

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце: Дагестанский государственный технический университет  
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович  
Должность: Врио ректора  
Дата подписания: 03.06.2022 14:12:19  
Уникальный программный ключ:  
777029a1882856141bfb9e855f0a3c8b6edae59e  
(ДГТУ)  
Филиал в г. Дербенте  
Кафедра «ЕГО и СД»

# Определение параметров обгона

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы (проекта) по дисциплине  
«Безопасность транспортных средств»  
для студентов направления подготовки бакалавров  
230301 «Технология транспортных процессов»

Дербент 2020

Методические указания к выполнению курсовой работы (проекта) по дисциплине «**Безопасность транспортных средств**» для студентов всех форм обучения по специальности 23.03.01, направления подготовки бакалавров 23.03.00.62 «Технология транспортных процессов» ДГТУ филиал в г. Дербенте, 2020г.-33 с.

Составитель: старший преподаватель кафедры «ЕГО и СД» Агасиев А.Ш.

Рецензенты: к.т.н., доцент, АГЭУ ДФ, научный сотрудник кафедры ОЭ, Вурдыханов В.Р.

к.ф.-м.н. ст. преподаватель ДГТУ ФД кафедры ЕГО и СД Ганиев А.С.

В методических указаниях представлены материалы, касающиеся важнейшей составляющей активной безопасности автомобиля его динамики (тяговой и тормозной) в аспекте влияния на безопасность дорожного движения. Здесь рассмотрены также параметры обгона некоторые показатели и характеристики тяговой и тормозной динамики. В данной работе приведены методы расчета параметров обгоняющего автомобиля и рассмотрен пример выполнения задания на курсовой проект. Расчет параметров позволяет оценить предельные условия обгона автомобиля и целесообразность выполнения маневра «обгон» в конкретных условиях движения автотранспортных средств различных категорий.

Утверждены и рекомендованы к изданию методической комиссией Дагестанский государственный технический университет (ДГТУ) Филиал в г. Дербенте (протокол №\_\_ от \_\_ \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.).

# Содержание

Введение.....	4
1 Цель и задачи курсового проекта .....	6
2. Подготовка исходных данных.....	6
3. Определение параметров обгона.....	7
3.1. Графоаналитический метод расчета.....	11
3.1.1. Завершенный обгон.....	11
3.1.2. Незавершенный обгон.....	14
3.2. Аналитический метод расчета.....	16
3.2.1. Завершенный обгон .....	16
3.2.2. Незавершенный обгон .....	17
4 Пример расчета.....	19
а) Определение резервов времени и пути .....	19
А. Подготовка исходных данных .....	19
Таблица 4.1.....	19
Б. Определение параметров обгона .....	19
4.1. Графоаналитический метод. ....	22
4.2. Аналитический метод расчета. ....	27
5. Определение резервов времени и пути .....	29
6. Оформление курсовой работы .....	31
7. Таблица показателей обгона .....	32
Продолжение таблицы показателей обгона.....	32
Список рекомендованной литературы.....	33

## ВВЕДЕНИЕ

**Активная безопасность** - это совокупность свойств конструкции автотранспортных средств, способных исключить или существенно снизить вероятность возникновения ДТП.

Активную безопасность (АБ), целесообразно классифицировать на три группы: 1-касающаяся кинематики и динамик и автомобиля «ходовых» свойств АТС);

2- предписания по информационному обеспечению;

3- нормативы, косвенно влияющие на АБ.

Первая группа включает правила, регламентирующие:

**тормозные свойства АТС** - Правила ЕЭК ООН № 13; 13 «Н» и 90;

**безопасность шин и колес** - Правила № 30, 54, 64, 108 и 109;

**требования к органам управления и управляемости** - Правила № 35, 79, ОСТ.37.001.471, ост.37.001.487, РД 37.001.005 (Управляемость и устойчивость); Существенную роль в обеспечении активной безопасности автомобиля (его «ходовых» свойств) играет **тяговая и тормозная динамика АТС.**

**Динамика автомобиля** - это его способность двигаться с наиболее высокой средней скоростью в различных условиях эксплуатации. А это возможно лишь в том случае, если автомобиле имеет достаточно высокий уровень удельной мощности (тяговых свойств) и высокую эффективность тормозных систем.

**Тягово-скоростные свойства (ТСС)** определяют скоростной режим движения автомобиля, в наибольшей степени влияющий на вероятность и тяжесть дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

**Факторы, показатели и характеристики тягово-скоростных свойств автомобиля.**

К основным факторам (показателям и характеристикам) ТСС автомобиля, влияющим на БДД относятся: тяговый и мощностной баланс, удельная мощность, приемистость, максимальные скорости и ускорения, путь и время разгона, характеристик и шин, параметры трансмиссии и некоторые другие.

**Тяговый и мощностной баланс** - это зависимость тяговой силы или мощности на ведущих колесах автомобиля от скорости движения автомобиля на горизонтальной дороге с твердым и гладким покрытием.

**Удельная мощность** - это отношение максимальной (номинальной) мощности двигателя к полной массе автомобиля.

**Приемистость** - это способность автомобиля к наращиванию скорости на горизонтальной дороге при полном использовании мощности двигателя.

**Максимальная скорость** - скорость, развиваемая автомобилем на горизонтальной дороге с твердым и гладким покрытием, при полном использовании мощности двигателя. Условная максимальная скорость определяется при тех же условиях - при разгоне автомобиля на пути 1000 м.

**Максимальное ускорение** - приращение скорости в единицу времени при разгоне автомобиля на горизонтальной дороге с твердым и гладким покрытием при полном использовании мощности двигателя.

**Максимальное замедление** - падение скорости в единицу времени при аварийном торможении автомобиля на горизонтальной дороге с твердым и гладким покрытием вплоть до его остановки.

**Путь и время разгона** - это измеренные величины пути и времени при разгоне автомобиля с места или в заданном диапазоне скоростей на горизонтальной дороге с твердым и гладким покрытием при полном использовании мощности двигателя.

**Тормозная динамика автомобиля** - это свойство автомобиля обеспечивать возможность регулирования (снижения) скорости автомобиля для его экстренной остановки и удержания автомобиля на месте. Тормозные свойства автомобиля - это одно из основных свойств обеспечения активной безопасности, т.е. свойства, за счет которого предотвращается ДТП.

При 65% всех ДТП используется торможение, из них половина ДТП происходит при торможении на мокрых и скользких покрытиях. Более 30% всех ДТП можно было бы исключить за счет своевременного и более эффективного торможения. Современные автомобили оборудуются четырьмя видами тормозных систем: рабочей (основной), запасной, стояночной и вспомогательной.

**Рабочая тормозная система** является основной и предназначена для регулирования скорости автомобиля в любых условиях движения, в т.ч. для служебного и экстренного (аварийного) торможения.

**Запасная система** предназначена для повышения надежности ТС и используется в случае отказа рабочей системы.

**Стояночная ТС** - для удержания неподвижного автомобиля на месте (на стоянке), в том числе на уклоне.

**Вспомогательная ТС** необходима для поддержания скорости автомобиля постоянной в течение длительного времени (например, на спусках).

**Служебное торможение** - это плавно торможение с замедлением до  $3\text{ м/с}^2$  ( $0,3g$ ); экстренное (аварийное) - это резкое уменьшение скорости с замедлением более  $0,3g$  (до  $9\text{ м/с}^2$  и более).

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Целью курсового проекта является закрепление студентами знаний, полученных в лекционном курсе «Безопасность транспортных средств» и связанных с пониманием влияния свойств транспортных средств (ТС) и условий движения на возможность и целесообразность совершения обгона. В ходе выполнения курсового проекта должны быть определены:

- значения времени ( $t_{\text{ОБГ}}$ ), пути ( $S_{\text{ОБГ}}$ ) и скорости ( $V_{\text{ОБГ}}$ ) при выполнении завершеного обгона;

- значения времени ( $t_{\text{Н. ОБГ.}}$ ), пути ( $S_{\text{Н. ОБГ.}}$ ), необходимые для выполнения незавершеного обгона при заданной величине замедления автомобиля после решения водителя прекратить обгон;

- возможность безопасного прекращения обгона в соответствии с выбранной схемой решения водителя о прекращении обгона.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4. Все расчеты необходимо проводить в международной системе единиц (СИ). Результаты вычислений представляются в виде таблиц и графиков. Масштаб, выбираемый при построении графиков, должен обеспечивать наглядность представляемой информации и удобство пользования полученными результатами.

В ходе выполнения курсового проекта студенты должны получить навыки самостоятельного выполнения инженерных расчетов по специальности, грамотного оформления технической документации, использования нормативных документов и технической литературы

## 2. ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

В качестве исходных данных задаются:

Модель обгоняющего ТС	
Модель обгоняемого ТС	
Постоянная скорость движения обгоняемого ТС – $V^2$ (км/ч)	
Максимальная скорость обгоняющего ТС – $V_{\text{МАХ}}$ (км/ч)	
Длина обгоняющего ТС – $L_1$ , м	
Длина обгоняемого ТС – $L_2$ , м	
Постоянная времени разгона обгоняющего ТС – $T_v$ , с	
Максимальное замедление обгоняющего ТС – $J_T = J_{\text{МАХ}}$ м/с <sup>2</sup> Временной интервал между обгоняющим и обгоняемым ТС перед началом обгона $\tau_{12}$ , с .	2
Временной интервал между обгоняющим и обгоняемым ТС после завершения обгона $\tau_{21}$ , с .	1,5
Расстояние между обгоняющим и обгоняемым ТС после прекращения обгона и завершения торможения перед возвращением на свою полосу движения, м	

	1
Время перестроения при возвращении ТС на свою полосу $\tau_{п}$ , с .	2

Временные интервалы ( $\tau_{12}$ ,  $\tau_{21}$ ,  $\tau_{п}$ ) между ТС принимаются одинаковыми для всех вариантов заданий.

Вариант своего задания студент определяет по трем последним цифрам номера зачетной книжки. Из этих цифр первые две определяют модель обгоняющего ТС. Используя эти цифры по табл.1 (приложение 1) необходимо определить модель ТС, максимальную скорость  $V_{MAX}$ , постоянную времени разгона ТС- $T_v$ , длину ТС- $L_1$ .

Третья цифра определяет категорию обгоняемого ТС. Используя ее по табл.2 (приложение 1) необходимо определить категорию ТС, его длину  $L_2$  и скорости обгоняемого ТС, при которых необходимо выполнить расчет.

Пример: последние три цифры 079

По табл.1 (приложение 1) выбираем данные об обгоняющем ТС – категория М1, модель ВАЗ-2104,  $V_{MAX}=137$  км/ч,  $T_{MAX}=14$  с,  $L_1 =4,1$  м.

По табл.2 (приложение 1) находим данные об обгоняемом ТС – категория N3+O,  $L_2 =16$  м и значения скоростей обгоняемого ТС категории М1, значения  $V_2$  равны: 60, 70, 80, 90 и 100 км/ч.

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБГОНА

Обгон является важным маневром, который позволяет водителю ТС поддерживать оптимальную, по условиям задачи управления, среднюю скорость. Возможность выполнения обгона зависит от скорости обгоняемого и скоростных свойств обгоняющего ТС, наличия необходимого интервала во встречном потоке е. Обгон может выполняться «с хода» и с ожиданием возможности обгона, когда начальная скорость обгоняющего ТС равна скорости обгоняемого автомобиля. Последняя схема является наиболее типичной для сегодняшнего состояния транспортного потока и используется при выполнении курсового проекта.

На рис.1 представлена схема обгона «с ожиданием». Перед началом обгона водитель обгоняющего ТС<sub>1</sub> следует за обгоняемым ТС<sub>2</sub> с временным интервалом  $\tau_{12}$ , которому соответствует дистанция  $S_{12}$ .

В процессе обгона в определенный момент (в данном случае расчет ведется для положения 1.1, когда обгоняющий ТС1 догнал ТС 2) водитель должен принять окончательное решение о завершении или прекращении обгона. В случае продолжения обгона ТС1 опережает ТС2 и возвращается на свою полосу движения (положение 1.2). В момент завершения обгона между обгоняемым и обогнавшим ТС должен быть временной интервал  $\tau_{21}$ , которо-

му соотв етствует дистанция  $S_{21}$ , в последующие моменты времени величина  $S_{21}$  быстро увеличивается, так как скорость обгоняющего ТС выше, чем у обгоняемого.

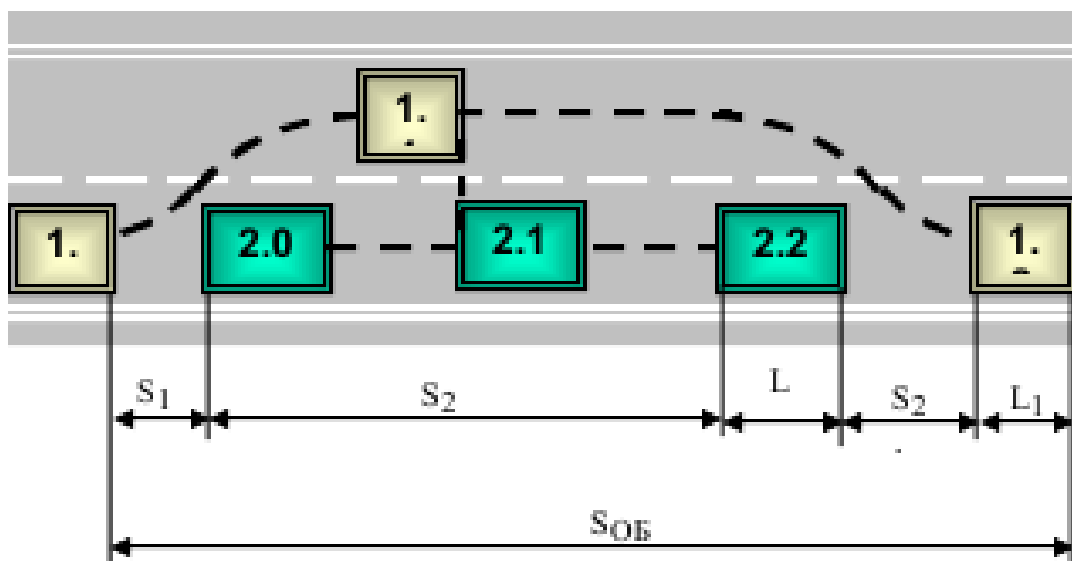


Рис.1. Схема обгона «с ожиданием».

Разгон ТС при обгоне должен выполняться с максимальной интенсивностью и прекращается плавно после его завершения. Реализация такого режима возможна только в том случае, когда имеется необходимый интервал времени между обгоняемым ТС и автомобилем, двигающимся впереди него навстречу. (В противном случае водитель обгоняющего ТС после завершения обгона будет вынужден экстренно затормозить). Описанный режим движения ТС обеспечивает минимальные значения пути и времени обгона по схеме «с ожиданием». Значения времени обгона  $t_{\text{ОБГ}}$ , пути обгона  $S_{\text{ОБГ}}$  и скорости обгоняющего ТС в момент завершения обгона  $V_{\text{ОБГ}}$  в зависимости от скорости обгоняемого ТС определяют предельные условия, при которых обгон может быть завершён.

На рис.2 показана схема незавершенного обгона. В положении 1.1 водитель принимает решение прекратить обгон и осуществляет торможение. В положении 1.2, когда обгоняющее ТС отстает от обгоняемого автомобиля на один метр водитель прекращает торможение и так как скорость  $ТС_1$  в этот момент меньше, чем у  $ТС_2$ , то последнее уходит вперед и водитель обгоняющего ТС может вернуться на свою полосу движения, совершая маневр за время  $t_{\text{П}}$  (время перестроения).



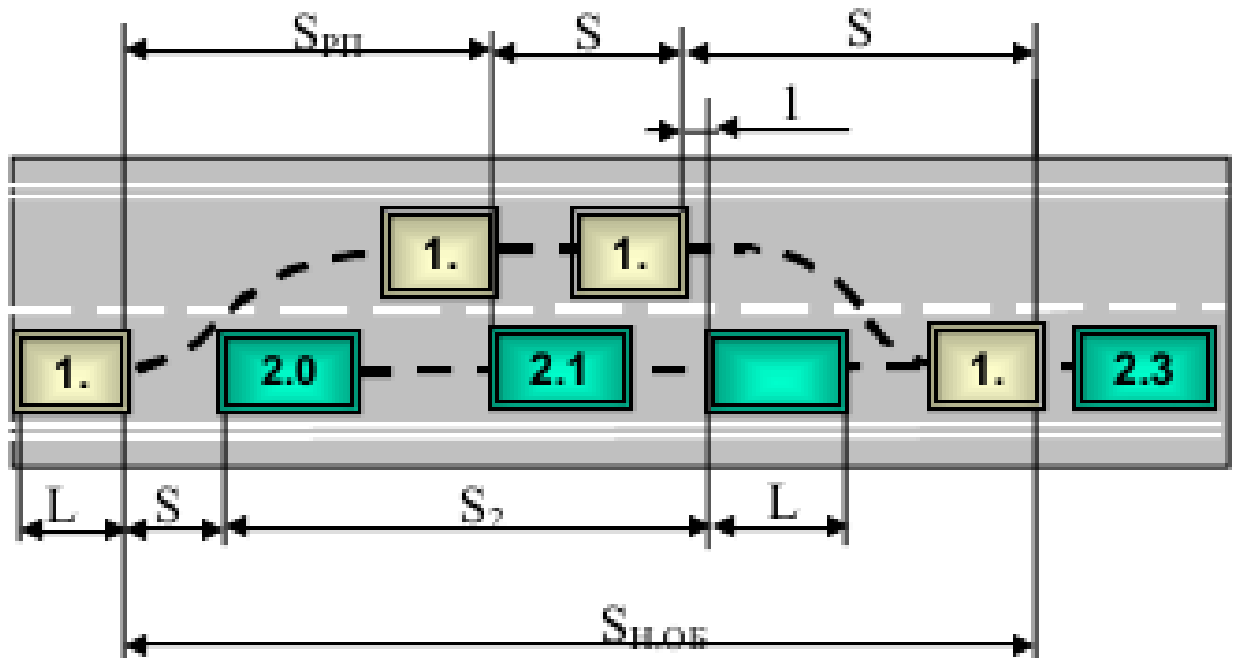


Рис. 2 Схема незавершенного обгона

За это время ТС проходит путь  $S_{\text{П}}$ . Торможение выполняется с максимальным замедлением для данной категории ТС. Значения времени  $t_{\text{Н.ОБГ.}}$  и пути  $S_{\text{Н.ОБГ.}}$  незавершенного обгона определяют предельные условия, при которых возможно избежать ДТП при незавершенном обгоне.

Сопоставление значений  $t_{\text{ОБГ.}}$  и  $t_{\text{Н.ОБГ.}}$ ,  $S_{\text{ОБГ.}}$  и  $S_{\text{Н.ОБГ.}}$  позволяет оценить правильность выбора момента о возможности или невозможности завершить обгон.

Для того, чтобы решение о прекращении обгона повышало безопасность (т.е. уменьшало вероятность столкновения со встречным автомобилем) по сравнению с решением продолжать обгон, необходимо, чтобы время и путь незавершенного обгона были меньше, чем при его завершении. Разница между этими значениями завершеного и незавершенного обгонов определяет величину резервов безопасности. Если резервы равны нулю или становятся отрицательными, то это означает, что решение о необходимости прекратить обгон, надо было принимать раньше, чем обгоняющее ТС догонит обгоняемое ТС.

Вычисление рассмотренных выше показателей возможно графоаналитическим или аналитическим методом. Чтобы описать методику вычислений рассмотрим график, приведенный на рис.3. По оси абсцисс отложено время в секундах.

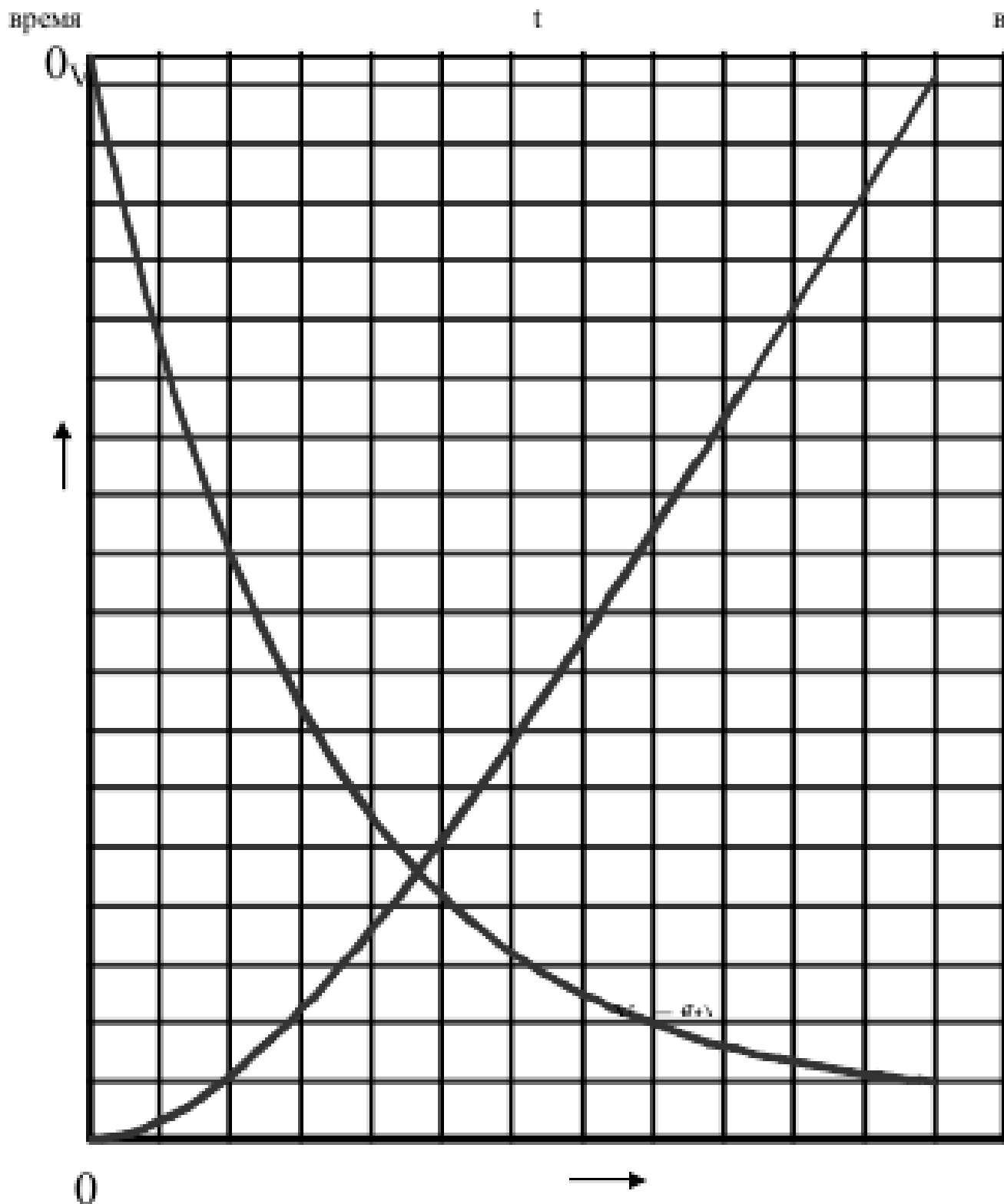


Рис. 3. Зависимости пути и скорости обгона от времени.

По оси ординат вверх – путь, проходимый ТС1 в метрах, а вниз – скорость обгоняющего ТС.

Чтобы определить искомые показатели сначала необходимо построить изменения указанных зависимостей пути и скорости от времени. Вычисление значений скорости при заданном времени разгона проводится по формуле

$$V = V_{\max}(1 - e^{-t/T_v}), \text{ км/ч} \quad (1)$$

где  $V_{\max}$  – максимальная скорость обгоняющего ТС, км/ч;  
 $t$  – текущее время, с;  
 $T_v$  – постоянная времени разгона, с.

Вычисление значений пути производится по формуле

$$S = \frac{V_{\max} \left[ t - T_v (1 - e^{-t/T_v}) \right]}{3,6}, \text{ м} \quad (2)$$

Пример построения графиков по этим формулам приведен на рис. 3. Условие завершения обгона можно записать в следующем виде

$$S_{\text{ОБГ}} = S_{12} + S_2 + S_{21} + L_1 + L_2, \text{ м} \quad (3)$$

Где  $S_{12}$  – дистанция между обгоняемым и обгоняющим ТС перед обгоном, с;  
 $S_2$  – путь, проходимый обгоняемым ТС за время обгона, с;  
 $S_{21}$  – дистанция между обгоняемым и обгоняющим ТС после завершения обгона, м;  
 $L_1$  – длина обгоняющего ТС, м;  
 $L_2$  – длина обгоняемого ТС, м.

Вычисление значений  $S_{12}$ ,  $S_2$ ,  $S_{21}$  производится по формулам

$$S_{12} = \frac{\tau_{12} V_2}{3,6}, \text{ м} \quad (4)$$

$$S_2 = \frac{\tau_{\text{обг}} V_2}{3,6}, \text{ м} \quad (5)$$

$$S_{21} = \frac{\tau_{21} V_2}{3,6}, \text{ м} \quad (6)$$

Анализируя уравнения (4)-(6) мы можем заметить, что для вычисления  $S_{\text{ОБГ}}$  нам не хватает значения  $t_{\text{ОБГ}}$ . Чтобы найти значение  $t_{\text{ОБГ}}$ , перепишем уравнение (3) в следующем виде

$$S_{\text{ОБГ}} - S_{12} - S_2 - S_{21} - L_1 - L_2 = 0 \quad (7)$$

Решение уравнения (7) возможно аналитическим или графоаналитическим методами.

### 3.1. ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА.

#### 3.1.1. Завершенный обгон.

Решение графоаналитическим способом показано на рис. 4 представляет собой последовательность следующих действий:

1. Задаваясь скоростью  $V_2$  в помощью зависимости «время-скорость» находим значения  $t_0$  и  $S_0$ , соответствующие началу обгона.

2. Из точки А (с координатами  $S_0, t_0$ ) откладываем вверх величину  $\Sigma_{\text{ОБГ}} = S_{12} + S_{21} + L_1 + L_2$ , м (8)

3. Из найденной точки С, ордината которой соответствует  $S_0 + \Sigma_{\text{ОБГ}}$  проводим под углом  $\alpha$  ( $\alpha = \arctg(V_2 \cdot \mu_S / \mu_T)$ ), где  $V_2$  – выраженное в м/с,  $\mu_S, \mu_T$  – соответственно, масштабы координатных осей S и T) прямую а до пересечения с кривой разгона обгоняющего автомобиля «время-путь». Точка пересечения – т. MS (с координатами  $S_M, t_M$ ) является моментом завершения обгона.

Время и путь обгона будут соответственно равны

$$t_{\text{ОБГ}} = t_M - t_0, \text{ с} \quad (9)$$

$$S_{\text{ОБГ}} = S_M - S_0, \text{ м} \quad (10)$$

4. Для определения скорости в момент завершения обгона необходимо из точки MS опустить перпендикуляр до пересечения с кривой  $V_1 = f(t)$  т.е. зависимостью «время-скорость» для обгоняющего ТС1, точка их пересечения  $M_V$ . Ордината т.  $M_V$  есть -  $V_{\text{ОБГ}}$ .

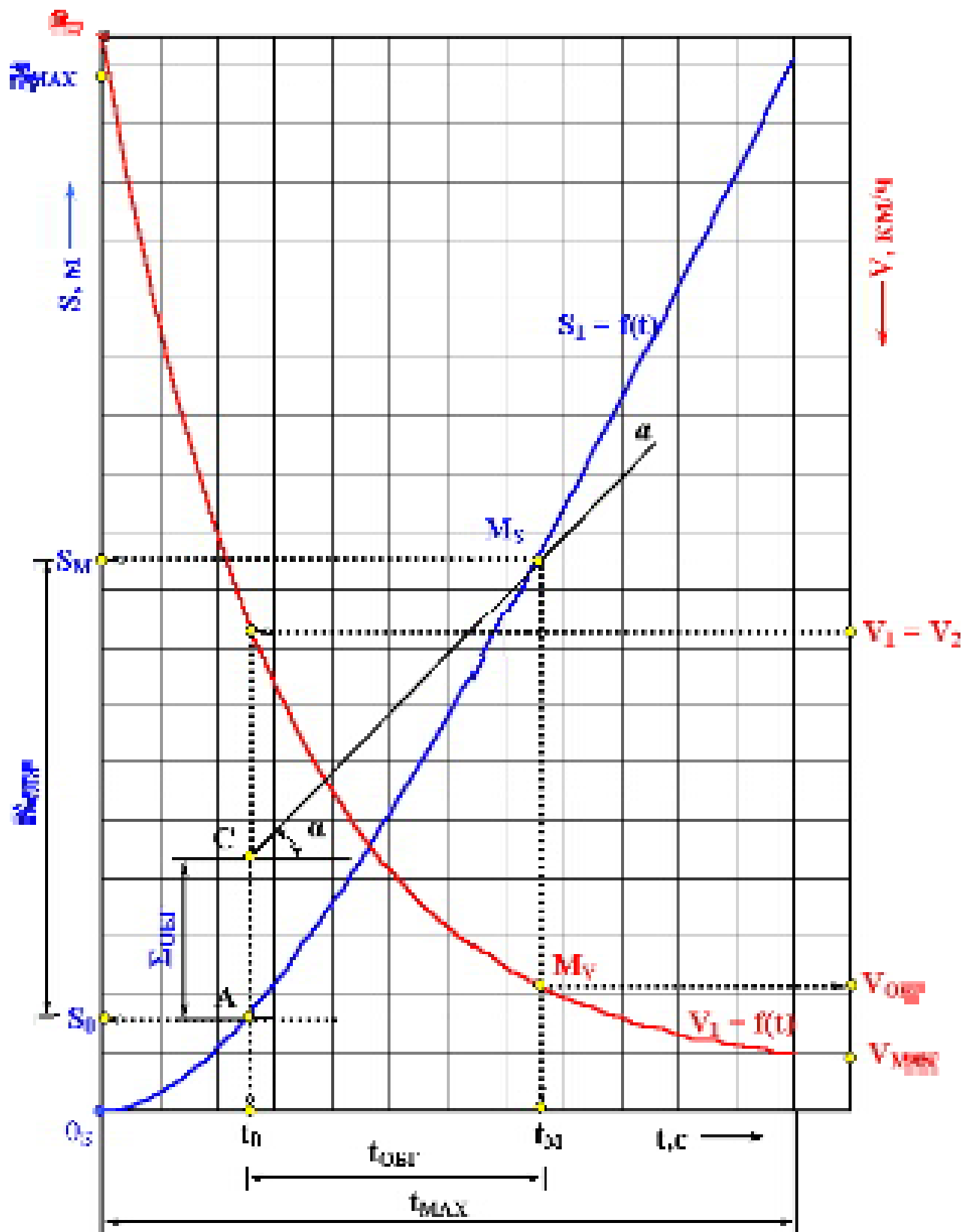


Рис.4. Показатели обгона ТС «с ожиданием».

### 3.1.2. Незавершенный обгон.

Решение графоаналитическим способом показано на рис. 5 и представляет собой последовательность следующих действий:

1. Для вычисления параметров незавершенного обгона из точки А (с координатами  $S_0, t_0$  которые находим аналогично как и при обгоне с ожиданием) откладываем вверх величину

$$\Sigma_{\text{РПО}} = S_{12} \quad (11)$$

2. Из найденной точки В под углом  $\alpha$  ( $\alpha = \arctg(V_2 \cdot \mu_S / \mu_T)$ ), где  $V_2$  – выраженное в м/с,  $\mu_S / \mu_T$  – соответственно, масштабы координатных осей S и T) проводим прямую в до пересечения с кривой разгона автомобиля «время-путь». Точка пересечения ( $D_S$ ) соответствует положению 1.1 автомобиля на рис.2.

3. Для определения скорости автомобиля в момент принятия решения о прекращении обгона  $V_{\text{РПО}}$  из полученной точки  $D_S$  необходимо опустить перпендикуляр до пересечения с кривой «время-скорость». Получим точку  $D_V$ , ордината которой соответствует скорости  $T_C$  в момент принятия решения о прекращении обгона.

4. Для определения параметров последующего торможения необходимо из полученной точки  $D_S$  отложить вниз расстояние равное одному метру и получим точку Е. Из точки Е проводим кривую торможения определенную по формуле

$$S_T = \frac{V_{\text{РПО}} t_T}{3,6} - \frac{J_T t_T^2}{2}, \text{ м} \quad (12)$$

где  $S_T$  – тормозной путь, м

$t_T$  – текущее время торможения;

$J_T = J_{\text{МАХ}}$  – максимальное для обгоняющего ТС замедление, м/с<sup>2</sup>.

Для этого в точке Е введем новую систему координат ( $t_T; S_T$ ) с масштабом числовых значений соответствующих системе координат ( $t; S$ ).

Тогда т. Е в новой системе будет иметь координаты ( $0_T; 0_T$ ) и характеризовать момент начала торможения.

Точка пересечения кривой торможения и прямой перемещения обгоняемого автомобиля  $F_S$  соответствует положению 1.2 обгоняющего автомобиля на рис. 2 и определяет момент завершения торможения.

Для определения скорости в момент завершения торможения необходимо из точки  $F_S$  опустить перпендикуляр. Кроме того, из точки  $D_V$  под углом  $\beta$  ( $\beta = \arctg(J_T \cdot \mu_S / \mu_T)$ ), где  $J_T$  – выраженное в м/с<sup>2</sup>,  $\mu_S / \mu_T$  – соответственно,

масштабы координатных осей V и T) провести прямую с до пересечения с проведенным перпендикуляром в точке  $F_S$ , ордината их пересечения  $V_{3T}$  – скорость в момент завершения торможения.

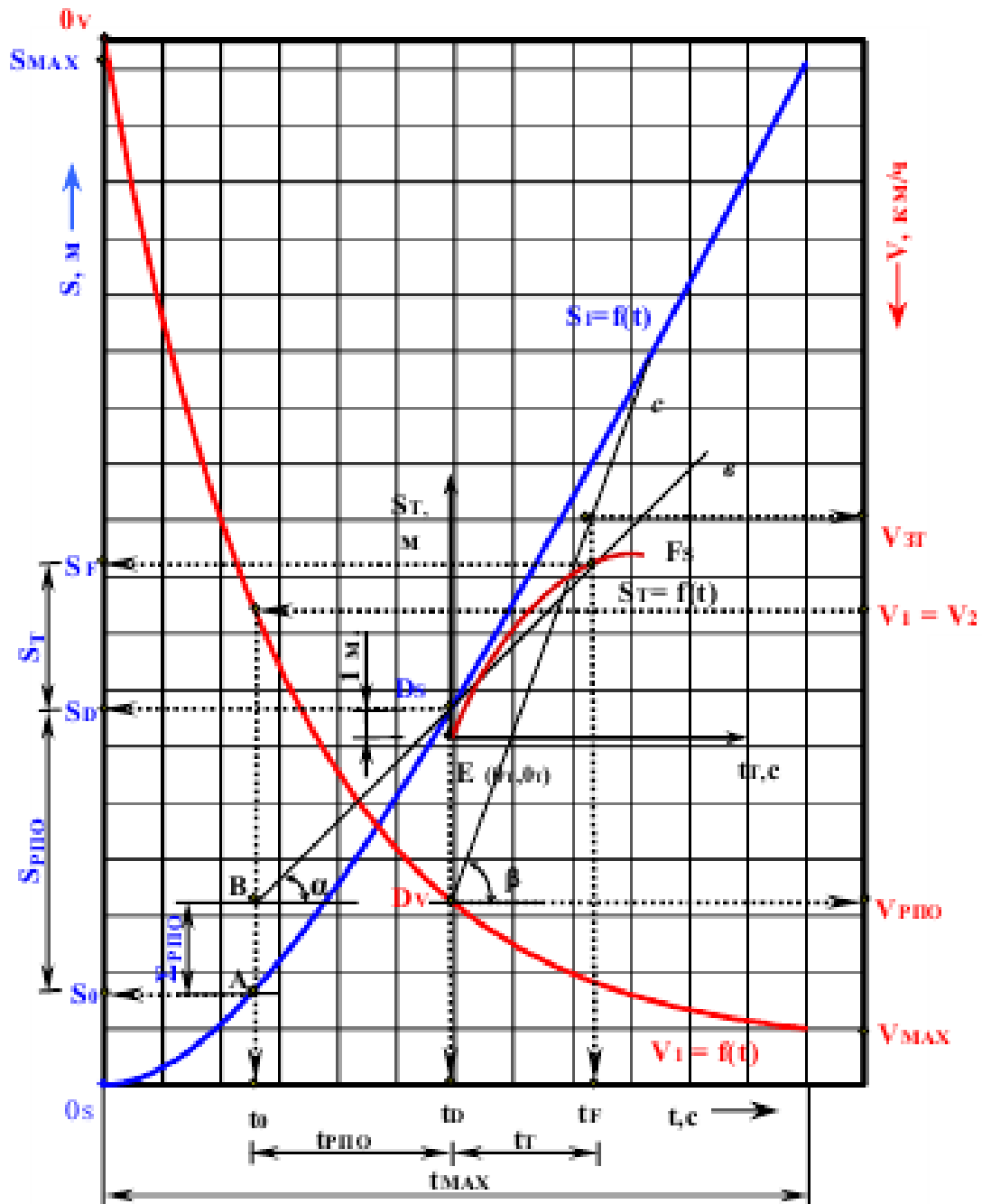


Рис.5. Показатели незавершенного обгона ТС .

5. Определение расстояния перестроения на свою полосу движения производится по формуле где

$$S_{п} = \frac{\tau_{п} V_{3T}}{3,6}, \text{ м} \quad (13)$$

$\tau_{п}$  – время перестроения на свою полосу, равное  $2с$ ;

$V_{3T}$  – скорость ТС1 в момент завершения торможения.

6. Показатели незавершенного обгона определяются по формулам

$$t_{\text{Н.ОБГ}} = t_{\text{НПО}} + t_T + \tau_{\text{П}}, \text{ с} \quad (14)$$

$$t_{\text{НПО}} = t_D - t_0, \text{ с} \quad (15)$$

$$t_T = t_F - t_D, \text{ с} \quad (16)$$

$$S_{\text{Н.ОБГ}} = S_D - S_0 + S_T + S_{\text{П}} = S_{\text{НПО}} + S_T + S_{\text{П}} \quad (17)$$

$V_{3T}$  – определяется по графику.

## 3.2. АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА

### 3.2.1. Завершенный обгон

Для аналитического решения задачи в уравнение (7) надо подставить аналитическое выражение входящих в него членов, в результате подстановки получим следующее выражение

$$\left( \frac{V_{\text{MAX}} \left[ t - T_v \left( 1 - e^{-t/\tau} \right) \right]}{3,6} - S_0 \right) - \left( \sum_{\text{СВЕТ}} + \frac{V_2 (t - t_0)}{3,6} \right) = \Delta S, \text{ м} \quad (18)$$

где

$S_{\text{ОБГ}}$  – выражение стоящее в первой скобке, м;

$\Delta S$  – погрешность вычислений, м.

Для решения уравнения (18) необходимо предварительно определить значения  $S_0$  и  $t_0$ , соответствующие значениям  $V_1 = V_2$ . Для этого уравнение (1) необходимо записать в следующем виде

$$V_{\text{MAX}} \left( 1 - e^{-t/\tau} \right) - V_2 = \Delta V, \text{ км / ч} \quad (19)$$

Разделив  $\Delta V$  на  $V_2$  определим относительную погрешность вычислений  $V_2$  при заданном значении  $t$ . Примем, что величина относительной погрешности  $\Delta V$  не должна быть более  $\pm 1\%$

$$\frac{\Delta V}{V_2} 100 < \pm 1\% \quad (20)$$

Подставляя в уравнение (19) различные значения  $t$ , определим величину  $t_0$ , удовлетворяющую условию (20). Подставив значение  $t_0$  в уравнение (2) вычислим величину  $S_0$ .

Найденные значения  $S_0$  и  $t_0$  подставим в уравнение (18). Примем, что относительная погрешность  $\Delta S$  не должна быть более  $\pm 1\%$



$$\frac{\Delta S}{S_{\text{обг}}} 100 < \pm 1\% \quad (21)$$

Подставляя в уравнение (18) различные значения  $t$  найдем величину  $t_M$  (см. рис. 4), удовлетворяющую условию (21). Время обгона  $t_{\text{обг}}$  определим из уравнения (9). Подставляя  $t_M$  в уравнение (2) найдем значение  $S_M$ .  $S_{\text{обг}}$  определим из уравнения (10) или, что тоже самое, подставим  $t_M$  в выражение стоящее в первой скобке уравнения (18)

$$t_{\text{обг}} = t_M - t_0, \text{ с}$$

$$S_{\text{обг}} = S_M - S_0, \text{ м}$$

### 3.2.2. Незавершенный обгон

Чтобы определить параметры незавершенного обгона надо в выражении (18) величину  $\Sigma_{\text{обг}}$  заменить на величину  $\Sigma_{\text{н.обг}} = \Sigma_{\text{рпо}}$  (см. формулу

11) и описанным выше способом найдем значения  $t_D$ , соответствующие моменту принятия решения о прекращении обгона, и значения  $S_{\text{рпо}}$  и  $V_{\text{рпо}}$ .

$$\left( \frac{V_{\text{MAX}} \left[ t - T_v (1 - e^{-t/T_v}) \right] - S_0}{3,6} \right) - \left( \Sigma_{\text{н.обг}} + \frac{V_2 (t - t_0)}{3,6} \right) = \Delta S_{\text{,м}} \quad (22)$$

Условие вычисления пути торможения  $S_T$ , обеспечивающего возврат на свою полосу в результате прекращения обгона можно записать в виде

$$S_T - \frac{V_2 t_T}{3,6} - l = \Delta S_T, \text{ м} \quad (23)$$

где

$S_T$  - тормозной путь определяемый по формуле

$$S_T = \frac{V_{\text{рпо}} t_T}{3,6} - \frac{j_T t_T^2}{2}, \text{ м} \quad (24)$$

где

$V_2$  – скорость обгоняемого автомобиля;

$t_T$  – время торможения;

$\Delta S_T$  – погрешность вычисления.

$j_T = j_{\text{MAX}}$  – максимальное для обгоняющего ТС замедление,  $\text{м/с}^2$ .

Принимая, что величина относительной погрешности не должна превышать  $\pm 1\%$

$$\frac{\Delta S_T}{S_T} 100 < \pm 1\% \quad (25)$$

Подставляя различные значения  $t$  в выражение (24), определим величину

$t_T$ , удовлетворяющую условию (25).

Подставляя значение  $t_T$  в уравнение (24) найдем величину  $S_T$ .

Значение скорости в момент завершения торможения ( $V_{3T}$ , км/ч) найдем из выражения

$$V_{3T} = V_{\text{нпб}} - 3,6 j_T t_T, \text{ км / ч} \quad (26)$$

Путь, проходимый автомобилем при возвращении на свою полосу движения определяется из уравнения (13). Время незавершенного обгона  $t_{\text{н.обг}}$  определяется по формуле (14) (см.рис.5). Путь, проходимый ТС  $S_{\text{н.обг}}$  определяем по формуле

$$S_{\text{н.обг}} = S_{\text{рпо}} + S_T + S_{\text{п}}, \text{ м} \quad (27)$$

Определение показателей завершеного и незавершеного обгонов производится для каждого значения скорости обгоняемого ТС  $V_2$ .

#### **а) Определение резервов времени и пути**

Для определения возможности избежать ДТП при решении прекратить обгон в соответствии со схемой, приведенной на рис.2, определяются величины резервов времени  $t$  и пути  $S$  по формулам

$$\text{рез } t = t_{\text{обг}} - t_{\text{н.обг}}, \text{ с} \quad (28)$$

$$\text{рез } S = S_{\text{обг}} - S_{\text{н.обг}}, \text{ м} \quad (29)$$

Знак минус означает отсутствие резервов и невозможность избежать ДТП путем торможения.

Результаты определения показателей заносятся в таблицы 2-4 (см. пример расчета), и представляются в виде график а, приведенного на рисунке 4 Пр.(см. пример расчета).

#### 4. ПРИМЕР РАСЧЕТА

##### А. Подготовка исходных данных

Таблица 4.1

##### Исходные данные

Модель обгоняющего ТС	*****
Модель обгоняемого ТС	*****
Постоянная скорость движения обгоняемого ТС – $V_2$ (км/ч)	50,60,70,80,90
Максимальная скорость обгоняющего ТС – $V_{MAX}$ (км/ч)	150
Длина обгоняющего ТС – $L_1$ , м	4,1
Длина обгоняемого ТС – $L_2$ , м	9,0
Постоянная времени разгона обгоняющего ТС – $T_V$ , с	15,0
Максимальное замедление обгоняющего ТС – $J_1=J_{MAX}$ м/с <sup>2</sup>	5,7
Временной интервал между обгоняющим и обгоняемым ТС перед началом обгона $\tau_{12}$ , с	2
Временной интервал между обгоняющим и обгоняемым ТС после завершения обгона $\tau_{21}$ , с	1,5
Расстояние между обгоняющим и обгоняемым ТС после прекращения обгона и завершения торможения перед возвращением на свою полосу движения, м	1
Время перестроения при возвращении ТС на свою полосу $\tau_{1B}$ , с	2

##### Б. Определение параметров обгона

Чтобы определить некоторые показатели сначала построим график изменения зависимостей пути и скорости от времени.

Расчет производим для значений  $t$  от 5 до 60 с ( $\Delta t = 5$ с)

Например для  $t = 5$ с найдем значения  $V_5$  и  $S_5$

Вычисление значений скорости ТС<sub>1</sub> при заданном времени разгона проводим по формуле (1).

$$V_5 = 150 (1 - 2,7^{-5/15}) = 42,28 \text{ км / ч}$$

Вычисление значений пути производится по формуле (2)

$$S_5 = \frac{150 \left[ 5 - 15 \left( 1 - 2,7^{-5/15} \right) \right]}{3,6} = 32,17 \text{ м}$$

□

По данным расчетов заполняем таблицу 2 и строим график изменения зависимостей пути и скорости от времени (рис. 1Пр.).

Таблица 4.2

Значение пути и скорости разгона автомобиля  
в зависимости от времени.

t, с	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$S, \text{ м}$	32,17	114,00	231,48	374,57	536,05	710,73	894,90	1085,88	1281,75	1481,14	1683,04	1886,76
$V, \text{ км/ч}$	42,28	72,64	94,44	110,10	121,35	129,42	135,22	139,39	142,38	144,53	146,07	147,18

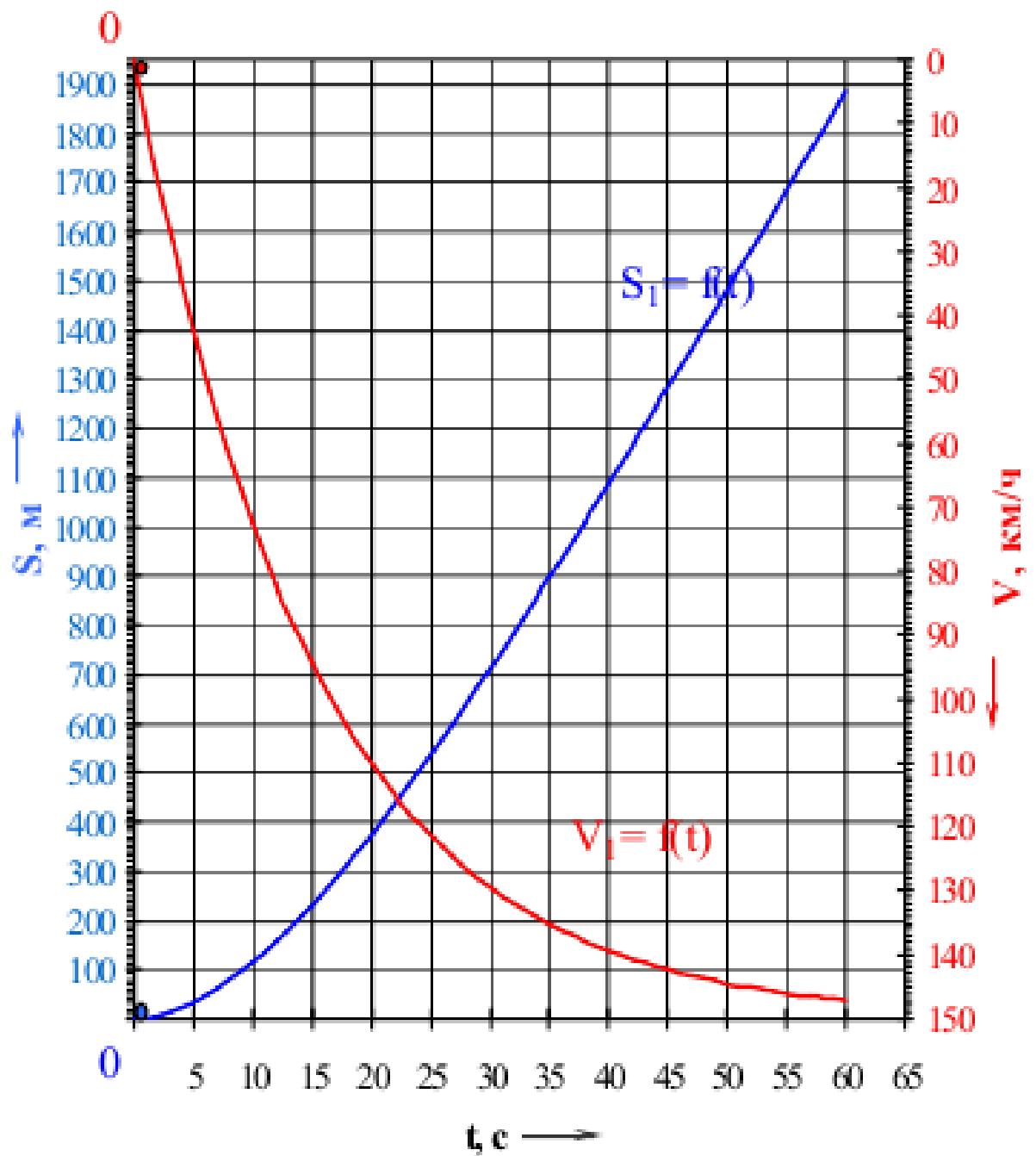


Рис. 1.(Пример) Зависимость пути и скорости обгона от времени.

Все графики рекомендуется строить на миллиметровой бумаге, с масштабами числовых значений позволяющих находить более точные значения.

Для вычисления  $S_{\text{ОБГ}}$  нам не хватает значения  $t_{\text{ОБГ}}$ . Чтобы найти значение  $t_{\text{ОБГ}}$ , необходимо решить уравнение (7)

Решение уравнения (7) возможно аналитическим или графоаналитическим методами.

#### 4.1. ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД.

Определение параметров покажем на примере, когда скорость обгоняемого автомобиля  $V_2 = 90 \text{ км/ч}$

##### 4.1.1. Завершенный обгон.

Задаваясь  $V_2 = 90 \text{ км/ч}$  проводим прямую до пересечения с зависимостью " время-скорость ". Получим точку пересечения из которой проводим перпендикуляр до пересечения с зависимостью " время-путь ". Полученная точка А характеризует момент начала обгона и имеет координаты  $t_0=14\text{с.}$  и  $S_0=200\text{м.}$  (см. рис.2Пр.)

Из т.А откладываем вверх величину равную  $\Sigma_{\text{ОБГ}} = 50+37,5+4,1+9 = 100,6\text{м.}$ , которую определяем по формуле (8). Из полученной т.С проводим прямую  $a$  под углом  $\alpha$ .

$$\mu_S = 1/12,5=0,08 \text{ (мм/м)}$$

$$\mu_T = 1/0,5 = 2 \text{ (мм/с)}$$

масштабы координатных осей S и T

$$\alpha = \arctg\left(\frac{V_2 \cdot \mu_S}{3,6 \cdot \mu_T}\right) = \arctg\left(\frac{90 \cdot \frac{1}{12,5}}{3,6 \cdot \frac{1}{0,5}}\right) = \arctg\left(\frac{90 \cdot 0,08}{3,6 \cdot 2,0}\right) = 45^\circ$$

до пересечения с зависимостью " время-путь " точка пересечения (т.М<sub>S</sub> ( $t_M = 30 \text{ с.}$ ;  $S_M = 700\text{м.}$ )) соответствует моменту завершения обгона.

Для определения скорости в момент завершения обгона необходимо из точки  $t_M$  опустить (поднять) перпендикуляр до пересечения с кривой  $V_1 = f(t)$  т.е. зависимостью «время-скорость» для обгоняющего ТС<sub>1</sub>. Ордината точки их пересечения ( $M_V$ ) есть -  $V_{\text{ОБГ}} = 129\text{км/ч.}$

Время и путь обгона определяем соответственно по формулам (9) и (10). Получим

$$t_{\text{ОБГ}} = 29,5 - 14 = 15,5, \text{ С}$$

$$S_{\text{ОБГ}} = 700 - 200 = 500 \text{ М}$$

Значения  $S_0$ ,  $t_0$ ,  $\Sigma_{\text{ОБГ}}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$  определяются для всех значений скорости обгоняемого автомобиля и заносятся в таблицу 2 (см. пример расчета аналитическим методом).

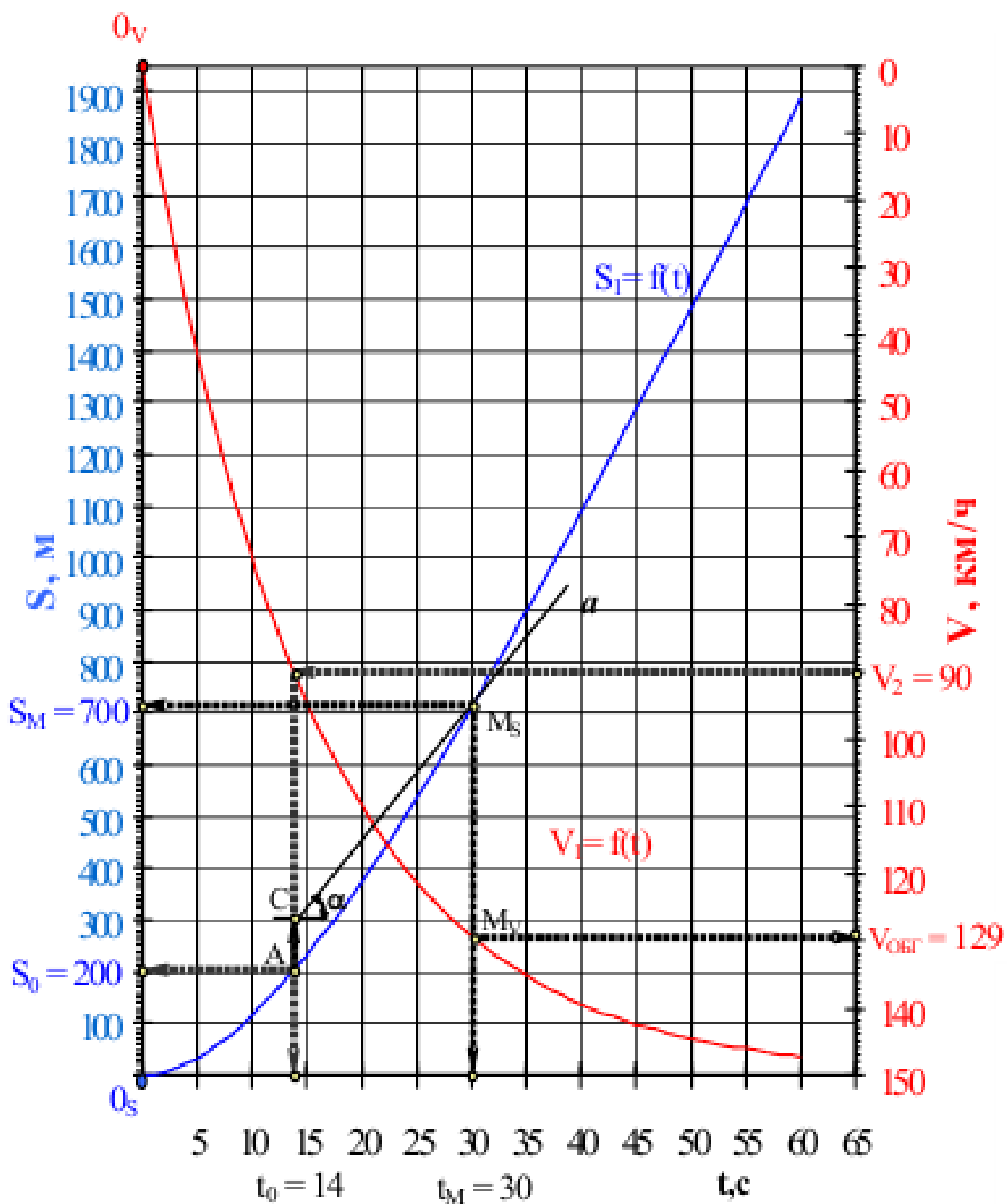


Рис. 2. (Пример) Определение параметров завершеного обгона  
4.1.2. Незавершённый обгон.

Нахождение значений  $S_0$  и  $t_0$  было описано выше. Для вычисления параметров незавершенного обгона из точки А (с координатами  $S_0, t_0$ ) отложим вверх величину определяемую по формуле (11)  $\Sigma_{\text{РПО}} = 50$  м. Из найденной точки В под углом  $\alpha = 41^\circ$  ( $\alpha = \arctg(V_2 \cdot \mu_S / \mu_T)$ ), где  $V_2$  – выраженное в м/с,  $\mu_S = 0,07$  (мм/м),  $\mu_T = 2$  (мм/с) проведем прямую в до пересечения с кривой разгона автомобиля «время-путь».

(Обратите внимание, что масштабы рисунков рис.2 ПР и рис.3 ПР различны, поэтому угол  $\alpha$  в одном случае равен  $45^\circ$  в другом  $41^\circ$ . см. уравнение \* на стр.19).

Точка пересечения т.  $D_S$  ( $t_D = 27,5$ с.;  $S_D = 600$ м.) соответствует моменту принятия решения о прекращении обгона. Подняв перпендикуляр из т.  $t_D$  до пересечения с зависимостью " время-скорость " получим точку пересечения DV, ордината которой соответствует скорости ТС1 в момент принятия решения о прекращении обгона  $V_{\text{РПО}} = 120$  км/ч.

Для определения параметров последующего торможения необходимо из полученной точки  $D_S$  отложить вниз расстояние равное одному метру и получим точку Е. Из точки Е проводим кривую торможения определенную по формуле (12). Для этого в точке Е вводим новую систему координат ( $t_T$ ;  $S_T$ ) с масштабom числовых значений соответствующих системе координат ( $t$ ;  $S$ ). Тогда т. Е в новой системе будет иметь координаты  $(0_T; 0_T)$  и характеризовать момент начала торможения.

Подставим различные значения  $t_T > 0$  в формулу (12)

$$S_{T1} = \frac{120 \cdot 1}{3,6} - \frac{5,7 \cdot 1^2}{2} = 30,5 \text{ м}$$

$$S_{T2} = \frac{120 \cdot 2}{3,6} - \frac{5,7 \cdot 2^2}{2} = 55,4 \text{ м}$$

$$S_{T3} = \frac{120 \cdot 3}{3,6} - \frac{5,7 \cdot 3^2}{2} = 74,5 \text{ м}$$

$$S_{T4} = \frac{120 \cdot 4}{3,6} - \frac{5,7 \cdot 4^2}{2} = 87,9 \text{ м}$$

По полученным точкам строим кривую  $S_T = f(t_T)$

Точка пересечения кривой торможения и прямой перемещения обгоняемого автомобиля  $F_S$  определяет момент завершения торможения.



Для определения скорости в момент завершения торможения из точки FS опустим вниз перпендикуляр. Кроме того, из точки D<sub>V</sub> под углом β

$$\beta = \arctg\left(\frac{J_T \cdot \mu_V}{\mu_T}\right) = \arctg\left(\frac{5,7 \cdot 3,6}{\frac{1}{0,5}}\right) = \arctg\left(\frac{5,7 \cdot 3,6}{2,0}\right) = 84^\circ$$

$$\mu_V = 1 / 0,278 = 3,6 \text{ (мм/(м/с))}$$

$$\mu_T = 1/0,5 = 2 \text{ (мм/с) масштабы координатных осей V и T}$$

проведем прямую С до пересечения с проведенным перпендикуляром в точке FV, ордината которой скорость в момент завершения торможения V<sub>зт</sub> = 65,5 км/ч.

Определение расстояния перестроения на свою полосу движения производим по формуле (13)

$$S_{\Pi} = \frac{2 \cdot 65,5}{3,6} = 36,39 \text{ м}$$

Показатели незавершенного обгона определяются по формулам (14,15,16,17)

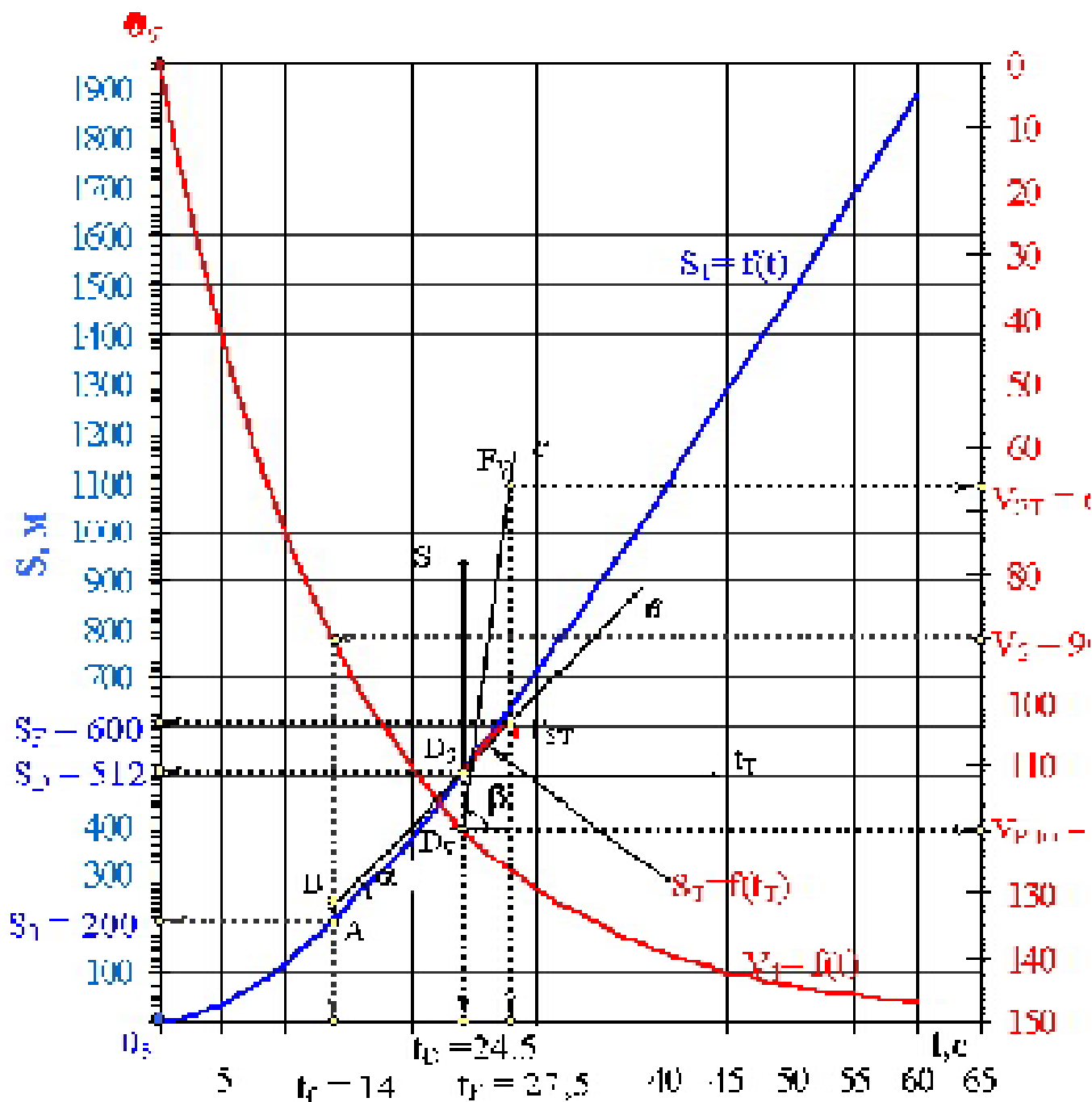


Рисунок 3 ПР. **Определение параметров незавершенного обгона**

$$t_{н.обг} = 10,5 + 3 + 2 = 15,5 \text{ с.}$$

$$t_{рпо} = 24,5 - 14 = 10,5 \text{ с.}$$

$$t_T = 27,5 - 24,5 = 3 \text{ с.}$$

$$S_{н.обг} = S_D - S_0 + S_T + S_{\Pi} = 600 - 200 + 83 + 36,39 = 519,39 \text{ м}$$

Значение показателей заверченного и незавершенного обгонов определяются для всех значений скорости обгоняемого автомобиля и заносятся в таблицу 3 (см. пример расчета аналитическим методом).

## 4.2. Аналитический метод расчета.

Определение параметров покажем на примере, когда скорость обгоняемого автомобиля  $V_2 = 90$  км/ч

### 4.2.1. Завершенный обгон.

Для решения уравнения (18) предварительно определим значения  $S_0$  и  $t_0$ , характеризующие момент начала обгона и соответствующие значениям  $V_1 = V_2 = 90$  км/ч. Для этого необходимо определить величину  $\Delta V$  при различных значениях  $t$ , по формуле (19), затем разделив ее на  $V_2$  определим относительную погрешность вычислений  $V_2$ , которая не должна быть более  $\pm 1\%$ ,  $t_0$ -значение  $t$ , удовлетворяющее условию (20).

$$\Delta V = 150 \cdot (1 - 2,7 \cdot 13,8^{13,8/15}) - 90 = -0,15 \text{ км / ч}$$

$$\frac{-0,15}{90} 100 = -0,17 < \pm 1\%$$

Подставляем значение  $t_0 = 13,8$  с. в уравнение (2)

$$S_0 = \frac{150 \left[ 13,8 - 15 \left( 1 - 2,7^{-13,8/15} \right) \right]}{3,6} = 200,63 \text{ м.}$$

Найденные значения  $t_0$  и  $S_0$  подставляем в уравнение 18. По формуле (8) находим величину  $\Sigma_{\text{обг}}$

Определяем значения  $\Delta S$  при различных значениях  $t$ . Выражение в первой скобке представляет собой  $S_{\text{обг}}$ . Значение  $t = t_m$  удовлетворяющее условию (21) будет характеризовать момент завершения обгона

Вычислим  $\Sigma_{\text{обг}} = S_{12} + S_{21} + L_1 + L_2$ .

Вычисление значений  $S_{12}$ ,  $S_{21}$  производятся по формулам (4) и (6) соответственно.

$$S_{12} = \frac{\tau_{12} V_1}{3,6} = \frac{2 \cdot 90}{3,6} = 50,0 \text{ м}$$

$$S_{21} = \frac{t_{21} \cdot V_2}{3,6} = \frac{1,5 \cdot 90}{3,6} = 37,5 \text{ м}$$

$$\Sigma_{\text{ОБГ}} = 50 + 37,5 + 9 + 4,1 = 100,6 \text{ м.}$$

$$\Delta S = \left( \frac{150 \left[ 29,6 - 15 \left( 1 - 2,7^{-29,6/15} \right) \right]}{3,6} - 200,63 \right) - \left( 100,6 + \frac{90 \cdot (29,6 - 13,8)}{3,6} \right) = 0,14 \text{ м}$$

$$S_{\text{ОБГ}} = \frac{150 \left[ 29,6 - 15 \left( 1 - 2,7^{-29,6/15} \right) \right]}{3,6} - 200,63 = 495,74 \text{ м}$$

$$\frac{0,14}{495,74} \cdot 100 = 0,03 < \pm 1\%$$

$$t_{\text{М}} = 29,6 \text{ с}$$

Время обгона определим по формуле

$$T_{\text{ОБГ}} = t_{\text{М}} - t_0 = 29,6 - 13,8 = 15,8 \text{ с.}$$

Скорость в момент завершения обгона определим по формуле (1)

$$V_{\text{ОБГ}} = 150 - \left( 1 - 2,7^{-29,6/15} \right) = 128,87 / \text{км ч}$$

Значения  $S_0$ ,  $t_0$ ,  $\Sigma_{\text{ОБГ}}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$ ,  $t_{\text{М}}$ ,  $t_{\text{ОБГ}}$ ,  $V_{\text{ОБГ}}$ ,  $S_{\text{ОБГ}}$ , заносим в таблицу 4.3

Таблица 4.3

Значения  $S_0$ ,  $t_0$ ,  $\Sigma_{\text{ОБГ}}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$ ,  $t_{\text{М}}$ ,  $t_{\text{ОБГ}}$ ,  $V_{\text{ОБГ}}$ ,  $S_{\text{ОБГ}}$  от скорости обгоняемого автомобиля

$V_2$ , км/ ч	$t_0$ , с	$t_{\text{М}}$ , с	$t_{\text{ОБГ}}$ , с	$S_0$ , м	$\Sigma_{\text{ОБГ}}$ , м	$S_{12}$ , м	$S_{21}$ , м	$V_{\text{ОБГ}}$ , км/ч	$S_{\text{ОБГ}}$ , м
50	6,10	15	8,9	46,48	61,71	27,78	20,83	94,44	185,00
60	7,70	18	10,3	71,19	71,43	33,33	25,00	104,45	243,58
70	9,50	21,3	11,8	104,02	81,16	38,89	29,17	113,39	311,01
80	11,50	25,1	13,6	146,02	90,88	44,44	33,33	121,54	393,41
90	13,80	29,6	15,8	200,63	100,60	50,00	37,50	128,87	495,74

#### 4.2.2. Незавершенный обгон.

Для определения параметров незавершенного обгона в выражении (18) величину  $\Sigma_{\text{ОБГ}}$  заменим на величину  $\Sigma_{\text{РПО}} = S_{12} = 50,0$  м. и описанным выше способом находим значения  $t_D = 24,4$  с.  $S_{\text{РПО}} = 421,25$  м. и  $V_{\text{РПО}} = 120,19$  км/ч.

По формулам (24) и (23) определяем, соответственно, тормозной путь и погрешность  $\square S_T$  при различных значениях  $t$ . Величину времени торможения  $t_T$  определим из условия (25).

$V_2,$ км/ ч	$t_D,$ с	$t_T,$ с	$t_{\text{ню}},$ с	$t_{\text{н.об}}$ г, с	$S_{\text{н}},$ с м	$S_t$ м	$S_{\text{рпо}}$ м	$S_{\text{н.обг}}$ м	$V_{\text{рпо}},$ км/ч	$V_{\text{зт}}$ км/ч
50	11,9	3	5,8	10,80	11,24	42,5	169,39	162,32	81,79	20,23
60	14,4	3	6,7	11,70	17,02	51,2	144,67	212,87	92,19	30,63
70	17,3	3	7,8	12,80	22,63	59,6	190,60	272,82	102,29	40,73
80	20,6	3	9,1	14,10	27,83	67,4	247,07	342,30	111,66	50,10
90	24,4	2,8	10,6	15,40	34,85	71,1	315,26	421,25	120,19	62,73

Условие (25) выполняется при  $t = t_T = 2,8$  с.

Значение скорости в момент завершения торможения  $V_{\text{зт}}$  найдем из выражения (26)

$$V_{\text{зт}} = 120,19 - 3,6 \cdot 5,7 \cdot 2,8 = 62,73 \text{ км / ч}$$

Путь проходимый автомобилем при возвращении на свою полосу движения определяем из уравнения (13).

$$S_{\text{п}} = \frac{2 \cdot 62,73}{3,6} = 34,85 \text{ м}$$

Время незавершенного обгона  $t_{\text{н.обг}}$  определяем по формуле (14)

$$T_{\text{н.обг}} = (24,4 - 13,8) + 2,8 + 2 = 15,40 \text{ с.}$$

Путь проходимый ТС определяем по формуле (27)

$$S_{\text{н.обг}} = 315,26 + 71,1 + 34,85 = 421,25 \text{ м.}$$

### 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ ВРЕМЕНИ И ПУТИ

Величины резервов времени рез  $t$  и пути рез  $S$  определяем по формулам (28) и (29).

$$\text{Рез.}t = 15.8 - 15.4 = 0.4 \text{ с.}$$

$$\text{Рез.}S = 495.74 - 421.25 = 74.5 \text{ м.}$$

Таблица 5.1

Значение показателей завершенного и незавершенного обгонов

Завершенный обгон				Незавершенный обгон					
$V_2$ ,	$V_{обг}$	$t_{обг}$	$S_{обг}$	$V_{ню}$	$t_{ню}$	$S_{ню}$	$V_{зт}$	рез $t$ ,	рез $S$ ,
км/ч	км/ч	с	м	км/ч	с	м	км/ч	с	м
50	94,44	8,90	185,00	81,79	10,80	162,32	20,23	-1,90	22,68
60	104,45	10,30	243,58	92,19	11,70	212,87	30,63	-1,40	30,72
70	113,39	11,80	311,01	102,29	12,80	272,82	40,73	-1,00	38,19
80	121,54	13,60	393,41	111,66	14,10	342,30	50,10	-0,50	51,10
90	128,87	15,80	495,74	120,19	15,40	421,25	62,73	0,40	74,50

На основании анализа зависимостей пути и времени обгона от скорости обгоняемого автомобиля (см. рис.4 Пр.) мы можем определить необходимые интервалы во встречном потоке и необходимые для выполнения обгона. Далее анализ резервов времени и пути при прекращении обгона показывает, что в момент когда обгоняющий автомобиль сравняется с обгоняемым, принимать решение о прекращении обгона уже поздно и следовательно надо принимать решение прежде, чем они поравняются. Чем выше скорость обгоняющего автомобиля тем раньше надо принимать решение.

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Работа оформляется в виде пояснительной записки, в которой должны быть представлены исходные данные, графики графоаналитического метода определения показателей обгона.

Результаты должны быть представлены в виде таблиц и график а изменения показателей в зависимости от скорости обгоняемого ТС

Модель обгоняющего ТС	
Модель обгоняемого ТС	
Постоянная скорость движения обгоняемого ТС – $V_2$ (км/ч)	
Максимальная скорость обгоняющего ТС – $V_{MAX}$ (км/ч)	
Длина обгоняющего ТС – $L_1$ , м	
Длина обгоняемого ТС – $L_2$ , м	
Постоянная времени разгона обгоняющего ТС – $T_v$ , с	
Максимальное замедление обгоняющего ТС – $J_T=J_{MAX}$ м/с <sup>2</sup>	
Временной интервал между обгоняющим и обгоняемым ТС перед началом обгона $\tau_{12}$ , с	2
Временной интервал между обгоняющим и обгоняемым ТС после завершения обгона $\tau_{21}$ , с	1,5
Расстояние между обгоняющим и обгоняемым ТС после прекращения обгона и завершения торможения перед возвращением на свою полосу движения, м	1
Время перестроения при возвращении ТС на свою полосу $\tau_{п}$ , с	2

**Таблица показателей обгона**

<b>V2,</b>	<b>t<sub>0</sub>,</b>	<b>t<sub>зд</sub></b>	<b>t<sub>обг</sub>,</b>	<b>S<sub>0</sub></b>	<b>Σ<sub>обг</sub></b>	<b>S<sub>12</sub>,</b>	<b>S<sub>21</sub>,</b>	<b>V<sub>обг</sub></b>	<b>S<sub>обг</sub></b>
<b>км/ч</b>	<b>с</b>	<b>с</b>	<b>с</b>	<b>м</b>	<b>м</b>	<b>м</b>	<b>м</b>	<b>км/ч</b>	<b>м</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>50</b>	6,1	15	8,9	46,48	61,71	27,78	20,83	94,44	185,00
<b>60</b>	7,7	18	10,3	71,19	71,43	33,33	25,00	104,45	243,58
<b>70</b>	9,5	21,3	11,8	104,02	81,16	38,89	29,17	113,39	311,01
<b>80</b>	11,5	25,1	13,6	146,02	90,88	44,44	33,33	121,54	393,41
<b>90</b>	13,8	29,6	15,8	200,63	100,60	50,00	37,50	128,87	495,74

Продолжение

<b>t<sub>0</sub>,</b>	<b>t<sub>г</sub>,</b>	<b>t<sub>пю</sub>,</b>	<b>t<sub>п.обг</sub></b>	<b>S<sub>п,с</sub></b>	<b>S<sub>t</sub></b>	<b>S<sub>рпю</sub></b>	<b>S<sub>п.обг</sub></b>	<b>V<sub>рпю</sub>,</b>	<b>V<sub>эт</sub></b>
<b>с</b>	<b>с</b>	<b>с</b>	<b>с</b>	<b>м</b>	<b>м</b>	<b>м</b>	<b>м</b>	<b>км/ч</b>	<b>км/ч</b>
<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
11,9	3	5,8	10,80	11,24	42,5	169,39	162,32	81,79	20,23
14,4	3	6,7	11,70	17,02	51,2	144,67	212,87	92,19	30,63
17,3	3	7,8	12,80	22,63	59,6	190,60	272,82	102,29	40,73
20,6	3	9,1	14,10	27,83	67,4	247,07	342,30	111,66	50,10
24,4	2,8	10,6	15,40	34,85	71,1	315,26	421,25	120,19	62,73



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. Вахламов, В.К. Автомобили. Эксплуатационные свойства : учеб. для студ. вузов по спец. "Автомобили и автомобильное хоз-во" / В. К. Вахламов. - Москва : Изд. центр "Академия", 2006. - 238 с. - (Высшее профессиональное образование).
2. Графкина М.В. Экология и экологическая безопасность автомобиля: учебник / М.В. Графкина, В.А. Михайлов, К.С. Иванов; Под общ. ред. М.В. Графкиной. - М.: Форум, 2009. - 320 с.: (ЭБС «Инфра-М»)
3. Рябчинский А.И., Кисуленко Б.В., Морозова Т.Э. Регламентация активной и пассивной безопасности автотранспортных средств: Учебное пособие. /Под ред, профессора А.И. Рябчинского. - М.: ИЦ «Академия», 2006. - 432 с.
4. Яхьяев Н.Я. Безопасность транспортных средств: Учебное пособие. - Махачкала: Изд-во ДагГТУ, 2006. - 212 с.

### Дополнительная литература

1. Фролов Ю.Н. Техническая эксплуатация и экологическая безопасность автомобильного транспорта. Учебное пособие. - М.: Изд. МАДИ (ГТУ). 2001. 135 с.
2. Рябчинский А.И., Токарев А.А. Русаков В.З. Динамика автомобиля и безопасность дорожного движения. Учебное пособие. Под ред. А.И. Рябчинского. - М: Изд. МАДИ (ГТУ), 2002. - 131 с.
3. Пугачев И.Н. Организация и безопасность движения: Учебное пособие. - Хабаровск: Изд. ХИТУ, 2004. - 232 с.
4. Рябчинский А.И. Пассивная безопасность автомобиля. - М.: Машиностроение, 1983.
5. Рябчинский А.И., Русаков В.З., Карпов В.В. Устойчивость и управляемость автомобиля и безопасность дорожного движения: Учебное пособие. А.И. Рябчинского. - Шахты: Изд. ЮРГУЭС, 2003. - 177 с.
6. Афанасьев Л.Л., Дьяков А.Б., Илларионов В.А. Конструктивная безопасность автомобилей. - М.: Машиностроение, 1983 .