

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Маркетинг»

**Р. А. Лизакова, А. Ю. Бычкова**

## **ЛОГИСТИКА**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ  
для студентов специальностей 1-26 02 03 «Маркетинг»  
и 1-26 02 02 «Менеджмент» дневной формы обучения**

**Электронный аналог печатного издания**

**Гомель 2010**

УДК 164(075.8)  
ББК 65.291.592я73  
Л55

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
гуманитарно-экономического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 4 от 30.03.2009 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Экономика и управление в отраслях» ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. экон. наук, доц. *Е. А. Кожневников*

**Лизакова, Р. А.**  
Л55      Логистика : лаборатор. практикум для студентов специальностей 1-26 02 03 «Маркетинг» и 1-26 02 02 «Менеджмент» днев. формы обучения / Р. А. Лизакова, А. Ю. Бычкова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 33 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.  
ISBN 978-985-420-904-3.

Содержит три лабораторные работы, которые охватывают основные направления по изучаемому курсу: заготовительная логистика, транспортная логистика, складская логистика.  
Для студентов специальностей 1-26 02 03 «Маркетинг» и 1-26 02 02 «Менеджмент» дневной формы обучения.

**УДК 164(075.8)  
ББК 65.291.592я73**

**ISBN 978-985-420-904-3**

© Лизакова Р. А., Бычкова А. Ю., 2010  
© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2010

# *Лабораторная работа 1*

## **Выбор логистических посредников с использованием экспертных методов**

### **Теоретическая часть**

Выбор логистических посредников (ЛП): поставщиков, экспедиторов, перевозчиков и т. д. является наиболее распространенной задачей для большинства функциональных областей логистики.

Можно выделить два основных подхода, на основе которых производится выбор посредника:

– *аналитический*, предполагающий осуществление выбора с использованием формул, которые включают ряд параметров, характеризующих ЛП;

– *экспертный*, в основу которого положены оценки специалистов-экспертов для параметров, характеризующих ЛП, и описаны процедуры получения интегральных экспертных оценок (рейтингов).

Оба эти направления имеют свои достоинства и недостатки. В связи с этим был разработан общий алгоритм выбора логистического посредника (рис. 1.1).

Данный алгоритм включает следующие этапы:

1. Все показатели (критерии) разделены на три группы: количественные, качественные, релейные («да»/«нет»). Это позволяет использовать различные подходы при их определении и расчете интегральных оценок для ЛП. В табл. 1.1, 1.2, 1.3 приведены общие ранжированные перечни показателей (критериев) для перевозчиков, экспедиторов, поставщиков.

2. К релейным показателям отнесены такие, которые имеют только два показателя: «да» или «нет». Например, наличие у посредника соответствующего сертификата качества или лицензии, страховых полисов, допуски к каким-либо процедурам (в частности, для международных перевозчиков – допуска к процедуре МДП), оказание дополнительных услуг и др. Выделение релейных показателей повышает объективность процесса выбора, а также сокращает объем работы экспертов.

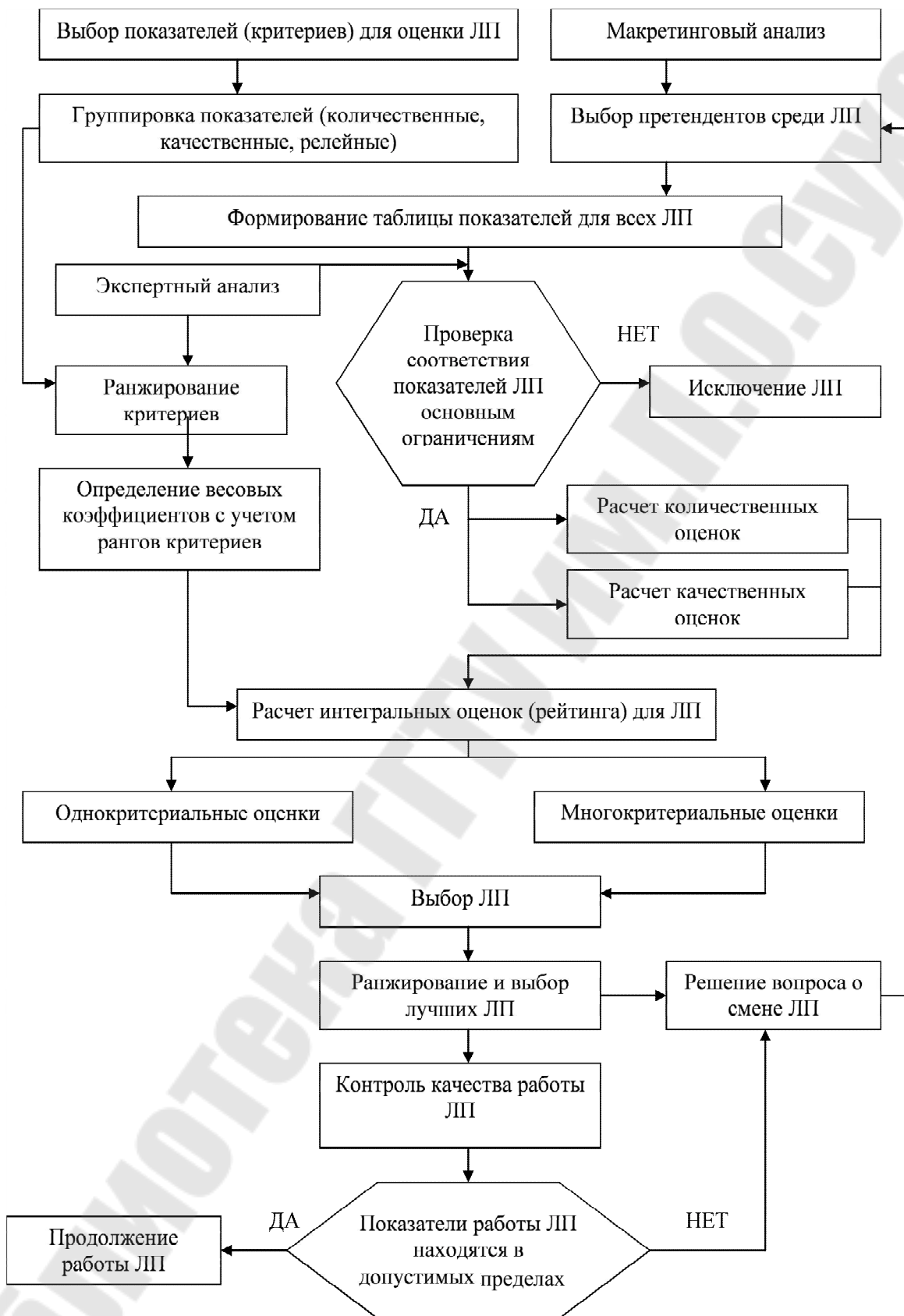


Рис. 1.1. Алгоритм выбора логистических посредников

Таблица 1.1

**Критерии выбора транспортно-экспедиторских предприятий**

Английское наименование критерия	Отечественный аналог критерия	Ранг по Америке		Ранг по России
		1980 г.	1990 г.	2008 г.
Transit time	Сроки доставки	3	5,5	3
Reliability	Надежность выполнения условий договора	1	1	1
Freight rate	Стоимость услуги (ставка)	2	3,5	2
Carrier consideration	Характеристика ТЭП	5	2	6
Shipper market consideration	Учет требований клиентуры	5	3,5	5
Over, short and damages	Наличие систем слежения (связи) за грузом, транспортными средствами	5	5,5	4

Таблица 1.2

**Критерии выбора поставщика**

Виды критериев	Перечень критериев
Основные	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цена продукции</li> <li>2. Качество поставляемой продукции</li> <li>3. Надежность поставок (обязательства по срокам поставки, ассортименту, комплектации, качеству и количеству продукции)</li> </ol>
Дополнительные	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Удаленность поставщика от потребителя</li> <li>2. Сроки выполнения текущих и экстренных заказов</li> <li>3. Наличие резервных мощностей</li> <li>4. Организация управления качеством у поставщика</li> <li>5. Психологический климат у поставщика (возможность забастовок)</li> <li>6. Способность обеспечить поставку запасных частей в течение всего срока службы поставляемого оборудования</li> <li>7. Финансовое положение поставщика, его кредитоспособность и др.</li> </ol>

## Критерии выбора перевозчиков

Наименование критерия (показателя)	Ранг
Надежность времени доставки (транзита)	1
Тарифы (затраты) доставки «от двери до двери»	2
Общее время транзита «ДТД»	3
Готовность перевозчика к переговорам об изменении тарифа	4
Финансовая стабильность перевозчика	5
Наличие дополнительного оборудования (по грузопереработке)	6
Частота сервиса	7
Наличие дополнительных услуг по комплектации и доставке груза	8
Потери и хищения груза (сохранность груза)	9
Экипирование отправок	10
Квалификация персонала	11
Отслеживание отправок	12
Готовность перевозчика к переговорам об изменении сервиса	13
Готовность схем маршрутизации перевозок	14
Сервис на линии	15
Процедура заявки (заказа) транспортировки	16
Качество организации продаж транспортных услуг	17
Специальное оборудование	18

3. Ранжирование критериев, производимое для последующего выбора зависимости, по которой рассчитываются весовые коэффициенты. Одним из способов ранжирования является метод парных сравнений, при проведении которого заполняется матрица  $I_{kj}$ . Элементы матрицы могут быть определены по формуле

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{kj} = 1, \text{ если } X_k = X_j; \\ I_{kj} = 0, \text{ если } X_k < X_j; \\ I_{kj} = 2, \text{ если } X_k > X_j. \end{array} \right. \quad (1.1)$$

Знаки равенств, «меньше» и «больше» соответствуют равнозначности критериев, меньшей и большей значимости одного критерия по сравнению с другим соответственно.

4. По результатам ранжирования выбирается зависимость для расчета весовых коэффициентов  $\omega_i$ , учитывающих степень влияния показателей на интегральную оценку. Очевидно, что при линейной

или близкой к ней зависимости весовые коэффициенты рассчитываются по формуле

$$\omega_i = \frac{2(N - i + 1)}{N(N + 1)}, \quad (1.2)$$

где  $N$  – количество учитываемых показателей;  $i = 1, 2, \dots, N$ .

При нелинейной зависимости весовые коэффициенты могут быть определены по формуле

$$\omega_i = \Delta_x \exp(-x_i), \quad (1.3)$$

где  $x_i$  – середина  $i$ -го интервала,  $i = 1, 2, \dots, N$ ;  $\Delta_x$  – интервал, рассчитываемый с учетом количества показателей и размаха значений  $x$ .

Для определения весовых коэффициентов могут быть использованы и другие зависимости, в частности плотности распределения вероятностей (закон Пуассона, нормальный закон и др.).

5. Для определения значений количественных показателей помимо оценок экспертов используются различные источники информации (отчеты, справочники, прайс-листы, результаты обследований и опросов и т. п.). Теоретически возможен вариант, когда все количественные оценки анализируемых посредников могут быть получены без участия экспертов.

Обработка количественных показателей производится в соответствии с методами квалиметрии, предусматривающей следующие этапы:

– построение таблицы, в строках которой указываются показатели, в столбцах – значения анализируемых ЛП по каждому показателю  $A_{ij}$ ;

– для каждого параметра определяется эталонное значение – максимальное или минимальное – в зависимости от влияния показателя на общую оценку;

– если в качестве эталонного значения выбрано наибольшее  $A_{i\max}$ , то все значения данной строки делятся на него, в клетки таблицы заносятся  $a_{ij} = A_{ij}/A_{i\max}$ ;

– если в качестве эталонного значения выбрано наименьшее  $A_{i\min}$ , то эталон делится на другие значения данной строки, и в клетки таблицы заносятся  $a_{ij} = A_{i\min}/A_{ij}$ .

6. Для получения оценок качественных показателей предлагается использовать функцию желательности Харрингтона (рис. 1.2), значения которой рассчитываются по формуле

$$z_i = \exp(-\exp(-y_i)), \quad (1.4)$$

где  $z_i$  – значение функции желательности;  $y_i$  – значение  $i$ -го параметра на кодированной шкале.



Рис. 1.2. Функция желательности

Значение  $y_i$  на кодированной шкале располагается симметрично относительно 0. В табл. 1.4 приведены средние и граничные значения функции желательности.

Таблица 1.4

**Оценки качества и соответствующие им стандартные оценки на шкале желательности**

Интервал	Оценка качества	Отметки на шкале желательности	
		Диапазон	Среднее значение
3–4	Отлично	Более 0,950	0,975
2–3	Очень хорошо	0,875–0,950	0,913
1–2	Хорошо	0,690–0,875	0,782
0–1	Удовлетворительно	0,367–0,690	0,530
(–1)–0	Плохо	0,066–0,367	0,285
(–2)–(–1)	Очень плохо	0,0007–0,066	0,033
(–3)–(–2)	Скверно	Менее 0,0007	–



Использование функций желательности позволяет свести качественные оценки показателей к количественным, при этом те и другие находятся в интервале 0–1. В целях унификации качественные оценки могут быть нормированы относительно максимальных значений по строкам.

Следует подчеркнуть, что количественные показатели также могут быть отработаны с применением функции желательности.

7. Расчет интегральных оценок и рейтинга поставщика. Интегральная оценка представляет собой сумму оценок количественных и качественных показателей работы логистического посредника с учетом веса критерия. Посреднику, имеющему большую интегральную оценку, присваивается рейтинг 1, посредник со второй по величине интегральной оценкой получает рейтинг 2 и т. д.

### Задание

Предприятие проводит анализ рынка поставщиков с целью оптимизации процесса поставки. Для всех потенциальных поставщиков выдвинуты следующие требования: цена продукции не должна превышать 110 руб./ед. Время исполнения заказа – не более 6 дней, качество продукции – хорошее и выше, поставщик должен иметь сертифицированную систему управления качеством продукции по стандартам ISO 9000.

Проведите выбор и оценку поставщика согласно предложенной методике. Исходные данные выбираются по номеру в журнале.

### Ход выполнения работы

1. Разделите показатели на количественные, качественные и альтернативные.

2. Исключите из дальнейшего анализа поставщиков, которые не проходят проверку по заданным ограничениям.

3. Для оставшихся поставщиков по количественным и качественным показателям установите ранги методом парных сравнений, для чего заполните табл. 1.5.

Таблица 1.5

Расчет рангов поставщиков методом парных сравнений

Критерии*	1	2	3	4	5	6	7	Сумма	Ранг
1									
...									
7									
*Название критериев смотри в таблице исходных данных.									

4. Весовые коэффициенты рассчитываем по формуле (1.2) линейной или формуле (1.3) нелинейной зависимости.

5. Все рассчитываемые величины заносим в табл. 1.6.

Таблица 1.6

**Расчет количественных оценок**

Критерий	Вес	Эталон	Поставщики*		
			1	2	3
Цена продукции					
Надежность поставок					
Удаленность поставщика, км					
Время исполнения заказа, дни					

\*Количество поставщиков изменяется в зависимости от номера варианта.  
*X* – оценки, рассчитанные с учетом эталонных значений; *Y* – оценки, рассчитанные с учетом весовых коэффициентов.

6. При расчете качественных значений воспользуйтесь функцией желательности, для чего заполните табл. 1.7.

Таблица 1.7

**Оценки качества и соответствующие им стандартные оценки на шкале желательности**

Интервал	Оценка качества	Отметки на шкале желательности	
		Диапазон	Среднее значение
3–4	Отлично		
2–3	Очень хорошо		
1–2	Хорошо		
0–1	Удовлетворительно		
(–1)–0	Плохо		
(–2)–(–1)	Очень плохо		
(–3)–(–2)	Скверно		

7. Рассчитанные качественные оценки занесите в табл. 1.8.

Таблица 1.8

## Расчет качественных и интегральных оценок

Критерий	Вес	Поставщики*		
		1	2	3
Качество продукции				
Репутация				
Упаковка товара				
Суммарная качественная оценка с учетом веса		–		
Интегральная оценка		–		
Рейтинг		–		

\*Количество поставщиков изменяется в зависимости от номера варианта.  
*X* – оценки, определенные по шкале желательности; *Y* – оценки, рассчитанные с учетом весовых коэффициентов.

8. По результатам проведенного расчета выберите лучшего поставщика, сделайте вывод.

## Исходные данные для расчета

Наименования поставщиков по каждому варианту для выполнения лабораторной работы представлены в табл. 1.9 (помечены знаком «+»). Номер варианта соответствует номеру студента в журнале группы. Критерии (показатели для оценки поставщиков) даны в табл. 1.10.

Таблица 1.9

## Исходные данные по вариантам

Наименование поставщиков	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ОАО «Вентус»	+	–	–	–	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+
ОДО «Летторг»	+	+	+	+	–	–	–	+	+	+	+	–	+	+	–
ООО «Радиатор»	+	–	+	+	–	+	+	+	+	–	+	–	+	+	+
ООО ТД «Гидро-сила»	+	+	–	+	+	–	+	–	+	+	+	+	–	–	+
ОАО «Северсталь»	–	+	+	+	–	+	+	–	–	+	–	+	+	+	+
ПРУП «ММЗ»	–	+	–	+	+	+	+	+	+	–	–	+	–	+	+
«Детройт Дизель»	–	+	+	–	+	+	+	+	–	–	+	+	+	+	–
ОАО «Белшина»	+	–	+	–	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–

## Основные показатели для оценки поставщиков

Критерии	Поставщики							
	ОАО «Вентус»	ОДО «Летторг»	ООО «Радиатор»	ООО ТД «Гидросила»	ОАО «Северсталь»	ПРУП «ММЗ»	«Детройт Дизель»	ОАО «Белшина»
Цена продукции, руб./ед.	100	110	95	88	120	60	90	105
Надежность поставок*	0,86	0,95	0,85	0,8	0,93	0,65	0,93	0,89
Удаленность поставщика, км	100	150	300	250	700	320	445	650
Время исполнения заказов, дни	5	6	4	5	6	2	8	3
Качество продукции	очень хорошее	очень хорошее	удовлетворительное	очень хорошее	отличное	очень хорошее	удовлетворительное	отличное
Репутация в своей отрасли	отличная	удовлетворительная	очень хорошая	плохая	очень хорошая	очень хорошая	удовлетворительная	очень хорошая
Упаковка товара	удовлетворительная	очень хорошая	отличная	очень хорошая	отличная	очень хорошая	отличная	очень хорошая
Наличие SMK ISO 9000	+	+	+	+	-	+	+	+

\*Вероятность соблюдения сроков, номенклатуры и т. д.

## Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте основные этапы алгоритма выбора логистических посредников.
2. Приведите пример количественных, качественных и релейных показателей.
3. В чем заключается метод парных сравнений?
4. Каким образом определяются весовые коэффициенты, учитывающие степень влияния на интегральную оценку?
5. Как качественные показатели сводятся к количественным оценкам?
6. Как производится расчет интегральных оценок?

## Лабораторная работа 2

### Планирование грузовых автомобильных перевозок

#### Теоретическая часть

Одним из наиболее значимых направлений транспортной логистики является планирование автомобильных перевозок. Существует достаточно много подходов к данной проблеме. Одним из наименее трудоемких методов является алгоритм ускоренного планирования автомобильных перевозок, что достаточно важно, т. к., во-первых, на практике в основном требуется решать задачи небольшой размерности (для развозочных маршрутов до шести-восьми пунктов), во-вторых, не всегда есть возможность применять ЭВМ при оперативном планировании.

Рассмотрим алгоритм ускоренного планирования автомобильных перевозок на конкретном примере.

Предположим, что требуется из двух пунктов  $a_1$  и  $a_2$  перевезти груз восьми грузополучателям  $b_1, b_2, \dots, b_8$  в объеме  $Q$ . Условия задачи приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

**Объем перевозок груза и расстояние между  
грузообразующими и грузопоглощающими пунктами**

Пункт погрузки		Пункты разгрузки							Итого	
		$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$		$b_8$
Объем перевозок $Q$ , т		0,25	0,3	0,45	1,5	0,5	0,6	1,0	1,1	5,7
$a_1$	Расстояние $l$ , км	10	12	15	11	13	15	14	10	–
$a_2$	Расстояние $l$ , км	9	18	14	17	11	10	12	8	–

Предположим, что возможное существующее распределение будет выглядеть следующим образом: за пунктом  $a_1$  закреплены грузополучатели  $b_2, b_3, b_4$  и  $b_7$ , за пунктом  $a_2$  –  $b_1, b_5, b_6$  и  $b_8$ .

Общая длина маятниковых маршрутов составит 180 км, а пробег с грузом – 90 км.

Транспортная работа определяется по формуле

$$P = \sum Q_i \cdot l_i \quad (2.1)$$

таким образом:

$$P = 0,25 \cdot 9 + 0,3 \cdot 12 + 0,45 \cdot 15 + \dots + 1,1 \cdot 8 = 62,95 \text{ ткм.}$$

Решим транспортную задачу методом Фогеля. В каждом столбце и строке матрицы кратчайших расстояний найдем два наименьших элемента и определим абсолютную разность между ними. Например, для первой строки, относящейся к первому пункту погрузки, значения наименьших элементов равны 10 км, таким образом, разность равна нулю. Затем выбираем наибольшую величину разности в строке разностей и в клетку с минимальным элементом заносим максимально возможную загрузку, учитывая при этом ресурсы поставщика и спрос потребителя. При наличии двух одинаковых наибольших разностей загрузку записывают в клетку, имеющую наименьший элемент (табл. 2.2). Если окажется, что спрос потребителя полностью удовлетворен или ресурс поставщика полностью исчерпан, то данная строка или столбец из дальнейшего рассмотрения исключается.

Таблица 2.2

#### Определение первого загруженного элемента

Пункт погрузки		Пункты разгрузки							Итого	
		$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$		$b_8$
Объем перевозок $Q$ , т		0,25	0,3	0,45	1,5	0,5	0,6	1,0	1,1	–
$a_1$	Расстояние $l$ , км	10	12	15	11	13	15	14	10	0
$a_2$	Расстояние $l$ , км	9	18	14	17	11	10	12	8	1
Строка разностей		1	6	1	6	2	5	2	2	–

Наибольшая разность равна шести, минимальный элемент – 11, из пункта  $a_1$  в пункт  $b_1$  перевозится максимально возможный объем – 1,5 т груза. Спрос потребителя полностью удовлетворен, поэтому данный столбец из дальнейшего рассмотрения исключается. Необходимо пересчитать разности (табл. 2.3).

Таблица 2.3

#### Определение второго загруженного элемента

Пункт погрузки		Пункты разгрузки						Итого	
		$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$		$b_7$
Объем перевозок $Q$ , т		0,25	0,3	0,45	0,5	0,6	1,0	1,1	–
$a_1$	Расстояние $l$ , км	10	12	15	13	15	14	10	0
$a_2$	Расстояние $l$ , км	9	18	14	11	10	12	8	1
Строка разностей		1	6	1	2	5	2	2	–

В табл. 2.3 наибольшая разность в строке разностей – 6, минимальный элемент – 12, таким образом, из пункта  $a_1$  в пункт  $b_2$  перевозится максимально возможный объем – 0,3 т груза. Далее операция повторяется до тех пор, пока не будет составлена допустимая программа распределения (табл. 2.4). В числителе приведен объем перевозок в соответствующий пункт, а в знаменателе – расстояние перевозки.

Таблица 2.4

### Решение транспортной задачи

Пункт погрузки	Пункты разгрузки								Итого
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_8$	
$a_1$	0,25/10	0,3/12	–	1,5/11	–	–	–	–	2,05
$a_2$	–	–	0,45/14	–	0,5/11	0,6/10	1,0/12	1,1/8	3,65

При условии обслуживания потребителей по маятниковым маршрутам общее расстояние перевозки составит

$$L = (10 + 12 + 11 + 14 + 11 + 10 + 12 + 8) \cdot 2 = 176 \text{ км,}$$

а пробег с грузом  $L_r = 88$  км.

Транспортная работа

$$P = 0,25 \cdot 10 + 0,3 \cdot 12 + 0,45 \cdot 14 + \dots + 1,1 \cdot 8 = 61,2 \text{ ткм.}$$

Набор пунктов в маршрут выполним методом Свира, используя схему дислокации пунктов относительно друг друга, представленную на рис. 2.1. В квадратных скобках приведена потребность грузополучателей. Грузоподъемность транспортных средств предполагается равной 2,2 т.

Согласно методу Свира воображаемый луч, исходящий из пункта погрузки, например  $a_1$ , вращаясь по или против часовой стрелки, «стирает» изображения пунктов погрузки. Маршрут считается сформированным, если включение следующего пункта приведет к превышению объема перевозки над грузоподъемностью транспортного средства. Первым пунктом маршрута будет  $b_2$  с объемом перевозки 0,3 т, следующий пункт –  $b_4$ , суммарный объем составит 1,8 т. Включение пункта  $b_1$  в маршрут также возможно, т. к. не произойдет превышение грузоподъемности подвижного состава.

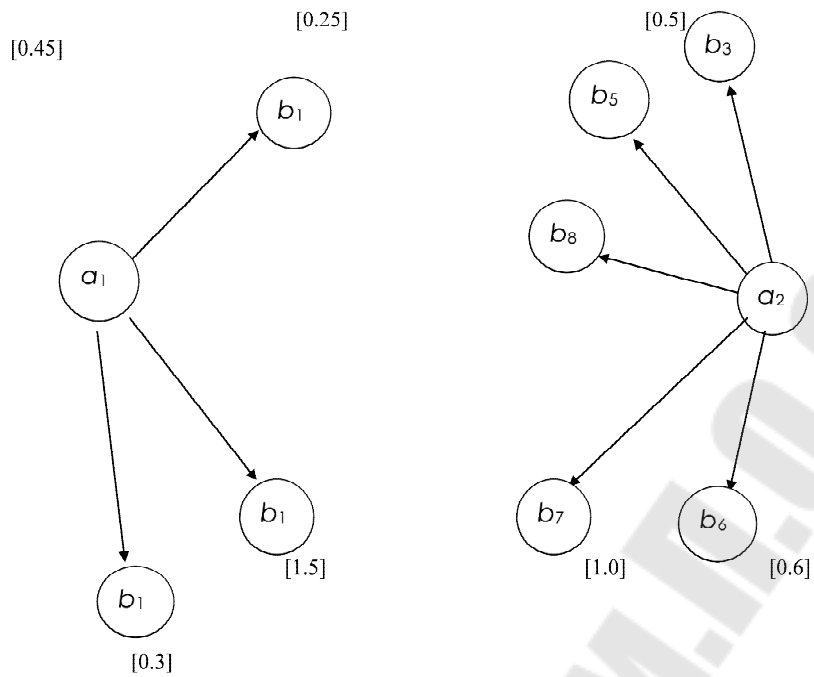


Рис. 2.1. Дислокация грузообразующих и грузопоглощающих пунктов

Метод Свира для пункта  $a_2$  позволяет получить два маршрута. Первый включает два пункта ( $b_6$  и  $b_7$ ) с суммарным объемом перевозки 1,6 т, а второй – три ( $b_3$ ,  $b_5$  и  $b_8$ ), объем – 2,05 т.

Порядок объезда пунктов на маршруте предлагается определять ускоренным методом «ветвей и границ», для применения которого необходимо определить кратчайшие расстояния между пунктами, включаемыми в один маршрут (рис. 2.2). Предположим, что матрица симметрична.

Применение метода рассмотрим на маршруте, включающем пункты  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  и  $b_4$ .

1. Определяем нижнюю границу. Для этого из каждого элемента строки вычитаем наименьший элемент этой строки (рис. 2.3, а). Затем из полученных элементов каждого столбца новой матрицы вычитают наименьший элемент этого столбца (рис. 2.3, б).

$a_1$	$a_1$										
$b_1$	10	$b_1$									
$b_2$	12	20	$b_2$								
$b_4$	11	19	4	$b_4$							

$a_2$	$a_2$										
$b_6$	10	$b_6$									
$b_7$	12	3	$b_7$								

$a_2$	$a_2$										
$b_3$	14	$b_3$									
$b_5$	11	4	$b_5$								
$b_8$	11	7	4	$b_8$							

Рис. 2.2. Таблица кратчайших расстояний между пунктами маршрутов



	$a_1$	$b_1$	$b_2$	$b_4$	
$a_1$	$\infty$	0	2	1	10
$b_1$	0	$\infty$	10	9	10
$b_2$	8	16	$\infty$	0	4
$b_4$	7	15	0	$\infty$	4

a)

	$a_1$	$b_1$	$b_2$	$b_4$	
$a_1$	$\infty$	0	2	1	10
$b_1$	0	$\infty$	10	9	10
$b_2$	8	16	$\infty$	0	4
$b_4$	7	15	0	$\infty$	4
	0	0	0	0	28

б)

Рис. 2.3. Определение нижней границы множества «все решения»

Приведенная матрица показана на рис. 2.3, б. Справа и внизу матрицы показаны константы приведения – минимальные элементы, которые вычитались вначале из строк, а затем из столбцов матрицы.

Сумма констант, равная 28, является нижней границей протяженности для всех маршрутов, т. е. для множества «все решения».

2. Нулевые расстояния в клетках матрицы указывают на наличие минимальных по протяженности маршрутов, поэтому при построении развозочного маршрута в первую очередь рассматриваются элементы с нулевыми протяженностями.

Для этого определяют оценки всех элементов приведенной матрицы как сумму наименьших величин протяженности соответствующей строки и столбца. Например, для нулевого элемента  $a_1 b_1$  оценка составит 16 ( $1 + 15$ ). Оценка показывает на потери от невключения данного элемента в маршрут. Проставим ее в правом верхнем углу (рис. 2.4).

Для того чтобы избежать больших потерь, следует в первую очередь включить в маршрут нулевой элемент с наибольшей оценкой. В примере максимальная оценка, равная 16, соответствует двум элементам. В этом случае выбирается любая из пар, например,  $a_1 b_1$ .

	$a_1$	$b_1$	$b_2$	$b_4$
$a_1$	$\infty$	$0^{16}$	2	1
$b_1$	$0^{16}$	$\infty$	10	9
$b_2$	8	16	$\infty$	$0^9$
$b_4$	7	15	$0^9$	$\infty$

Рис. 2.4. Определение оценок для нулевых элементов матрицы

3. Для ветвления множества его необходимо разделить на 2 вида: маршруты первого подмножества будут включать пару  $a_1 b_1$ , а маршруты второго ее не включают. Нижняя граница второго подмножества равна сумме значений нижней границы разделяемого множества и величины оценки пары  $a_1 b_1$ , т. е.  $28 + 16 = 44$ . Строку  $a_1$  и столбец  $b_1$  исключают из рассмотрения, т. е. удаляют из матрицы. Выбор в дальнейшем пары  $b_1 a_1$  привел бы к нарушению условия о заезде в каждый пункт только по одному разу.

Поэтому пара  $b_1 a_1$  блокируется путем проставления в соответствующую клетку матрицы знака блокировки ( $\infty$ ) вместо прежнего значения.

4. Преобразованная и приведенная матрица помещена в таблицу (рис. 2.5). В процессе вычисления констант появились константы равные 9 и 7 соответственно. Следовательно, протяженность подмножества, включающего пару  $a_1 b_1$ , увеличивается на 16 ( $28 + 16 = 44$ ).

	$a_1$	$b_2$	$b_4$	
$b_1$	$\infty$	1	$0^1$	9
$b_2$	1	$\infty$	$0^1$	0
$b_4$	$0^1$	$0^1$	$\infty$	0
	7	0	0	16

Рис. 2.5. Матрица с исключенными строкой  $a_1$  и столбцом  $b_1$

Как видно из рис. 2.5, все пары имеют одинаковые оценки, равные 1. Выбираем, например,  $b_1 b_4$ . Протяженность множества, не включающего пару  $b_1 b_4$ , увеличивается на 1 ( $44 + 1 = 45$ ). Исключаем соответствующие столбец и строку из дальнейшего рассмотрения. Столбец  $b_1$  из матрицы удален, поэтому знак блокировки не ставится (рис. 2.6). В процессе вычисления появилась константа 1, поэтому увеличиваем нижнюю границу на 1 ( $44 + 1 = 45$ ).

Полученную матрицу  $2 \times 2$  легко решить. Недостающими параметрами пунктов в маршруте будут  $b_4 b_2$  и  $b_2 a_1$ .

	$a_1$	$b_2$	
$b_2$	$0^\infty$	$\infty$	1
$b_4$	$0^0$	$0^\infty$	0
	0	0	1

Рис. 2.6. Матрица с исключенными строкой  $b_1$  и столбцом  $b_4$

Таким образом, получен маршрут  $a_1b_1-b_1b_4-b_4b_2-b_2a_1$  протяженностью 45 км.

Решение можно представить в виде схемы, называемой «деревом решений» (рис. 2.7). Для ускоренного метода проверка по всем остальным «ветвям» не проводится в отличие от точного метода «ветвей и границ».

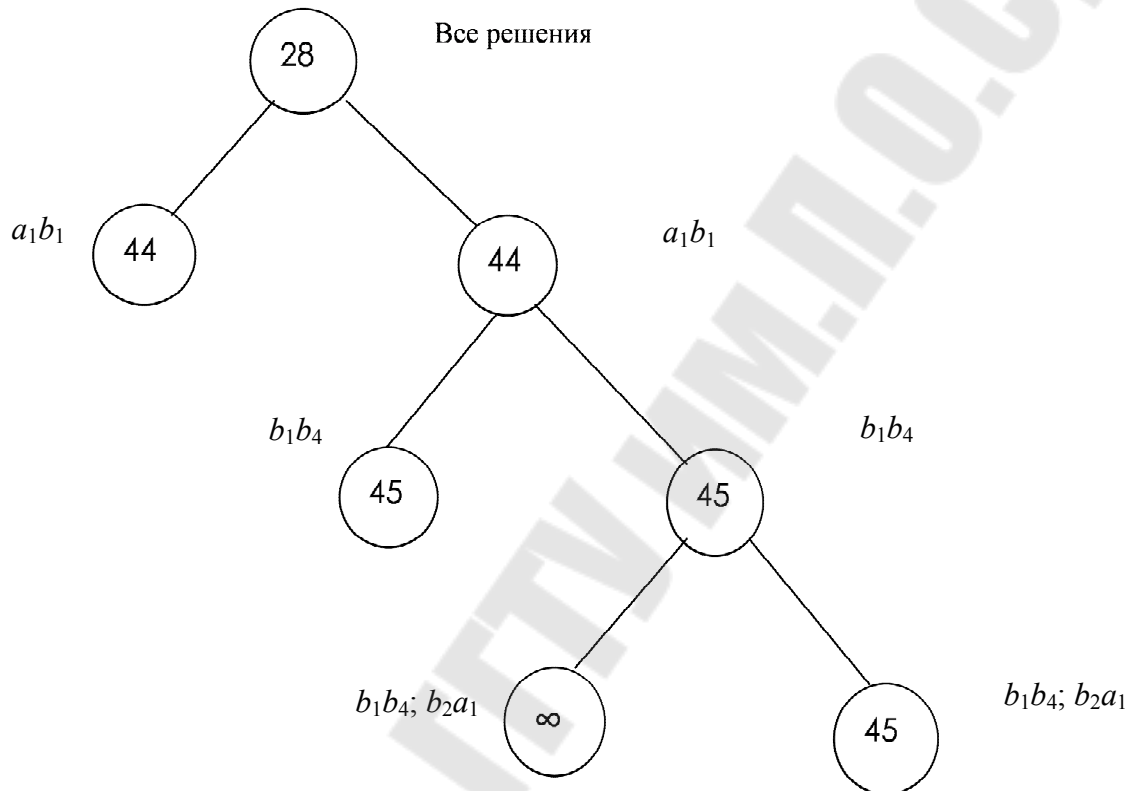


Рис. 2.7. Дерево решений для метода «ветвей и границ»

Аналогичным образом определяем порядок объезда пунктов на двух других маршрутах:  $a_2b_6-b_6b_7-b_7a_2$  длиной 25 км;  $a_2b_3-b_3b_5-b_5b_8-b_8a_2$  длиной 33 км. Для того чтобы определить последовательность объезда пунктов на маршруте, следует определить транспортную работу. Так при движении от  $a_1$  к пункту  $b_1$  и далее транспортная работа составит  $P_1 = 2,05 \cdot 10 + 1,8 \cdot 19 + 0,3 \cdot 4 = 55,9$  ткм. В случае если транспортное средство от  $a_1$  отправится в первую очередь к пункту  $b_2$ , значение искомого показателя будет равно  $P_1 = 2,05 \cdot 12 + 1,75 \cdot 4 + 0,25 \cdot 25 = 36,35$  ткм. Следовательно, второй вариант будет наиболее предпочтительным. Аналогичным образом определяется порядок объезда пунктов на всех сформированных маршрутах (рис. 2.8).

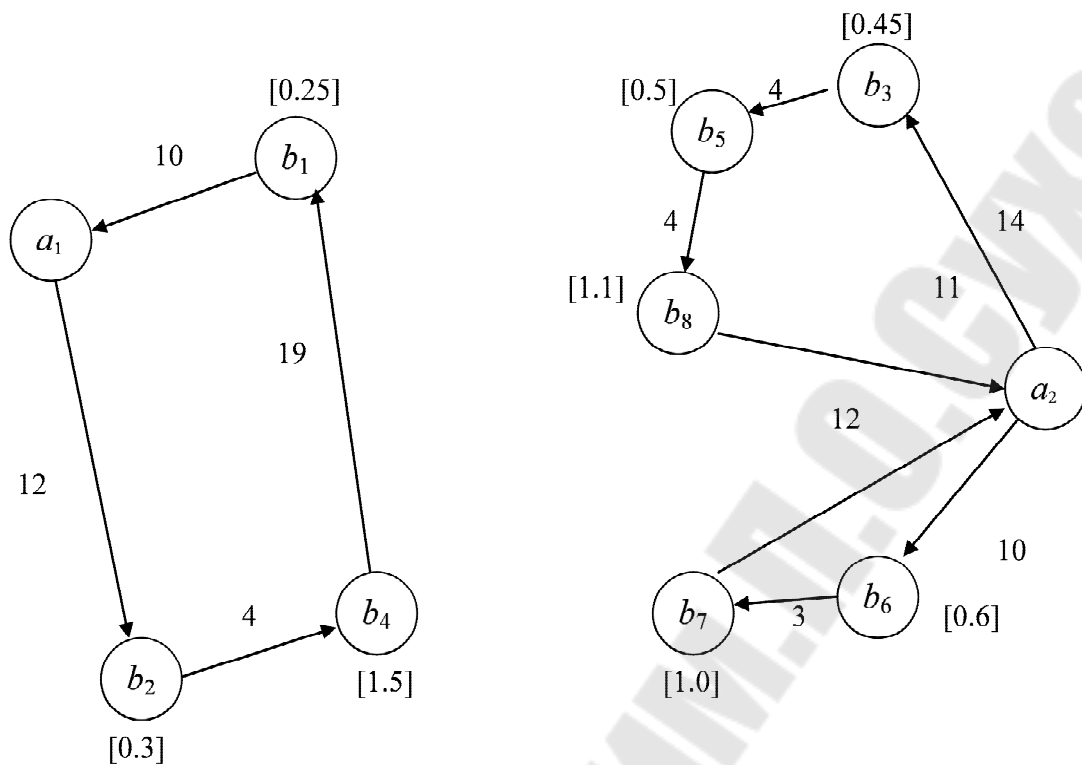


Рис. 2.8. Маршруты движения транспортных средств

Общий пробег автомобилей на маршрутах составит  $L = 45 + 25 + 33 = 103$  км, пробег с грузом  $L_r = 35 + 13 + 22 = 70$  км. Суммируя значения транспортной работы для всех маршрутов, имеем:  $P = 36,35 + 19 + 39,5 = 94,85$  ткм.

Анализируя полученную оптимизацию маршрутов, получаем снижение общего пробега с грузом и увеличение производительности автомобиля (табл. 2.5).

Таблица 2.5

**Итоговая таблица результатов оптимизации**

Показатель	Общий пробег	Пробег с грузом	Транспортная работа
Существующее распределение	180	90	62,95
Решение транспортной задачи	176	88	61,2
Решение «задачи коммивояжера»	130	70	94,85

**Задание**

Автотранспортное предприятие планирует организовать перевозку груза из двух пунктов  $a_1$  и  $a_2$  для восьми грузополучателей  $b_1$ ,

$b_2, \dots, b_8$  в объеме  $Q$ . Разработайте оптимальный маршрут перевозки груза, используя алгоритм ускоренного планирования автомобильных перевозок.

### Исходные данные для расчета

Исходные данные представлены в табл. 2.6 и 2.7, 2.8. Вариант соответствует номеру студента в журнале группы.

Таблица 2.6

#### Объем перевозок груза и расстояние между грузообразующими и грузопоглощающими пунктами

Пункт погрузки		Пункты разгрузки								Итого
		$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_8$	
Объем перевозок $Q$ , т		0,7	0,2	1,5	0,3	1,7	2,5	1,0	0,8	8,7
$a_1$	Расстояние $l$ , км	15	10	9	18	12	14	11	16	–
$a_2$	Расстояние $l$ , км	18	8	11	19	15	13	17	10	–

Таблица 2.7

#### Исходные данные по вариантам

Вариант	1		2		3		4		5		6		7		8	
Пункт погрузки	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$
Пункт разгрузки	$b_1$	$b_2$	$b_1$	$b_5$	$b_1$	$b_3$	$b_4$	$b_1$	$b_2$	$b_1$	$b_1$	$b_3$	$b_2$	$b_1$	$b_2$	$b_1$
	$b_3$	$b_4$	$b_2$	$b_6$	$b_2$	$b_6$	$b_5$	$b_2$	$b_4$	$b_3$	$b_2$	$b_4$	$b_3$	$b_4$	$b_3$	$b_4$
	$b_5$	$b_7$	$b_3$	$b_7$	$b_4$	$b_7$	$b_7$	$b_3$	$b_6$	$b_5$	$b_7$	$b_5$	$b_6$	$b_5$	$b_6$	$b_5$
	$b_6$	$b_8$	$b_4$	$b_8$	$b_5$	$b_8$	$b_8$	$b_6$	$b_8$	$b_7$	$b_8$	$b_6$	$b_8$	$b_7$	$b_7$	$b_8$

Таблица 2.8

#### Исходные данные по вариантам

Вариант	9		10		11		12		13		14		15	
Пункт погрузки	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$
Пункт разгрузки	$b_1$	$b_2$	$b_2$	$b_1$	$b_4$	$b_1$	$b_3$	$b_1$	$b_3$	$b_1$	$b_3$	$b_1$	$b_1$	$b_2$
	$b_6$	$b_3$	$b_4$	$b_3$	$b_6$	$b_2$	$b_5$	$b_2$	$b_4$	$b_2$	$b_5$	$b_2$	$b_5$	$b_3$
	$b_7$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_3$	$b_6$	$b_4$	$b_7$	$b_5$	$b_7$	$b_4$	$b_7$	$b_4$
	$b_8$	$b_5$	$b_8$	$b_7$	$b_8$	$b_5$	$b_8$	$b_7$	$b_8$	$b_6$	$b_8$	$b_6$	$b_8$	$b_6$

## Контрольные вопросы

1. Опишите основные этапы алгоритма ускоренного планирования автомобильных перевозок.
2. Как определяется транспортная работа?
3. В чем заключается решение транспортной задачи методом Фогеля?
4. Изложите основные положения метода Свира.
5. Как строится дерево решений для метода «ветвей и границ»?

## Лабораторная работа 3

### Оценка влияния размещения складской сети на транспортные расходы

#### Теоретическая часть

Алгоритм оценки влияния размещения складской сети на транспортные расходы представлен в виде блок-схемы (рис. 3.1).

Рассмотрим подробнее эти этапы расчета.

*Первый этап.* Решение задачи оптимального закрепления потребителей за поставщиками однородной продукции при прямых поставках.

Если расположение поставщиков и потребителей задано координатами их размещения на плоскости, то кратчайшее расстояние между поставщиками и потребителями  $L_{ij}$ , км, могут быть определены по формуле

$$L_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}, \quad (3.1)$$

где  $x_i, y_i$  – координаты поставщика;  $x_j, y_j$  – координаты потребителя.

Поскольку минимизируется транспортная работа  $P$ , ткм, то целевая функция имеет вид:

$$P = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{ij} \cdot Q_{ij} \cdot W_{ij} \rightarrow \min, \quad (3.2)$$

где  $i = (1, \dots, m)$  – поставщики;  $j = (1, \dots, n)$  – потребители;  $Q_{ij}$  – объем груза, перевозимого от  $i$ -го поставщика к  $j$ -му потребителю, т;  $W_{ij}$  – произведение весовых долей  $i$ -го поставщика и  $j$ -го потребителя.

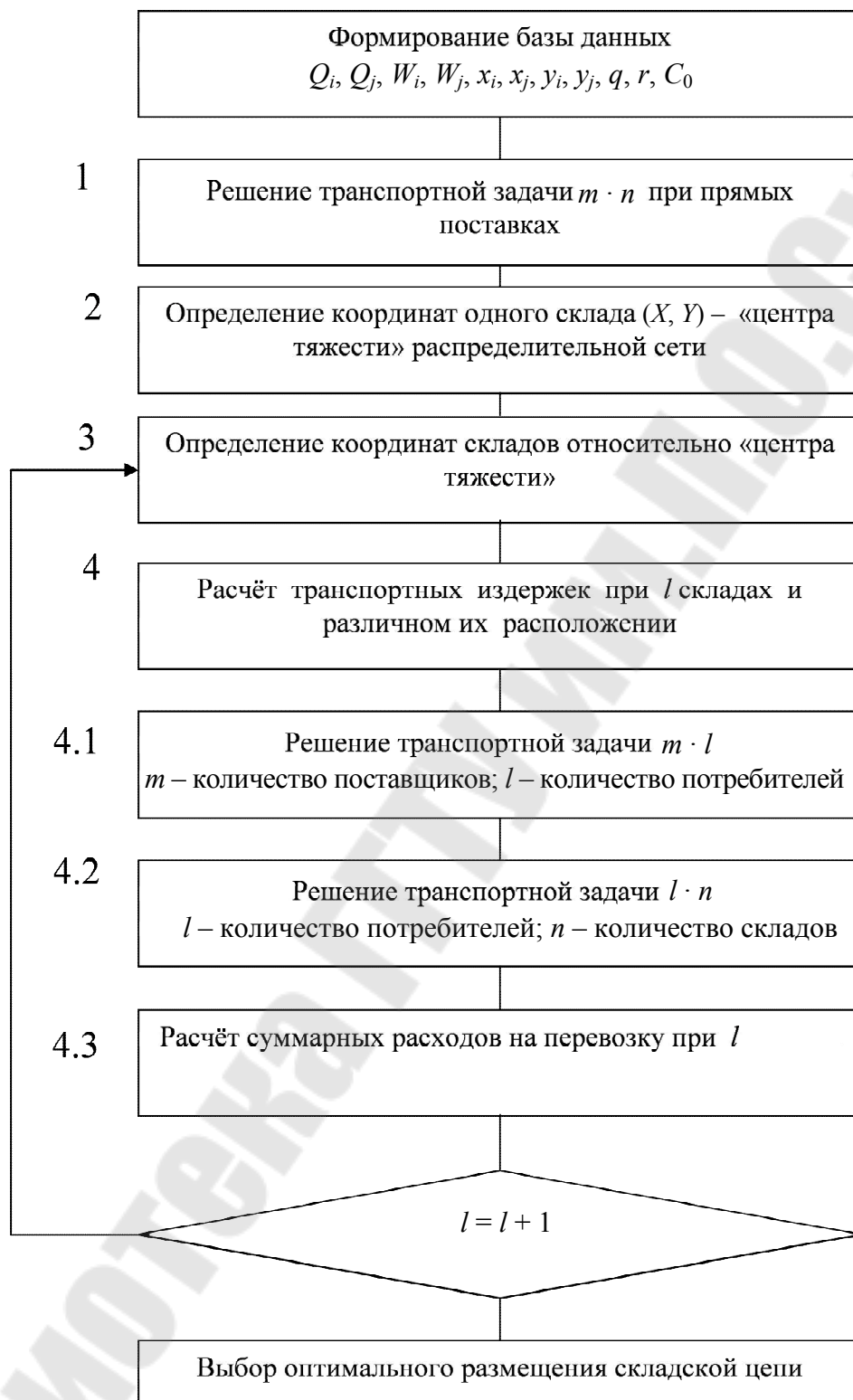


Рис. 3.1. Алгоритм определения транспортных расходов для различного количества складов

При проектировании распределительной сети часто требуется учесть дополнительные факторы, влияющие на план оптимального закрепления потребителей за поставщиками, например, невозможность прямых транзитных поставок от  $i$ -го поставщика к  $j$ -му потребителю или приоритетность  $j$ -го потребителя по отношению к другим. Названные факторы учитываются весовыми долями  $i$ -го поставщика  $W_i$  и  $j$ -го потребителя  $W_j$ .

Расчет суммарных расходов на перевозку производится по формуле

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Z_{ij} \cdot L_{ij} \cdot C_0, \quad (3.3)$$

где  $Z_{ij}$  – количество груженых рейсов от  $i$ -го поставщика к  $j$ -му потребителю;  $C_0$  – тариф на перевозку, у. е./км.

Количество груженых рейсов  $Z_{ij}$  рассчитывается следующим образом:

$$Z_{ij} = Q_{ij} / q_{ij} \cdot \gamma_{ij}, \quad (3.4)$$

где  $q_{ij}$  – номинальная грузоподъемность подвижного состава, используемого при перевозке от  $i$ -го поставщика к  $j$ -му потребителю, т;  $\gamma_{ij}$  – коэффициент использования грузоподъемности подвижного состава, используемого при перевозке от  $i$ -го поставщика к  $j$ -му потребителю.

*Второй этап.* Решение задачи позиционирования склада. При решении задачи позиционирования склада целевая функция имеет вид:

$$P = \sum_{i=1}^m L_i \cdot Q_i \cdot W_i + \sum_{j=1}^n L_j \cdot Q_j \cdot W_j \rightarrow \min, \quad (3.5)$$

где  $L_i, L_j$  – соответственно расстояние от склада до  $i$ -го поставщика и до  $j$ -го потребителя;  $Q_i, Q_j$  – соответственно объем груза, перевозимый на склад от  $i$ -го поставщика и со склада до  $j$ -го потребителя.

Расстояние от склада до  $i$ -го поставщика или  $j$ -го потребителя находится по формуле (3.1), где  $X = x_i, Y = y_i$  – искомые координаты склада, при которых достигается минимум целевой функции (3.5).



Транспортные расходы рассчитываются по формуле

$$S = \sum_{i=1}^m Z_i \cdot L_i \cdot C_0 + \sum_{j=1}^n Z_j \cdot L_j \cdot C_0, \quad (3.6)$$

где  $Z_i, Z_j$  – соответственно количество ездов от  $i$ -го поставщика до склада и от склада до  $j$ -го потребителя.

*Третий этап.* Определение координат складов относительно «центра тяжести». Принимают найденные координаты склада  $X$  и  $Y$  в качестве «центра тяжести» размещения складской сети и устанавливают правила нахождения координат складов относительно «центра тяжести». Расстояние от складов до «центра тяжести» определяют по правилу:

– определяют расстояния между координатами максимально удаленных друг от друга пунктов:

$$\begin{aligned} \Delta X &= \max(x_i, x_j) - \min(x_i, x_j); \\ \Delta Y &= \max(y_i, y_j) - \min(y_i, y_j), \end{aligned} \quad (3.7)$$

где  $x_i, y_i$  – координаты поставщиков;  $x_j, y_j$  – координаты потребителей;

– выбирают минимальное расстояние и определяют радиус окружности  $R$ , на которой диаметрально располагаются склады:

$$\begin{aligned} \Delta &= \min(\Delta X, \Delta Y); \\ R &= 0,1 \cdot \Delta. \end{aligned} \quad (3.8)$$

Склады располагаются сначала горизонтально, а затем вертикально относительно осей координат;

– первоначально принятый радиус  $R = 0,1\Delta$  увеличивают до  $0,2\Delta$ , затем до  $0,3\Delta$  и т. д.

*Четвертый этап.* Расчет минимальных суммарных расходов на перевозку при различном расположении складов.

При наличии двух и более складов целевая функция имеет вид:

$$P = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^l L_{ik} \cdot Q_{ik} \cdot W_{ik} + \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n L_{kj} \cdot Q_{kj} \cdot W_{kj} \rightarrow \min, \quad (3.9)$$

где  $i = (1, \dots, m)$  – поставщики;  $k = (1, \dots, l)$  – склады,  $j = (1, \dots, n)$  – потребители;  $L_{ik}, L_{kj}$  – соответственно расстояние от  $i$ -го поставщика

до  $k$ -го склада и от  $k$ -го склада до  $j$ -го потребителя;  $Q_{ik}$ ,  $Q_{kj}$  – соответственно объемы перевозок грузов от  $i$ -го поставщика до  $k$ -го склада и от  $k$ -го склада до  $j$ -го потребителя;  $W_{ik}$ ,  $W_{kj}$  – соответственно произведение весовых долей  $i$ -го поставщика и  $k$ -го склада,  $k$ -го склада и  $j$ -го потребителя.

Расстояние от  $i$ -го поставщика до  $k$ -го склада и от  $k$ -го склада до  $j$ -го потребителя вычисляется по формуле (3.1).

Суммарные расходы на перевозку рассчитываются по формуле

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^l Z_{ik} \cdot L_{ik} \cdot C_0 \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n Z_{kj} \cdot L_{kj} \cdot C_0, \quad (3.10)$$

где  $Z_{ik}$ ,  $Z_{kj}$  – соответственно количество груженых рейсов от  $i$ -го поставщика до  $k$ -го склада и от  $k$ -го склада до  $j$ -го потребителя.

Количество груженых рейсов вычисляется по формуле (3.4).

### Задание

По приведенному выше алгоритму провести моделирование размещения складской сети и оценку ее влияния на транспортные расходы. Все расчеты провести в MS Excel с помощью процедуры «Поиск решений». Расчеты провести для двух направлений.

1. Доставка грузов от поставщиков на склады и развозка его со складов потребителям производится однотипным подвижным составом, имеющим грузоподъемность  $q$ , равную 10 т, при  $\gamma = 1$ .

2. Доставка грузов от поставщиков на склады и от поставщиков потребителям при прямых поставках осуществляется подвижным составом, имеющим грузоподъемность  $q$ , равную 10 т, при  $\gamma = 1$ , а развозка его потребителям производится малотоннажным подвижным составом, имеющим грузоподъемность  $q$ , равную 1,5 т, при  $\gamma = 1$ . Величина тарифа на перевозку  $C_0$  при осуществлении перевозки крупнотоннажным подвижным составом принята равной 1,3 у. е., а при перевозках малотоннажным подвижным составом – 0,4 у. е. Во всех вариантах значение  $W_{ij}$  принято равным 1.

### Исходные данные

Для выполнения работы необходимо выбрать из табл. 3.1 восемь поставщиков и восемь потребителей. Алгоритм выбора представлен в табл. 3.2 по вариантам. Вариант выбирается по номеру студента в журнале группы.

Таблица 3.1

## Информация по составу складской сети

Номер поставщика, потребителя	Поставщики			Потребители		
	Объем предложения $Q_i$ , т	Координаты, км		Объем предложения $Q_i$ , т	Координаты, км	
		$x_i$	$y_i$		$x_i$	$y_i$
1	100	200	125	100	575	400
2	50	300	400	50	400	100
3	150	550	300	150	400	250
4	150	150	725	150	700	600
5	750	275	300	750	200	350
6	125	800	675	125	275	575
7	300	500	100	300	600	700
8	500	750	550	500	550	650
9	700	347	125	700	220	950
10	160	379	212	160	420	378
11	370	804	375	370	132	286

Таблица 3.2

## Состав складской сети по вариантам

Номер поставщика, потребителя в табл. 3.1	Вариант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+
3	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
4	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+
5	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
6	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-
7	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-
8	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
9	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
10	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+
11	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+

## Ход выполнения работы

Последовательность выполнения лабораторной работы рассмотрим на конкретном примере. Пусть складская сеть состоит из поставщиков и потребителей под номерами 1–8 в таблице исходных данных.

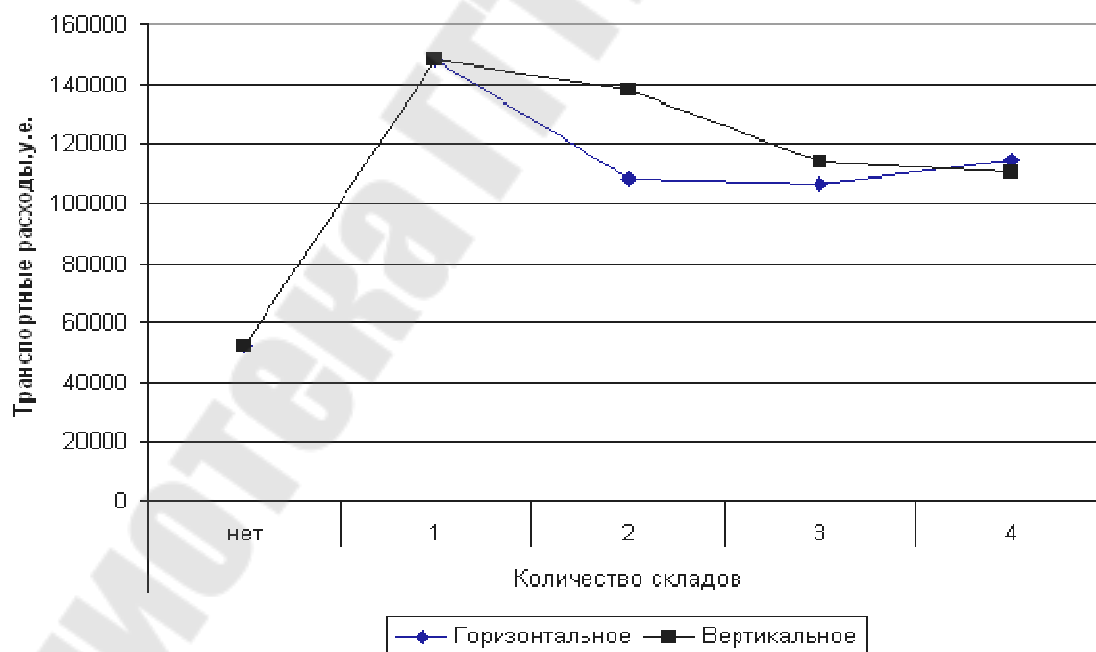
Результаты расчетов по первому направлению представлены в табл. 3.3 и на рис. 3.2.

Таблица 3.3

**Результаты расчета транспортных расходов в зависимости от количества складов и их расположения по первому направлению**

Расположение складов	Радиус	Величина транспортных расходов, у. е., при количестве складов				
		нет	1 склад	2 склада	3 склада	4 склада
Горизонтальное	0,1Δ	52409	148078	126092	125452	123671
Вертикальное		52409	148078	133599	128022	125522
Горизонтальное	0,2Δ	52409	148078	111697	110445	106461
Вертикальное		52409	148078	126225	116923	109434
Горизонтальное	0,3Δ	<b>52409</b>	<b>148078</b>	<b>108477</b>	<b>106532</b>	<b>114798</b>
Вертикальное*		52409	148078	128903	111843	104116
Горизонтальное	0,4Δ	52409	148078	118683	118445	114300
Вертикальное**		<b>52409</b>	<b>148078</b>	<b>137870</b>	<b>114171</b>	<b>110587</b>

\*Минимум транспортных расходов при двух и трех складах.  
 \*\*Максимум транспортных расходов при одном складе.



1 – минимум транспортных расходов  
 2 – максимум транспортных расходов

Рис. 3.2. Зависимость транспортных расходов от количества складов и их расположения по первому варианту

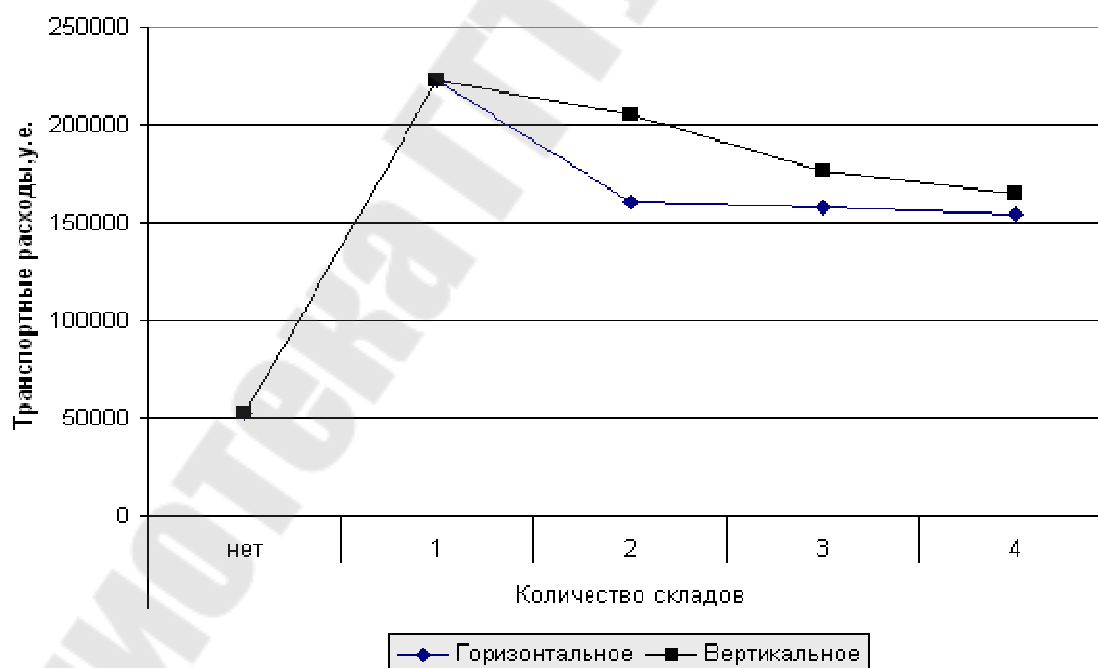
Результаты расчетов по второму направлению представлены в табл. 3.4 и на рис. 3.3.

Таблица 3.4

**Результаты расчета транспортных расходов в зависимости от количества складов и их расположение по второму направлению**

Расположение складов	Радиус	Величина транспортных расходов, у. е., при количестве складов				
		нет	1 склад	2 склада	3 склада	4 склада
Горизонтальное	0,1Δ	52409	222853	191227	187762	187814
Вертикальное		52409	222853	200311	193342	188478
Горизонтальное	0,2Δ	52409	222853	166286	162205	161460
Вертикальное		52409	222853	188636	174965	162833
Горизонтальное	0,3Δ	<b>52409</b>	<b>222853</b>	<b>160109</b>	<b>157616</b>	<b>154720</b>
Вертикальное*		52409	222853	191407	170816	153677
Горизонтальное	0,4Δ	52409	222853	177474	178676	161772
Вертикальное**		<b>52409</b>	<b>222853</b>	<b>205101</b>	<b>176589</b>	<b>165237</b>

\*Минимум транспортных расходов при двух и трех складах.  
 \*\*Максимум транспортных расходов при одном складе.



3 – минимум транспортных расходов  
 4 – максимум транспортных расходов

Рис. 3.3. Зависимость транспортных расходов от количества складов и их расположения по второму варианту

Проведенный расчет позволяет сделать следующие выводы:

- 1) при прямых транзитных связях между производителями и потребителями величина транспортных расходов минимальна;
- 2) на величину транспортных расходов сильное влияние оказывает не только количество складов в распределительной сети, но и их пространственное расположение относительно поставщиков и потребителей;
- 3) величина транспортных расходов сильно возрастает при мелкопартийной отправке товаров со складов потребителям малотоннажным составом (сравните графики на рис. 3.2 и 3.3);
- 4) для конкретной распределительной сети можно найти оптимальное количество складов, при котором величина транспортных расходов будет минимальна, а также координаты самих складов. Величина транспортных расходов изменится и надо будет искать новое решение;
- 5) полученные зависимости отличны от известных зависимостей суммарных расходов на транспортировку от числа складов, приведенных в [11], [15];
- 6) дальнейшие исследования должны быть направлены на построение таких алгоритмов решения задачи оптимального размещения складской сети, которые позволили бы учесть наличие одного или нескольких складов в регионе, многономенклатурность товаров, а также другие факторы, влияющие на оптимальное месторасположение складской сети.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие основные подходы существуют к определению местоположения распределительного склада в логистической распределительной сети?
2. Перечислите основные этапы алгоритма оценки влияния размещения складской сети на транспортные расходы.
3. По какой формуле можно определить кратчайшее расстояние между поставщиками и потребителями?
4. Как определяются суммарные расходы на перевозку?
5. Опишите вид целевой функции при решении задачи позиционирования склада.
6. Как производится расчет минимальных суммарных расходов на перевозку при различном расположении складов?

## Литература

1. Аникин, Б. А. Коммерческая логистика : учебник / Б. А. Аникин, А. П. Тяпухин. – Москва : Проспект, 2006. – 432 с.
2. Беседина, В. И. Основы логистики в торговле : учеб. пособие / В. И. Беседина, А. А. Демченко. – Москва : Экономистъ, 2005. – 160 с.
3. Гаджинский, А. М. Практикум по логистике / А. М. Гаджинский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Маркетинг, 2001. – 180 с.
4. Гвозденко, А. А. Логистика в туризме : учеб. пособие / А. А. Гвозденко. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 272 с.
5. Гордон, М. П. Логистика товародвижения / М. П. Гордон, С. Б. Карнаухов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Центр экономики и маркетинга, 1999. – 208 с.
6. Дегтяренко, В. Н. Основы логистики и маркетинга / В. Н. Дегтяренко. – Ростов-на-Дону : Экспертное Бюро ; Москва : Гардарико, 1996. – 120 с.
7. Ивуть, Р. Б. Логистика / Р. Б. Ивуть, С. А. Нарушевич. – Минск : ВИТУ, 2004. – 328 с.
8. Козловский, В. А. Логистика : конспект лекций / В. А. Козловский, В. В. Кобзев, Н. Т. Савруков. – Санкт-Петербург : Политехника, 1998. – 176 с.
9. Логистика: тренинг и практикум : учеб. пособие / под ред. Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной. – Москва : Проспект, 2007. – 443 с.
10. Логистика : учебник / под ред. Б. А. Аникина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2004. – 368 с.
11. Логистика : учеб. пособие / под ред. И. И. Полещук. – Минск : БГЭУ, 2007. – 432 с.
12. Сивохина, Н. П. Логистика : учеб. пособие / Н. П. Сивохина, В. Б. Родионов, Н. М. Горбунов. – Москва : АСТ : РИК Русанова, 2000. – 224 с.
13. Неруш, Ю. М. Коммерческая логистика : учебник / Ю. М. Неруш. – Москва : Банки и биржи : ЮНИТИ, 1997. – 272 с.
14. Неруш, Ю. М. Логистика : учебник / Ю. М. Неруш. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ЮНИТИ, 2003. – 496 с.
15. Николайчук, В. Е. Логистика в сфере распределения / В. Е. Николайчук. – Санкт-Петербург : Питер, 2001. – 160 с.
16. Практикум по логистике : учеб. пособие / под ред. Б. А. Аникина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2003. – 280 с.

17. Радионов, А. Р. Логистика : учеб. пособие / А. Р. Радионов, Р. А. Радионов. – Москва : Проспект, 2006. – 416 с.

18. Семенов, А. И. Логистика. Основы теории : учебник / А. И. Семенов, В. И. Сергеев. – Санкт-Петербург : Союз, 2001. – 544 с.

19. Снабженческо-сбытовая деятельность : учеб. пособие / Т. Н. Байбардина [и др.]. – Минск : Техноперспектива, 2004. – 319 с.



## Содержание

### *Лабораторная работа 1*

Выбор логистических посредников с использованием  
экспертных методов ..... 3

### *Лабораторная работа 2*

Планирование грузовых автомобильных перевозок ..... 13

### *Лабораторная работа 3*

Оценка влияния размещения складской сети  
на транспортные расходы ..... 22

Литература..... 31

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

**Лизакова Роза Алексеевна**  
**Бычкова Анна Юрьевна**

## **ЛОГИСТИКА**

**Лабораторный практикум**  
**для студентов специальностей 1-26 02 03 «Маркетинг»**  
**и 1-26 02 02 «Менеджмент» дневной формы обучения**

**Электронный аналог печатного издания**

Редактор *В. В. Вороник*  
Компьютерная верстка *Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 02.04.10.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,99.

Изд. № 201.

E-mail: [ic@gstu.by](mailto:ic@gstu.by)

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Издательский центр учреждения образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.