

Дисциплина  
«Информатика»

# ЗАДАНИЯ

на расчетно-графическую работу №2.  
**MS Word. MS Excel**



для специальности

**27020465** – Строительство  
железных дорог, путь и  
путевое хозяйство

Расчетно-графическая работа состоит из двух заданий. Задание 1 выполняется средствами и MS Word, задание 2 выполняется с использованием MS Excel.

Расчетно-графическая работа представляется на проверку в напечатанном виде. При собеседовании студент должен иметь дискету с расчетно-графической работой

### **Расчетно-графическая работа должна содержать:**

Отчет по расчетно-графической работе выполняется в **MS Word** и должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Для задания 1 общий вид страницы, соответствующий образцу варианта задания.
3. Задание 2 должно содержать следующие материалы:
  - 3.1 описание задания;
  - 3.2 таблицы расчета интеграла при разбиении отрезка  $[a, b]$  на 10, 20, 30 и 40 частей с выводом о получаемой точности расчетов;
  - 3.3 таблица с формулами расчета интеграла при разбиении отрезка  $[a, b]$  на 20;
  - 3.4 диаграмма подынтегральной функции  $y = f(x)$  при разбиении отрезка  $[a, b]$  на 20.

**Задание 1.** Необходимо создать документ MS Word, содержащий фрагмент текста, таблицу, рисунок и формулу в соответствии с вариантом.

Требования к набору документа.

1. Параметры страницы:
  - 1.1. Формат бумаги – А4;
  - 1.2. Ориентация бумаги – книжная;
  - 1.3. Поля: верхнее и левое – 2 см, правое – 1,5 см, нижнее – 2,5 см.
2. Весь текст должен быть набран шрифтом Arial 12 пт, за исключением формулы. Заголовки и подписи к тексту, рисункам и таблицам, а также содержимое таблиц должно быть набрано без переноса слов. В остальных случаях должен применяться автоматический перенос слов. Общий вид страницы должен соответствовать образцу варианта задания.
3. Параметры фрагмента текста:
  - 3.1. Межстрочный интервал – одинарный;
  - 3.2. Выравнивание – по ширине;
  - 3.3. Отступы: первой строки – 1 см, левый и правый – 0 см.
4. Параметры таблицы:
  - 4.1. Выравнивание таблицы в целом – по центру;
  - 4.2. межстрочный интервал в ячейках – одинарный;
  - 4.3. интервал абзаца в ячейках: перед – 2 пт, после – 2 пт.
5. Рисунок должен быть нарисован с помощью панели инструментов «Рисование».
6. Формула: Шрифт – Arial. Размеры символов: обычный – 12 пт; крупный индекс – 10 пт; мелкий индекс – 8 пт; крупный символ – 14 пт; мелкий символ – 12 пт.

## Вариант 1.

### К вопросу об определении длин тормозных путей

Существует несколько способов определения длин тормозных путей: с помощью номограмм, графический способ, численные методы расчета с использованием времени подготовки тормозов к действию и по интервалам времени (метод ВНИИЖТа). Метод расчета по интервалам времени считается наиболее точным, но в тоже время и наиболее трудоемким.

Таблица

### Длины тормозных путей пассажирского поезда ( $V_n = 120 \text{ км/ч}$ )

Вид торможения	Уклон	Вес поезда, т / количество вагонов					
		900т / 16ваг			1230т / 22ваг		
		$S_r^2, \text{ м}$	$\Delta, \text{ м}$	%	$S_r^2, \text{ м}$	$\Delta, \text{ м}$	%
Экстренное ( $\vartheta_p = 1 \cdot 0,6$ )	9	931	-9	1,0	993	-71	7,7
	3	1017	-1	0,1	1085	-69	6,8
	0	1066	2	0,2	1138	-70	6,6
	-3	1120	5	0,4	1197	-72	6,4
	-9	1247	7	0,6	1334	-80	6,4

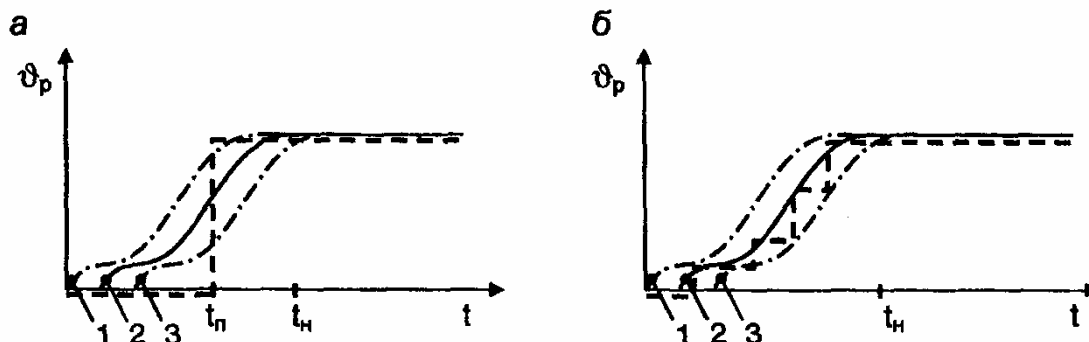


Рис. Изменение расчетного тормозного коэффициента  $\vartheta_p$ :

а – с использованием времени подготовки тормозов к действию:

б – по интервалам времени

Время подготовки тормозов к действию  $t_n$  считается по следующей формуле:

$$t_n = A_n - \frac{B_n \cdot i}{1000 \varphi_{кр} \cdot \vartheta_p},$$

где  $i$  – уклон под поездом;  $A_n, B_n$  – коэффициенты, зависящие для грузовых поездов от количества осей в поезде, для пассажирских – от типа тормозов.

## Вариант 2.

### Расчет и анализ дополнительного сопротивления движению поезда от низкой температуры наружного воздуха

Дополнительного сопротивления движению поезда от низкой температуры наружного воздуха рассчитывается по формуле

$$\omega_{нт} = k_{нт} (\text{Тип вагона, } V) \cdot \omega_0(V), \text{ кгс/тс}$$

где  $k_{нт}$  – коэффициент, учитывающий низкую температуру наружного воздуха;  $\omega_0(V)$  – основное удельное сопротивление движению поезда;  $V$  – скорость движения поезда.

Таблица

#### Определение удельного сопротивления движению поезда при действии температуры наружного воздуха – 40° С

$V, \text{ км/ч}$	$\omega_0(V)$	$k_{нт}$	$\omega_{нт}$
0	Из л.р. № 2	Из ПТР (стр.10)	$\omega_0(V) k_{нт}$
20			
40			
...			
100			

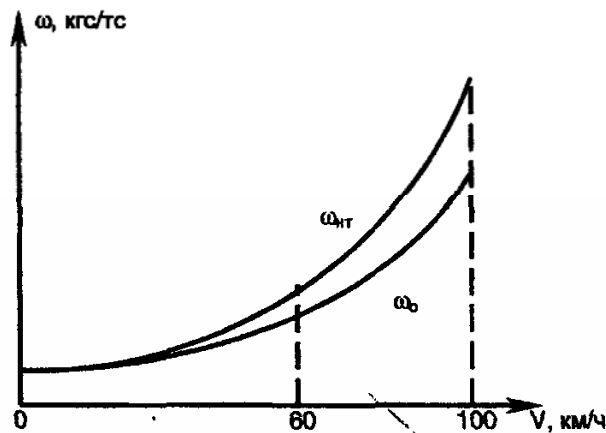


Рис. Графики зависимости  $\omega_0$  и  $\omega_{нт}$  от скорости движения поезда

Формула для определения основного удельного движения дизель-поездов ДР1, Д и Д на бесстыковом пути определяется по формуле:

$$\omega_0 = 1.1 + 0.01 \cdot V + \left( 0.000167 + \frac{0.000461}{m_{дп}} \right) \cdot V^2.$$

### Вариант 3.

#### Силы, действующие на поезд

Из теории тяги известно, что на поезд в каждый момент времени могут действовать внутренние и внешние силы. Если принять поезд за материальную точку, то влияние внутренних сил на движение поезда при моделировании его движения не учитывается.

Внешние силы, направленные в сторону движения поезда, считаются положительными, в обратную сторону – отрицательными. К внешним силам относятся: сила тяги ( $F_k$ ), силы сопротивления движению поезда ( $W$ ) и тормозная сила ( $B_T$ ).

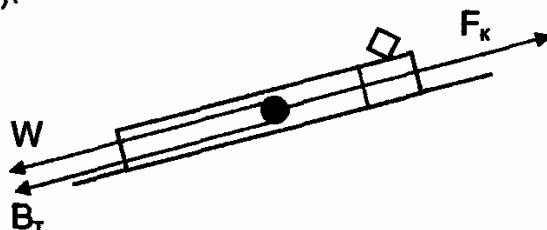


Рис. Внешние силы, действующие на поезд

Таблица

#### Характеристика поезда

Подвижной состав	Количество	Осевая нагрузка $Q_{os}$ , т	Общий вес $Q_l (P_l)$ , т
Электровоз ВЛ60пк	2	-	276
Четырехосные вагоны на подшипниках скольжения (цистерны)	20	15	1200
Четырехосные вагоны на роликовых подшипниках (полувагоны)	40	5	800

Дифференциальное уравнение движения поезда записывается следующим образом:

$$\frac{dv}{dt} = \zeta \cdot (f_k - w - b_T),$$

где  $\zeta$  – ускорение или замедление поезда,  $\text{км/ч}^2/(\text{кгс/т})$ . Для грузовых и пассажирских поездов  $\zeta = 120 \text{ км/ч}^2/(\text{кгс/т})$ ;  $f_k$ ,  $w$ ,  $b_T$  – удельные силы тяги, сопротивления и торможения,  $\text{кгс/т}$ .

#### Вариант 4.

#### Тормозная сила поезда

Тормозная сила поезда определяется по формуле:

$$b_T = 1000 \cdot \varphi_{кр} \cdot \vartheta_p \cdot K_{трм}, \quad (1)$$

где  $\varphi_{кр}$  – расчетный коэффициент трения колодки о колесо;  $\vartheta_p$  – расчетный тормозной коэффициент поезда, тс/т;  $K_{трм}$  – степень использования  $\vartheta_p$ .

Расчетный коэффициент трения колодки о колесо  $\varphi_{кр}$  определяется по формулам, приведенным в таблице.

Таблица

#### Формулы определения расчетного коэффициента трения вагонов

Характеристика вагонов	Формула
Вагоны со стандартными чугунными колодки	$\varphi_{кр} = 0.27 \cdot \frac{v+100}{5 \cdot v+100}$
Вагоны с чугунными колодками с повышенным содержанием фосфора	$\varphi_{кр} = 0.30 \cdot \frac{v+100}{5 \cdot v+100}$
Вагоны с композиционными колодками	$\varphi_{кр} = 0.36 \cdot \frac{v+150}{2 \cdot v+150}$

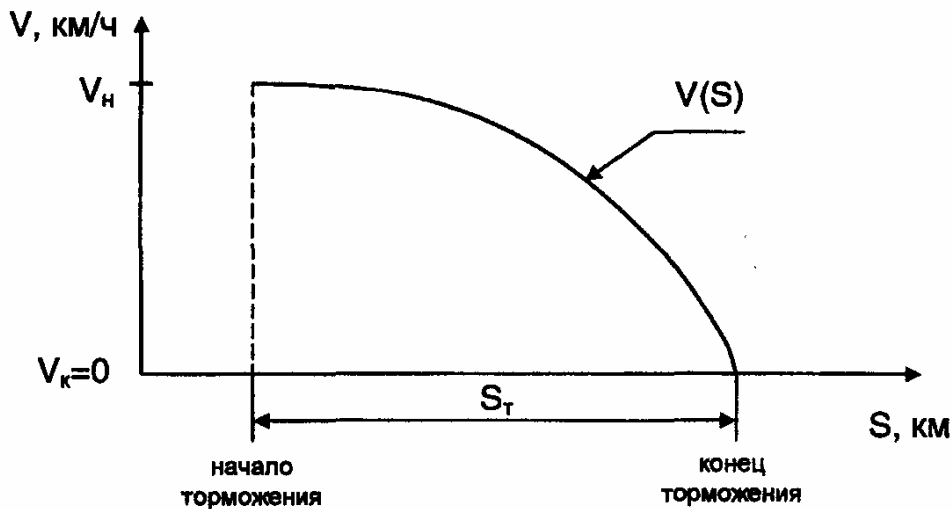


Рис. Тормозной путь

## Вариант 5.

### Время подготовки тормозов к действию

Постепенное увеличение расчетного тормозного коэффициента  $K_{\text{трм}}$  условно заменяют мгновенным скачком, происходящим через  $t_n$ , называемое временем подготовки тормозов к действию. Считается что, в течение  $t_n$  скорость движения поезда равна начальной  $V_n$ , а тормозная сила равна 0 (т. е.  $K_{\text{трм}} = 0$ ). По истечению  $t_n$  и до наступления  $t_n$  в расчетах тормозную силу поезда определяют исходя из  $K_{\text{трм}}^n$ .

Время подготовки тормозов к действию  $t_n$  (в секундах) определяется по формулам, приведенным в таблице.

Таблица

#### Формулы определения времени подготовки тормозов к действию

Характеристика поезда	Формула
Грузовой поезд длиной 200 осей и менее с автоматическими тормозами и одиночно следующий грузовой локомотив	$t_n = 7 - \frac{10 \cdot i_c}{b_T}$
Грузовой поезд длиной более 200 осей (до 300 осей) с автоматическими тормозами	$t_n = 10 - \frac{15 \cdot i_c}{b_T}$
Грузовой поезд длиной более 300 осей с автоматическими тормозами	$t_n = 12 - \frac{18 \cdot i_c}{b_T}$
Пассажирский поезд с пневматическими тормозами и одиночно следующий пассажирский локомотив	$t_n = 4 - \frac{5 \cdot i_c}{b_T}$
Пассажирский поезд с электропневматическими тормозами	$t_n = 2 - \frac{3 \cdot i_c}{b_T}$

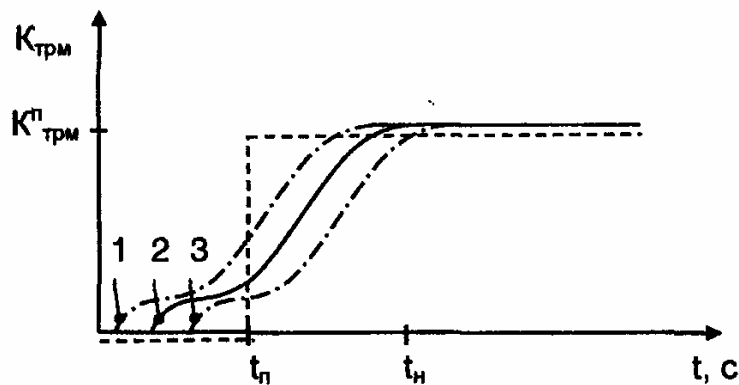


Рис. Изменение степени использования расчетного тормозного коэффициента  $K_{\text{трм}}$

## Вариант 6.

### Расчет допустимых скоростей движения

Расчет допустимых скоростей движения поездов по двум сопрягаемым кривым с длиной прямой вставки между ними более 25 м по условиям непревышения непогашенного ускорения и скорости его изменения выполняется в соответствии с формулами, приведенными в таблице.

Таблица

#### Формулы расчета допустимых скоростей

Переходные кривые	Формулы
Имеются	$V_1 = 3.6 \cdot \sqrt{R_1 \cdot (0.7 + g \cdot \frac{h_1}{S})};$ $V_2 = 3.6 \cdot \sqrt{R_2 \cdot (0.7 + g \cdot \frac{h_2}{S})};$ $\frac{V_3^3}{3.6^3 \cdot R_1 \cdot L_1} - \frac{g \cdot V_3}{3.6 \cdot S} \cdot i_1 = 0.6;$ $\frac{V_4^3}{3.6^3 \cdot R_2 \cdot L_2} - \frac{g \cdot V_4}{3.6 \cdot S} \cdot i_2 = 0.6.$
Отсутствуют	$V_1 = 3.6 \cdot \sqrt{R_1 \cdot (0.4 + g \cdot \frac{h_1}{S})};$ $V_2 = 3.6 \cdot \sqrt{R_2 \cdot (0.4 + g \cdot \frac{h_2}{S})};$ $\frac{1}{b} \cdot \left( \frac{V_3^3}{3.6^3 \cdot R_1} - \frac{g \cdot V_3}{3.6 \cdot S} \cdot h_1 \right) = 0.3;$ $\frac{1}{b} \cdot \left( \frac{V_4^3}{3.6^3 \cdot R_2} - \frac{g \cdot V_4}{3.6 \cdot S} \cdot h_2 \right) = 0.3.$

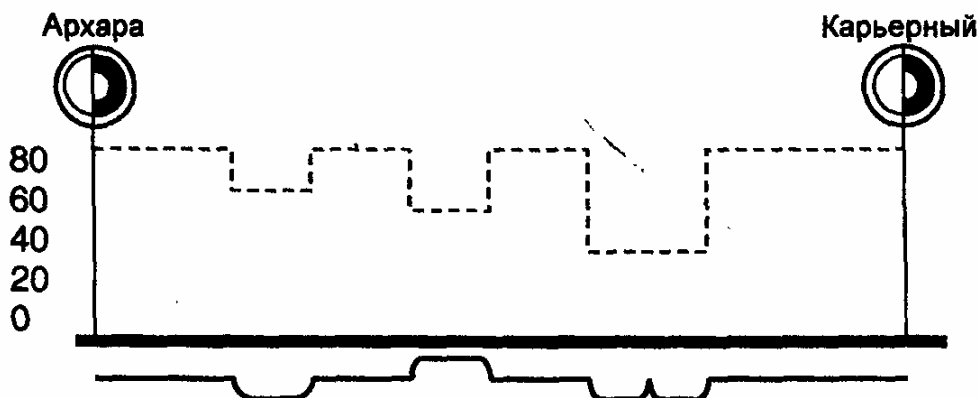


Рис. Допустимые скорости движения для грузовых поездов по нечетному пути участка Архара – Облучье



## Вариант 7.

### Расчет тормозного пути по интервалам времени

При расчете тормозного пути по интервалам времени, процесс изменения расчетного тормозного коэффициента  $\vartheta_p$  разбит на несколько временных интервалов (3–5 секунд), в пределах которых величина  $\vartheta_p$  считается постоянной. В табл. 8–11 ПТР приведены значения  $\vartheta_p$  в зависимости от типа поезда (грузовой или пассажирский), длины грузового поезда (количества вагонов в пассажирском поезде), вида торможения (экстренное, полное служебное, I, II или III ступень) и времени, прошедшего с момента начала торможения.

Таблица

### Длины тормозных путей пассажирского поезда ( $V_H = 120$ км/ч)

Вид торможения	Уклон	Вес поезда, т / количество вагонов					
		900 т / 16 ваг			1230 т / 22 ваг		
		$S_T^2$ , м	$\Delta$ , м	%	$S_T^2$ , м	$\Delta$ , м	%
Полное служебное ( $\vartheta_p = 0,8 \cdot 0,6$ )	9	1108	-26	2,4	1149	-67	6,2
	3	1232	-23	1,9	1278	-69	5,7
	0	1305	-23	1,8	1355	-73	5,7
	-3	1387	-24	1,8	1441	-78	5,7
	-9	1587	-31	2,0	1650	-94	6,0

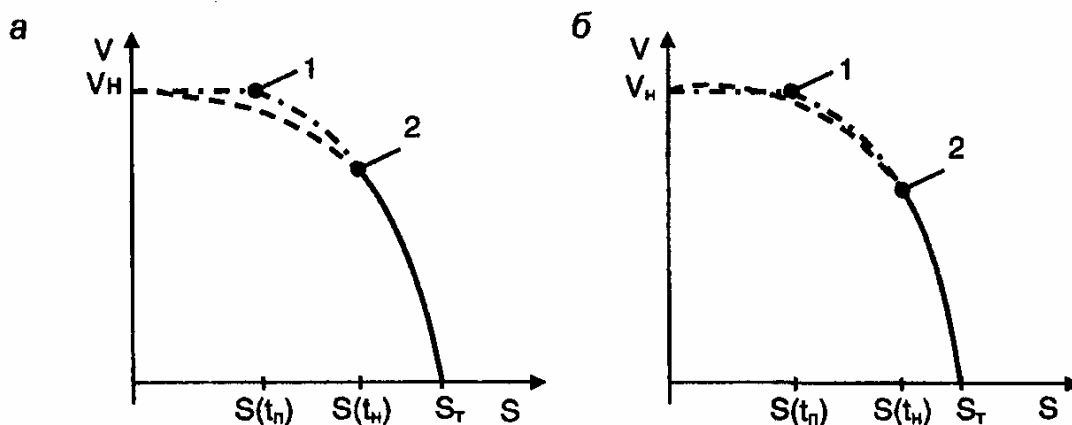


Рис. Тормозные пути поезда при расчете разными методами:  
а – торможение на площадке или подъеме; б – торможение на спуске

Расчет количества осей в поезде  $N_{oc}$  в зависимости от веса вагонного состава считается по следующей формуле:

$$N_{oc} = \sum_{i=1}^k \frac{Q_i}{q_{oi}},$$

где  $k$  – количество групп однотипных вагонов;  $Q_i$  – общий вес вагонов  $i$ -группы, т;  $q_{oi}$  – осевая нагрузка вагона  $i$ -группы, т.

## Вариант 8.

### Некоторые положения о расчете допускаемых скоростей

Зависимость допускаемой скорости движения от приведенных параметров сопряжения  $C_{\text{прив}}$  и  $i_{\text{прив}}$  при длине прямой вставки от 5 до 9 м включительно определяется по следующей формуле:

$$\frac{b}{b+d} \cdot \left( \frac{v^3}{3.6^3 \cdot C_{\text{прив}}} - \frac{g \cdot v}{3.6 \cdot S} \cdot i_{\text{прив}} \right) = [\psi]$$

Таблица

### Допускаемые скорости по уклону отвода возвышения наружного рельса

Диапазон действия допускаемой скорости, ‰		Допускаемая скорость, км/ч
$l_{\text{min}}$	$l_{\text{max}}$	
0.00	0.67	200
0.67	0.71	190
0.71	0.77	175
0.77	0.83	165
0.83	0.91	150
...	...	...
2.90	3.00	50
3.00	3.10	40
3.10	3.20	25

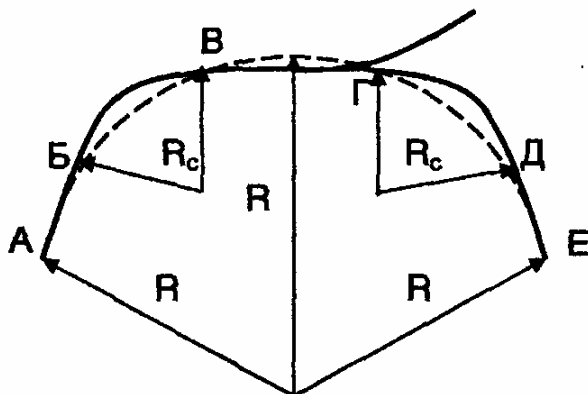


Рис. Стрелочный перевод на спрямленной кривой главного пути

## Вариант 9.

### Профиль путей на отдельных пунктах

Станции, разъезды и обгонные пункты следует располагать на горизонтальной площадке. При соответствующем обосновании допускается располагать отдельные пункты на уклонах не круче 1.5 ‰, а в трудных условиях – не круче 2.5 ‰.

Наибольшая крутизна среднего приведенного уклона  $i_{тр}$ , обеспечивающая его трогание с места следует определять по формуле:

$$i_{тр} = \frac{n_{л} \cdot F_{к(тр)}}{(n_{л} \cdot P + Q) \cdot g} - \omega_{тр}.$$

Таблица

### Длины станционных путей

Раздельный пункт	Минимальная длина, м, станционной площадки (для новой линии), при расположении приёмо-отправочных путей		
	продольном	полупродольном	поперечном
Разъезд	2450	1800	1450/1300
Обгонный пункт	2600	1900	1500
Промежуточная станция на линии:			
однопутной и двухпутной	2900	2200	1650/1450
трехпутной	3400	2700	2200
четырёхпутной	3600	2900	2400
Участковая станция на линии:			
однопутной и двухпутной	4000	2850	2400/2000
трехпутной	4600	3400	3000
четырёхпутной	4800	3650	3200

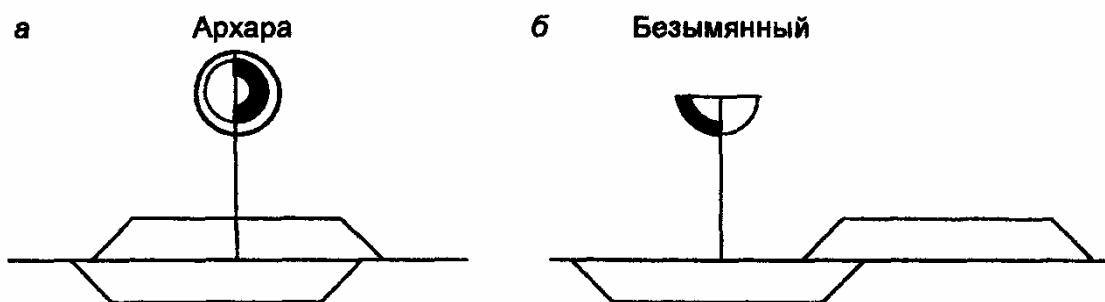


Рис. Типы отдельных пунктов:  
 а – поперечное расположение путей;  
 б – продольное расположение путей

## Вариант 10.

### Вынос пикетов на кривую

Пикеты, находящиеся на тангенсах (касательной к кривой), выносят на кривую. Для этого вычисляют длины отрезков  $X$  и  $Y$ , необходимых для выноса.

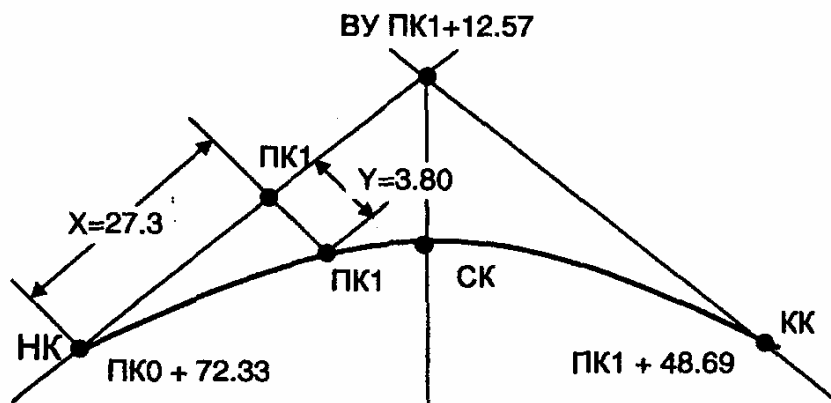


Рис. Вынос пикета на кривую

В нашем примере  $ПК1$  должен находиться на круговой кривой на расстоянии  $k = ПК1 - ПК0 + 72,33 = 27,67$  м от ее начала.

По формуле  $\theta = \frac{k \cdot 180^\circ}{\pi \cdot R}$  для радиуса  $R$  кривой рассчитывают центральный угол  $\theta$ , стягивающий дугу  $k$ . Затем вычисляют  $X$  и  $Y$  по формулам:

$$X = R \sin\theta; \quad Y = R (1 - \cos\theta).$$

**Пример:** Рассчитаем  $X$  и  $Y$  для нашего случая:

$$k = 27,67 \text{ м}$$

$$\theta = \frac{27,67 \cdot 180^\circ}{3,14 \cdot 100} = 15,85^\circ = 15^\circ 51' 13''$$

$$X = 100 \sin 15^\circ 51' 13'' = 27,32$$

$$Y = 100 (1 - \cos 15^\circ 51' 13'') = 3,80$$

$X$  и  $Y$  можно определить воспользовавшись таблицами [2]. В табл. 1.3 "Прямоугольные координаты для детальной разбивки круговых кривых и выноса точек на кривую" даются  $X$  и  $Y$  в зависимости от радиуса  $R$  и величины  $k$ . На странице 246 для радиуса 100 м  $k$  дается через 1 метр.

Таблица

$k$	$X$	$Y$
27	26,67	3,62
28	27,64	3,89

## Вариант 11.

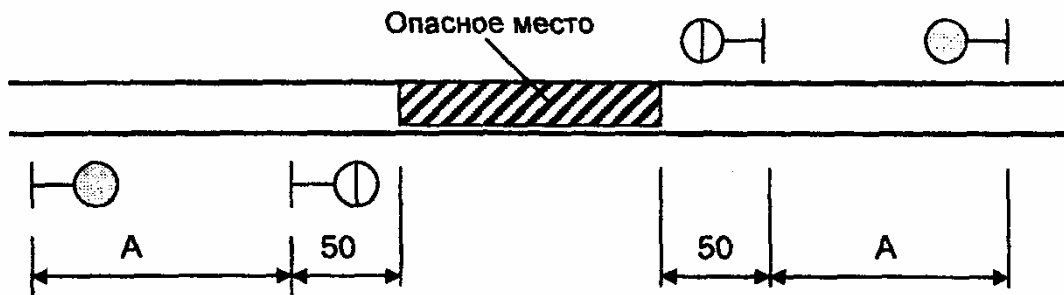
### Постоянные диски уменьшения скорости

Места, требующие в соответствии с приказом начальника железной дороги постоянного уменьшения скорости, ограждаются с обеих сторон на расстоянии 50 м от границ опасного места постоянными сигнальными знаками "Начало опасного места" и "Конец опасного места". От этих сигнальных знаков на расстоянии А, указанном в графе 2 таблицы, в зависимости от руководящего спуска и максимальной допускаемой скорости движения поездов на перегоне устанавливаются постоянные сигналы уменьшения скорости.

Таблица

**Расстояния до сигналов при руководящем спуске менее 6 ‰**

Максимальная допускаемая скорость движения поездов на перегоне	Расстояние от сигнальных знаков "Начало опасного места" и "Конец опасного места" до сигналов уменьшения скорости А
Грузовых поездов не более 80 км/ч, пассажирских и рефрижераторных поездов не более 100 км/ч	800
Рефрижераторных поездов более 100 км/ч, но не более 120 км/ч и пассажирских поездов более 100 км/ч, но не более 140 км/ч	1000
Грузовых поездов более 80 км/ч, но не более 90 км/ч	1100
Грузовых поездов более 90 км/ч, но не более 100 км/ч, пассажирских поездов более 140 км/ч, но не более 160 км/ч	1400



**Рис. Схемы установки постоянных дисков уменьшения скорости и сигнальных знаков**

Предельная величина уклона  $i$ , на котором можно удержать поезд массой  $Q$ , определяют по формуле:

$$i = \frac{1000 \sum_{1}^n K_{кр}}{4 Q}$$

## Вариант 12.

### Действительный километраж подучастков

Действительный километраж какого-либо участка может состоять из подучастков с разным исчислением километража.

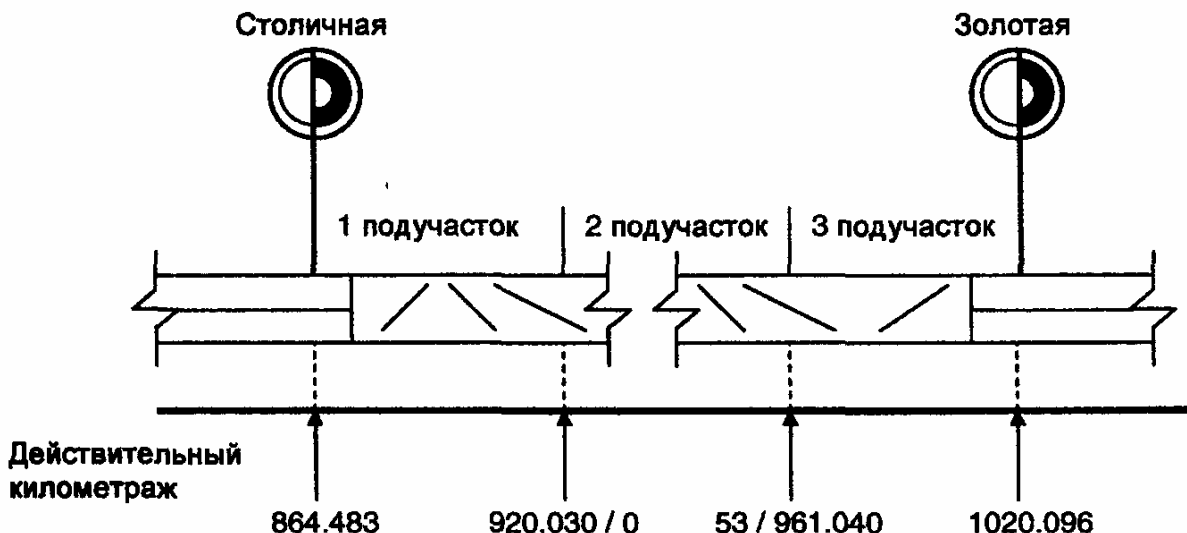


Рис. Пример участка с разнородным действительным километражем

Соответственно в таблице "Действительный километраж" каждый подучасток описывается отдельно. В рассматриваемом примере данная таблица будет иметь следующий вид.

Таблица

### Действительный километраж участка Столичная – Золотая

№ п/уч	Действительный километраж начала подучастка (км)	Действительный километраж конца подучастка (км)
1	864.483	920.03
2	0	53
3	961.04	1020.096

Средний радиус кривых на участке считается по формуле:

$$R_{\text{ср}} = \frac{180 \cdot 10^3 \sum_1^n L_{\text{кр}}}{\pi \sum_1^n \alpha}$$

### Вариант 13.

#### Определение максимальных допускаемых скоростей в кривых участках пути

Сопряжения кривых в плане должны осуществляться с таким расчетом, чтобы не допускались ограничения максимальной допускаемой скорости движения, возможной по сопрягаемой круговой кривой наименьшего радиуса. Это требование относится и к составным сопрягаемым кривым.

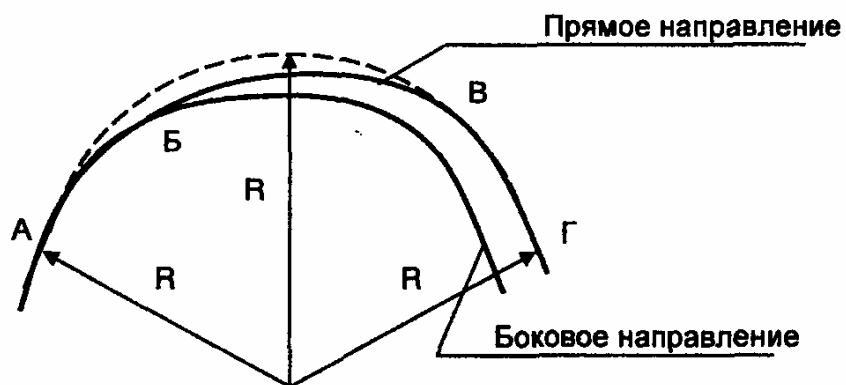
Зависимость допускаемой скорости движения от радиуса круговой кривой и величины возвышения наружного рельса определяется по следующей формуле:

$$V = 3.6 \sqrt{R \left( [\alpha_{\text{нп}}] + g \frac{h}{S} \right)}$$

Таблица

**Нормативы для сопрягаемых кривых**

Взаимная направленность кривых	Наличие переходных кривых	Диапазон действия нормативных значений, м		[ $\alpha_{\text{нп}}$ ], м/с <sup>2</sup>	[ $\psi$ ], м/с <sup>3</sup>
		$D_{\text{min}}$	$D_{\text{max}}$		
Любая	Имеются	26	$\infty$	0.70	0.60
Любая	Отсутствуют	26	$\infty$	0.40	0.30
Любая	Имеются	5	25	0.70	0.30
Обратная	Имеются	0	4	0.70	0.60
Односторонняя	Имеются	0	4	0.70	0.30
Любая	Отсутствуют	0	25	0.40	0.30



**Рис. Односторонний криволинейный стрелочный перевод**

## Вариант 14.

### Тип раздельного пункта

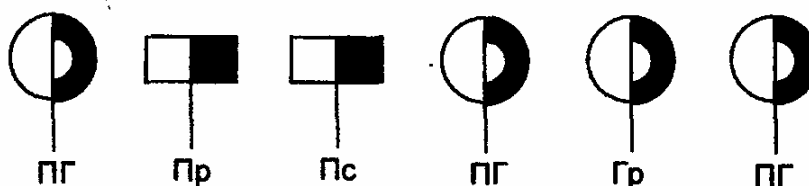
При вводе данных в таблицу «Раздельные пункты» следует обратить внимание на определение типа станции. Данный параметр указывается в зависимости от вида поездов, для которых потребуется расчет потерь на замедление и разгон. Информация столбца «Тип» используется в тяговых расчетах для расчета чистых времен хода в зависимости от типа рассчитываемого поезда (грузовой, пассажирский и пригородный).

Таблица

#### Определение типа раздельного пункта

Виды поездов, для которых потребуется расчет потерь на замедление и разгон	Указываемое значение в столбце "Тип"
Только пассажирские	Пс
Только грузовые	Гр
Только пригородные	Пр
Пассажирские и Пригородные	Пс
Пассажирские и грузовые	ПГ

Столичная Свиридов Улус Мамаевка Катрин Алексеевка



Разбивка на перегоны для поезда	грузового	1			2	3	
	пассажирского	1		2	3		
	пригородного	1	2	3	4		

Рис. Пример указания типов раздельных пунктов в зависимости от вида останавливаемых поездов

На однопутных линиях количество остановок, приходящееся на одну пару поездов, определяется по формуле:

$$K_{ост} = \frac{(T_x' + T_x'') \cdot (A_1 \cdot n_{гр} + 2 \cdot A_2 \cdot n_{пс})}{1440 - (A_1 \cdot n_{гр} + 2 \cdot A_2 \cdot n_{пс})} - A_1$$



### Вариант 15.

#### Расчет и анализ дополнительного сопротивления движению поезда от сильного встречного и бокового ветра

Дополнительного сопротивления движению поезда от сильного встречного и бокового ветра рассчитывается по формуле

$$\omega_B = k_B (V_B, V) \cdot \omega_0 (V), \text{ кгс/тс}$$

где  $k_B$  – коэффициент, учитывающий скорость встречного и бокового ветра;  $\omega_0(V)$  – основное удельное сопротивление движению поезда;  $V$  – скорость движения поезда;  $V_B$  – скорость ветра.

Таблица

#### Определение удельного сопротивления движению поезда при скорости ветра 10 м/с

$V, \text{ км/ч}$	$\omega_0 (V)$	$k_B$	$\omega_B$
0	Из л.р. № 2	Из ПТР (стр. 10)	$\omega_0 (V) k_B$
20			
40			
...			
100			

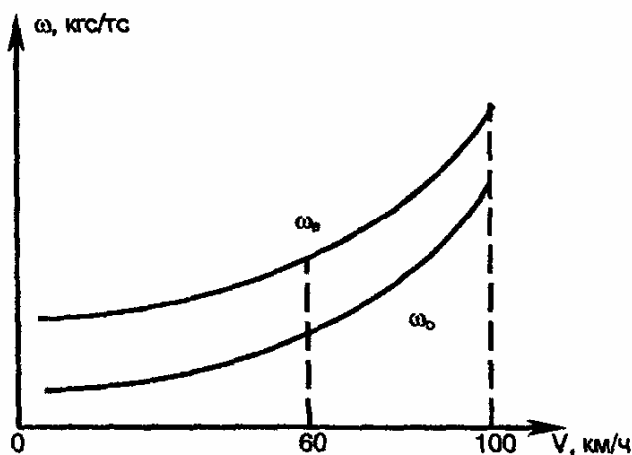


Рис. Графики зависимости  $\omega_0$  и  $\omega_B$  от скорости движения поезда

Основное удельное сопротивление движению дизель-поездов ДР1, Д и Д на звеньевом пути определяется по формуле:

$$\omega_0 = 1.1 + 0.012 \cdot V + \left( 0.000217 + \frac{0.000461}{m_{дп}} \right) V^2.$$

## Вариант 16.

### Неправильные пикеты

Неправильным пикетом называется пикет, имеющий длину меньше либо больше 100 метров. Под неправильным километром понимается километр, содержащий более либо менее 10 пикетов. Номера неправильных пикетов и их длина указываются в соответствующей таблице данных. В рассматриваемом примере неправильным является пикет ПК 8646 ( $L = 92$  м).

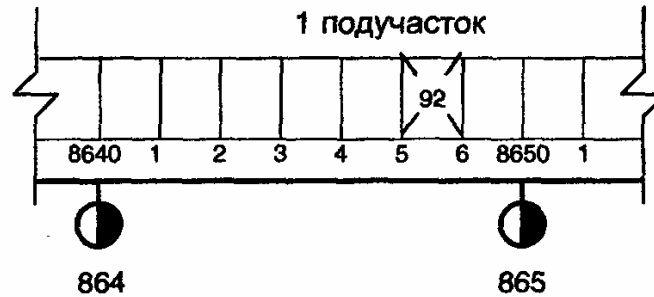


Рис. Укороченный километр

Для указания неправильных километров используется соответствующая таблица. Укороченный километр дополняется необходимым числом "нулевых" пикетов, т.е. пикетами нулевой длины. Так, укороченный километр 865 дополняется пикетами 8648, 8649 и 8650 с длиной равной нулю. Данные пикеты перечисляются в таблице "Неправильные пикеты" (с указанием их подучастка).

Таблица

### Неправильные пикеты

№ п/уч	Неправильный пикет		Действительная длина, м
	КМ	ПК	
1	864	6	92
1	864	8	0
1	864	9	0
1	864	10	0

Коэффициент участковой скорости на двухпутных линиях определяется по формуле:

$$\beta = \frac{1440 - n_{\text{пс}} \cdot (1 - \alpha_{\text{м.и}}) \cdot t_{\text{об}}}{1440 - n_{\text{пс}} \cdot \Delta \cdot (1 - \alpha_{\text{м.и}}) \cdot t_{\text{об}}}$$

## Вариант 17.

### Расчет дополнительного средневзвешенного сопротивления движению поезда от уклонов продольного профиля пути

Сопротивление движению от уклона (подъема или спуска) для всех видов подвижного состава принимается числу промилле (‰) уклона. При выполнении тяговых расчетов в ситуации, когда поезд расположен сразу на нескольких элементах профиля, дополнительное средневзвешенное сопротивление движению поезда от уклона рассчитывается по формуле

$$\omega_i = i_{\text{ср}} = \frac{\sum_{j=1}^k (i_j \cdot l_j)}{l_n},$$

где  $i_j$  – уклон  $j$ -го элемента профиля под поездом (см. рис);  $l_j$  – длина части поезда, находящейся на  $j$ -ом элементе профиля;  $l_n$  – длина поезда.

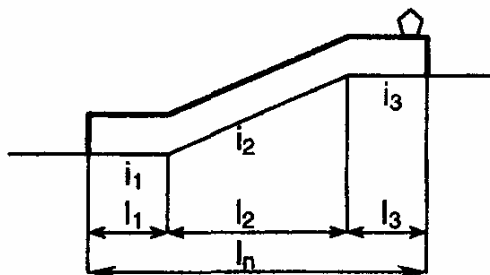


Рис. К определению средневзвешенного сопротивления от уклона продольного профиля

Таблица

### Сопротивление движению поезда от уклона

Положение поезда	Длина элемента, м	Уклон элемента, ‰	$\omega_j = i_{\text{ср}}$
1	250	-3	$\omega_1$
2	500	0	$\omega_2$
3	750	2	$\omega_3$
4	1200	6	$\omega_4$
5	200	2	$\omega_5$
6	1000	-3	$\omega_6$

## Вариант 18.

### Объем воды в пирамидальном пруде

Объем воды в пруде  $W_{ак}$  в предположении, что он имеет форму пирамиды с площадью основания, равной площади зеркала воды  $F_{пз}$ , и высотой, равной подпору  $H_n$  определяется по формуле

$$W_{ак} = 1000 \cdot k_{фл} \cdot \frac{H_n^3}{i_n \cdot i_c},$$

где  $k_{фл}$  – коэффициент формы пруда (см. табл.);  $i_n$  – уклон лога перед сооружением;  $i_c$  – средний поперечный уклон берегов лога у сооружения.

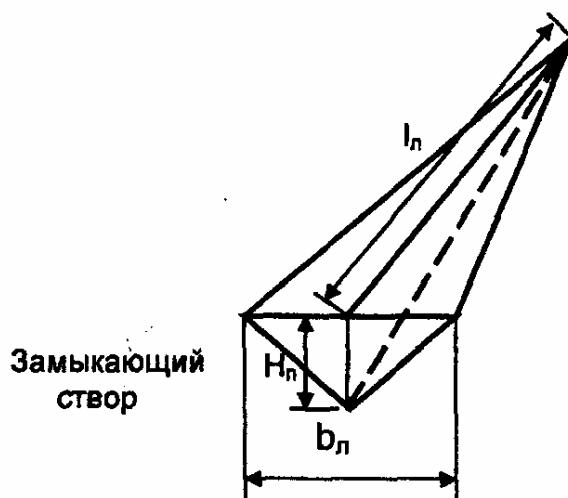


Рис. Пирамидальный пруд

Таблица

### Коэффициенты формы пруда

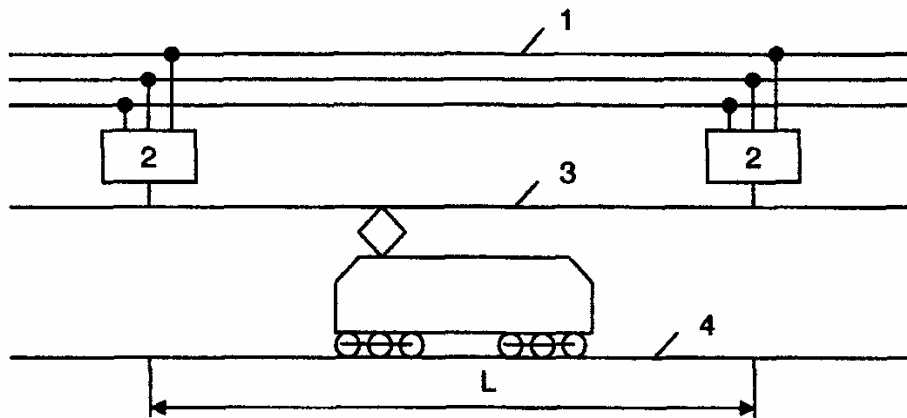
Очертание зеркала воды пруда в плане	Продольный профиль лога перед сооружением	Поперечный профиль лога (берегов)		
		выпуклый	прямо-линейный	вогнутый
С вогнутыми линиями урезов воды	Выпуклый	190	230	270
	Прямолинейный	230	280	320
	Вогнутый	270	320	380
С прямолинейными линиями урезов воды	Выпуклый	230	280	320
	Прямолинейный	280	330	370
	Вогнутый	320	370	450
С выпуклыми линиями урезов воды	Выпуклый	270	320	380
	Прямолинейный	320	370	450
	Вогнутый	380	450	530

## Вариант 19.

### Система электроснабжения электрифицированной железной дороги

Система состоит из двух частей (см.рис): внешнее и тяговое электроснабжение (тяговые подстанции, контактная сеть и др.). Основными элементами внешнего электроснабжения электрифицированных железных дорог являются районные электрические станции, районные трансформаторные станции и линии электропередачи (ЛЭП) напряжением 25 – 220 кВ.

Питание электрифицированных железных дорог осуществляется от тепловых, гидравлических или атомных электрических станций.



**Рис. Система энергоснабжения:**

1 – ЛЭП; 2 – тяговая подстанция; 3 – контактная сеть; 4 – обратный рельс; L – длина фидерной зоны (расстояние между подстанциями)

Таблица

#### Напряжение в ЛЭП

Напряжение, кВ	35	110	220	500
Передаваемая мощность, мВт	2-10	10-100	100-240	200-300
Расстояние, км	35-50	50-300	80-600	1000 и более

Эффективный ток подстанции определяется по формуле:

$$I_{\text{эпст}} = \sqrt{\left(\sum_1^p I_n\right)^2 + \sum_1^p (I_{\text{лэ}}^2 - I_n^2)},$$

где  $I_n$  – средний ток питающих линий подстанций;  $I_{\text{лэ}}$  – эффективный ток питающих линий подстанций;  $p$  – количество питающих линий.

## Вариант 20.

### Рациональная длина шпал на Сахалинской железной дороге

Сахалинская железная дорога является единственной в нашей стране островной дорогой, на которой ширина железнодорожной колеи составляет 1067 мм. Рост осевых нагрузок от подвижного состава при существующей мощности ВСП требует разработки мероприятий, позволяющих осуществлять пропуск вагонов с повышенной загрузкой

Одним из предложений, разработанных ВНИИЖТ, направленного на снижение напряжений в балластном слое и на основной площадке земляного полотна, было удлинение шпал с 220 см до 230-240 см.

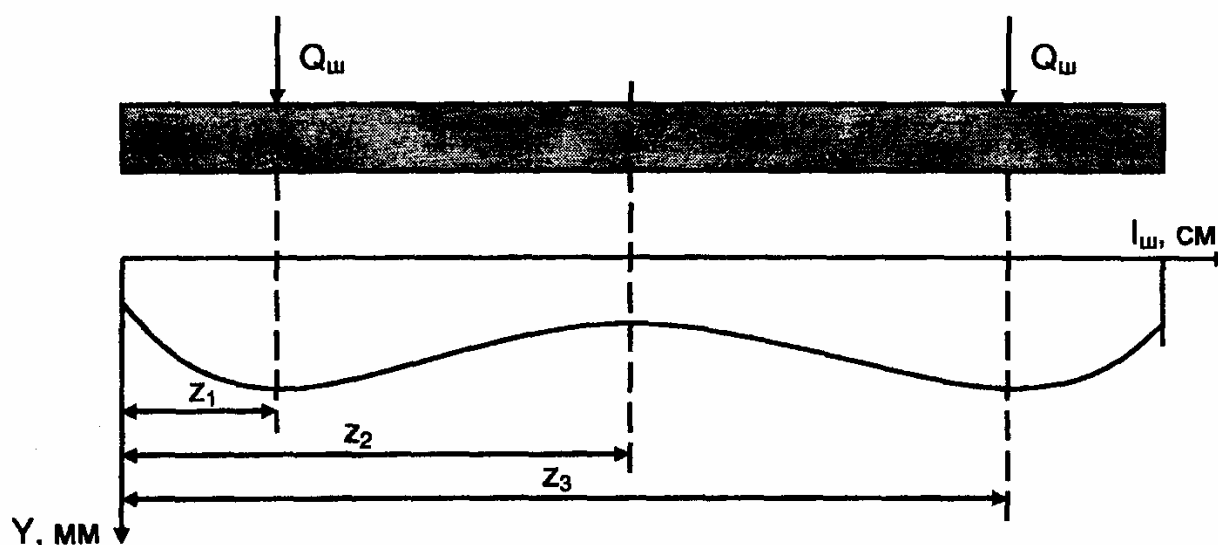


Рис. Расчетная схема упругого изгиба деревянных шпал  
 $Q_{ш}$  – нагрузка от рельсов на шпалу;  $y$  – упругий прогиб шпалы

Таблица

Значения расстояний от левого края шпалы  $z_1$ ,  $z_2$  и  $z_3$

Значения см	Длина шпал $l_{ш}$ , см						
	200	210	220	230	240	250	260
$z_1$	43.05	48.05	53.05	58.05	63.05	68.05	73.05
$z_2$	100	105	110	115	120	125	130
$z_3$	156.95	161.95	166.95	171.95	176.95	181.95	186.95

Напряжение от сжатия в балласте под шпалой определяется по следующей формуле:

$$\sigma_6 = \frac{k \cdot l}{4 \cdot Q \cdot \alpha} \cdot (P_{ср} + 2.5 \cdot S + \sum P_{ср} \cdot \eta).$$

## Вариант 21.

### Метод проектирования криволинейного профиля

Самоцентрирующим движением колесной пары с дугообразным профилем и оптимальной геометрией контакта «колесо-рельс» обеспечивается движение колесной пары без виляния. При отсутствии проскальзывания и скольжения колес, становится меньше угол набегания. Уменьшенный угол набегания колесной пары обеспечивает снижение интенсивности износа, а следовательно, стабилизируется коэффициент  $Y/P$  схода с рельсов, который на линиях Синкансен равен 0.48. На железных дорогах Японии считается, что безопасность движения в достаточной степени обеспечена при выполнении условия:

$$\frac{Y}{P} = \frac{\operatorname{tg}\alpha - f_k}{1 + f_k \cdot \operatorname{tg}\alpha} \leq 0.8,$$

где  $Y$  – силы, прилагаемые в точках контакта гребней колес и боковых поверхностей головок рельсов;  $P$  – сила, действующая в вертикальной плоскости в точке контакта поверхности катания колеса с рельсом;  $\alpha$  – угол между касательной к поверхности гребня и горизонталью;  $f_k$  – коэффициент трения в зоне контакта колеса с рельсом.

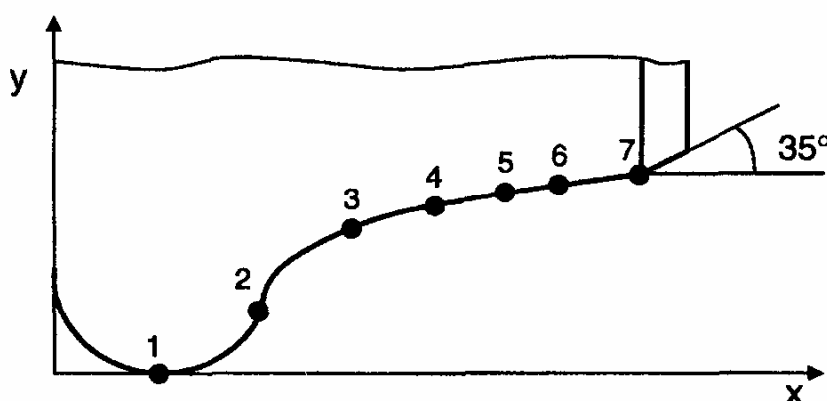


Рис. Профиль бандажа

Таблица

### Параметры профиля ДВГУПС

№ точки	1	2	3	4	5	6	7
X, мм	15.3	31	60	80	100	110	135
Y, мм	0	14	30	31.5	32.5	33	35

## Вариант 22.

### Спрявление продольного профиля

При выполнении «ручных» тяговых расчетов выполняют операцию спрявления профиля. Замену нескольких действительных элементов профиля пути одним условным называют спрявлением. Эта замена возможна при определенных условиях. Сокращение числа элементов профиля уменьшает объем и время расчета. Например, для профиля пути (см.рис) длиной спрямленного участка  $s_c$  заменяется сумма длин элементов  $s_1 + s_2 + \dots + s_n$ . Крутизна спрямленного уклона  $i_c$  равна отношению разности высот крайних точек спрямляемого участка к его длине

$$i_c = \frac{\Delta h}{s_c} \cdot 1000 = \frac{\sum_{i=1}^n (i_i \cdot s_i)}{\sum_{i=1}^n s_i},$$

где  $\Delta h$  – разность высот конечной  $h_k$  и начальной  $h_n$  точек спрямляемого участка, м;  $i_i, s_i$  – соответственно уклон, ‰, и длина, м, действительных элементов спрямляемого участка.

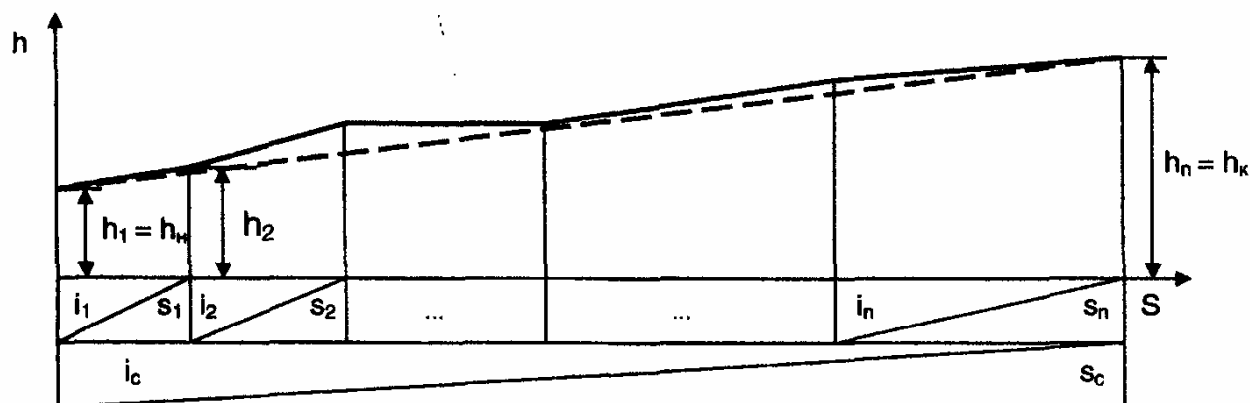


Рис. Профиль пути

Таблица

### Пример спрявления продольного профиля

Действительный профиль		Спрямленный профиль	
Длина элемента, м	Уклон элемента, ‰	Длина элемента, м	Уклон элемента, ‰
200	-0.3	1100	-0.7
600	-0.7		
200	-1.0		
400	1.1	400	1.1



## Вариант 23.

### Расчет нагревания электрических машин

Проверяя нагревание электрических машин – тяговых электродвигателей электроподвижного состава и тепловозов или главных генераторов тепловозов, – определяют превышение температуры наиболее нагретой части – обмотки якоря или катушек главных или дополнительных полюсов над температурой наружного воздуха. При стендовых испытаниях установлено, что их температура изменяется по закону нагревания однородного твердого тела, известному из физики.

Превышение температуры  $\tau$  тяговых электродвигателей или главных генераторов при выполнении тяговых расчетов разрешается определять по приближенной формуле:

$$\tau = \tau_{\infty} \frac{\Delta t}{T} + \tau_0 \left(1 - \frac{\Delta t}{T}\right),$$

где  $\tau_{\infty}$  – превышение температуры обмотки при длительном выделении тепла, °С;  $\tau_0$  – начальное превышение температуры для расчетного промежутка времени, °С;  $\Delta t$  – интервал времени, в течение которого по обмоткам идет неизменный средний ток, мин;  $T$  – тепловая постоянная времени, мин.

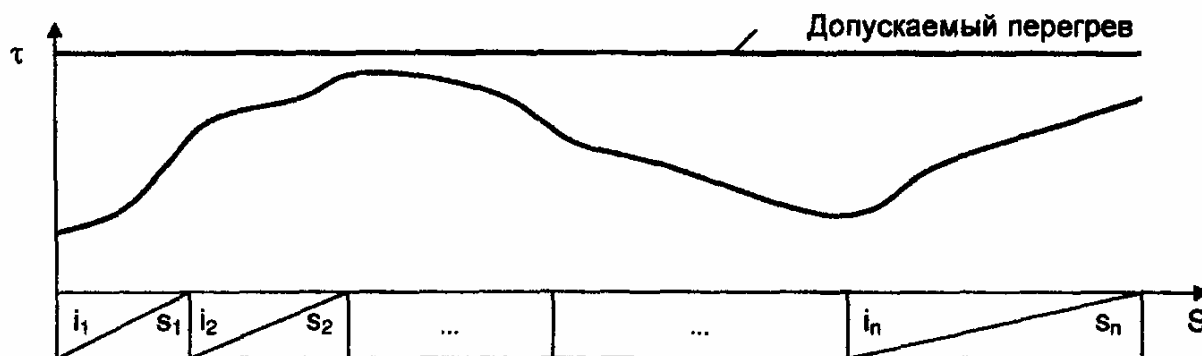


Рис. График нагревания электрических машин

Таблица

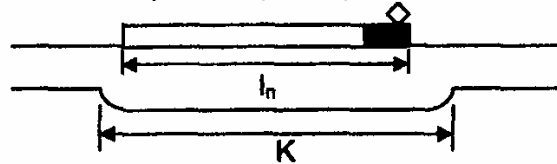
#### Пример расчета нагревания электрических машин

Режим	$I_{д.ср.}, A$	$\Delta t, \text{ мин}$	$\tau_{\infty}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta t/T$	$\tau_{\infty} \Delta t/T$	$\tau_0 (1 - \Delta t/T), \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\tau, \text{ }^{\circ}\text{C}$
Тяга	940	0.8	130	0.035	4.52	32.34	36.9
	1090	1.6	169	0.070	11.76	34.30	46.1
	900	2.0	123	0.087	10.70	42.05	52.7
	830	1.4	108	0.061	6.57	49.53	56.1
Выбег	0	2.1	0	0.091	0	51.00	51.0
	0	2.3	0	0.100	0	45.90	45.9

**Вариант 24.**

**Расчет дополнительного сопротивления движению поезда от кривых**

Дополнительного сопротивления движению поезда от кривой на эксплуатируемых железных дорогах для всех видов подвижного состава при длине поезда меньше длины кривой ( $l_n \leq K$ )



а) в тяговых расчетах для графика движения поездов принимается по формуле

Таблица

$$\omega_r = \frac{700}{R}; \quad (1)$$

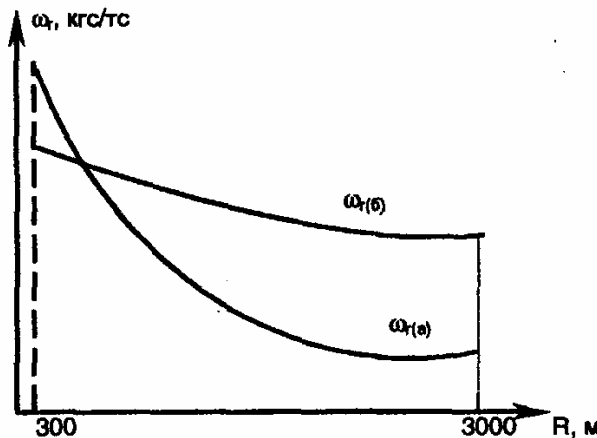
**Определение дополнительного сопротивления движению поезда от кривых**

R, м	$\omega_{r(a)}$	$\omega_{r(b)}$
300	По формуле (1)	По формуле (2)
500		
700		
1000		
1500		

б) в тяговых расчетах повышенной точности принимается по формуле

$$\omega_r = \frac{200}{R} + 1.5 \cdot \tau_k, \quad (2)$$

где  $\tau_k$  – непогашенное ускорение в кривой,  $m/c^2$ .



**Рис. Графики зависимости  $\omega_r$ , подсчитанного по разным формулам**

## Вариант 25.

### Образование тормозной силы при механическом торможении

Сила нажатия колодок на колесные пары при механическом торможении образуется за счет давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах. Под действием силы, развиваемым сжатым воздухом, поршень тормозного цилиндра со штоком смещается. Через механическую рычажную передачу, состоящую из тяг и рычагов, он передает силу на каждую колодку. Если каждая колодка прижимается к вращающемуся колесу (см. рис) с силой  $K_1$ , то в месте контакта возникает сила трения  $K_1\varphi_k$  ( $\varphi_k$  – коэффициент трения колодки о колесо, противодействующая вращению колеса).

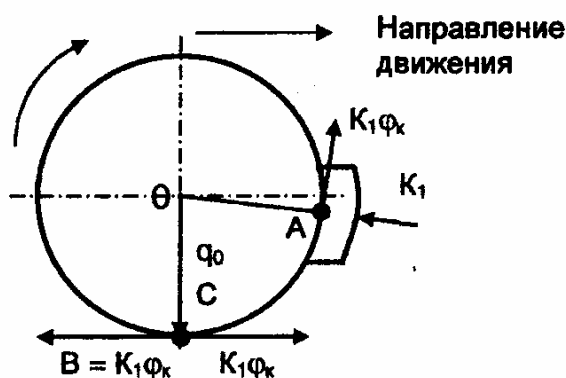


Рис. Образование тормозной силы

Коэффициент трения тормозных колодок о колеса рассчитывают по эмпирическим формулам, приведенным в таблице.

Таблица

#### Коэффициенты трения тормозных колодок

Характеристика колодок	Формула
Стандартные чугунные колодки	$\varphi_{кр} = 0.6 \cdot \frac{1.63 \cdot K + 100}{8.15 \cdot K + 100} \cdot \frac{v + 100}{5 \cdot v + 100}$
Чугунные колодки с повышенным содержанием фосфора	$\varphi_{кр} = 0.5 \cdot \frac{1.63 \cdot K + 100}{5.3 \cdot K + 100} \cdot \frac{v + 100}{5 \cdot v + 100}$
Композиционные колодки	$\varphi_{кр} = 0.44 \cdot \frac{0.1 \cdot K + 20}{0.41 \cdot K + 20} \cdot \frac{v + 150}{2 \cdot v + 150}$

Примечание. В формулах:  $v$  – скорость движения поезда, км/ч;  $K$  – сила нажатия колодок на колесную пару, кН.

**Задание 2.** Разработать в MS Excel таблицы расчета определенного интеграла при разбиении отрезка интегрирования на 10, 20, 30 и 40 частей, а также построить диаграмму подынтегральной функции  $y = f(x)$ .

В общем виде, определенный интеграл записывается следующим образом

$$\int_a^b f(x) dx$$

где  $f(x)$  – подынтегральная функция;  $f(x) dx$  – подынтегральное выражение;  $a$ ,  $b$  – нижний и верхний пределы интегрирования.

Как известно, геометрический смысл определенного интеграла состоит в том, что он численно равен площади ( $S$ ) криволинейной трапеции, ограниченной графиком функции  $y = f(x)$ , осью  $X$  и прямыми  $x = a$  и  $x = b$  (рис. 1).

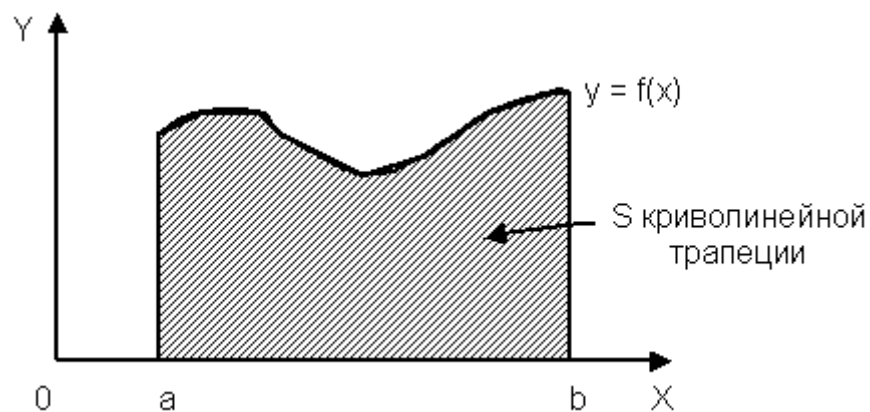


Рис.1. Геометрический смысл определенного интеграла

Основным способом решения определенных интегралов является определение первообразной для подынтегральной функции и использование формулы Ньютона–Лейбница.

В случаях, когда найти первообразную подынтегральной функций в виде элементарных функций не представляется возможным или затруднительно, используют приближенные методы подсчета интеграла. К наиболее распространенным из них относят методы прямоугольников, трапеций и парабол (Симпсона). Общим при использовании приближенных методов является разбиение отрезка интегрирования  $[a, b]$  на  $n$  равных частей длиной  $h = (b - a) / n$ . В зависимости от метода расчета, применяют следующие формулы:

- метод правых прямоугольников

$$S \approx h \sum_{i=0}^{n-1} y_i$$

- метод левых прямоугольников

$$S \approx h \sum_{i=1}^n y_i$$

- метод трапеций

$$S \approx h \left( \frac{y_a + y_b}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} y_i \right)$$

- метод парабол (при n – четном)

$$S \approx \frac{h}{3} (y_a + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + \dots + 2y_{n-2} + 4y_{n-1} + y_b)$$

В указанных формулах  $y_a$ ,  $y_b$  и  $y_i$  – это значения подынтегральной функции, соответственно, при  $x = a$ ,  $x = b$  и  $x = a + h \cdot i$ .

При использовании приведенных формул, чем больше  $n$ , тем точнее результат вычисления интеграла. Точность расчета интеграла оценивают, как правило, путем сравнения полученных значений при разном количестве разбиений отрезка  $[a, b]$ , например

$$\Delta_{20} = S_{20} - S_{10},$$

где  $\Delta_{20}$  – точность расчета интеграла при разбиении отрезка на 20 частей;  $S_{20}$ ,  $S_{10}$  – приближенные значения интеграла при разбиении отрезка, соответственно, на 20 и 10 частей.

## Варианты для задания 2

Таблица 1

№ варианта	Интеграл	Метод решения интеграла
1	$\int_{82}^{92} \frac{(2 + 0.03x)\text{Cos}(x) + 10}{1000} dx$	правых прямоугольников
2	$\int_5^{5.4} \frac{\text{Ln}(x)^2}{1000 \text{Sin}(x)^2} dx$	левых прямоугольников
3	$\int_{25}^{35} \frac{(x + x^{2.5})}{(x - 15)^3} 1.5^{x-25} dx$	трапеций
4	$\int_0^{10} \frac{e^{2\sqrt{x}}}{2 + 10x + 5x^2 + x^3} dx$	парабол
5	$\int_{1.2}^{2.2} \frac{e^{x^2}}{500 \text{Ln}(x)^2} dx$	правых прямоугольников
6	$\int_{50.3}^{58.3} x^3 \sqrt{\text{Sin}\left(\frac{x}{2.66}\right)} dx$	левых прямоугольников

№ варианта	Интеграл	Метод решения интеграла
7	$\int_{500}^{510} \frac{x^4}{500(7x + 15x^2 + 112x^3)} dx$	трапеций
8	$\int_{0,5}^{1,5} \frac{\text{ArcTan}(x)}{\text{Ln}(x + 2)^2} dx$	парабол
9	$\int_{0,6}^{1,6} \frac{1 + \text{Sin}(2x)}{3(\text{Sin}(x) + \text{Cos}(x))} dx$	левых прямоугольников
10	$\int_{1005}^{1015} \frac{\sqrt[3]{x-1000} + \sqrt{x-1000}}{100 \text{Ln}(x-1003)} dx$	трапеций
11	$\int_{-0,5}^{0,5} (3x^2 + \text{tg}x) dx$	правых прямоугольников
12	$\int_1^4 \frac{3\sqrt{x} + 1}{2x\sqrt{x} + x} dx$	левых прямоугольников
13	$\int_{0,6}^{1,4} \frac{dx}{\sqrt{12x^2 + 0,5}}$	трапеций
14	$\int_1^3 \sqrt{x} \sin \frac{x}{2} dx$	парабол
15	$\int_1^4 \frac{\sin(x^2 - 1)dx}{2\sqrt{x}}$	правых прямоугольников
16	$\int_{0,3}^1 \frac{\text{tg}(x)^2 dx}{x^2 + 1}$	левых прямоугольников
17	$\int_{2,3}^{3,3} (x - 0,8) \ln \frac{x}{2} dx$	трапеций
18	$\int_{1,4}^{2,4} 3,1x \ln^2 x dx$	парабол
19	$\int_{0,5}^{1,5} (x^2 + 1) \sin(x - 0,5) dx$	правых прямоугольников
20	$\int_0^1 \frac{xdx}{x^4 + 1}$	левых прямоугольников
21	$\int_0^1 0,37 \cdot e^{\sin x} dx$	трапеций
22	$\int_1^2 (0,5 + x \lg x) dx$	парабол

№ варианта	Интеграл	Метод решения интеграла
23	$\int_{1,5}^{2,5} x^2 \operatorname{tg} \frac{x}{2} dx$	правых прямоугольников
24	$\int_{0,2}^{1,2} 3 x e^{\cos x} dx$	левых прямоугольников
25	$\int_{-1}^0 4 x e^{x^2} dx$	трапеций