

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Трубилин Е.И., Винецкий Е.И. Тлишев А.И.**

**РАСЧЕТ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ  
(Часть II)**

Учебное пособие к практическим занятиям по дисциплине  
Б1.В.ДВ.11.1 «Перевозка грузов сельскохозяйственного назначения»  
Направление подготовки  
23.05.01 - «Наземные транспортно-технологические средства»

Краснодар 2015

Расчет автотранспортных процессов и систем (часть II) - Учебное пособие к практическим занятиям по дисциплине «Перевозка грузов сельскохозяйственного назначения» – КГАУ. – Краснодар, 2015. – 37 с.

Учебное пособие содержит методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Перевозка грузов сельскохозяйственного назначения», включает рассмотрение на основе теоретических аспектов практических вопросов по основным направлениям деятельности инженеров АТП, связанной с автотранспортными процессами. Методические рекомендации предусматривают проведение практических занятий, связанных с определением основных технико-эксплуатационных показателей автотранспортных процессов, управлением ими и планированием проведения автомобильных перевозок грузов.

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены методической комиссией факультета механизации, протокол № 6 от 12 февраля 2013г.

Рецензенты:

кафедра тракторов, автомобилей и технической механики Кубанского ГАУ – заведующий кафедрой, доктор технических наук, профессор Курасов В.С.;

кафедра механизации животноводства и БЖД Кубанского ГАУ – заведующий кафедрой, доктор технических наук, профессор Фролов В.Ю.

© Кубанский государственный аграрный университет, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА .....	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 .....	8
<i>«Объём перевозок грузов, грузооборот и грузопотоки автотранспортного процесса»</i> .....	8
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2 .....	14
<i>«Производительность автотранспортного процесса»</i> .....	14
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3 .....	23
<i>«Себестоимость автотранспортного процесса»</i> .....	23
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4 .....	31
<i>«Транспортно-эксплуатационные показатели автотранспортных систем»</i> ..	31

## ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА

В настоящее время для оценки работы транспорта используется ряд показателей.

**Объем перевозок ( $Q$ )** – это количество перевезённых пассажиров и масса перевезённых грузов, чел. или т.

**Грузооборот и пассажирооборот транспорта ( $P$ )** – транспортная работа, измеряемая в тонно-километрах при перевозке грузов и пассажиро-километрах при перевозке пассажиров.

Грузооборот зависит как от объема перевозок, так и от расстояния, на которое перевозятся грузы.

**Эксплуатационная скорость ( $V_{\text{экспл.}}$ )** – средняя скорость движения подвижного состава от места отправления до места назначения, учитывающая все простои и остановки, связанные с движением, погрузкой и разгрузкой и другими транспортными операциями.

Эксплуатационная скорость зависит от многих факторов и, прежде всего, от конструктивной скорости подвижного состава, совершенства организации транспортного процесса и расстояния перевозок.

**Техническая скорость ( $V_{\text{техн.}}$ )** – средняя скорость подвижного состава за время движения с учётом остановок связанных с движением.

**Себестоимость перевозок** – является обобщающим показателем, который зависит от многих факторов и может колебаться для одного вида транспорта в значительных пределах в зависимости от расстояния перевозки, вида груза и эксплуатационных условий.

**Объем перевозок и грузооборот автотранспортного процесса** – это основные показатели работы автотранспорта.

**Грузопотоки определяют** массу груза в тоннах, перевозимого в прямом и обратном направлениях в единицу времени. Прямым направлением грузопотока условно называется направление, имеющее большую величину.

Общая масса груза (общий объём) в тоннах перевозимого в единицу вре-

мени определяется по формуле 1.

$$Q = \Sigma Q_{np} + \Sigma Q_{обр} \quad (1)$$

где  $Q$  – общая масса груза (общий объём) в тоннах перевозимого в единицу времени в прямом и обратном направлениях;

$\Sigma Q_{np}, \Sigma Q_{обр}$  – масса груза в тоннах, перевозимого в единицу времени соответственно в прямом и обратном направлениях.

Грузооборот (пассажиरोоборот) определяется по формуле 2.

$$P = Q \cdot l_{cp} \quad (2)$$

где  $P$  – грузооборот, т·км;

$l_{cp}$  – среднее расстояние перевозки груза, км.

Суммируя грузопотоки и пассажиропотоки определяют потребное количество за сутки транспортных средств и затем категорию дорог (таблица 1), имеющих соответствующую интенсивность движения автомобилей, авт./сутки.

Таблица 1 Категории дорог

Показатели	Категория дорог				
	I	II	III	IV	V
Интенсивность, авт./сутки	7000	3000-7000	1000-3000	200-1000	200
Скорость, км/ч	120	100	80	60	40
Ширина проезжей части, м	15 и более	7,5	7,5	6,0	4,5

Объем перевозок, грузооборот и грузопотоки характеризуются величиной, структурой, временем их освоения и коэффициентами неравномерности и повторности.

Коэффициент неравномерности объёма перевозок определяется по формуле 1.3.

$$\eta_n = \frac{Q_{max}}{Q_{cp}}, \quad (3)$$

где  $\eta'_n$ , - коэффициент неравномерности объёма перевозок;

$Q_{\max}$  и  $Q_{cp}$  – соответственно максимальное и среднее значения объёма перевозок, т.

Коэффициент неравномерности грузооборота определяется по формуле 4.

$$\eta''_n = \frac{P_{\max}}{P_{cp}}, \quad (4)$$

где  $\eta''_n$ .- коэффициент неравномерности грузооборота;

$P_{\max}$  и  $P_{cp}$  – соответственно максимальное и среднее значения грузооборота, т·км.

Коэффициенты неравномерности определяются для прямого и обратного направления и общие.

Неравномерность объёма перевозок и особенно грузооборота затрудняет ритмичность работы транспортных средств, поэтому необходимо с одной стороны, уменьшать неравномерность путем достаточного и своевременного заезда груза в пункты отправления, смещения по времени сроков перевозки и т.п., а с другой стороны, необходимо приспособлять режим работы транспортных средств к колебаниям объёмов ( $Q$ ) и грузооборота ( $P$ ), за счёт изменения времени работы на линии, организации ТО и ТР в период уменьшения  $Q$  и  $P$ , переноса отгулов и отпусков и т.д.

Многие грузы не всегда следуют от мест производства непосредственно к месту потребления, что приводит к повторности перевозок.

Коэффициент повторности перевозок определяется по формуле 5.

$$\eta_{пов} = \frac{P_{\phi}}{P_{потр}}, \quad (5)$$

где  $\eta_{пов}$  - коэффициент повторности перевозок;

$P_f$  и  $P_{потр}$  – соответственно фактически выполненный и потребный (запланированный) грузооборот, т·км.

Повторность перевозок зависит от целевого назначения груза (зерно кормовое, семенное и т.д.), системы снабжения (централизованное, децентрализованное, смешанное и т.д.), размещения баз и складов и системы планирования перевозок.

Повторность перевозки сельскохозяйственных грузов зависит от технологии производства (сушка, сортировка зерна и т.д.), размещения хранилищ и складов, планирования перевозок.

В таблице 1 приведены коэффициенты повторности перевозок некоторых грузов.

Таблица 1 Коэффициенты повторности перевозок некоторых грузов

Груз	Коэффициент повторности	Груз	Коэффициент повторности
Лен и конопля	3,8	ГСМ	1,5
Зерно и зернобобовые (включая кукурузу на зерно)	2,5	Торф	1,4
Картофель	2,1	Пиломатериалы	1,2
Подсолнечник	2,1	Кирпич, глина, песок, железобетон	1,0
Минеральные удобрения	1,8		

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

### «Объём перевозок грузов, грузооборот и грузопотоки автотранспортного процесса»

#### Типовая задача

Рассчитать  $Q$ ,  $P$ ,  $l_{cp}$ ,  $\eta_n'$ ,  $\eta_n''$  и построить эпюры грузопотоков и объёмов перевозок для перевозки грузов между отделениями колхоза А, Б и В, а также определить интенсивность движения автомобилей и категории дорог между отделениями, если расстояние между ними  $l_{AB} = 10$  км,  $l_{BB} = 15$  км, а объёмы перевозок приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Матрица объёмов перевозок

Пункты получения	Пункты отправления			
	А	Б	В	Всего, т
А	-	300	300	600
Б	200	-	150	350
В	500	100	-	600
Всего, т	700	400	450	1550

#### Решение

Объём перевозок в прямом направлении:

$$\Sigma Q_{np} = Q_{AB} + Q_{AB} + Q_{BB}, \quad (1.1)$$

где  $Q_{AB}$  – объём перевозок от пункта А в пункт Б,  $Q_{AB} = 200$  т;

$Q_{AB}$  - объём перевозок от пункта А в пункт В,  $Q_{AB} = 500$  т;

$Q_{BB}$  - объём перевозок от пункта Б в пункт В,  $Q_{BB} = 100$  т.

$$\Sigma Q_{np} = 200 + 500 + 100 = 800 \text{ т.}$$

Объём перевозок в обратном направлении:

$$\Sigma Q_{obr} = Q_{BA} + Q_{BA} + Q_{BB}, \quad (1.2)$$

где  $Q_{BA}$  – объём перевозок от пункта Б в пункт А,  $Q_{BA} = 300$  т;

$Q_{BA}$  - объём перевозок от пункта В в пункт А,  $Q_{BA} = 300$  т;



$Q_{BB}$  - объём перевозок от пункта В в пункт Б,  $Q_{BB} = 150$  т.

$$\Sigma Q_{обр} = 300 + 300 + 150 = 750 \text{ т.}$$

Общий объём перевозок:

$$Q = \Sigma Q_{пр} + \Sigma Q_{обр}, \quad (1.3)$$

$$Q = 800 + 750 = 1550 \text{ т.}$$

Грузооборот:

Грузооборот в прямом направлении:

$$\Sigma P_{пр} = Q_{AB} \cdot l_{AB} + Q_{BA} \cdot l_{BA} + Q_{BB} \cdot l_{BB}, \quad (1.4)$$

$$\Sigma P_{пр} = 200 \cdot 10 + 500 \cdot 25 + 100 \cdot 15 = 16000 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

Грузооборот в обратном направлении:

$$\Sigma P_{обр} = Q_{BA} \cdot l_{BA} + Q_{AB} \cdot l_{AB} + Q_{BB} \cdot l_{BB}, \quad (1.5)$$

$$\Sigma P_{обр} = 300 \cdot 10 + 300 \cdot 25 + 150 \cdot 15 = 12750 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

Общий грузооборот:

$$\Sigma P = \Sigma P_{пр} + \Sigma P_{обр}, \quad (1.6)$$

$$\Sigma P = 16000 + 12750 = 28750 \text{ т} \cdot \text{км.}$$

Среднее расстояние перевозки одной тонны груза

$$l_{cp} = \frac{\Sigma P}{Q} = \frac{28750}{1550} = 18,5 \text{ км.}$$

Эпюра грузопотоков (рисунок 1.1) между отделениями колхоза А, Б и В строятся в координатах  $Q$ , т –  $l$ , км.

Коэффициент неравномерности объёма перевозок на участке АВ (в прямом направлении):

$$\eta'_{наВ} = \frac{Q_{пр\max}}{Q_{пр\text{cp}}},$$

$$Q_{пр\max} = Q_{пр\text{ АБ}} + Q_{пр\text{ АВ}} = 200 + 500 = 700 \text{ т.}$$

$$Q_{пр\text{cp}} = [(Q_{пр\text{ АБ}} + Q_{пр\text{ АВ}}) + (Q_{пр\text{ АВ}} + Q_{пр\text{ ВВ}})]/2 = (700 + 600)/2 = 650 \text{ т.}$$

$$\eta_{\text{н.АВ}} = \frac{700}{650} = 1,076.$$

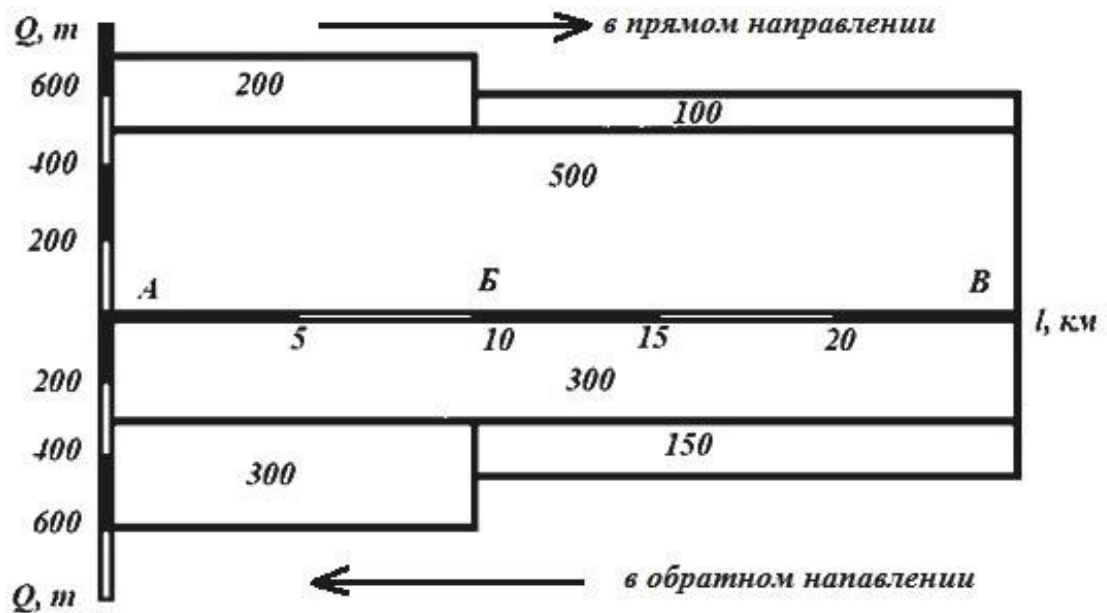


Рисунок 1.1. Эпюра грузопотоков

На участке ВА (в обратном направлении):

$$\eta_{\text{н.ВА}} = \frac{Q_{\text{обрmax}}}{Q_{\text{обрср}}},$$

$$Q_{\text{обрmax}} = Q_{\text{обрБА}} + Q_{\text{обрВА}} = 300 + 300 = 600 \text{ т.}$$

$$Q_{\text{обрср}} = [(Q_{\text{обрВА}} + Q_{\text{обрВБ}}) + (Q_{\text{обрВА}} + Q_{\text{обрБА}})]/2 = (450 + 600)/2 = 525 \text{ т.}$$

$$\eta_{\text{н.ВА}} = \frac{600}{525} = 1,142.$$

Общий

$$\eta_{\text{н.АВ}} = \frac{Q_{\text{прmax}} + Q_{\text{обрmax}}}{Q_{\text{прср}} + Q_{\text{обрср}}} = \frac{700 + 600}{650 + 525} = \frac{1300}{1175} = 1,106.$$

Коэффициент неравномерности объема перевозок на участке АБ:

Общий:

$$\eta_{\text{н.АБ}} = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{ср}}} = \frac{200 + 500}{(700 + 600)/2} = \frac{700}{650} = 1,076.$$

Коэффициент неравномерности объема перевозок на участке БВ:

Общий:

$$\eta'_{\text{БВ}} = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{cp}}} = \frac{300 + 300}{(450 + 600)/2} = \frac{600}{525} = 1,142.$$

Площадь эпюры грузопотоков между отделениями А, Б и В представляет собой грузооборот (рисунок 1.2).

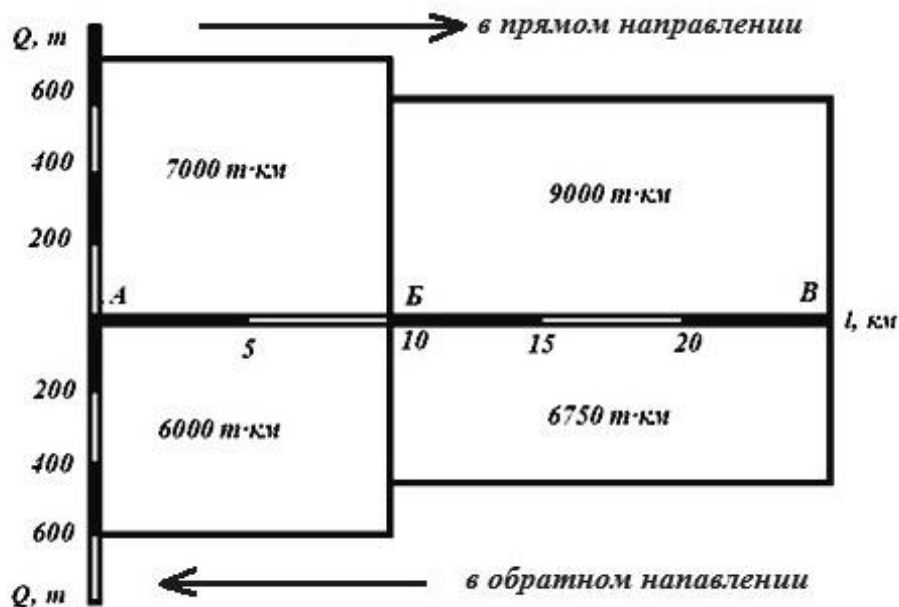


Рисунок 1.2. Эпюра грузопотоков

Коэффициент неравномерности грузооборота на участке АВ (в прямом направлении):

$$\eta''_{\text{АВ}} = \frac{P_{\text{прmax}}}{P_{\text{прcp}}} = \frac{(500 + 100) \cdot 15}{[(200 + 500) \cdot 10 + (500 + 100) \cdot 15]/2} = \frac{9000}{8000} = 1,125.$$

На участке ВА (в обратном направлении):

$$\eta''_{\text{ВА}} = \frac{P_{\text{обрmax}}}{P_{\text{обрcp}}} = \frac{(300 + 150) \cdot 15}{(6000 + 6750)/2} = \frac{6750}{6375} = 1,059.$$

Общий

$$\eta''_{\text{АВ}} = \frac{P_{\text{прmax}} + P_{\text{обрmax}}}{P_{\text{прcp}} + P_{\text{обрcp}}} = \frac{15750}{14375} = 1,095.$$

По эпюре грузопотоков определяется суммарный грузооборот в обоих направлениях для каждого участка дороги.

$$\sum Q_{\max_{AB}} = Q_{\text{пр}_{\max_{AB}}} + Q_{\text{обр}_{\max_{AB}}},$$

$$\sum Q_{\max_{AB}} = 700 + 600 = 1300 \text{ т.}$$

$$\sum Q_{\max_{BB}} = Q_{\text{пр}_{\max_{BB}}} + Q_{\text{обр}_{\max_{BB}}},$$

$$\sum Q_{\max_{BB}} = 600 + 450 = 1050 \text{ т.}$$

Задавшись средней грузоподъемностью автомобиля 5 т (в 1986 году средняя грузоподъемность в сельскохозяйственном производстве была 4,4 т) определяем суточную интенсивность движения автомобилей.

$$I_{\text{авт}} = \frac{Q_{\max}}{G_{\text{авт}} \cdot \text{ср.}}, \text{ авт./сутки}$$

где  $I_{\text{авт}}$  – интенсивность движения автомобилей, авт./сутки;

$G_{\text{авт}} \text{ ср}$  – средняя грузоподъемность автомобиля, т.

$$I_{\text{авт}_{AB}} = \frac{1300}{5} = 260, \text{ авт./сутки,}$$

$$I_{\text{авт}_{BB}} = \frac{1050}{5} = 210, \text{ авт./сутки.}$$

Из таблицы 1.1 получаем, что для обеспечения перевозок на участках АБ и БВ должны быть дороги IV категории.

### ***Задание***

1. Заполнить таблицу (матрицу).
2. Рассчитать  $Q, P, l_{\text{ср}}, \eta'_n, \eta''_n$ .
3. Построить эпюры грузопотоков.
4. Определить интенсивность движения автомобилей на участках дороги между хозяйствами (пунктами) А, Б, В и Г, расположенными на одном пути и определить категории дорог для каждого участка дороги.
5. Составить схему перевозки в колхозе (совхозе) основных и вспомогательных грузов сельскохозяйственного производства: зерно, картофель, молоко, скот, торф, кирпич, нефтепродукты и рассчитать коэффициенты повторности перевозок. Исходные данные по конкретному хозяйству.

### *Исходные данные*

Расстояние между пунктами  $l_{AB} = 10$  км;  $l_{BB} = 15$  км и  $l_{BG} = 10$  км, а объем перевозок из пунктов отправления в пункты назначения по вариантам приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 Исходные данные к расчётам по вариантам

Показатели	Первая цифра варианта									
	0			1				2		
$Q_{AG}, T$	500			1000				1500		
Показатели	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_{AB}, T$	150	200	200	500	300	1000	100	300	1000	1100
$Q_{AB}, T$	450	500	300	800	300	1500	300	500	1000	1200
$Q_{BA}, T$	700	800	600	1100	100	1000	200	200	800	900
$Q_{BB}, T$	500	600	500	900	200	500	300	300	1000	800
$Q_{BG}, T$	1500	1600	1000	1900	400	1000	300	300	1500	1300
$Q_{BA}, T$	200	300	200	600	200	500	200	500	1000	1200
$Q_{BB}, T$	600	700	700	1000	200	500	100	200	1500	1300
$Q_{BG}, T$	150	100	200	400	500	1000	300	200	1000	1200
$Q_{GA}, T$	200	300	200	600	100	500	100	300	1000	900
$Q_{GB}, T$	400	500	300	800	200	1000	200	400	1500	1400
$Q_{GB}, T$	300	400	300	700	100	1000	300	300	2000	2200

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

### «Производительность автотранспортного процесса»

Производительность цикла (ездки) автотранспортного процесса – это масса перевезенного груза в тоннах или выполненная работа в тонно-километрах за единицу времени.

В автотранспортном процессе рассматриваются техническая и эксплуатационная часовая производительности

Техническая производительность за езду (тонн/час):

$$W_Q^T = \frac{Q}{t'_{qe}} = \frac{q \cdot \gamma_c}{\frac{l'_{ez}}{\beta_e \cdot V_T}}; \quad (2.1)$$

где  $q$  – номинальная грузоподъемность автомобиля, т;

$\gamma_c$  - коэффициент статического использования грузоподъемности;

$l'_{ez}$ , - длины груженой ездки, км;

$\beta_e$  - коэффициента использования пробега за езду;

$V_T$  - средняя техническая скорость на маршруте, км/час.

Эксплуатационная производительность за езду:

- в тоннах/час

$$W_Q = \frac{Q}{t'_{qe} + t'_{np}} = \frac{q \cdot \gamma_c}{\frac{l'_{ez}}{\beta_e \cdot V_T} + t'_{np}} \quad (2.2)$$

где  $t'_{np}$  - время на погрузочно-разгрузочные работы, час.

Таким образом, техническая производительность позволяет определить количество перевезенного груза (в тоннах/час) и выполненную работу (в тонно-километрах/час) с учетом времени затраченного только на движение с грузом и без него и остановок, связанных с движением, а эксплуатационная производительность – с учетом всего времени цикла транспортного процесса.

Рассчитаем эксплуатационную производительность за езду для следующих показателей:  $q = 2$  т;  $\gamma_c = 0,35$ ;  $\beta_e = 0,4$ ;  $V_T = 15$  км/ч;  $t'_{np} = 0,15$  ч;  $l'_{er} = 5$  км.

$$W_Q = \frac{q \cdot \gamma_c}{\frac{l'_{er}}{\beta_e \cdot V_T} + t'_{np}} = \frac{2 \times 0,35}{\frac{5}{0,4 \times 15} + 0,15} = \frac{0,7}{0,8 + 0,15} = \frac{0,7}{0,98} = 0,71 \text{ т/час};$$

$W_Q$  (2.1) и  $W_P$  (2.2) зависят от факторов  $q$ ,  $\gamma_c$ ,  $\beta_e$ ,  $V_T$ ,  $t'_{np}$  и  $l'_{er}$ , определяющих транспортный процесс.

Для количественной оценки производительности автотранспортного процесса при изменении факторов, определяющих автотранспортный процесс, строятся характеристические графики:

$$W_Q = f(q, \gamma_c, \beta_e, V_T, t'_{np} \text{ и } l'_{er})$$

Эти графики дают возможность определить производительность в т/ч и т-км/ч при изменении показателей и выбрать наиболее целесообразный режим работы транспортного средства.

Для анализа влияния этих факторов на  $W_Q$  и  $W_P$  принимаем в правой части выражений (2.3) и (2.4) последовательно один фактор за переменную величину при прочих постоянных (однофакторный эксперимент).

### **2.1 Влияние номинальной грузоподъемности автомобиля $q$**

Уравнение (2.2) преобразуется

$$W_Q = f(q) \rightarrow W_Q = C_1 \cdot q, \quad (2.3)$$

$$\text{где } C_1 = \frac{\gamma_c}{\frac{l'_{er}}{\beta_e \cdot V_T} + t'_{np}} = \frac{0,35}{\frac{5}{0,4 \times 15} + 0,15} = 0,355.$$

Строим характеристический график  $W_Q = 0,355 \times q$  в диапазоне  $q = 0 - 16$  т.

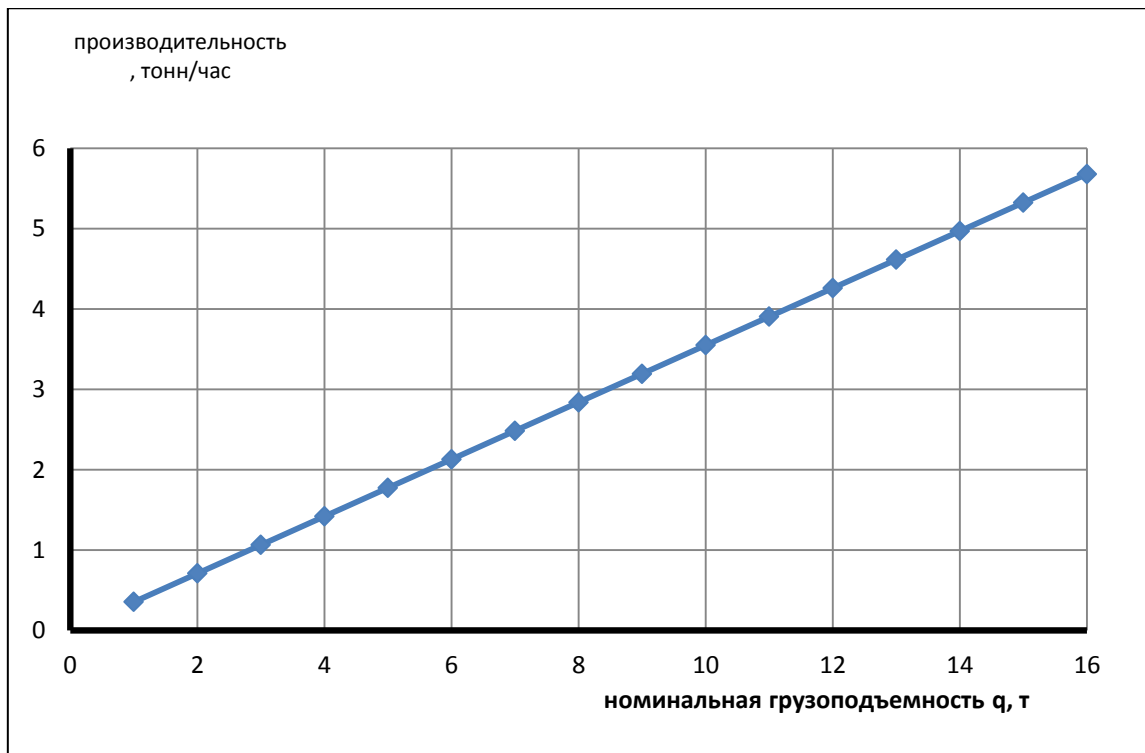


Рисунок 2.1- Влияние номинальной грузоподъемности автомобиля  $q$  на эксплуатационную производительность  $W_Q$

## 2.2 Влияние коэффициента статического использования грузоподъемности $\gamma_c$

Уравнение (2.2) преобразуется

$$W_Q = f(\gamma_c) \rightarrow W_Q = C_3 \cdot \gamma_c, \quad (2.4)$$

$$\text{где } C_3 = \frac{q}{\frac{l_{e\sigma}}{\beta_e \cdot V_T} + t'_{np}} = \frac{2}{\frac{5}{0,4 \times 15} + 0,15} = 2,03$$

$\gamma_c$  - коэффициент статического использования грузоподъемности.

Строим характеристический график  $W_Q = 2,03 \times \gamma_c$  в диапазоне  $\gamma_c = 0-1,0$ .



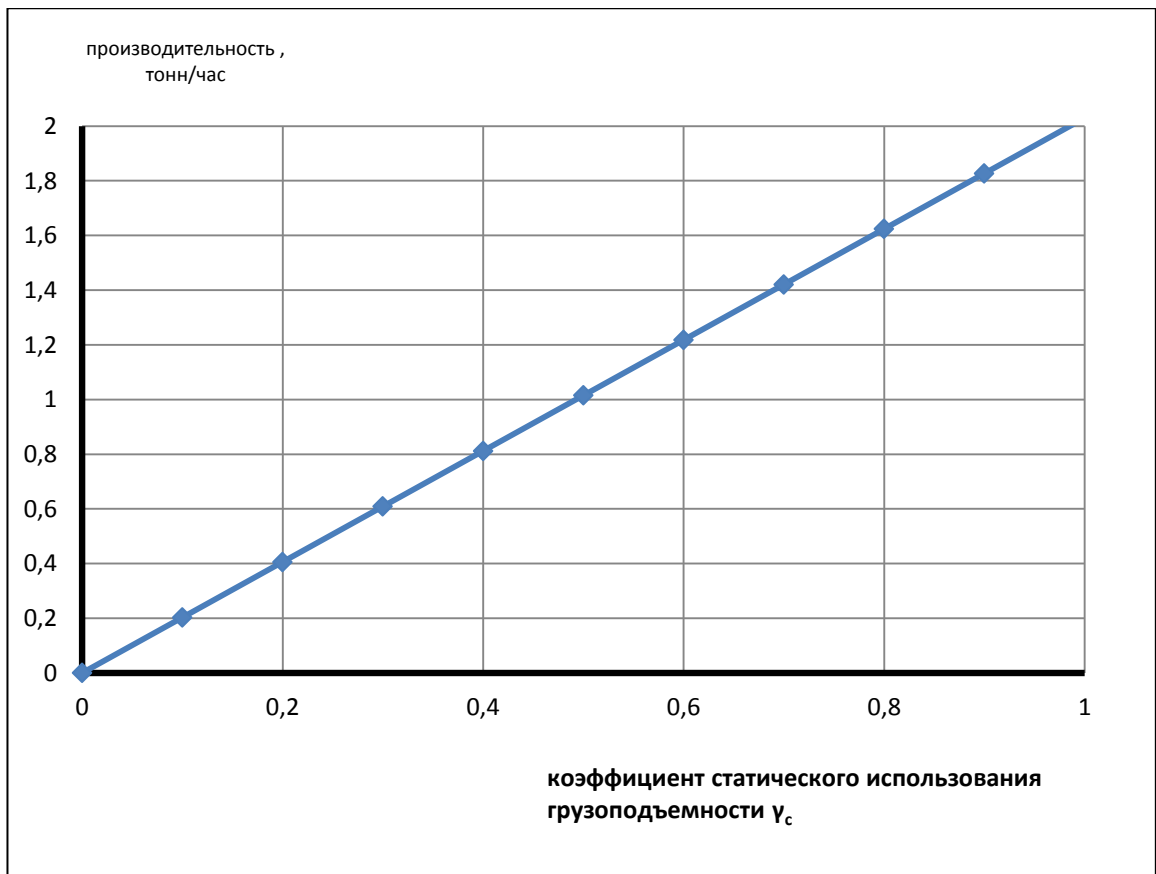


Рисунок 2.2 - Влияние коэффициента статического использования грузоподъемности  $\gamma_c$  на эксплуатационную производительность  $W_Q$

### 2.3 Влияние коэффициента использования пробега за езду $\beta_e$

Уравнение (2.2) преобразуется

$$W_Q = f(\beta_e) \rightarrow W_Q \beta_e - a_1 \beta_e + b_1 W_Q = 0, \quad (2.5)$$

$$\text{где } a_1 = \frac{q \cdot \gamma_c}{t'_{np}} = \frac{2 \times 0,35}{0,15} = 4,7 \text{ и } b_1 = \frac{l'_{ez}}{V_T \cdot t'_{np}} = \frac{5}{15 \times 0,15} = 2,2.$$

Строим характеристический график  $W_Q \beta_e - 4,7 \beta_e + 2,2 W_Q = 0$  после преобразования в диапазоне  $\beta_e = 0 - 1,0$ :

$$W_Q (\beta_e + 2,2) = 4,7 \beta_e$$

$$W_Q = \frac{4,7 \beta_e}{(\beta_e + 2,2)}$$

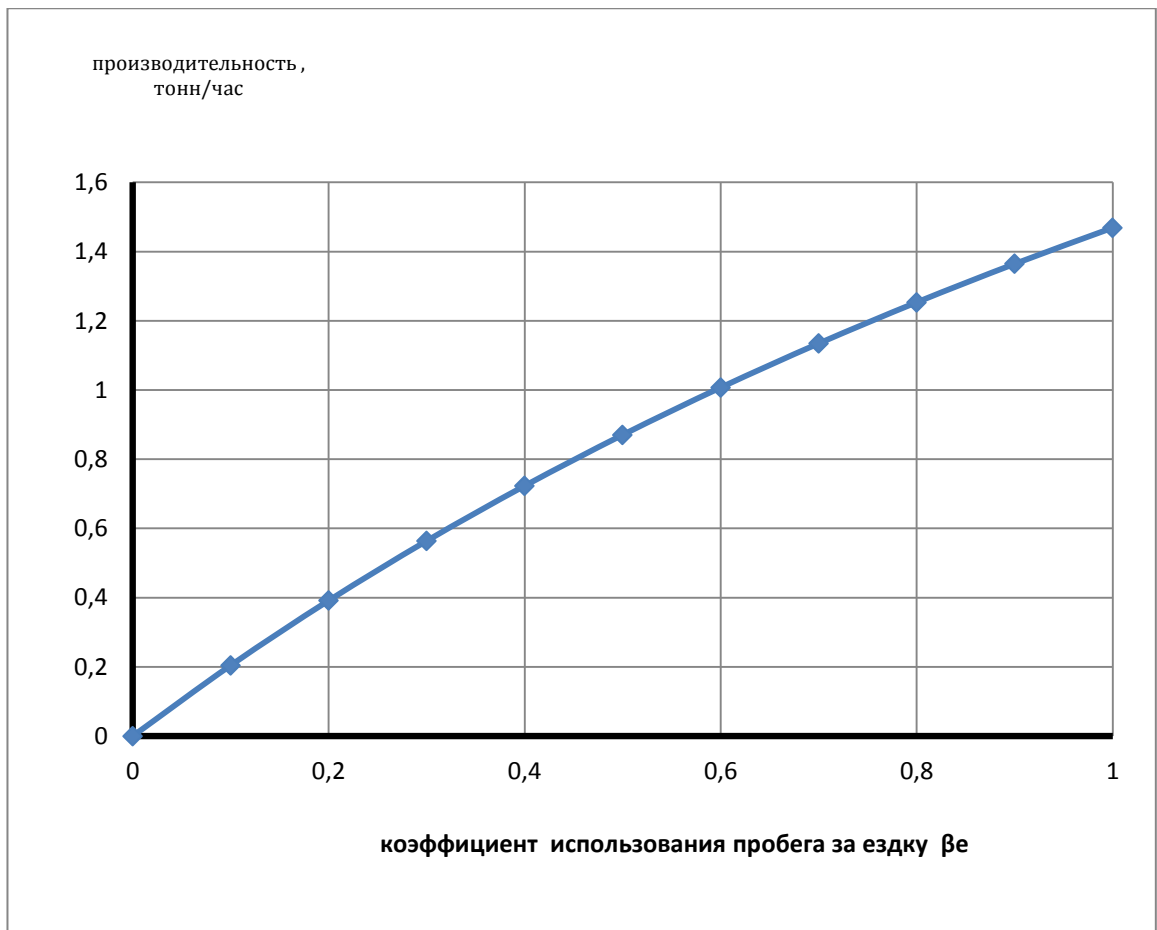


Рисунок 2.3 - Влияние коэффициента использования пробега за езду  $\beta_e$  на эксплуатационную производительность  $W_Q$

#### 2.4 Влияние средней технической скорости на маршруте $V_T$

Уравнения (2.2) преобразуется

$$W_Q = f(V_T) \rightarrow W_Q V_T - a_2 V_T + b_2 W_Q = 0, \quad (2.6)$$

где  $a_2 = \frac{q \cdot \gamma_c}{t_{np}} = \frac{2 \times 0,35}{0,15} = 4,7$  и  $b_2 = \frac{l'_{ez}}{\beta_e \cdot t_{np}} = \frac{5}{15 \times 0,15} = 2,2$

Строим характеристический график  $W_Q V_T - a_2 V_T + b_2 W_Q = 0$  после преобразования в диапазоне  $V_T = 0 - 60$  км/ч:

$$W_Q = \frac{4,7 V_T}{(V_T + 2,2)}$$

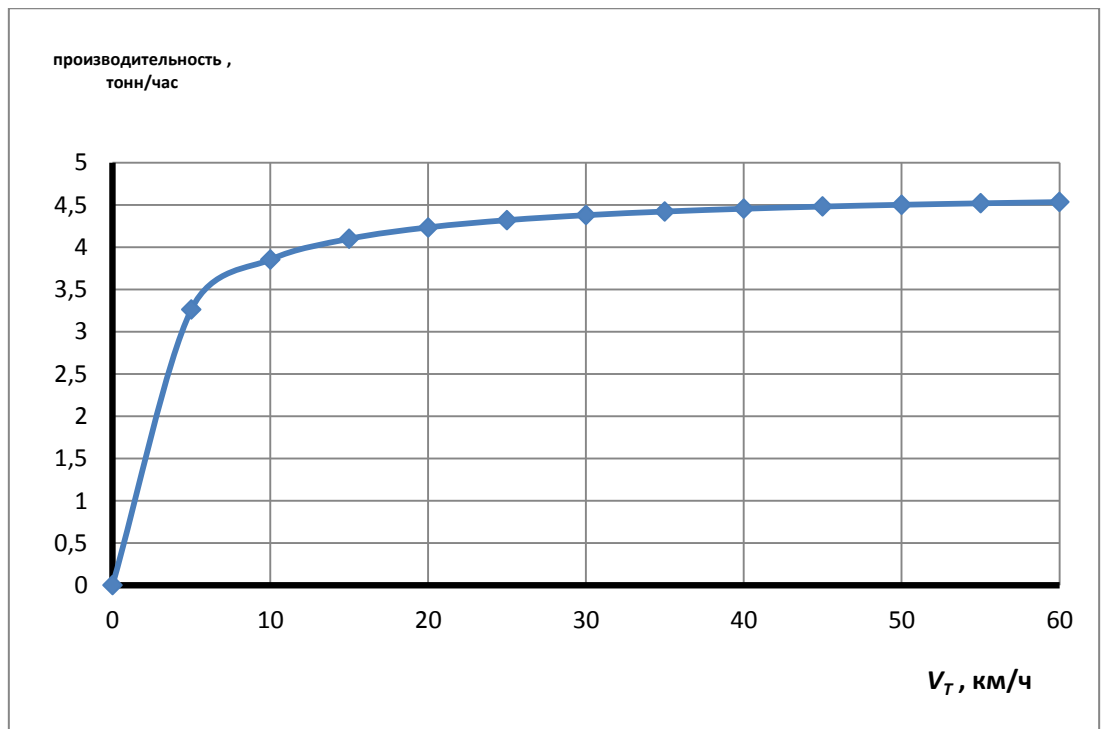


Рисунок 2.4 - Влияние средней технической скорости на маршруте  $V_T$  на эксплуатационную производительность  $W_Q$

### 2.5 Влияние времени на погрузочно-разгрузочные работы $t'_{np}$ , час

Уравнение (2.2) преобразуется

$$W_Q = f(t'_{np}) \rightarrow W_Q t'_{np} - a_3 + b_3 W_Q = 0, \quad (2.7)$$

где  $a_3 = q \cdot \gamma_c = 2 \times 0,35 = 0,7$  и  $b_3 = \frac{l'_{ez}}{\beta_e \cdot V_T} = \frac{5}{0,4 \times 15} = 0,83$

Строим характеристический график  $W_Q t'_{np} - a_3 + b_3 W_Q = 0$  после преобразования в диапазоне  $t'_{np} = 0 - 1,0$  ч:

$$W_Q t'_{np} - 0,7 + 0,83 W_Q = 0$$

$$W_Q(t'_{np} + 0,83) = 0,7$$

$$W_Q = \frac{0,7}{t'_{np} + 0,83}$$

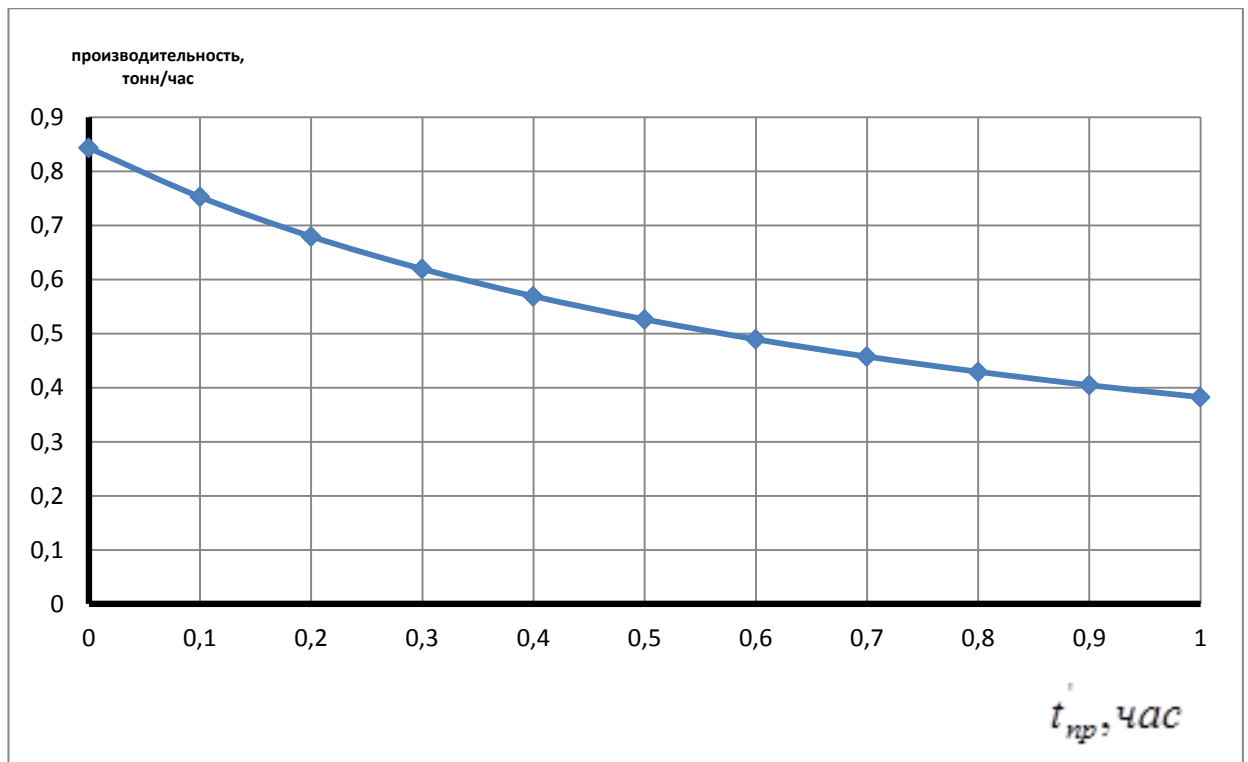


Рисунок 2.5 - Влияние времени на погрузочно-разгрузочные работы  $t'_{нр}$  на эксплуатационную производительность  $W_Q$

### 2.6 Влияние длины груженой ездки $l'_{ez}$ , км.

Уравнение (2.2) преобразуется

$$W_Q = f(l'_{ez}) \rightarrow W_Q l'_{ez} - a_4 + b_4 W_Q = 0, \quad (2.8)$$

где  $a_4 = q \cdot \gamma_c \cdot \beta_e \cdot V_T = 2 \times 0,35 \times 0,4 \times 15 = 4,2$

и  $b_4 = t_{нр} \times \beta_e \times V_T = 0,15 \times 0,4 \times 15 = 0,9$ .

Строим характеристический график  $W_Q l'_{ez} - a_4 + b_4 W_Q = 0$  после преобразования в диапазоне  $l'_{ez} = 0 - 50$  км.

$$W_Q l'_{ez} - 4,2 + 0,9 W_Q = 0$$

$$W_Q (l'_{ez} + 0,9) = 4,2$$

$$W_Q = \frac{4,2}{l'_{ez} + 0,9}$$

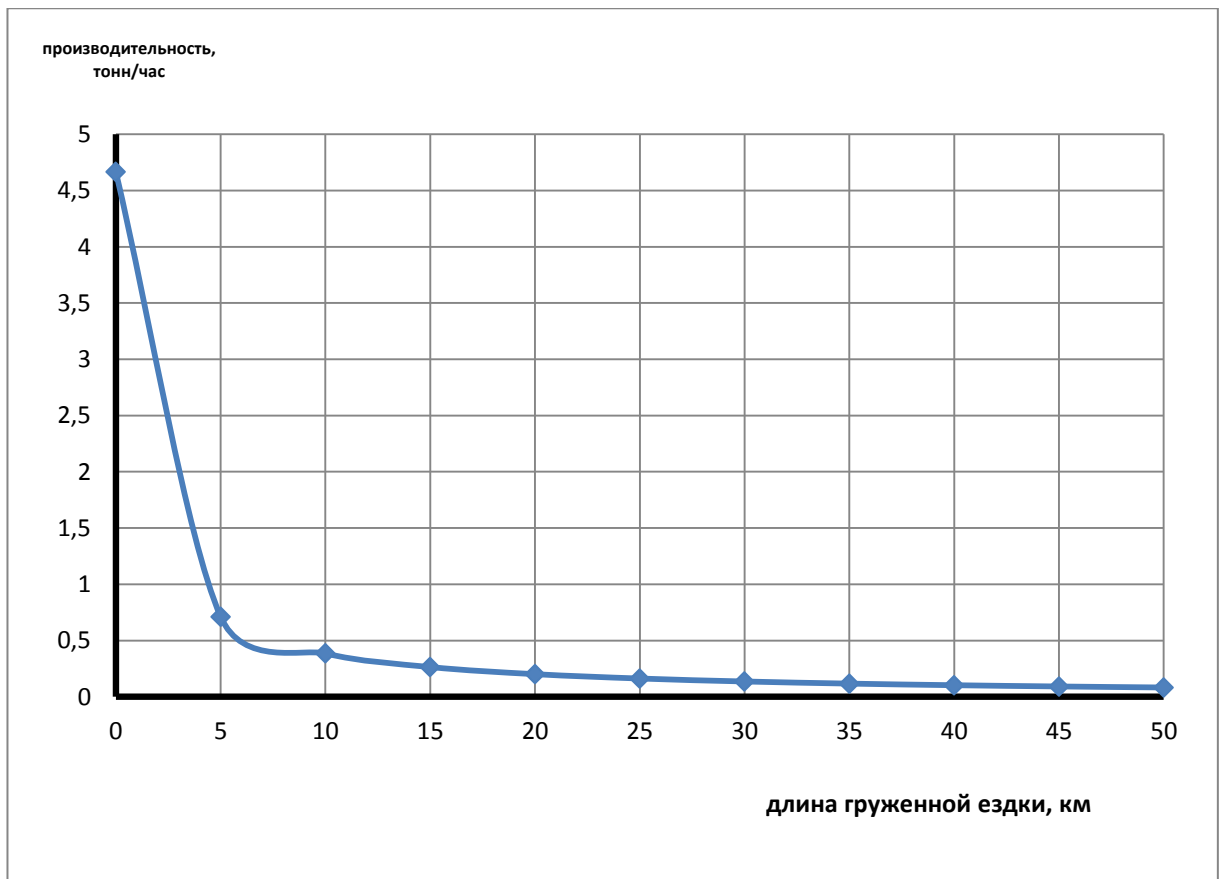


Рисунок 2.6 - Влияние длины грузовой поездки  $l'_{er}$  на эксплуатационную производительность  $W_Q$

### Задание

1. Рассчитать производительность  $W_Q$  согласно варианта (таблица 2.1).
2. Построить зависимости  $W_Q$  в функции от  $q$ ,  $\gamma_c$ ,  $\beta_e$ ,  $V_T$ ,  $t'_{np}$ ,  $l'_{e2}$  в виде характеристических графиков.
3. Определить, за счет каких показателей можно увеличить производительность  $W_Q$  на 30 и 60 %.

Масштаб  $q = 0-16$  т;  $\gamma_c$  и  $\gamma_D = 0-1,0$ ;  $\beta_e = 0-1,0$ ;  $V_T = 0-60$  км/ч;  $t'_{np} = 0-1,0$  ч;  
 $l'_{e2} = 0-50$  км.

Исходные данные по вариантам приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Показатели	Первая цифра варианта									
	0			1				2		
$V_T$ , км/ч	20			30				40		
Показатели	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q$ , т	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\gamma_C$	0,3	0,4	0,45	0,5	0,55	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
$\gamma_D$	0,4	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9
$\beta_e$	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
$t'_{np}$ , ч	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$l'_{e2}$ , км	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

#### «Себестоимость автотранспортного процесса»

Себестоимость – это важнейший обобщающий показатель автотранспортного процесса.

Себестоимость автотранспортного процесса – это сумма расходов  $\sum C_{расх}$  на выполнение процесса, отнесенная к сумме транспортной работы  $\sum P$ , полученной при выполнении автотранспортного процесса для грузовых АТП в рублях на тонно-километр  $\left(\frac{руб}{T \cdot км}\right)$ , а для пассажирских АТП в рублях на пассажиро-километр  $\left(\frac{руб}{п \cdot км}\right)$ .

$$S = \frac{\sum C_{расх}}{\sum P}, \quad (3.1)$$

Расходы, связанные с выполнением автотранспортного процесса, условно можно разделить на следующие виды:

$C_{пер}$  – переменные, связанные с эксплуатацией автотранспортного средства и начисленные на 1 км пробега (расходы на топливо, смазочные материалы, технические жидкости, шины, техническое обслуживание, ремонт, амортизацию и другие);

$C_{нос}$  – постоянные, связанные с эксплуатацией сооружений, административно-хозяйственной деятельностью и начисленные на 1 час нахождения автотранспортного средства в АТП (расходы на содержание зданий и сооружений, налоги, хозяйственные расходы, заработная плата административно-хозяйственного персонала и условно водителей);

$C_{пр}$  – погрузочно-разгрузочные, связанные с выполнением этих работ, содержанием и эксплуатацией погрузочно-разгрузочных машин и начисленные на 1 т перевезенного груза;

$C_{\partial}$  – дорожные, связанные со строительством и эксплуатацией дорог, содержанием и эксплуатацией дорожных машин и начисленные на 1 км используемой дороги (на 1 км пробега).

Полная себестоимость может быть представлена суммой каждого вида расходов отнесенной к единице автотранспортной работы (в руб./т·км).

$$S = S_{nep} + S_{noc} + S_{np} + S_{\partial}, \quad (3.2)$$

$$\text{где } S_{nep} = \frac{C_{nep} \cdot V_{\partial}}{W_p}; S_{noc} = \frac{C_{noc}}{W_p}; S_{np} = \frac{C_{np} \cdot W_Q}{W_p}; S_{\partial} = \frac{C_{\partial} \cdot V_{\partial}}{W_p}.$$

Тогда

$$S = \frac{C_{nep} \cdot V_{\partial} + C_{noc} + C_{np} \cdot W_Q + C_{\partial} \cdot V_{\partial}}{W_p}, \quad (3.3)$$

В большинстве автотранспортных предприятий при определении себестоимости автотранспортного процесса погрузочно-разгрузочные и дорожные расходы не учитываются, потому что, как правило, погрузочно-разгрузочные расходы несет отправитель и получатель груза, а дорожные расходы несет государство. Дорожный же налог относят к постоянным расходам. Таким образом, если из формулы (3.3) можно исключить  $C_{np}$  и  $C_{\partial}$ , тогда  $S = \frac{C_{nep} \cdot V_{\partial} + C_{noc}}{W_p}$ .

Подставив значения  $W_p$  (2.24) и  $V_{\partial} = \frac{V_T}{1 + \frac{\beta_e \cdot V_T \cdot t'_{np}}{l'_{ez}}}$ , в это уравнение получим

$$S = \frac{1}{q \cdot \gamma_D} \cdot \left( \frac{C_{nep}}{\beta_e} + \frac{C_{noc}}{\beta_e \cdot V_T} + \frac{C_{noc} \cdot t'_{np}}{l'_{ez}} \right) \quad (3.4)$$

где  $q$  – номинальная грузоподъемность автомобиля, т;

$\gamma_D$  - коэффициент динамического использования грузоподъемности;

$l'_{ez}$  - длины груженой ездки, км;

$\beta_e$  - коэффициента использования пробега за ездку;

$V_T$  - средняя техническая скорость на маршруте, км/час;



$t'_{np}$  - время на погрузочно-разгрузочные работы, час;

$C_{noc}$  – постоянные расходы, руб./ч;

$C_{nep}$  – переменные расходы, руб/км.

Рассчитаем себестоимость автотранспортного процесса для следующих показателей:  $q = 2$  т;  $\gamma_d = 0,35$ ;  $\beta_e = 0,85$ ;  $V_T = 15$  км/ч;  $t'_{np} = 0,15$  ч;  $l'_{er} = 5$  км;  $C_{noc} = 1,5$  руб./ч;  $C_{nep} = 0,25$  руб/км.

$$S = \frac{1}{q \cdot \gamma_d} \cdot \left( \frac{C_{nep}}{\beta_e} + \frac{C_{noc}}{\beta_e \cdot V_T} + \frac{C_{noc} \cdot t'_{np}}{l'_{er}} \right) =$$
$$= \frac{1}{2 \times 0,35} \times \left( \frac{0,25}{0,85} + \frac{1,5}{0,85 \times 15} + \frac{1,5 \times 0,15}{5} \right) = 0,65 \text{ руб/т-км}$$

Себестоимость (3.4) зависит от факторов  $\beta_e$ ,  $V_T$ ,  $t'_{np}$ ,  $l'_{er}$ , определяющих автотранспортный процесс.

Для количественной оценки себестоимости автотранспортного процесса при изменении факторов, определяющих автотранспортный процесс, строятся характеристические графики:

$$S = f(\beta_e, V_T, t'_{np}, l'_{er})$$

Эти графики дают возможность определить себестоимость автотранспортного процесса при изменении показателей и выбрать наиболее целесообразный режим работы транспортного средства.

Для анализа влияния этих факторов на  $S$  принимаем в правой части выражения (3.4) поочередно один фактор за переменную величину при прочих постоянных (однофакторный эксперимент).

### **3.1. Влияние коэффициента использования пробега за езду $\beta_e$**

Уравнение (3.4) принимает вид

$$S = f(\beta_e) \rightarrow S = \frac{a_2}{\beta_e} + b_2, \quad (3.5)$$

$$\text{где } a_2 = \frac{1}{q \cdot \gamma_d} \left( \frac{C_{noc}}{V_T} + C_{nep} \right) = \frac{1}{2 \times 0,35} \left( \frac{1,5}{15} + 0,25 \right) = 1,43 \times 0,35 = 0,5$$

$$\text{и } b_2 = \frac{C_{\text{noc}} \cdot t'_{\text{np}}}{q \cdot \gamma_{\text{д}} \cdot l'_{\text{еэ}}} = \frac{1,5 \times 0,15}{2 \times 0,35 \times 5} = \frac{0,225}{3,5} = 0,064.$$

Строим характеристический график  $S = \frac{0,5}{\beta_e} + 0,064$  в диапазоне

$$\beta_e = 0 \dots 1,0;$$

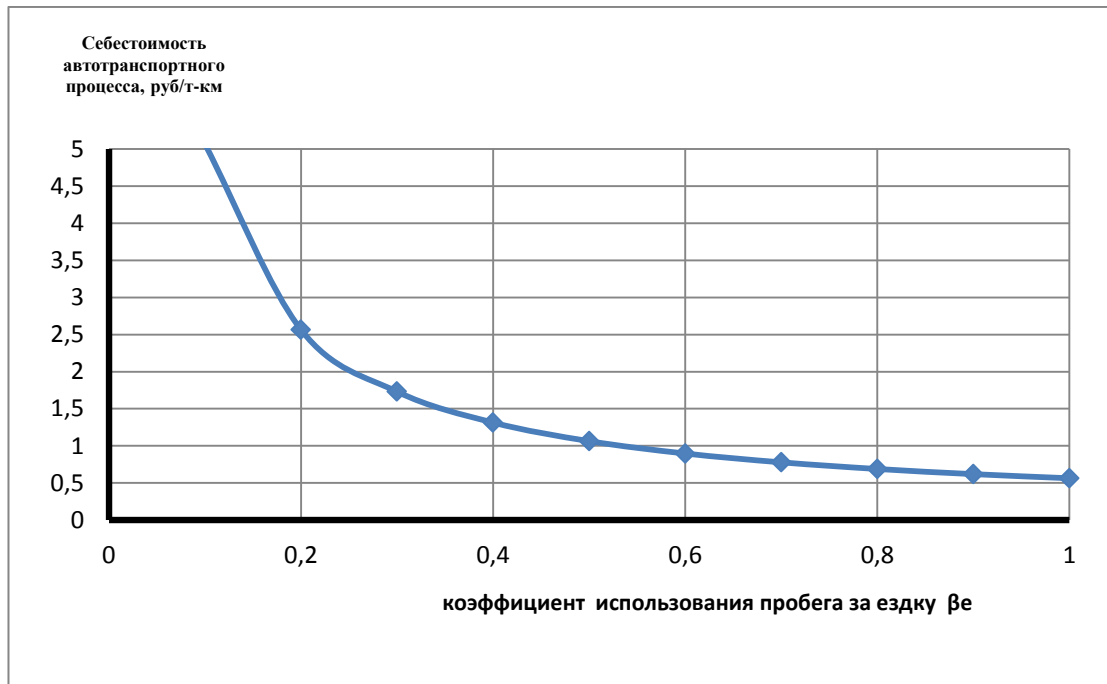


Рисунок 3.1 - Влияние коэффициента использования пробега за езду  $\beta_e$  на себестоимость автотранспортного процесса

### 3.2. Влияние средней технической скорости на маршруте $V_T$ ,

$$S = f(V_T) \rightarrow S = \frac{a_3}{V_T} + b_3, \quad (3.7)$$

$$\text{где } a_3 = \frac{C_{\text{noc}}}{q \cdot \gamma_{\text{д}} \cdot \beta_e} = \frac{1,5}{2 \times 0,35 \times 0,85} = \frac{1,5}{0,595} = 2,52$$

$$\text{и } b_3 = \frac{1}{q \cdot \gamma_{\text{д}}} \left( \frac{C_{\text{неп}}}{\beta_e} + \frac{C_{\text{noc}} \cdot t'_{\text{np}}}{l'_{\text{еэ}}} \right) = \frac{1}{2 \times 0,35} \left( \frac{0,25}{0,85} + \frac{1,5 \times 0,15}{5} \right) = 1,43 \times (0,29 + 0,05) = 0,49.$$

Строим характеристический график  $S = \frac{2,52}{V_T} + 0,49$  в диапазоне

$$V_T = 0 \dots 60 \text{ км/ч.}$$

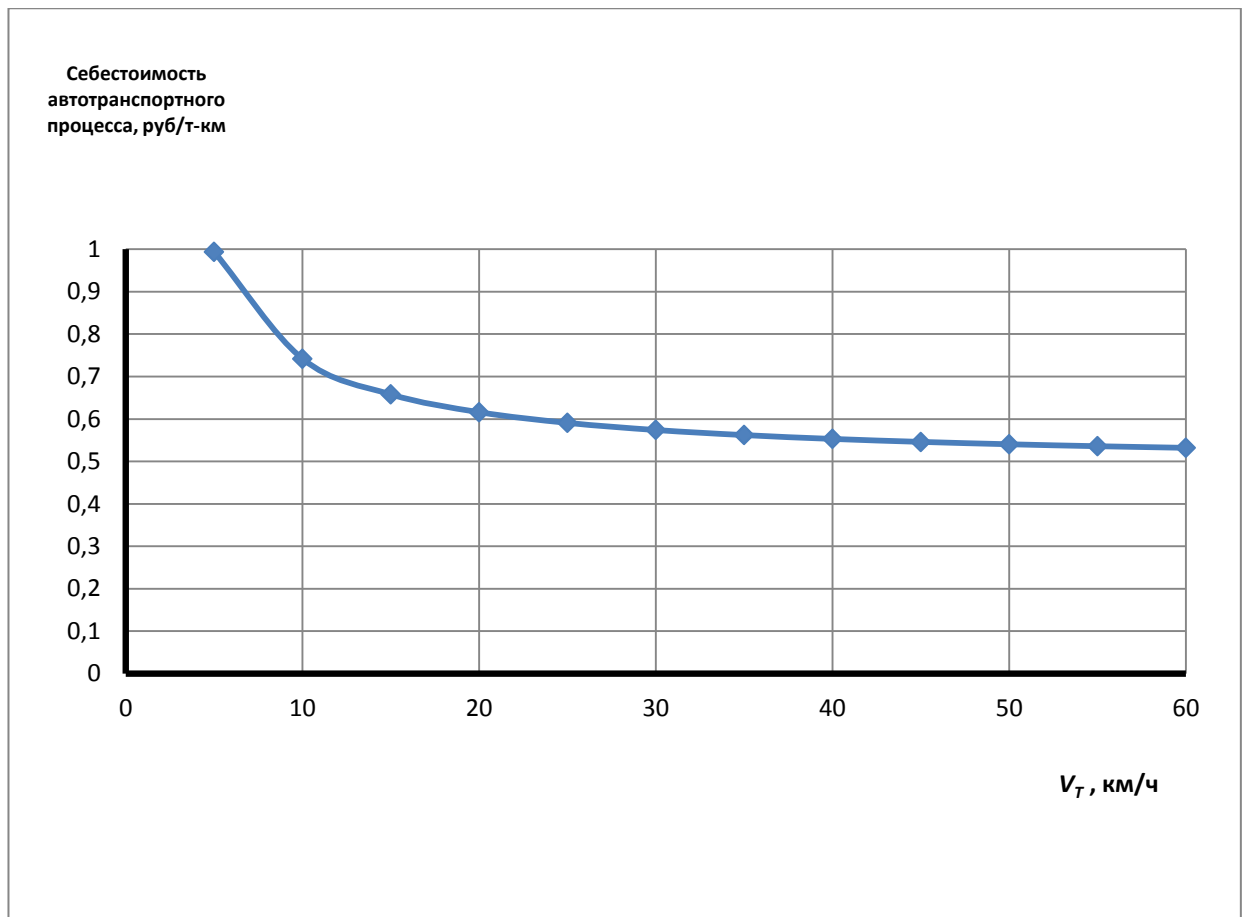


Рисунок 3.2 - Влияние средней технической скорости на маршруте  $V_T$  на себестоимость автотранспортного процесса

### 3.3. Влияние длины грузовой езды $l'_{ez}$ .

$$S = f(l'_{ez}) \rightarrow S = \frac{a_4}{l'_{ez}} + b_4, \quad (3.8)$$

$$\text{где } a_4 = \frac{C_{noc} \cdot t'_{np}}{q \cdot \gamma_d} = \frac{1,5}{2 \times 0,35} = \frac{1,5}{0,7} = 2,14$$

$$\text{и } b_4 = \frac{1}{q \cdot \gamma_d \cdot \beta_e} \left( C_{nep} + \frac{C_{noc}}{V_T} \right) = \frac{1}{2 \times 0,35 \times 0,85} \left( 0,25 + \frac{1,5}{15} \right) = \frac{1}{0,595} \times 0,35 = 0,588.$$

Строим характеристический график  $S = \frac{2,14}{l'_{ez}} + 0,588$  в диапазоне

$$l'_{ez} = 0 \dots 50 \text{ км.}$$

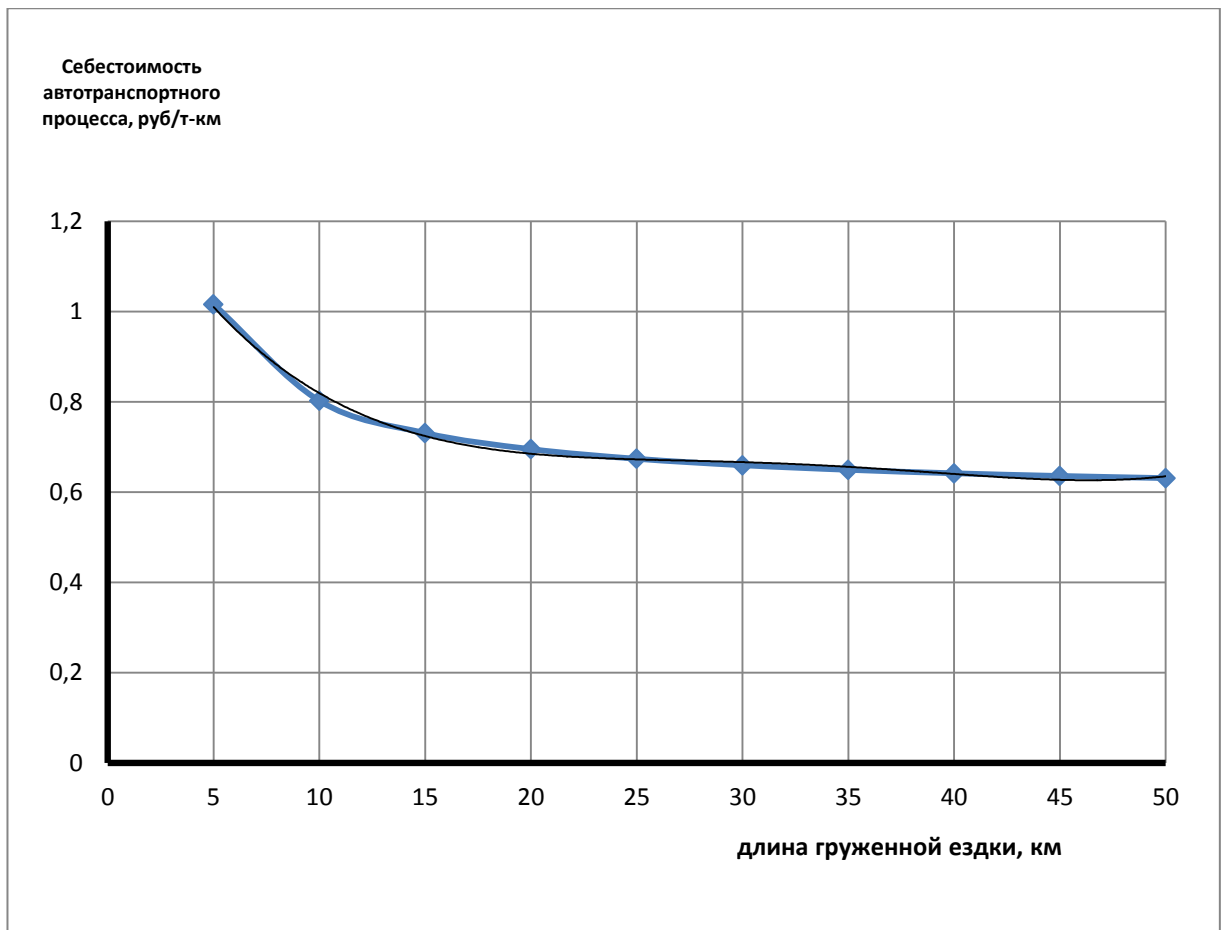


Рисунок 3.3 - Влияние длины грузовой поездки  $l'_{ez}$  на себестоимость автотранспортного процесса

### 3.4. Влияние времени на погрузочно-разгрузочные работы $t'_{np}$

Уравнение (3.4) преобразуется

$$S = f(t'_{np}) \rightarrow S = a_5 \cdot t'_{np} + b_5, \quad (3.9)$$

где  $a_5 = \frac{C_{noc}}{q \cdot \gamma_d \cdot l'_{ez}} = \frac{1,5}{2 \times 0,35 \times 5} = \frac{1,5}{3,5} = 0,43$

и  $b_5 = \frac{1}{q \cdot \gamma_d \cdot \beta_e} \left( C_{nep} + \frac{C_{noc}}{V_T} \right) = \frac{1}{2 \times 0,35 \times 0,85} \left( 0,25 + \frac{1,5}{15} \right) = 0,588$ .

Строим характеристический график  $S = 0,43 \times t'_{np} + 0,588$  в диапазоне  $t'_{np} = 0 \dots 1,0$ .

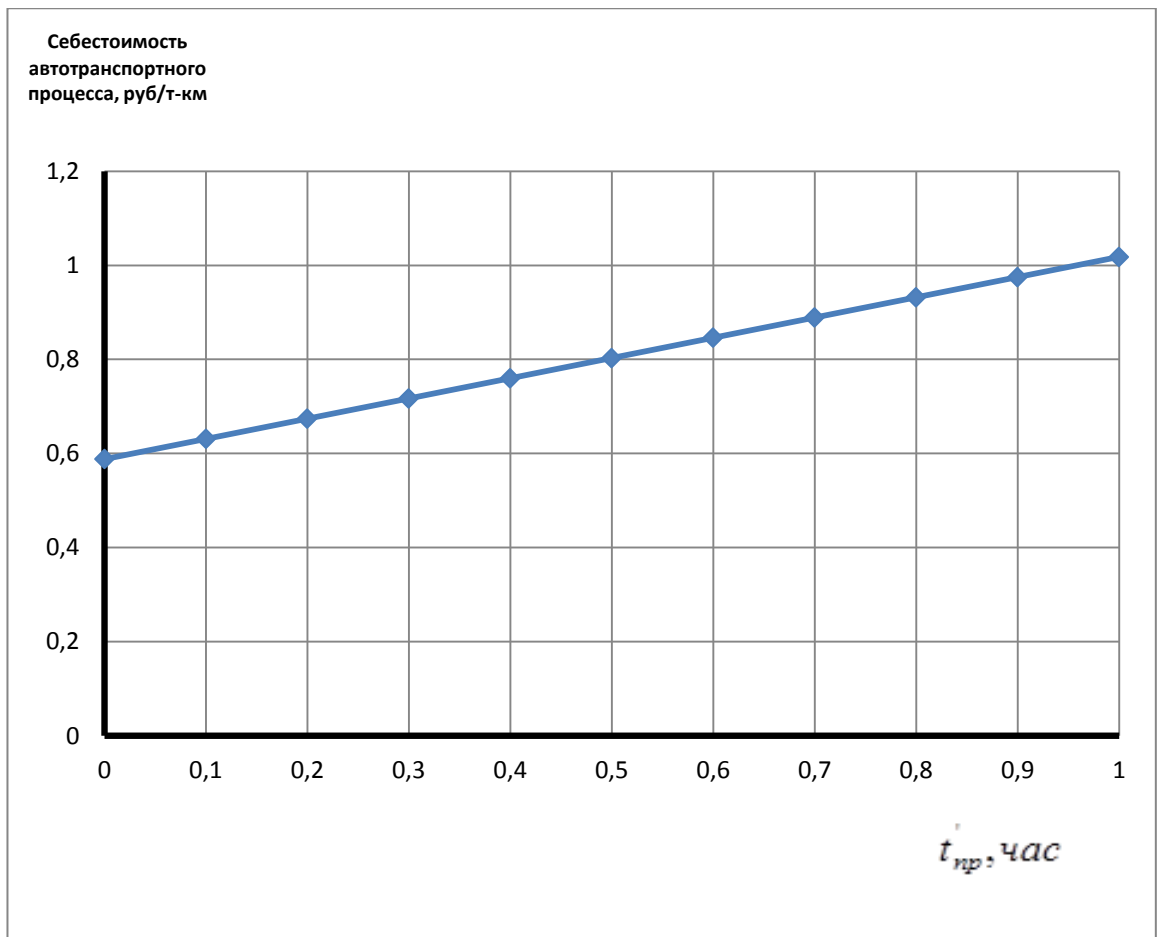


Рисунок 3.4 - Влияние времени на погрузочно-разгрузочные работы  $t'_{np}$  на себестоимость автотранспортного процесса

### Задание

1. Рассчитать себестоимость автотранспортного процесса  $S$  согласно варианта (таблица 3.1).
2. Построить зависимости себестоимости  $S$  в функции от  $\beta_e$ ,  $V_T$ ,  $t'_{np}$ ,  $l'_{ez}$  в виде характеристических графиков.
3. Определить за счет каких показателей можно снизить себестоимость автотранспортного процесса  $S$  на 10 и 30%.

Масштаб:  $q_T = 0 \dots 16$  т;  $\gamma_D = 0 \dots 1,0$ ;  $\beta_e = 0 \dots 1,0$ ;  $V_T = 0 \dots 50$  км/ч;  $t'_{np} = 0 \dots 1,0$ ;  $l'_{ez} = 0 \dots 50$  км.

Исходные данные по вариантам приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Показатели	Первая цифра варианта									
	0			2				3		
$V_T$ , км/ч	20			30				40		
Показатели	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q$ , т	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\gamma_D$	0,4	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9
$\beta_e$	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
$t_{np}$ , ч	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$l'_{eg}$ , км	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$C_{нос}$ , руб./ч	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6,0
$C_{пер}$ , руб./км	0,2	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4**  
**«Транспортно-эксплуатационные показатели**  
**автотранспортных систем»**

Для количественной оценки использования парка подвижного состава при одновременном изменении факторов, определяющих автотранспортный процесс, строится характеристический график. Этот график дает возможность определить обобщенный коэффициент  $\alpha'$  при изменении показателей и выбрать рациональные режимы работы транспортных средств.

Построение кривых проводят по следующей зависимости:

$$\alpha' = \frac{1}{1 + \frac{T_{об} \cdot l_{ез} \cdot V_T \cdot d_{П}}{l_{ез} + t_{np} \cdot V_T \cdot \beta_e}} = \frac{1}{1 + \frac{5 \times 5 \times 10 \times 0,0010}{5 + 0,15 \times 10 \times 0,85}} = \frac{1}{1 + \frac{0,25}{6,275}} = \frac{1}{1,039} = 0,962$$

где  $\alpha'$  - обобщенный коэффициент;

$d_{П}$  – удельный простой автомобиля, определяющий уменьшение его пробега,  $d_{П} = 0,0010$ .

$l_{ез}$  - средняя длина ездки с грузом,  $l_{ез} = 5$  км;

$T_{об}$  – общая продолжительность работы за день (в наряде),  $T_{об} = 5$  ч;

$V_T$  - средняя техническая скорость на маршруте,  $V_T = 10$  км/ч;

$t'_{np}$  - время на погрузочно-разгрузочные работы,  $t'_{np} = 0,15$  ч;

$\beta_e$  - коэффициент использования пробега за ездку,  $\beta_e = 0,85$ .

#### 4.1 Влияние длины груженой ездки $l'_{ез}$ .

$$\alpha' = f(l_{ез}) \rightarrow \alpha' = \frac{1}{1 + \frac{a_1}{1 + b_1/l_{ез}}}, \quad (4.1)$$

где  $a_1 = T_{об} \cdot V_T \cdot d_{П} = 5 \times 10 \times 0,0010 = 0,05$ ;

$b_1 = t_{np} \cdot V_T \cdot \beta_e = 0,15 \times 10 \times 0,85 = 1,275$

Строим характеристический график  $\alpha' = \frac{1}{1 + \frac{0,05}{1 + 1,275/l_{ез}}}$  в диапазоне  $l_{ез} =$

0...40 км;

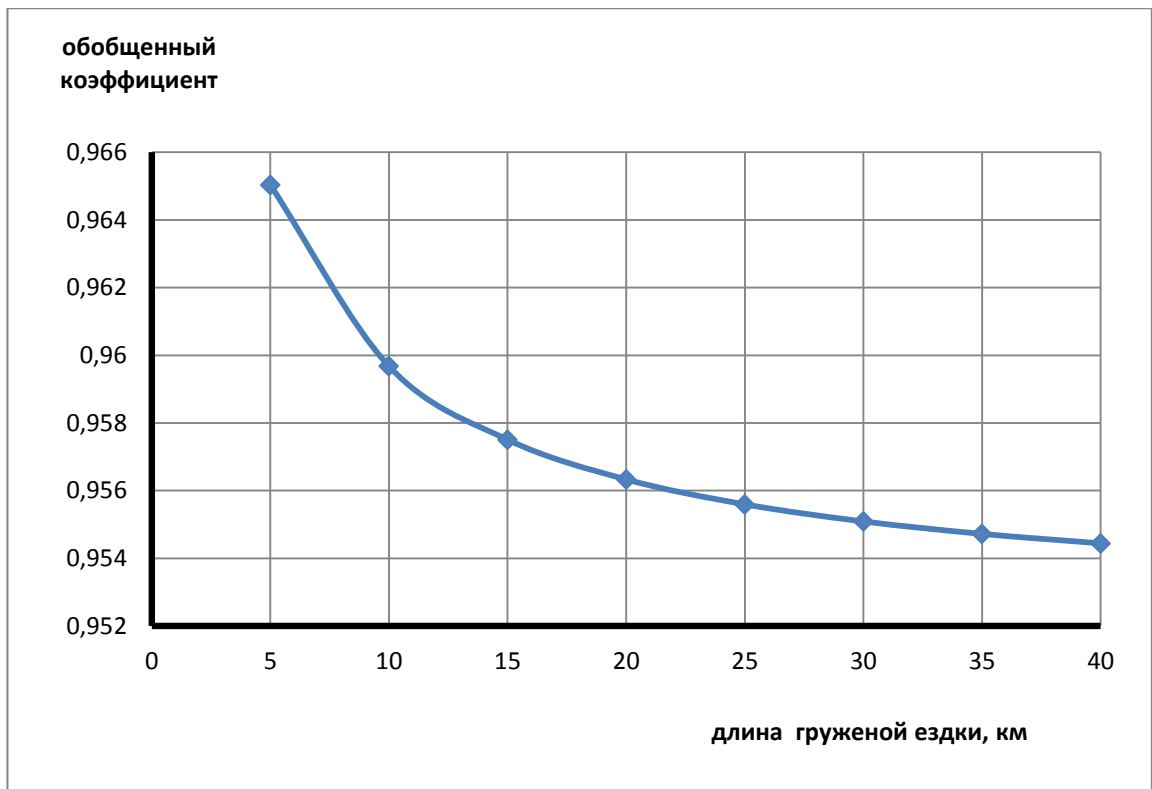


Рисунок 4.1 - Влияние длины грузовой ездки  $l'_{ez}$  на обобщенный коэффициент  $\alpha'$

#### 4.2 Влияние средней технической скорости на маршруте $V_T$ ,

$$\alpha' = f(V_T) \rightarrow \alpha' = \frac{1}{1 + \frac{a_2}{b_2 + C_2/V_T}}, \quad (4.2)$$

где  $a_2 = T_{об} \cdot l_{ez} \cdot d_{II} = 5 \times 5 \times 0,0010 = 0,0025$ ;

$b_2 = t_{np} \cdot \beta_e = 0,15 \times 0,85 = 0,128$

$C_2 = l_{ez} = 5$

Строим характеристический график  $\alpha' = \frac{1}{1 + \frac{0,0025}{0,128 + \frac{5}{V_T}}}$  в диапазоне

$V_T = 0 \dots 60$  км/ч.



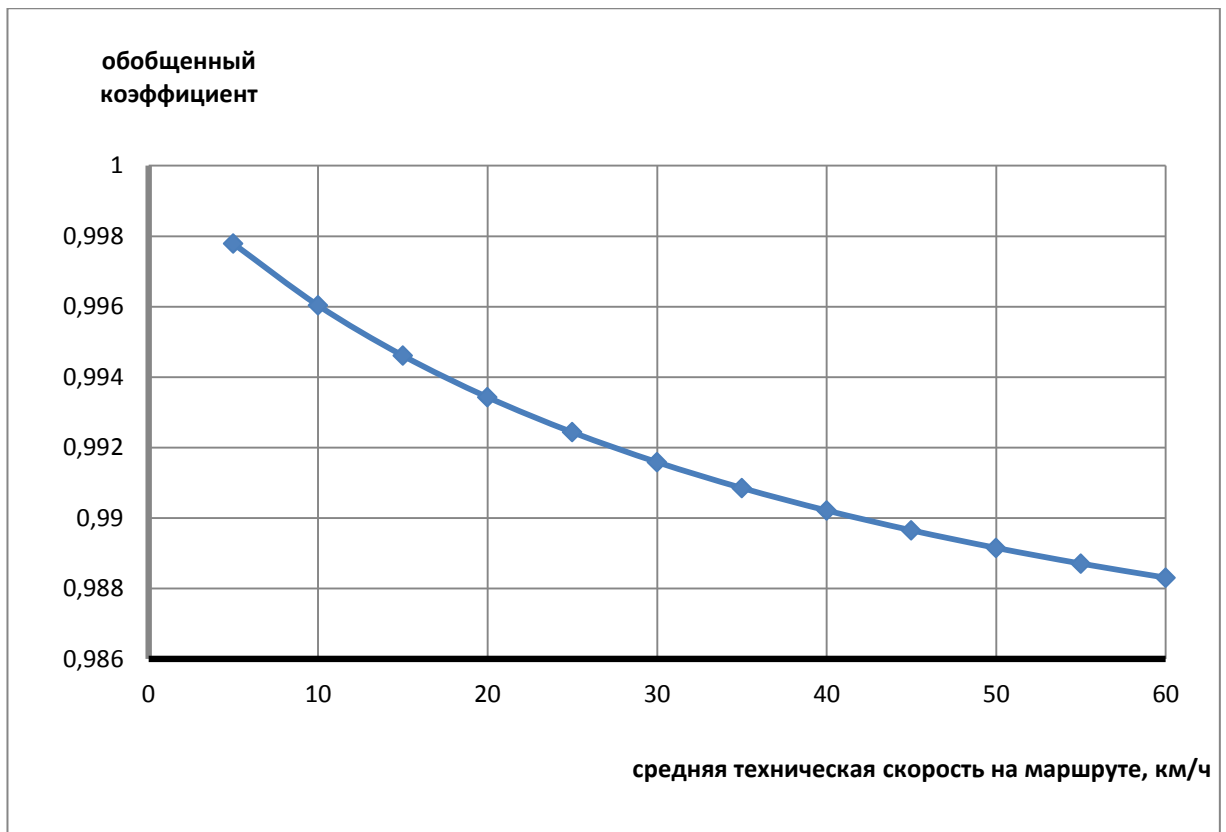


Рисунок 4.2 - Влияние длины средней технической скорости на маршруте  $V_T$  на обобщенный коэффициент  $\alpha'$

#### 4.3 Влияние времени на погрузочно-разгрузочные работы $t'_{np}$

$$\alpha' = f(t_{np}) \rightarrow \alpha' = \frac{1}{1 + \frac{a_1}{1 + b_3 \cdot t_{np}}}, \quad (4.3)$$

где  $a_1 = T_{об} \cdot V_T \cdot d_{II} = 5 \times 10 \times 0,0010 = 0,05$ ;

$$b_3 = \frac{V_T \beta_e}{l_{er}} = \frac{15 \times 0,85}{5} = 2,55$$

Строим характеристический график  $\alpha' = \frac{1}{1 + \frac{0,05}{1 + 2,55 \cdot t_{np}}}$  в диапазоне

$$t'_{np} = 0,1 \dots 1,0 \text{ ч.}$$

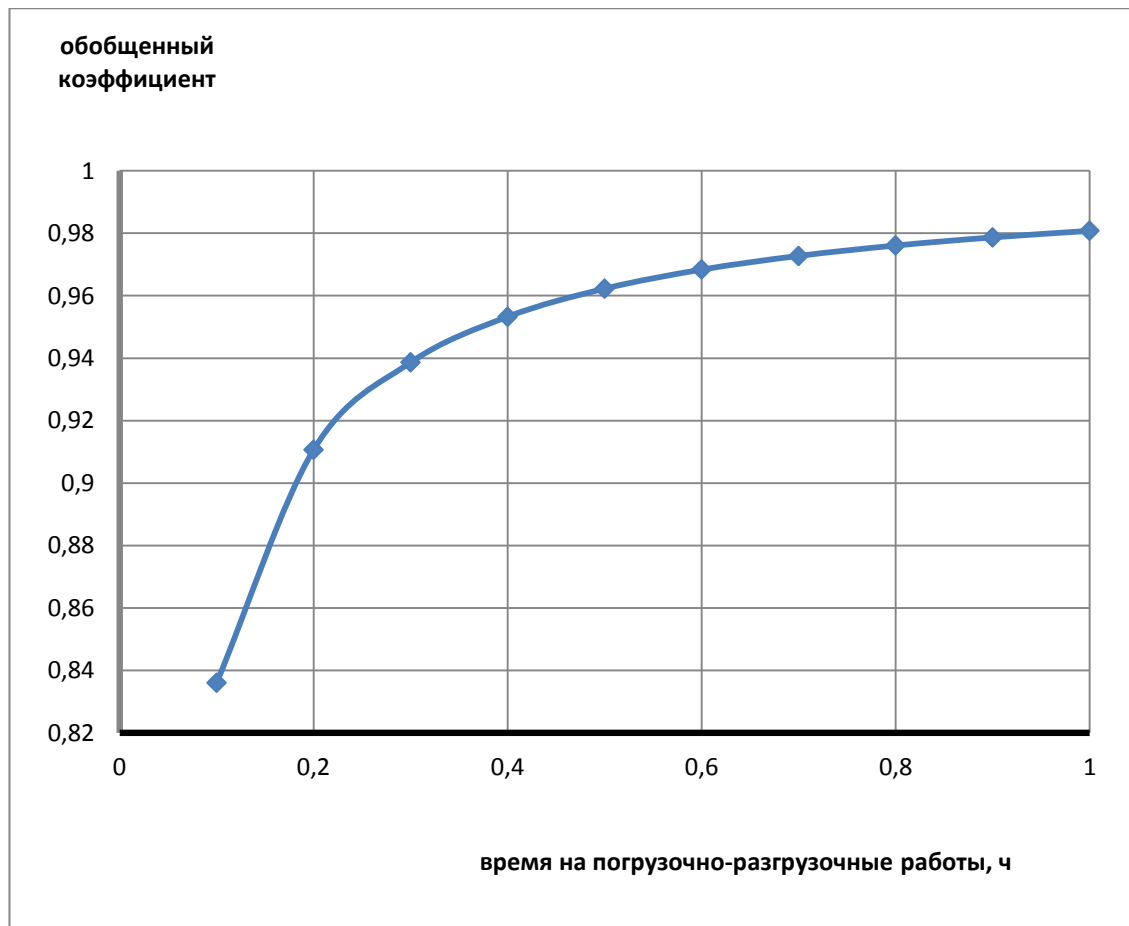


Рисунок 4.3 - Влияние времени на погрузочно-разгрузочные работы  $t'_{np}$  на обобщенный коэффициент  $\alpha'$

#### 4.4 Влияние общей продолжительности работы за день (в наряде) $T_{об}$

$$\alpha' = f(T_{об}) \rightarrow \alpha' = \frac{1}{1 + \frac{a_4}{b_4} \cdot T_{об}}, \quad (4.4)$$

где  $a_4 = l_{ez} \cdot V_T d_{II} = 5 \times 10 \times 0,0010 = 0,05$ ;

$b_4 = l_{ez} + t_{np} \cdot V_T \beta_e = 5 + 0,15 \times 10 \times 0,85 = 6,275$

Строим характеристический график  $\alpha' = \frac{1}{1 + \frac{0,05}{6,275} \cdot T_{об}} = \frac{1}{1 + 0,008 \cdot T_{об}}$  в диа-

пазоне  $T_{об} = 0 \dots 16$  ч.

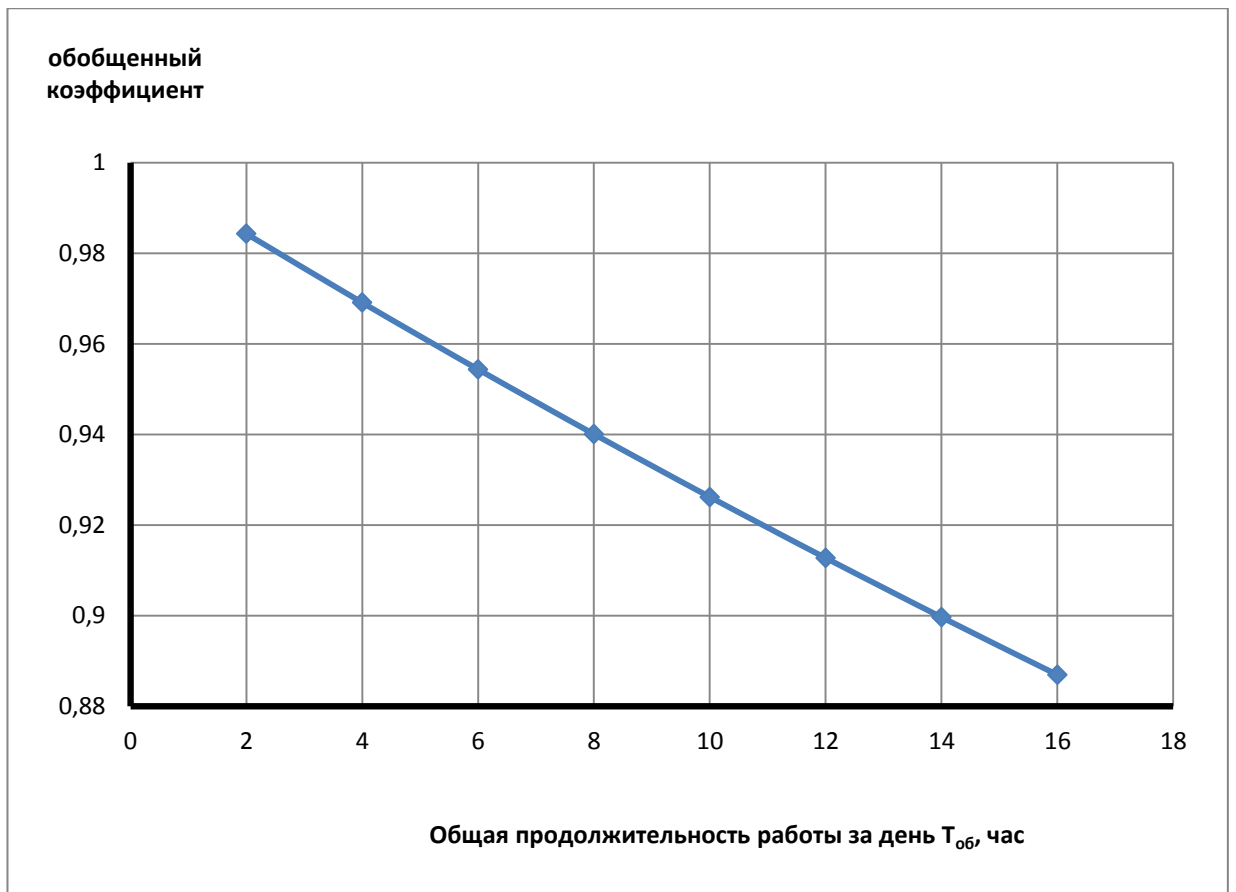


Рисунок 4.4 - Влияние общей продолжительности работы за день (в наряде)  $T_{об}$  на обобщенный коэффициент  $\alpha'$ .

#### 4.5 Влияние коэффициента использования пробега за езду $\beta_e$

$$\alpha' = f(\beta_e) \rightarrow \alpha' = \frac{1}{1 + \frac{a_2}{1 + b_5 \cdot \beta_e}}, \quad (4.5)$$

где  $b_5 = t_{np} \cdot V_T / l_{ez} = 0,15 \times 10 / 5 = 0,3$

Строим характеристический график  $\alpha' = \frac{1}{1 + \frac{0,0025}{1 + 0,3 \cdot \beta_e}}$  в диапазоне

$\beta_e = 0,1 \dots 1,0$

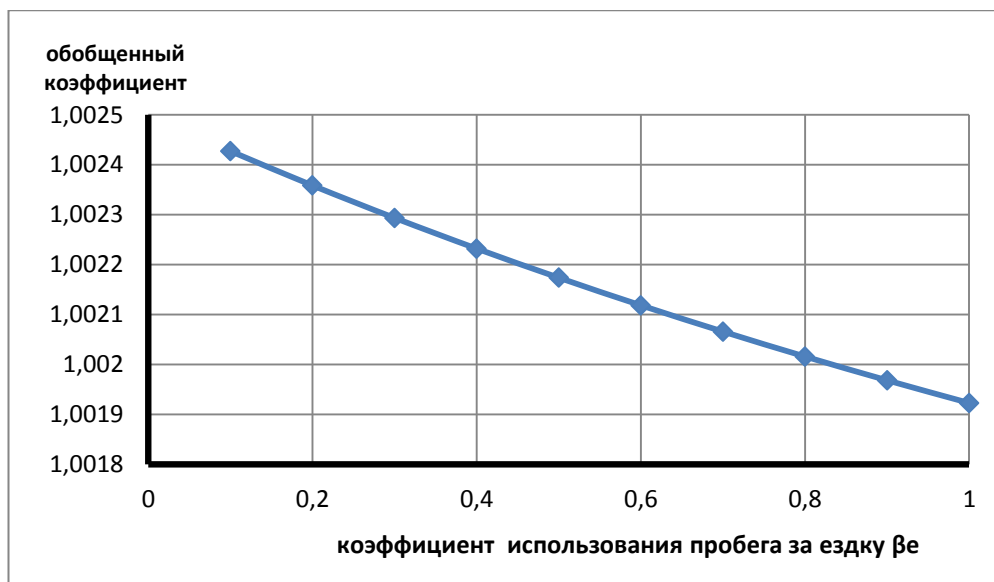


Рисунок 4.5 - Влияние коэффициента использования пробега за езду  $\beta_e$  на обобщенный коэффициент

### Задание

1. Рассчитать обобщенный коэффициент  $\alpha'$  согласно варианта (таблица 4.1).
2. Построить зависимость  $\alpha'$  в функции  $l_{ez}$ ,  $\beta_e$ ,  $t_{np}$ ,  $V_T$  и  $T_{об}$  для вариантов (таблица. 4.1).

Таблица 4.1.

Показатели	Первая цифра варианта									
	0			2			3			
$V_T$ , км/ч	20			30			40			
Показатели	Вторая цифра варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l_{ez}$ , км	6	8	12	16	18	22	26	30	34	36
$d_{п}$ , 1/км	0,0008	0,001	0,0012	0,0016	0,0018	0,0020	0,0022	0,0024	0,0026	0,003
$\beta_e$	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
$t'_{np}$ , ч	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$l'_{ez}$ , км	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

