

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**
Институт машиностроения и автомобильного транспорта
Кафедра "Автотранспортная и техносферная безопасность"

**Материал для практических занятий
по дисциплине
"Проблемы экономики перевозочного процесса"**

Составитель:
профессор кафедры АТБ
Ф.П. Касаткин

Владимир, 2015

Содержание:

Введение.....	3
1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК И ЭТАПЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ.....	4
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ НА ПЕРЕВОЗКУ 1Т ГРУЗА РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТА.....	5
2.1 Автомобильный транспорт	5
2.2 Железнодорожный транспорт.....	6
2.3 Речной транспорт	6
3 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК	6
3.1 Определение средних расходов на перевозку 1 т груза по участкам транспортной сети различными видами транспорта.....	6
3.2 Определение кратчайших путей доставки груза	7
3.3 Составление матрицы задачи.....	12
3.4. Составление исходного плана и получение оптимального плана ..	14
3.5 Сравнение затрат на перевозки по исходному и оптимальному плану.....	16
Заключение	21
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	21

Введение.

Существование любого государства невозможно без развитого транспорта. Особенно велика роль транспорта для России.

Транспортный комплекс включает в себя:

1) Железнодорожный транспорт (в России 86 тыс. км нормальной колеи с шириной колеи 1520 мм; в Европе ширина колеи – 1435 мм). В США имеется проект по созданию супертяжелых грузовых магистралей. Сейчас существует 86 тыс. км магистральных дорог; 89 тыс. км путей промышленных предприятий. Имеются также пути узкой колеи.

2) Автомобильный транспорт (в России 750 тыс. км автодорог, в США в 10 раз больше, в Японии 1100 тыс. км).

3) Речной транспорт (84 тыс. км речных путей).

4) Морской транспорт (1 млн. км морских путей).

5) Авиационный транспорт (800 тыс. км авиапутей).

6) Городской транспорт

На комплексном транспорте занято 4 млн. человек, а на дорожном транспорте – 6 млн. человек. Транспорт ежегодно потребляет 18% топлива, 6% электроэнергии, 10% - лесоматериалов, 4% - металлов.

Упор делается на конкуренцию между видами транспорта. Специфика транспорта в России заключается в том, что в силу сложившейся геополитических условий для транспорта нет конкурентного рынка, а есть во многих регионах какой-нибудь один вид транспорта, а другой дополняет его.

7) трубопроводный транспорт (220 тыс. км в России, в США – 280 тыс. км). [6]

Моей целью и задачей в данной курсовой работе является разработка оптимальных грузопотоков между различными видами транспорта.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК И ЭТАПЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Задан полигон транспортной сети с указанием расстояний участков.

Задача состоит в том, чтобы распределить перевозки между различными видами транспорта, имеющимися в узле, таким образом, чтобы суммарные затраты на перевозку груза с учетом затрат на перевалку его с одного вида транспорта на другой в пунктах перевалки были бы минимальными.

Задача решается по типу двухэтапной транспортной задачи линейного программирования в матричной форме. Прежде чем составить матрицу для решения поставленной задачи, необходимо найти показатели оптимальности.

Поскольку перевозки в узле осуществляются с использованием имеющейся сети путей сообщения в рамках их провозной способности, то в качестве показателя оптимальности могут быть приняты эксплуатационные расходы на перевозку 1 т груза и приводятся к выражению вида:

$$C^{\exists} = a \times L + B, \quad (1)$$

где a - удельные эксплуатационные расходы, связанные с перемещением 1 т груза на 1 км;

B - удельные эксплуатационные расходы, приходящиеся на т. груза и связанные с содержанием постоянных устройств, начально-конечными операциями, простоем транспортных средств под грузовыми операциями и др.;

L - расстояние перевозки.

В полученные для каждого вида транспорта выражения (1) подставляется длина участков заданного полигона, после чего она заменяется стоимостью перевозки 1 т груза по данному участку, что завершает первый этап решения задачи оптимального распределения перевозок.

На втором этапе определяются минимальные по стоимости пути доставки груза от каждого поставщика до каждого потребителя отдельно каждым видом транспорта без допущения перевалки; от каждого поставщика до каждого пункта перевалки с учетом затрат на перевалку; от каждого пункта

перевалки до каждого потребителя с учетом возможности повторных перевалок.

Минимальные по стоимости пути доставки груза могут быть найдены методом перебора всех возможных вариантов при слабо развитой сети путей сообщения, что характерно для железнодорожного и речного транспорта или методом динамического программирования, если сеть путей сообщения густая, что характерно для автомобильного транспорта.

На третьем этапе решается собственно задача оптимизации.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ НА ПЕРЕВОЗКУ 1Т ГРУЗА РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТА

2.1 Автомобильный транспорт

Удельные эксплуатационные расходы на перевозку 1 т груза автомобильным транспортом определяются из выражения (2):

$$C_a^{\text{э}} = \frac{(C_1 + C_d) \times L_a}{q_n \times \gamma \times \beta} \times k_3 \times (C_2 + C_3 \times L_a), \frac{\text{руб}}{\text{т}} \quad (2)$$

где $(C_1 + C_d)$ - соответственно переменные расходы и дорожная составляющая расходов, приходящаяся на 1 км пробега автомобиля (принимается по прил. 1);

L_a - расстояние перевозки груза по автомобильным дорогам, км;

β - коэффициент использования пробега автомобилей, ($\beta = 0,5$);

q_n - номинальная грузоподъемность автомобиля, т;

γ - коэффициент использования грузоподъемности автомобиля при перевозке заданного груза, ($\gamma = 0,8$);

k_3 - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, начисления и надбавки водителям за классность, ($k_3 = 1.25$);

C_2, C_3 - сдельные расценки оплаты труда водителей соответственно за 1 т и 1 ткм, [1, стр. 26 приложение 1]

2.2 Железнодорожный транспорт.

Удельные эксплуатационные расходы на перевозку 1 т груза по магистральной железной дороге определяются из выражения:

$$C_{\text{ж}}^{\text{э}} = \text{Э}_{\text{пк}} + \text{Э}_{\text{дв}} \times L_{\text{ж}} + \text{Э}_{\text{пу}}, \frac{\text{руб}}{\text{т}} \quad (3)$$

где $\text{Э}_{\text{пк}}$, $\text{Э}_{\text{дв}}$, $\text{Э}_{\text{пу}}$ - расходные ставки соответственно по начально-конечной, движенческой операциям, содержанию постоянных устройств, [1, стр. 26 приложение 2]

$L_{\text{ж}}$ - расстояние перевозки груза по железным дорогам, км.

2.3 Речной транспорт.

Удельные эксплуатационные расходы на перевозку 1 т груза речным транспортом определяются из выражения:

$$C_{\text{р}}^{\text{э}} = \frac{1}{\varepsilon} \times (\text{Э}_{\text{дв}} \times L_{\text{р}} + \text{Э}_{\text{нк}} + \text{Э}_{\text{гр}}), \frac{\text{руб}}{\text{т}} \quad (4)$$

где ε - коэффициент загрузки судна;

$\text{Э}_{\text{дв}}$, $\text{Э}_{\text{нк}}$, $\text{Э}_{\text{гр}}$ - расходные ставки соответственно по начально-конечной, движенческой операциям, при стоянке судов под погрузкой и выгрузкой [1, стр. 26 приложение 3]

$L_{\text{р}}$ - расстояние перевозки груза по речным сетям, км.

3 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК

3.1 Определение средних расходов на перевозку 1 т груза по участкам транспортной сети различными видами транспорта

Расходы на перевозку 1 т груза различными видами транспорта по участкам транспортной сети определяются по выражениям (2 - 4) в зависимости от рода перевозимого груза, типа подвижного состава, выбранного для перевозки, вида тяги и других факторов.

Подвижной состав, принятый к перевозке: Камаз-5511, полувагоны, самоходное судно тип 3.

Выражения (2 - 4) приводятся к виду выражения (1):

$$C_a^{\partial} = \frac{0,18 \times L_a}{10 \times 0,8 \times 0,5} \times 1,25 \times (0,18 + 0,045 \times L_a) = 0,10125 \times L_a + 1,43;$$

$$C_{\text{ж}}^{\partial} = 0,85 + 0,0106 \times L_{\text{ж}} + 0,13 = 0,0106 \times L_{\text{ж}} + 0,98;$$

$$C_p^{\partial} = \frac{1}{0,8} (0,0061 \times L_p + 1,63 + 0,49) = 0,0076 \times L_p + 2,65$$

$$C_a^{\partial} = 0,10125 \times L_a + 1,43;$$

$$C_{\text{ж}}^{\partial} = 0,0106 \times L_{\text{ж}} + 0,98;$$

$$C_p^{\partial} = 0,0076 \times L_p + 2,65;$$

Подставляя в эти выражения длину участка автомобильной, железной дорога или речного пути в соответствии с заданным полигоном путей сообщения, получаем затраты на перевозку 1 т груза по всему участку.

3.2 Определение кратчайших путей доставки груза

При определении минимального расстояния пути доставки груза между двумя пунктами по сети автомобильных дорог целесообразно использовать метод динамического программирования для определения кратчайшего расстояния по сети между двумя пунктами. Для этого вырисовывается сеть автомобильных дорог между пунктами с учетом всех связей. Все точки пересечения дорог нумеруются в порядке возрастания от конечного пункта к начальному. Так как динамическое программирование представляет собой метод пошагового принятия оптимального решения, то и процесс поиска кратчайшего расстояния разбивается на несколько шагов. На каждом шаге принимается условно-оптимальное решение, которое представляет собой кратчайший путь из данной точки до конечной.

Рассмотрим пример определения кратчайшего пути доставки груза между пунктами R_1 и P_3 по сети автомобильных дорог методом динамического программирования (рис. 1).

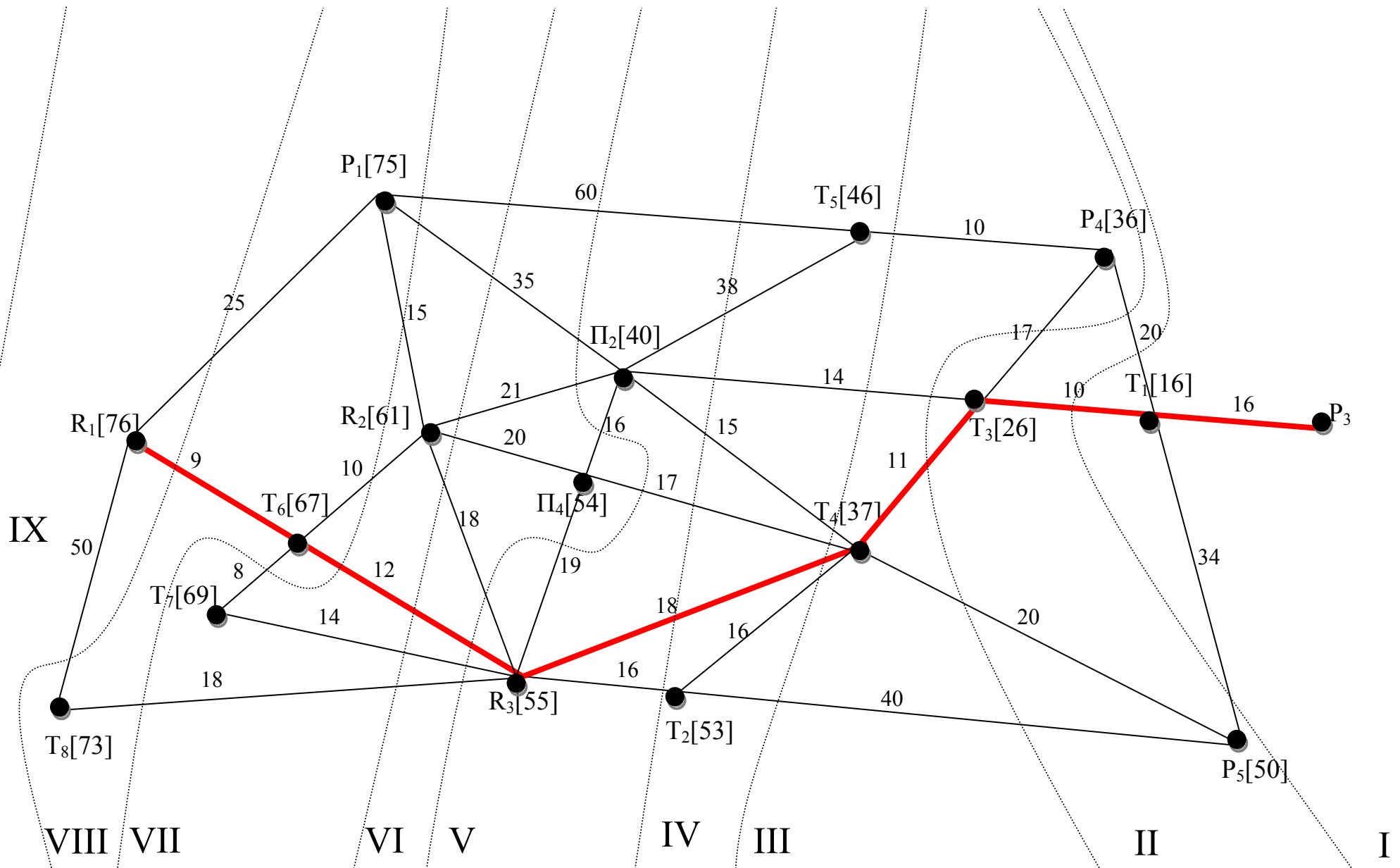


Рисунок 1 – Определение кратчайшего по стоимости пути между пунктами R_1 и P_3 по сети автомобильных дорог методом динамического программирования.

I шаг из T_1 в P_3

$$L_{T1}=16\text{км};$$

II шаг из T_3 в T_1 , из P_5 в T_1

$$L_{T3}=16+10=26\text{км};$$

$$L_{P5}=16+34=50\text{км};$$

III шаг из T_4 в T_3 и P_5 , из P_4 в T_3 и T_1

$$L_{T4}=\min(11+26; 20+50)=37\text{км};$$

$$L_{P4}=\min(20+16; 17+26)=36\text{км};$$

IV шаг из T_5 в P_4 , из T_2 в P_5 и T_4

$$L_{T5}=10+36=46\text{км};$$

$$L_{T2}=\min(40+50; 16+37)=53\text{км};$$

V шаг из R_3 в T_2 и T_4 , из P_2 в T_5 , T_3 и T_4

$$L_{R3}=\min(18+37; 53+16)=55\text{км};$$

$$L_{P2}=\min(38+46; 14+26; 15+37)=40\text{км};$$

VI шаг из P_4 в P_2 , T_4 и R_3

$$L_{P4}=\min(16+40; 17+37; 19+55)=54\text{км};$$

VII шаг из R_2 в P_2 , P_4 и R_3 , из T_7 в R_3

$$L_{R2}=\min(21+40; 20+54; 18+55)=61\text{км};$$

$$L_{T7}=14+55=69\text{км};$$

VIII шаг из T_6 в R_2 , R_3 и T_7 , из P_1 в T_5 , R_2 и P_2 , из T_8 в R_3

$$L_{T6}=\min(10+61; 12+55; 8+69)=67\text{км};$$

$$L_{P1}=\min(60+46; 15+61; 35+40)=75\text{ км};$$

$$L_{T8}=18+55=73\text{км};$$

IX шаг из R_1 в P_1 , T_6 и T_8

$$L_{R1}=\min(25+75; 9+67; 50+73)=76\text{км}.$$

Таким образом, кратчайший путь из R_1 в P_3 проходит через точки T_6 , R_3 , T_4 , T_3 и T_1 минимальный путь равен 76 км.

Аналогично определяются минимальные стоимости (расстояние) доставки груза от каждого поставщика до каждого потребителя, от каждого пункта перевалки до каждого потребителя, от каждого поставщика до каждо-

го пункта перевалки. Результаты сводятся в табл. 1 - 3, в которых буквой указывается также вид транспорта, которому соответствует минимальный путь доставки.

Таблица 1 – Минимальные стоимости (расстояние) доставки 1 т груза от поставщиков до потребителей.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
R ₁	а 3,96(25) ж 7,76(640) р -	а 5,48(40) ж 8,08(670) р -	а 9,13(76) ж 8,19(680) р -	а 8,21(67) ж 7,13(580) р -	а 7,40(59) ж 8,51(710) р -
R ₂	а 2,95(15) ж 8,61(720) р -	а 3,56(21) ж 8,93(750) р -	а 7,61(61) ж 9,04(760) р -	а 5,18(37) ж 7,98(660) р -	а 7,10(56) ж 9,35(790) р -
R ₃	а 4,77(33) ж 10,41 (890) р -	а 4,77(33) ж 9,46(800) р -	а 6,99(55) ж 6,81(550) р -	а 6,09(46) ж 7,87(650) р -	а 5,28(38) ж 4,90(370) р -

Таблица 2 – Минимальные стоимости (расстояние) доставки 1 т груза от поставщиков до пунктов перевалки.

	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅
R ₁	а 3,99(25) ж 7,79(640) р -	а 5,51(40) ж 8,75(730) р -	а 8,24(67) ж 7,16(580) р -	а 5,42(39) ж - р -	а 5,92(44) ж 5,36(410) р -
R ₂	а 2,98(15) ж 8,64(720) р -	а 3,59(21) ж 8,96(750) р -	а 6,73(52) ж 8,01(660) р -	а 3,49(20) ж - р -	а 5,61(41) ж 6,21(490) р -
R ₃	а 4,80(33) ж 10,45(890) р -	а 4,80(33) ж 8,75(730) р -	а 6,12(46) ж 7,15(580) р -	а 3,39(19) ж - р -	а 3,79(23) ж 1,76(70) р -

Таблица 3 – Минимальные стоимости (расстояние) доставки 1 т груза с пунктов перевалки до потребителей.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
П ₁	а 0 ж 0 р 0	а 4,97(35) ж 5,11(390) р 4,17(200)	а 9,02(75) ж 4,59(340) р -	а 8,11(66) ж 3,52(240) р 5,39(360) ра 8,77(231)	а 8,51(70) ж 6,49(520) р -
П ₂	а 4,97(35) ж 5,11(390) р 4,17(200)	а 0 ж 0 р 0	а 5,48(40) ж 3,63(250) р - рж 5,94(260)	а 4,57(31) ж 2,57(150) р 3,87(160)	а 4,97(35) ж 5,54(430) р -
П ₃	а 8,11(66) ж 3,52(240) р 5,39(360)	а 4,57(31) ж 2,57(150) р 3,87(160)	а 5,08(36) ж 2,04(100) р -	а 0 ж 0 р 0	а 6,29(48) ж 3,95(280) р -
П ₄	а 4,97(35) ж - р 4,13(195)	а 3,05(16) ж - р 2,92(35)	а 6,90(54) ж - р -	а 5,99(45) ж - р 4,13(195) рж 7,45(380)	а 5,18(37) ж - р -
П ₅	а 7,10(56) ж 9,67(820) р 3,64(130)	а 5,28(38) ж 8,72(730) р 3,52(115)	а 7,51(60) ж 6,07(480) р -	а 6,59(51) ж 7,13(580) р 4,74(275) рж 6,14(265)	а 6,19(47) ж 4,16(300) р - ра 6,59(117)

Примечание:

$$П_5 \xrightarrow{P} П_2 \xrightarrow{Ж} P_4: 2,57(115) + 0,0306 + 3,54(150) = 6,14 \text{ руб/т, (км);}$$

$$П_5 \xrightarrow{P} П_4 \xrightarrow{A} P_5: 1,37(80) + 0,0436 + 5,18(37) = 6,59 \text{ руб/т, (км);}$$

$$П_1 \xrightarrow{P} П_2 \xrightarrow{A} P_4: 4,17(200) + 0,0306 + 4,57(31) = 8,77 \text{ руб/т, (км);}$$

$$П_4 \xrightarrow{P} П_5 \xrightarrow{Ж} P_5: 3,26(80) + 0,0345 + 4,16(300) = 7,45 \text{ руб/т, (км);}$$

$$П_2 \xrightarrow{P} П_3 \xrightarrow{Ж} P_3: 3,87(160) + 0,0306 + 2,04(100) = 5,94 \text{ руб/т, (км).}$$

3.3 Составление матрицы задачи

Для решения задачи оптимизации распределения перевозок по типу двухэтапной транспортной задачи линейного программирования составляется матрица, в которую из задания на курсовую работу заносятся ресурсы поставщиков a_i , потребности потребителей b_j и перерабатывающие способности пунктов перевалки q_k . Для того, чтобы транспортная задача была закрытой, должно выполняться условие:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j, \quad (5)$$

Если же сумма ресурсов больше суммы потребностей, то для преобразования открытой транспортной задачи в закрытую вводится столбец фиктивного потребителя, потребности которого равны избытку ресурсов.

Условием двухэтапности транспортной задачи является:

$$\sum_{k=1}^t q_k > \sum_{j=1}^n b_j, \quad (6)$$

$2730 > 2700$ – условие выполняется.

Необходимо ввести столбец фиктивного потребителя, потребности которого равны 30.

В качестве показателей оптимальности в верхней части клеток матрицы записываются:

в правой верхней части - C_{ij} из табл. 1;

в левой верхней части – $C_{ik} + S_k$ из табл. 2;

в правой нижней части матрицы записываются C_{ij} из табл. 3. если выполняется условие:

$$C_{ik} + S_k + C_{kj} < C_{ij} \quad (7)$$

Если же условие (7) не выполняется, в клетке этой части матрицы записывается запрет M .

В клетки фиктивной диагонали левой нижней части матрицы в качестве показателей оптимальности записываются нули, в остальные клетки этой части - запрет М.

Если вводится столбец фиктивного потребителя, то в верхнюю часть столбца, записываются нули, в нижнюю - М.

В нижней части клеток матрицы буквой обозначается вид транспорта, которому соответствует минимальное значение показателя оптимальности.

Выполнение условия (7) проверяется сравнением стоимости доставки 1т груза от каждого поставщика до определенного потребителя через определенный пункт перевалки со стоимостью доставки без перевалки. Поэтому для каждой клетки нижней правой части матрицы записывается три неравенства. Если хотя бы в одном из них левая часть (стоимость доставки с перевалкой) меньше правой (стоимость доставки без перевалки), то в соответствующую клетку записывается C_{kj} . В соответствии с показателями оптимальности матрицы системы неравенств можно записать:

$$\text{Клетка } П_1 P_1: 3,99 + 0 > 3,96; 2,98 + 0 > 2,95; 4,80 + 0 > 4,77;$$

$$\text{Клетка } П_1 P_2: 3,99 + 4,17 > 5,48; 2,98 + 4,17 > 3,56; 4,80 + 4,17 > 4,77;$$

$$\text{Клетка } П_1 P_3: 3,99 + 4,59 > 8,19; \mathbf{2,98 + 4,59 < 7,61}; 4,80 + 4,59 > 6,81;$$

$$\text{Клетка } П_1 P_4: 3,99 + 3,52 > 7,13; 2,98 + 3,52 > 5,18; 4,80 + 3,52 > 6,09;$$

$$\text{Клетка } П_1 P_5: 3,99 + 6,49 > 7,40; 2,98 + 6,49 > 7,10; 4,80 + 6,49 > 4,90;$$

$$\text{Клетка } П_2 P_1: 5,51 + 4,17 > 3,96; 3,59 + 4,17 > 2,95; 4,80 + 4,17 > 4,77;$$

$$\text{Клетка } П_2 P_2: 5,51 + 0 > 5,48; 3,59 + 0 > 3,56; 4,80 + 0 > 4,77;$$

$$\text{Клетка } П_2 P_3: 5,51 + 3,63 > 8,19; \mathbf{3,59 + 3,63 < 7,61}; 4,80 + 3,63 > 6,81;$$

$$\text{Клетка } П_2 P_4: 5,51 + 2,57 > 7,13; 3,59 + 2,57 > 5,18; 4,80 + 2,57 > 6,09;$$

$$\text{Клетка } П_2 P_5: 5,51 + 4,97 > 7,40; 3,59 + 4,97 > 7,10; 4,80 + 4,97 > 4,90;$$

$$\text{Клетка } П_3 P_1: 7,16 + 3,52 > 3,96; 6,73 + 3,52 > 2,95; 6,12 + 3,52 > 4,77;$$

$$\text{Клетка } П_3 P_2: 7,16 + 2,57 > 5,48; 6,73 + 2,57 > 3,56; 6,12 + 2,57 > 4,77;$$

$$\text{Клетка } П_3 P_3: 7,16 + 2,04 > 8,19; 6,73 + 2,04 > 7,61; 6,12 + 2,04 > 6,81;$$

$$\text{Клетка } П_3 P_4: 7,16 + 0 > 7,13; 6,73 + 0 > 5,18; 6,12 + 0 > 6,09;$$

$$\text{Клетка } П_3 P_5: 7,16 + 3,95 > 7,40; 6,73 + 3,95 > 7,10; 6,12 + 3,95 > 4,90;$$

Клетка $\Pi_4 P_1$: $5,42 + 4,13 > 3,96$; $3,49 + 4,13 > 2,95$; $3,39 + 4,13 > 4,77$;
 Клетка $\Pi_4 P_2$: $5,42 + 2,92 > 5,48$; $3,49 + 2,92 > 3,56$; $3,39 + 2,92 > 4,77$;
 Клетка $\Pi_4 P_3$: $5,42 + 6,90 > 8,19$; $3,49 + 6,90 > 7,61$; $3,39 + 6,90 > 6,81$;
 Клетка $\Pi_4 P_4$: $5,42 + 4,13 > 7,13$; $3,49 + 4,13 > 5,18$; $3,39 + 4,13 > 6,09$;
 Клетка $\Pi_4 P_5$: $5,42 + 5,18 > 7,40$; $3,49 + 5,18 > 7,10$; $3,39 + 5,18 > 4,90$;
 Клетка $\Pi_5 P_1$: $5,36 + 3,64 > 3,96$; $5,61 + 3,64 > 2,95$; $1,76 + 3,64 > 4,77$;
 Клетка $\Pi_5 P_2$: $5,36 + 3,52 > 5,48$; $5,61 + 3,52 > 3,56$; $1,76 + 3,52 > 4,77$;
 Клетка $\Pi_5 P_3$: $5,36 + 6,07 > 8,19$; $5,61 + 6,07 > 7,61$; $1,76 + 6,07 > 6,81$;
 Клетка $\Pi_5 P_4$: $5,36 + 4,74 > 7,13$; $5,61 + 4,74 > 5,18$; $1,76 + 4,74 > 6,09$;
 Клетка $\Pi_5 P_5$: $5,36 + 4,16 > 7,40$; $5,61 + 4,16 > 7,10$; $1,76 + 4,16 > 4,90$;

В соответствии с этими системами неравенств в клетки правой нижней части матрицы $\Pi_1 P_3$, $\Pi_2 P_3$ нужно записать показатели оптимальности соответственно 4,59, 3,63, а в остальные клетки поставить запрет М. Однако для уменьшения числа итераций улучшения исходного плана далее используется матрица (табл. 4) с другими показателями оптимальности в клетках правой нижней части матрицы. При выполнении курсовой работы следует использовать те показатели, которые соответствуют записанным системам неравенств.

3.4. Составление исходного плана и получение оптимального плана

Исходный план составляется способом наименьшего показателя оптимальности. Этим способом заполняются сначала клетки всей правой (верхней и нижней одновременно) части матрицы. Избыток перерабатывающей способности пунктов перевалки заносится в клетки фиктивной диагонали левой нижней части матрицы, а затем способом наименьшего показателя оптимальности заполняются клетки левой верхней части матрицы. Загруженных клеток должно быть 18. Если таких клеток меньше, то необходимо дополнить их до этого числа, поставив в свободные клетки необходимое Число "искусственных нулей". Исходный план, имеющий 18 загруженных клеток, является

сы базисным. Этот план нужно проверить на выполнение условий оптимальности при решении транспортной задачи методом потенциалов. Как правило, исходный план не является оптимальным. Поэтому необходимо выполнить ряд последовательных итераций, чтобы получить оптимальный план.

Таблица 4 – Базисный план

11,68 12,64 14,29 11,56 9,93 12,33 12,94 16,27 14,26 13,07 7,13

	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	Р ₁	Р ₂	Р ₃	Р ₄	Р ₅	Р _φ	a _i q _k	
7,13	R ₁	3,99 a	5,51 a	7,16 ж	5,42 a	5,36 ж	3,96 +1,24 a	5,48 +0,33 a	8,19 +0,95 ж	7,13 220(+) ж	7,40 a	0 30	450
9,38	R ₂	2,98 a	3,59 a	6,73 a	3,49 a	5,61 a	2,95 220 a	3,56 110 a	7,61 a	5,18 a	7,10 a	0	330
8,17	R ₃	4,80 a	4,80 a	6,12 0 a	3,39 0 a	1,76 0 ж	4,77 a	4,77 190 a	6,81 +1,29 ж	6,09 30(-) a	4,90 130 ж	0	350
11,68	П ₁	0 400	M	M	M	M	M	M	4,59 0 ж	M	M	M	400
12,64	П ₂	M	0 200(+)	M	M	M	M	M	3,63 200(-) ж	M	M	M	400
14,29	П ₃	M	M	0 400	M	M	M	M	M	M	M	M	400
11,56	П ₄	M	M	M	0 100	M	M	M	M	M	M	M	100
9,93	П ₅	M	M	M	M	0 300	M	M	M	M	M	M	300
	q _k b _j	400	400	400	100	300	220	300	200	250	130	30	2730

X_{ул}=30 тыс. т в год

3.5 Сравнение затрат на перевозки по исходному и оптимальному плану

Определяется значение целевой функции для исходного и оптимального планов. Сокращение затрат на перевозки по оптимальному плану по сравнению с исходным равно:

$$\Delta C = C_{\text{исх}} - C_{\text{опт}}, \text{ тыс руб/год}$$

Таблица 5 – Результат первой интеграции

11,68 12,64 15,58 12,85 11,22 13,62 14,23 16,27 14,26 13,46 7,13

	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	Р ₁	Р ₂	Р ₃	Р ₄	Р ₅	Р _φ	a _i q _k	
7,13	R ₁	3,99 a	5,51 170(-) a	7,16 +1,29 ж	5,42 +0,30 a	5,36 ж	3,96 +2,53 a	5,48 +1,62 a	8,19 ж	7,13 250 ж	7,40 a	0 30	450
10,67	R ₂	2,98 a	3,59 a	6,73 a	3,49 a	5,61 a	2,95 220(-) a	3,56 110(+) a	7,61 a	5,18 a	7,10 a	0	330
9,46	R ₃	4,80 a	4,80 a	6,12 0 a	3,39 0 a	1,76 0 ж	4,77 a	4,77 190(-) a	6,81 30(+) ж	6,09 a	4,90 130 ж	0	350
11,68	П ₁	0 400	M	M	M	M	M	M	4,59 0 ж	M	M	M	400
12,64	П ₂	M	0 230(+)	M	M	M	M	M	3,63 170(-) ж	M	M	M	400
15,58	П ₃	M	M	0 400	M	M	M	M	M	M	M	M	400
12,85	П ₄	M	M	M	0 100	M	M	M	M	M	M	M	100
11,22	П ₅	M	M	M	M	0 300	M	M	M	M	M	M	300
	q _k b _j	400	400	400	100	300	220	300	200	250	130	30	2730

X_{ул} = 170 тыс. т в год

Таблица 6 – Результат второй интеграции

9,15 10,11 13,05 10,32 8,69 11,09 11,70 13,74 14,26 11,83 7,13

	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	Р ₁	Р ₂	Р ₃	Р ₄	Р ₅	Р _φ	a _i q _k	
7,13	R ₁	3,99 а	5,51 а	7,16 ж	5,42 а	5,36 ж	3,96 170(+) а	5,48 а	8,19 ж	7,13 250(-) ж	7,40 а	0 30	450
8,14	R ₂	2,98 а	3,59 а	6,73 а	3,49 а	5,61 а	2,95 50(-) а	3,56 280(+) а	7,61 а	5,18 +0,94 а	7,10 а	0	330
6,93	R ₃	4,80 а	4,80 а	6,12 0 а	3,39 0 а	1,76 0 ж	4,77 а	4,77 20(-) а	6,81 200 ж	6,09 +1,24 а	4,90 130 ж	0 +0,20	350
9,15	П ₁	0 400	М	М	М	М	М	М	4,59 0 ж	М	М	М	400
10,11	П ₂	М	0 400	М	М	М	М	М	3,63 0 ж	М	М	М	400
13,05	П ₃	М	М	0 400	М	М	М	М	М	М	М	М	400
10,32	П ₄	М	М	М	0 100	М	М	М	М	М	М	М	100
8,69	П ₅	М	М	М	М	0 300	М	М	М	М	М	М	300
	q _k b _j	400	400	400	100	300	220	300	200	250	130	30	2730

X_{ул} = 20 ТЫС. Т В ГОД

Таблица 7 – Результат третьей интеграции

10,39 11,35 14,29 11,56 9,93 11,09 11,70 14,98 14,26 13,07 7,13

	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	Р ₁	Р ₂	Р ₃	Р ₄	Р ₅	Р _ф	a _i q _k	
7,13	R ₁	3,99 а	5,51 а	7,16 ж	5,42 а	5,36 ж	3,96 190 (+) а	5,48 а	8,19 ж	7,13 230(-) ж	7,40 а	0 30	450
8,14	R ₂	2,98 а	3,59 а	6,73 а	3,49 а	5,61 а	2,95 30(-) а	3,56 300 а	7,61 а	5,18 +0,94 а	7,10 а	0	330
8,17	R ₃	4,80 а	4,80 а	6,12 0 а	3,39 0 а	1,76 0 ж	4,77 а	4,77 а	6,81 200 ж	6,09 20 а	4,90 130 ж	0	350
10,39	П ₁	0 400	М	М	М	М	М	М	4,59 0 ж	М	М	М	400
11,35	П ₂	М	0 400	М	М	М	М	М	3,63 0 ж	М	М	М	400
14,29	П ₃	М	М	0 400	М	М	М	М	М	М	М	М	400
11,56	П ₄	М	М	М	0 100	М	М	М	М	М	М	М	100
9,93	П ₅	М	М	М	М	0 300	М	М	М	М	М	М	300
	q _k b _j	400	400	400	100	300	220	300	200	250	130	30	2730

X_{ул} = 30 ТЫС. Т В ГОД

Таблица 8 – Оптимальный план

10,39 12,64 14,29 11,56 9,93 11,09 12,64 14,98 14,26 13,07 7,13

	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	Р ₁	Р ₂	Р ₃	Р ₄	Р ₅	Р _ф	a _i q _k	
7,13	R ₁	3,99 а	5,51 а	7,16 ж	5,42 а	5,36 ж	3,96 220 а	5,48 а	8,19 ж	7,13 200 ж	7,40 а	0 30	450
9,08	R ₂	2,98 а	3,59 а	6,73 а	3,49 а	5,61 а	2,95 а	3,56 300 а	7,61 а	5,18 а	7,10 а	0	330
8,17	R ₃	4,80 а	4,80 а	6,12 0 а	3,39 0 а	1,76 0 ж	4,77 а	4,77 а	6,81 200 ж	6,09 20 а	4,90 130 ж	0	350
10,39	П ₁	0 400	М	М	М	М	М	М	4,59 0 ж	М	М	М	400
11,35	П ₂	М	0 400	М	М	М	М	М	3,63 0 ж	М	М	М	400
14,29	П ₃	М	М	0 400	М	М	М	М	М	М	М	М	400
11,56	П ₄	М	М	М	0 100	М	М	М	М	М	М	М	100
9,93	П ₅	М	М	М	М	0 300	М	М	М	М	М	М	300
	q _k b _j	400	400	400	100	300	220	300	200	250	130	30	2730

$$\Delta C = (5,51 \times 200 + 7,13 \times 220 + 2,95 \times 220 + 3,56 \times 110 + 4,77 \times 190 + 6,09 \times 30 + 4,9 \times 130 + 3,63 \times 200) - (3,96 \times 220 + 7,13 \times 200 + 3,56 \times 300 + 5,18 \times 30 + 6,81 \times 200 + 6,09 \times 20 + 4,9 \times 130) = 521,8 \text{ тыс. т в год.}$$

Согласно полученному оптимальному плану вычерчивается диаграмма грузопотоков.

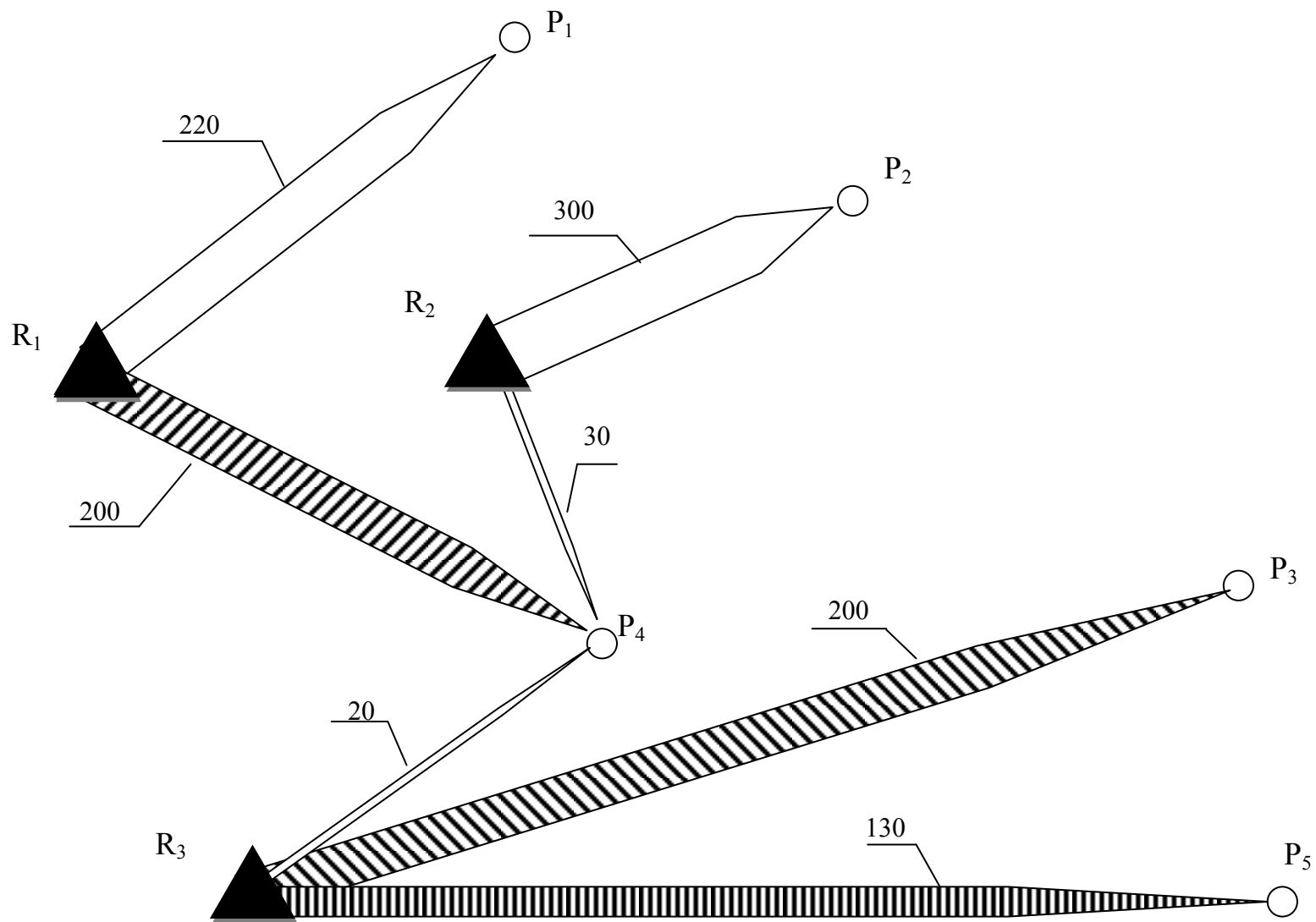




Рисунок 2 – Диаграмма оптимальных грузопотоков

-  - автомобильные перевозки
-  - железнодорожные перевозки

Заключение

По проведённым расчётам получилось, что для заданного объёма перевозок груза, самыми оптимальными по стоимости перевозки, являются прямые направления без перевалки груза.

Оптимальные маршруты перевозки грузов:

Маршрут $R_1 P_1$, груз перевозится на автомобильном транспорте, объём перевозок составляет 220 тыс. т в год;

Маршрут $R_1 P_4$, груз перевозится на железнодорожном транспорте, объём перевозок составляет 200 тыс. т в год;

Маршрут $R_2 P_2$, груз перевозится на автомобильном транспорте, объём перевозок составляет 300 тыс. т в год;

Маршрут $R_2 P_4$, груз перевозится на автомобильном транспорте, объём перевозок составляет 30 тыс. т в год;

Маршрут $R_3 P_3$, груз перевозится на железнодорожном транспорте, объём перевозок составляет 200 тыс. т в год;

Маршрут $R_3 P_4$, груз перевозится на автомобильном транспорте, объём перевозок составляет 20 тыс. т в год;

Маршрут $R_3 P_5$, груз перевозится на железнодорожном транспорте, объём перевозок составляет 130 тыс. т в год;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оптимальное распределение перевозок в узле между тремя видами транспорта: методическое пособие. - Новокузнецк: СибГИУ, 1996. – 27 стр.
2. Правдин Н.В., Негрей В.Я., Подкопаев В.А. Взаимодействие различных видов транспорта : примеры и расчеты /Под ред. Н.В. Правдива. -М.: Транспорт, 1989. - 208 стр.
3. Тихончук Ю.Н, Елисеева Т.В., Каяшев А.В. Рациональное, распределение, грузовых перевозок между железнодорожным и автомобильным транспорт. - М.: Транспорт, 1972. -136 стр.
4. Сопоставимые издержки разных видов транспорта при перевозке грузов /Под ред. В.И. Дмитриева , КМ. Шишке. - М.: Транспорт, 1972.-488 стр.
5. Белов И.В., Каплан А.В. Математические методы в планировании на железнодорожном транспорте. -М.: Транспорт, 1972.-248 стр.
6. Сайт / Режим доступа: www.vevivi.ru/best/Vzaimodeistvie-vidov-transporta-ref72170.html