

Здравствуйте!

Меня интересуют контурные графики и трехмерные с подграфиками. Еще, подскажите, можно ли вставлять рисунки из Visio ?

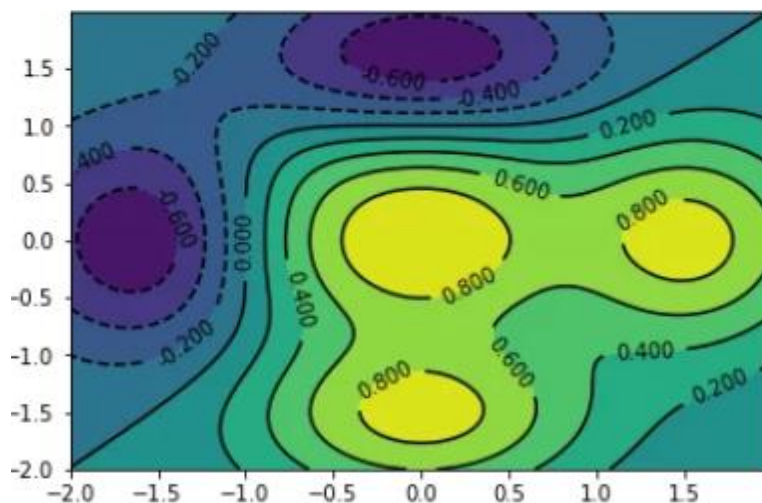


Рис 1 - Пример

### 1Часть

Необходимо построить контурные карты для распределения энергии ЭМП контактной сети в кабине электровоза (ширина кабины 2,800 м; длина – 1,900 м).

Для этого сначала необходимо провести расчет полей контактной сети: магнитного (рис 1), затем электрического (рис 2), и энергии ЭМП через произведение электрического и магнитного полей.

Для этого приведены рис. 2 и рис 3. и формулы для расчета.

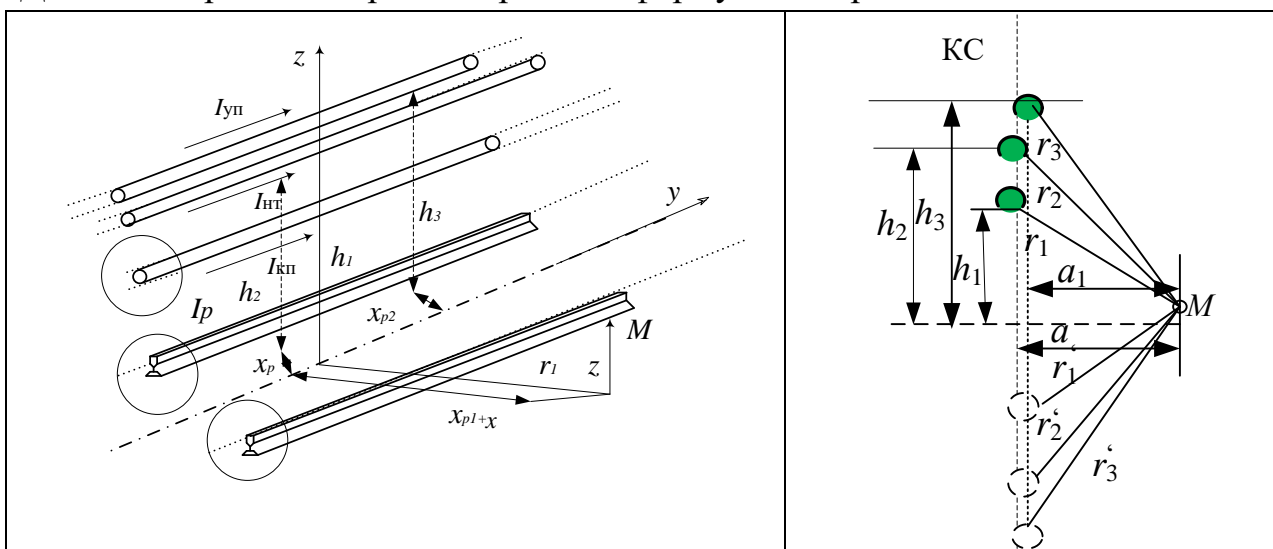


Рис 2. Модель для расчета магнитного поля

Рис.3 Модель для расчета электрического поля

Контактная сеть создает магнитное поле, которое можно рассчитать по формуле:

$$H_{\text{кc}}(f) = H'_M(f) + H''_M(f) = \sqrt{((H'_{x1}(f))^2 + ((H'_{z1}(f))^2} + \sqrt{((H''_{x1}(f))^2 + ((H''_{z1}(f))^2};$$

Суммарный уровень  $H'_{x1}$  (А/м) относительно рельса, расположенного справа от оси пути по оси  $x$ , можно определить по выражению

$$H'_{x1}(f) = \frac{I_{\text{кп}}(f)}{4\pi} \left[ \frac{-z}{(x+x_{p1})^2 + z^2} + \frac{z-h_1}{(x+x_{p1})^2 + (h_1-z)^2} \right] + \frac{I_{\text{нт}}(f)}{4\pi} \left[ \frac{-z}{(x+x_{p1})^2 + z^2} + \frac{z-h_2}{(x+x_{p1})^2 + (h_2-z)^2} \right] + \frac{I_{\text{уп}}(f)}{4\pi} \left[ \frac{-z}{(x+x_{p1})^2 + z^2} + \frac{z-h_3}{(x+x_{p1})^2 + (h_3-z)^2} \right]$$

Суммарный уровень  $H'_{z1}$  (А/м) относительно рельса, расположенного справа от оси пути по оси  $z$ , определяется как

$$H'_{z1}(f) = \frac{I_{\text{кп}}(f)}{4\pi} (x+x_{p1}) \left[ \frac{1}{(x+x_{p1})^2 + z^2} - \frac{1}{(x+x_{p1})^2 + (h_1-z)^2} \right] + \frac{I_{\text{нт}}(f)}{4\pi} (x+x_{p1}) \cdot \left[ \frac{1}{(x+x_{p1})^2 + z^2} - \frac{1}{(x+x_{p1})^2 + (h_2-z)^2} \right] + \frac{I_{\text{уп}}(f)}{4\pi} (x+x_{p1}) \cdot \left[ \frac{1}{(x+x_{p1})^2 + z^2} - \frac{1}{(x+x_{p1})^2 + (h_3-z)^2} \right]$$

Суммарные уровни  $H''_{x1}$  (А/м) и  $H''_{z1}$  (А/м) в точке  $M$  относительно рельса, расположенного слева от оси пути:

$$H''_{x1} = \frac{I_{\text{кп}}(f)}{4\pi} \left[ \frac{-z}{(x+x_{p1}+x_p)^2 + z^2} + \frac{z-h_1}{(x+x_{p1}+x_p)^2 + (h_1-z)^2} \right] + \frac{I_{\text{нт}}(f)}{4\pi} \left[ \frac{-z}{(x+2x_{p1})^2 + z^2} + \frac{z-h_2}{(x+2x_{p1})^2 + (h_2-z)^2} \right] + \frac{I_{\text{уп}}(f)}{4\pi} \left[ \frac{-z}{(x+x_{p1}+x_{p2})^2 + z^2} + \frac{z-h_3}{(x+x_{p1}+x_{p2})^2 + (h_3-z)^2} \right];$$

$$H_{z1}'' = \frac{I_k(f)}{4\pi} (x + x_{p1} + x_p) \left[ \frac{1}{(x+x_{p1}+x_p)^2+z^2} - \frac{1}{(x+x_{p1}+x_p)^2+(h_1-z)^2} \right] +$$

$$\frac{I_{HT}(f)}{4\pi} (x + 2x_{p1}) \cdot$$

$$\cdot \left[ \frac{1}{(x + 2x_{p1})^2 + z^2} - \frac{1}{(x + 2x_{p1})^2 + (h_2 - z)^2} \right] + \frac{I_{yII}(f)}{4\pi} (x + x_{p1} + x_{p2}) \cdot$$

$$\cdot \left[ \frac{1}{(x+x_{p1}+x_{p2})^2+z^2} - \frac{1}{(x+x_{p1}+x_{p2})^2+(h_3-z)^2} \right] \cdot$$

Общий ток =  $0,41I_{кп} + 0,39I_{уп} + 0,20I_{нт} = 300$  (50 Гц)

Электрическое поле контактной сети определяется:

Номер гармоники	Частота гармоники, $f$	Ток, А	
1	50	От 0 до 300	% от 1 гармоники
3	150		30,61
5	250		14,69
7	350		6,12
9	450		4,29
11	550		2,82
13	650		1,96
15	750		1,47
17	850		0,98
19	950		0,87
21	1050		0,66
23	1150		0,49

Параметры КС	значения
$x$	От 0 до 0,7 м
$x_{p1}$	0,760 м
$x_{p2}$	От 0,3 до 0,5 м
$Z=к$	От 0 до 3,5м
$a$	От 0 до 1,46 м
$a_1$	1,0 м
$d_1$ к.п.	12,81 мм (МФ 100)
$d_2$ н.т.	12,5 мм (ПБСМ-95)
$d_3$ у.п.	17,5 мм (АС-185)
$h_1$ к.п.	От 5,750 до 6,8 (6,0)

$h_2$ н.т.	От 6,4 до 7,8
$h_3$ у.п.	8,0
$k$	От 0 до 3,5

Номер гармоники	Частота гармоники	$U(f)$ , кВ	% от 1 гармоники
1	50	От 25 до 29	-
3	150		30,61
5	250		14,69
7	350		6,12
9	450		4,29
11	550		2,82
13	650		1,96
15	750		1,47
17	850		0,98
19	950		0,87
21	1050		0,66
23	1050		0,49

$$\begin{aligned}
 E_{\text{кв}}(f) &= E_{\text{кп}}(f) + E_{\text{нт}}(f) + E_{\text{уп}}(f) \\
 &= U(f) \frac{\ln \left( 1 + \frac{4h_1 k}{a^2 + h_1^2 + k^2 - 2h_1 k} \right)}{2k \ln(2h_1/d_1)} \\
 &\quad + U(f) \frac{\ln \left( 1 + \frac{4h_2 k}{a^2 + h_2^2 + k^2 - 2h_2 k} \right)}{2k \ln(2h_2/d_2)} \\
 &\quad + U(f) \frac{\ln \left( 1 + \frac{4h_3 k}{(a - a_1)^2 + h_3^2 + k^2 - 2h_3 k} \right)}{2k \ln(2h_3/d_3)}
 \end{aligned}$$

Уровень энергетической нагрузки ЭМП (ВА/м<sup>2</sup>) контактной сети переменного тока в электровазоне с учетом экрана (экраном является кузов электровазона) определяется по выражению

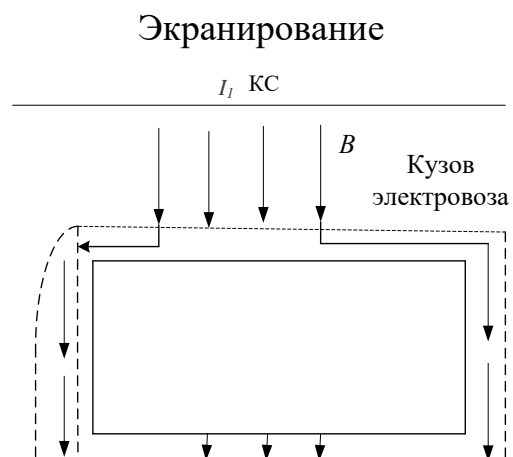
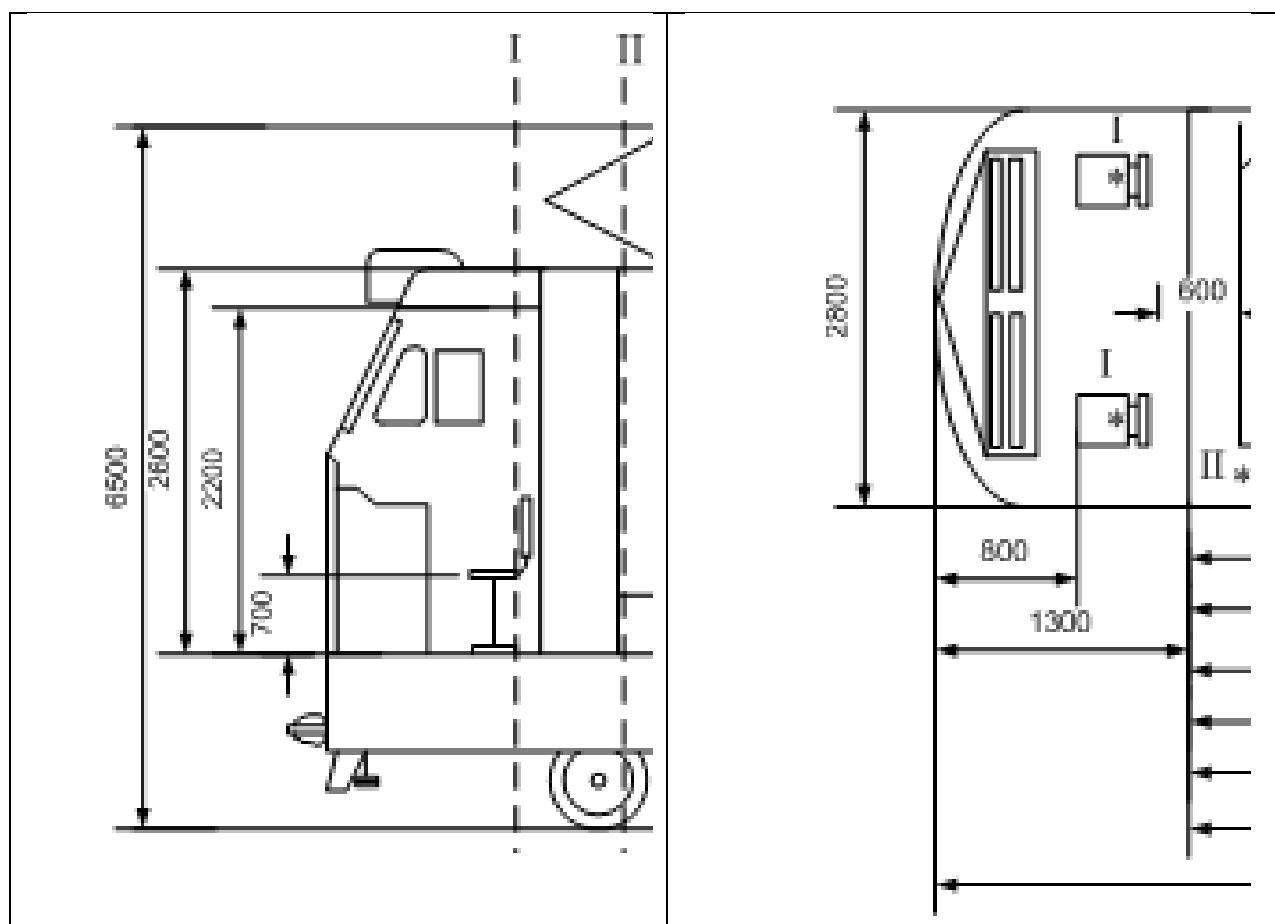


Рисунок 2.1 – Магнитная индукция тока в кузове электроваза



Размеры кабины ЭПС

При низких частотах явления поверхностных эффектов незначительны и экран ведет себя как короткозамкнутый виток, сопротивление стенок которого можно принять равным сопротивлению постоянному току. При

магнитостатическом экранировании эффективность действия экрана можно определить по уравнению:

$$K_{\text{эн}} = 10 \lg \left[ 1 + \left( \sigma \omega \mu_r r t / 2 \right)^2 \right],$$

,  $\mu_r$  – относительная магнитная проницаемость материала экрана (сталь – от 1000 до 7000 и стекло – 0,99),  $r$  – радиус экрана),  $t$  – толщина экрана (кузов от 0,0025 м до 0,003 м, стекло 15 мм),  $\omega = 2\pi f$ .

Тогда необходимый радиус  $R$  для кузова электровоза:

$$R = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{куз}}}{\pi} \cdot \frac{3}{4}}$$

Объем всей кабины: 9.464

Лобового стекла: 2.86

Бокового стекла: 0.4 (2 стекла с разных сторон, 0,4\*2)

*Экранирование, эл поле.*

$$K_{\text{Э.}} = 20 \lg(60 \cdot \pi \cdot t \cdot \sigma)$$

$\pi = 3,14$ ,  $t$  – толщина экрана (сталь от 0,0025 м до 0,003 м), стекло – 0,015 м),  $\sigma$  – удельная проводимость стали  $10^7$  См/м, стекло –  $10^{-12}$  См/м.

## 2 часть

Если рабочее место имеет электрические и магнитные поля со спектром высших гармонических составляющих переменного тока от 25 Гц до 1 кГц (от двух и более гармонических составляющих), то суммарный уровень энергетической нагрузки ЭМП переменного тока определяется как

$$\mathcal{E}^{\Sigma}(f_i) = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i(f_i),$$

**Суточная доза потенциальной энергии облучения ЭМП** – это количество падающей энергии излучения ЭМП на площадь тела человека за определенный период (сутки) облучения, определяемая с учетом статистической вероятности ее воздействия, выражается в ВА·ч или Вт·ч:

$$D_{\text{CO}}(f) = \mathcal{E}(f) \cdot t_i \cdot S \cdot p_i$$

где  $D_{\text{CO}}(f)$  – уровень суточной дозы потенциальной энергии облучения ЭМП низкочастотного диапазона, ВА·ч  $\mathcal{E}(f)$  – уровень энергетической нагрузки ЭМП переменного тока, ВА/м<sup>2</sup>;  $t_i$  – длительность пребывания работника на рабочем месте, ч;  $S$  – площадь тела человека, м<sup>2</sup>;  $p_i$  – статистическая вероятность воздействия дозы потенциальной энергии ЭМП на персонал в течение смены.

**Статистическая вероятность воздействия дозы потенциальной энергии ЭМП на персонал в течение смены** (таблица 3) определяется при идентификации и оценивается как отношение длительности экспозиции за сутки:

$$p_i = \frac{t_i}{t_{\text{сут}}},$$

где  $t_i$  – длительность экспозиции за сутки, ч;  $t_{\text{сут}}$  – время (сутки), ч.

Таблица 3 – Статистическая вероятность экспозиционного воздействия дозы потенциальной энергии ЭМП на персонал в течение смены

Время, ч	Длительность экспозиции за сутки, ч	Статистическая вероятность экспозиционного воздействия дозы потенциальной энергии ЭМП на персонал в течение смены
24	0,17 (10 мин)	0,007
	1	0,04
	2	0,08
	4	0,17
	8	0,33
	12	0,5

Площадь тела человека определяется по формуле Мостеллера, м<sup>2</sup>:

$$S = \sqrt{(a \cdot v / 3600)},$$

где  $a$  – рост человека (от 150 до 200), см;  $v$  – вес человека – масса (от 60 до 150), кг.

**Удельная суточная доза потенциальной поглощенной энергии ЭМП** – величина энергии электромагнитного поля, переданная человеку (тканям организма) за определенный период (сутки), определяемая с учетом

статистической вероятности ее воздействия и массы тела человека, выражается в ВА·ч/кг или Вт·ч/кг и определяется по соотношению:

$$D_{\text{ПО}}(f) = \frac{D_{\text{СО}}(f)}{m}$$

масса (от 60 до 150), кг.