Рабинович. – К. : Вища школа, 1974. – 228 с.  
10. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами / Дж. Шрайбфедер. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.  
11. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України "Про затвердження Збірника тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги та Коефіцієнтів, що застосовуються до Збірника тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги" від 26 березня 2009 р. № 317