



1-й Международный Молодежный Форум «ПРОФЕССИЯ и ЗДОРОВЬЕ»

ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ОТ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Белинский Станислав Олегович

К.Т.Н., доцент



Частное учреждение Федерации Независимых Профсоюзов России

Научно-исследовательский институт

охраны труда

в г. Екатеринбурге

Москва, НИИ Медицины труда, 2016 год

Результат длительного воздействия электрических и магнитных полей

Три основных синдрома: **астенический, астеновегетативный (или синдром нейроциркуляторной дистонии гипертонического типа) и гипоталамический.**

**ПРИКАЗ Минздравсоцразвития РФ
от 27 апреля 2012 г. № 417н**

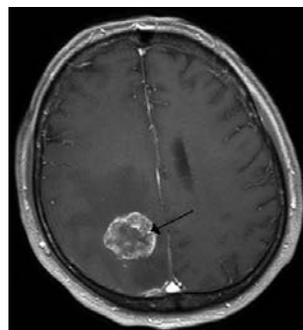
ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Заболевания, связанные с воздействием электромагнитного поля (*проявления: выраженные расстройства вегетативной (автономной) нервной системы,*

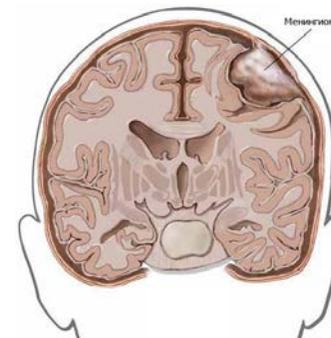
Международное агентство по исследованию рака (МАИР) отнесло ЭМП к группе **возможно канцерогенных факторов.**

В настоящее время установлено, что длительное воздействие ЭМП связано с повышенным риском возникновения заболеваний сердечно-сосудистой, центральной нервной системы и онкологических заболеваний:

ГЛИОМА



МЕНИНГИОМА



ЛЕЙКОЗ



Обзор существующих исследований и постановка задач

Научная школа д.т.н., проф. Сидорова А.И. (ЮУрГУ) – исследования ЭМП 50 Гц в электроустановках высокого и сверхвысокого напряжения.

Докт. Дисс.: Довбыш В.Н., Токарский Ю.А., Труханов К.А., Рудаков, М.Л. – теоретические и экспериментальные исследования параметров ЭМП 50 Гц, а также высокочастотных ЭМП (более 30 кГц) и разработка мер по их снижению;

Исследования д.м.н., проф.: Каляда Т.В., Никитина В.Н., Пальцев Ю.П., Походзей Л.В., Рубцова Н.Б., (НИИ Медицины труда РАМН) - разработка и установление ПДУ ЭМП.

Монография д.т.н., проф.: Аполлонского (СЗЗТУ) и Горского А.Н. (ПГУПС) – методы расчета электромагнитной обстановки на железнодорожном транспорте.

Научная школа д.м.н., проф. Григорьева Ю.Г. (ФМБА) – исследования биологического действия ЭМП на организм животных и человека.

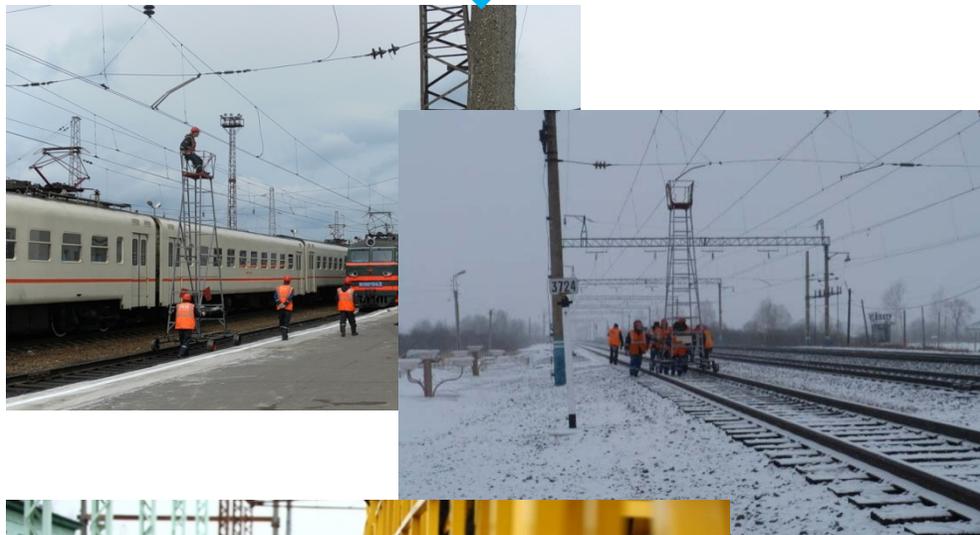
Научная школа д.т.н. проф. Косарева Б.И. и Косарева А.Б. (МИИТ, ВНИИЖТ) - исследования ЭМП 50 Гц контактной сети и тяговых подстанций переменного тока.

Научная школа д.т.н., проф. Кузнецова К.Б. (УрГУПС) – исследования параметров ЭМП электроустановок железнодорожного транспорта и разработка технических средств защиты.

За рубежом: W.R. Adey, D. Baris, L. Korpinen, V.Blake Levitt и др. – в основном исследования биологического действия ЭМП на организм человека.

Объекты тягового электроснабжения

Контактная сеть
постоянного и переменного тока



Тяговые подстанции
постоянного и переменного тока

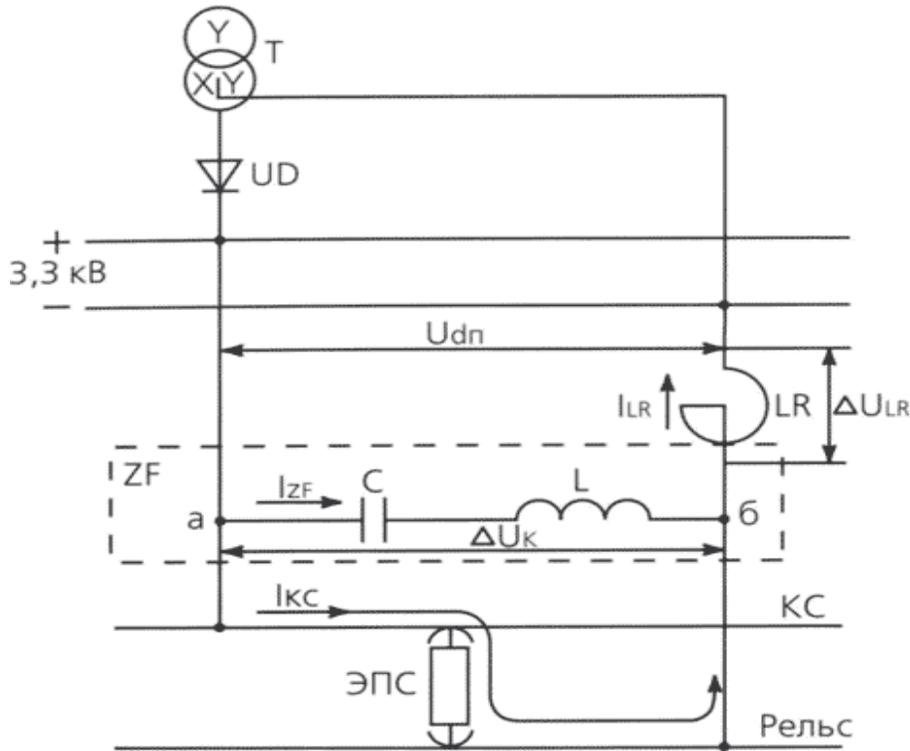


Особенности:

- используются различные классы напряжений разного рода тока (220; 110; 35; 27,5; 10; 6 кВ переменного тока и 3,3, 6 кВ постоянного тока);
- нагрузка имеет резко нелинейный характер;
- используются не только трехфазные, но и однофазные, многофазные установки и линии переменного тока, а также двухполюсные линии постоянного тока



Электрические и магнитные поля частотой 50 Гц и выше в электроустановках тягового электроснабжения



$$f_K = 2 \cdot n \cdot f_C = 100 \cdot n, \text{ Гц}$$

$$f_K = (m \cdot n \pm 1) \cdot f_C = 50 \cdot m \cdot n \pm 50, \text{ Гц}$$

где n – натуральный ряд целых чисел;
 f_C – частота тока питающей сети, Гц;
 m – число пульсаций преобразователя.

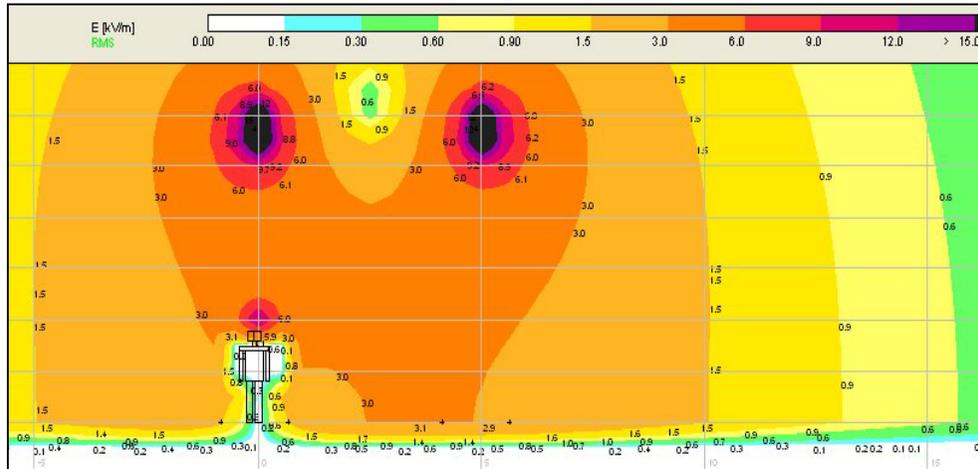
На персонал воздействуют постоянное МП (от постоянной составляющей тока), ЭП и МП частотой 50 Гц, 100 Гц, 200 Гц, 300 Гц и других частот (от переменной составляющей выпрямленного тока).

Актуальность проблемы

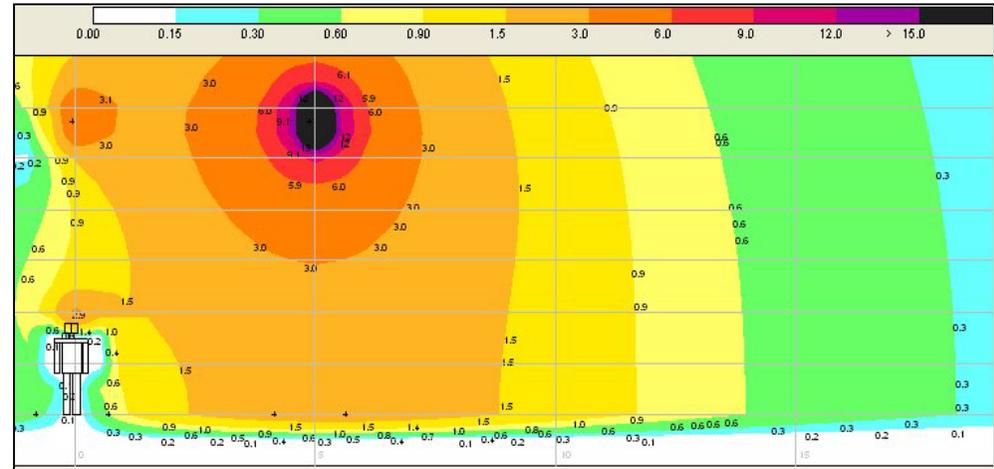
- ❑ Не исследованы и не систематизированы объекты тягового электроснабжения по параметрам создаваемых электрических и магнитных полей (ЭП и МП) низкочастотного диапазона, особенно магнитной составляющей в диапазоне частот выше 50 Гц;
- ❑ В РФ не нормируются для персонала электроустановок ПДУ ЭП и МП с частотой от 50 Гц до 10 кГц, а также не учитывается одновременное воздействие электрической и магнитной составляющей;
- ❑ Отсутствие вероятностных подходов к оценке вредного воздействия ЭП и МП низкочастотного диапазона на здоровье персонала;
- ❑ Учет дозы воздействия МП низкочастотного диапазона на персонал не ведется;
- ❑ Технические средства защиты от МП низкочастотного диапазона практически отсутствуют и не применяются.

Моделирование распределения напряженности электрического поля промышленной частоты 50 Гц контактной сети переменного тока 25 кВ

Оба пути находятся под напряжением

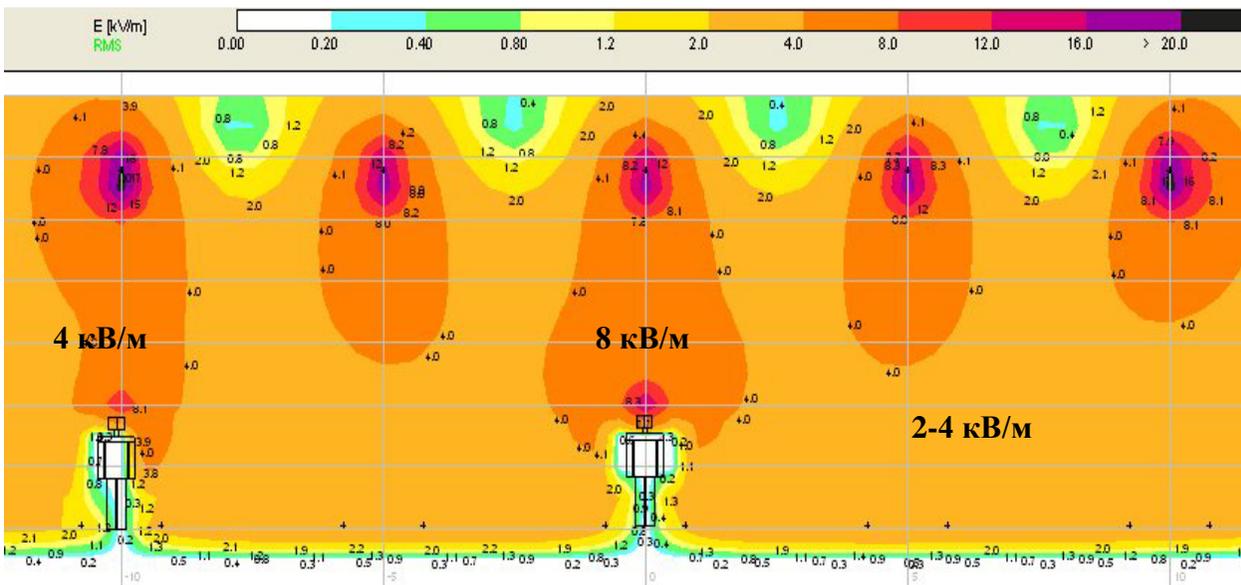


Один путь находится под напряжением



Напряженность электрического поля на высоте 1,8 м составила 1,5 - 4 кВ/м

Напряженность электрического поля от 0,9 до 3 кВ/м



$$E = f(x, h, U_n, K_h, K_n), \text{ кВ/м}$$

где x – расстояние от оси пути, м;

h – высота от уровня головки рельса, м;

U_n – напряжение n-го пути, кВ;

K_h – коэффициент, учитывающий наличие (отсутствие) тела человека;

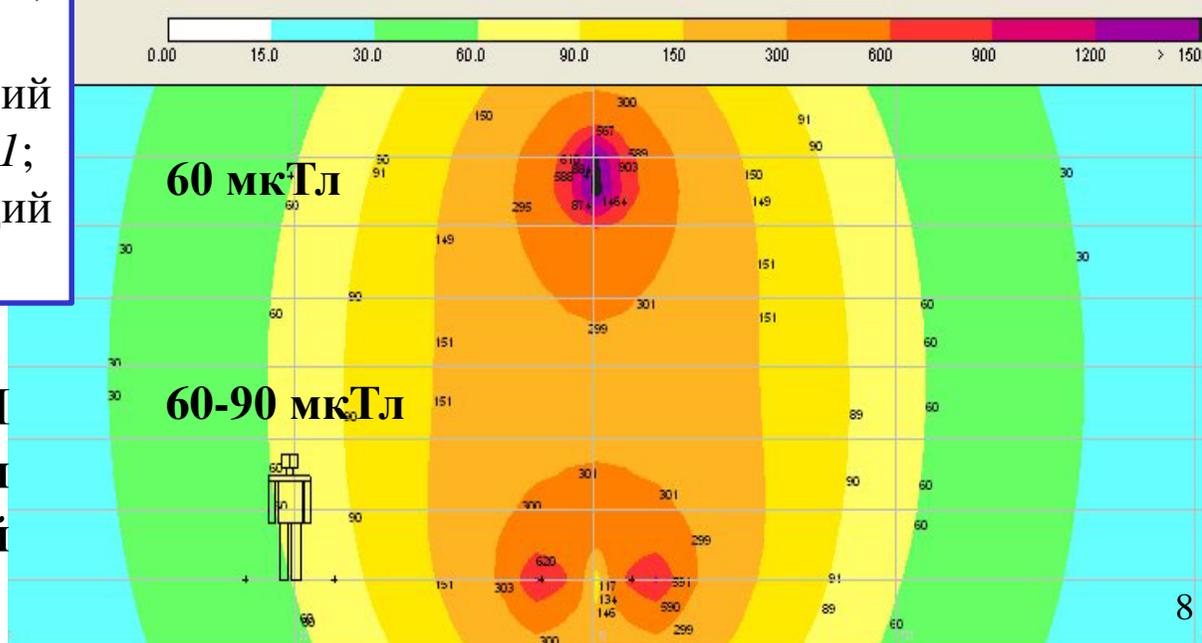
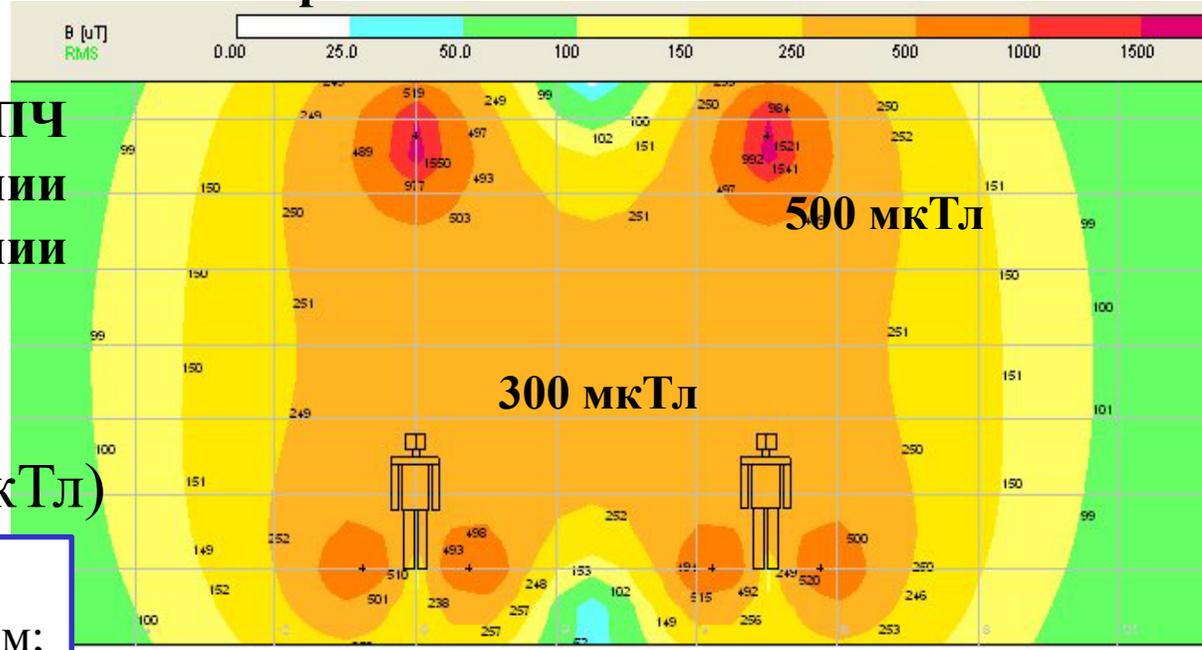
K_n – коэффициент, учитывающий количество путей.

Моделирование распределения индукции магнитного поля промышленной частоты 50 Гц контактной сети переменного тока

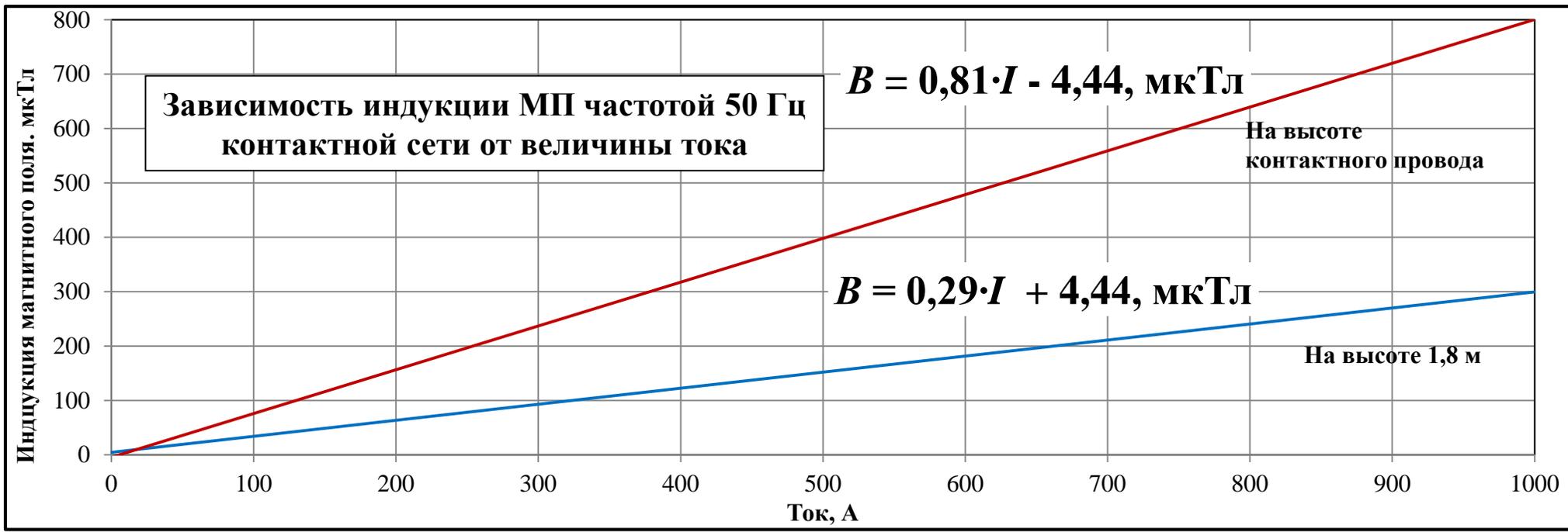
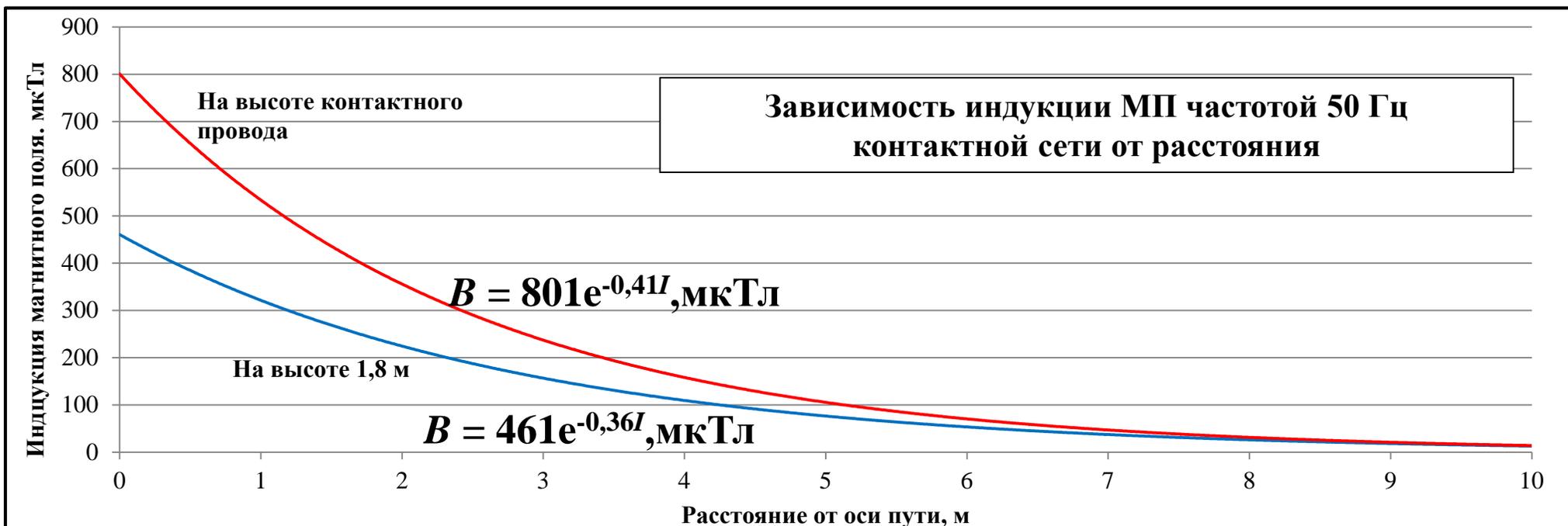
**Распределение индукции МП ПЧ
двухпутного участка при протекании
токов 1000 А в одном направлении**

$$H = f(x, h, I, K_h, K_n), \text{ А/м (мкТл)}$$

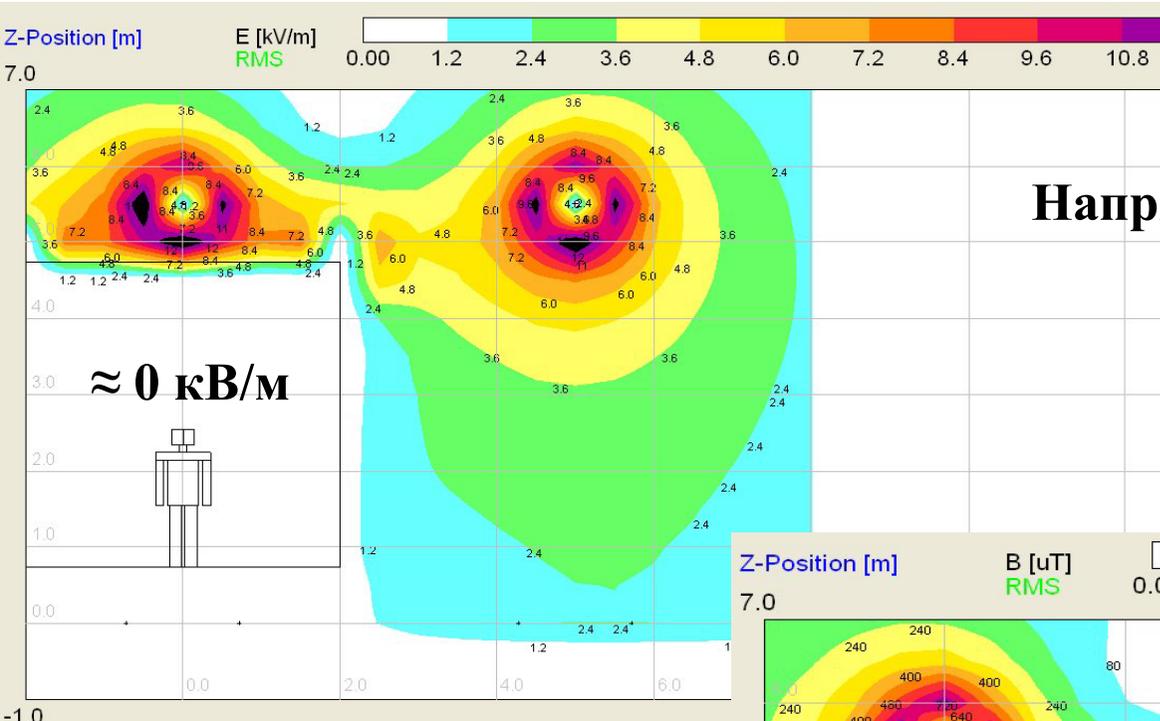
где x – расстояние от оси пути, м;
 h – высота от уровня головки рельса, м;
 I_n – тяговый ток n -го пути, А;
 K_h – коэффициент, учитывающий наличие (отсутствие) тела человека, $K_h = 1$;
 K_n – коэффициент, учитывающий количество путей.



**Распределение индукции МП ПЧ
двухпутного участка КС при
отключении одного из путей**

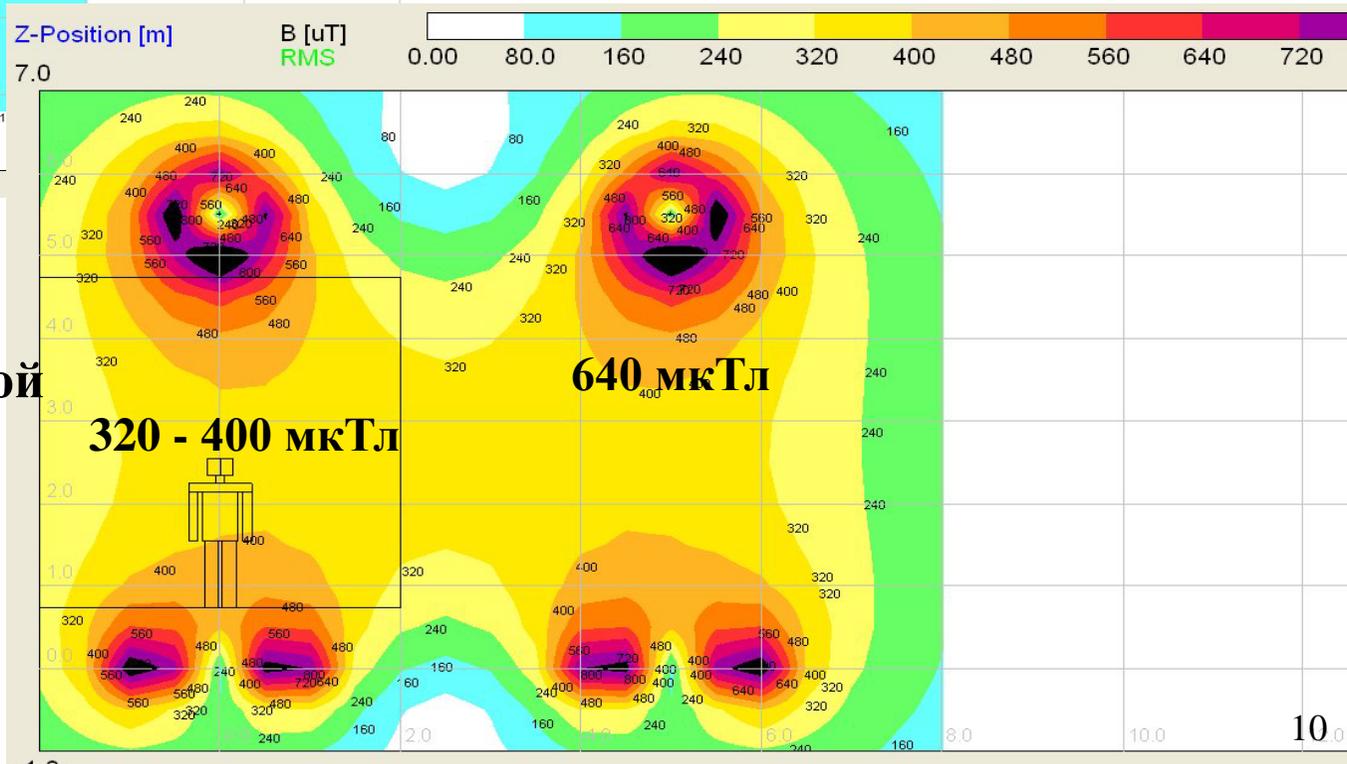


Распределение параметров ЭМП от контактной сети переменного тока 27,5 кВ при наличии металлического пассажирского вагона

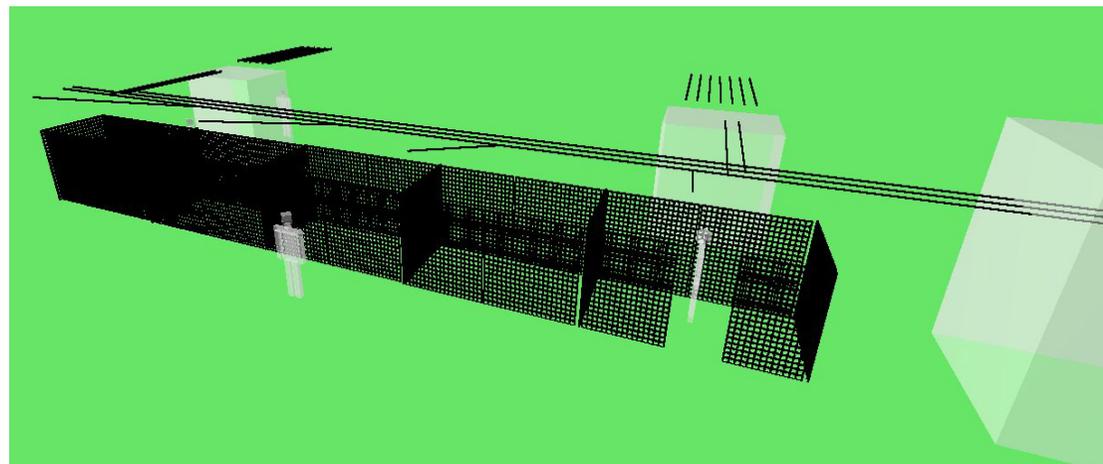
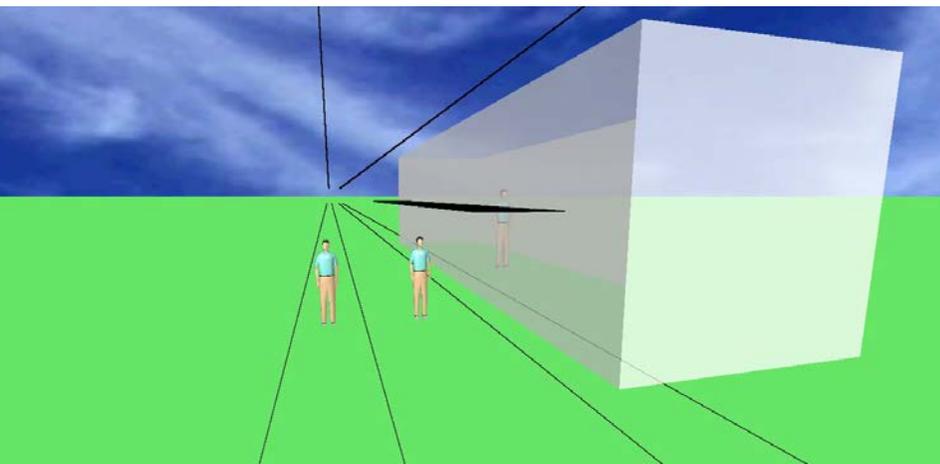


Напряженность ЭП промышленной частоты 50 Гц, кВ/м

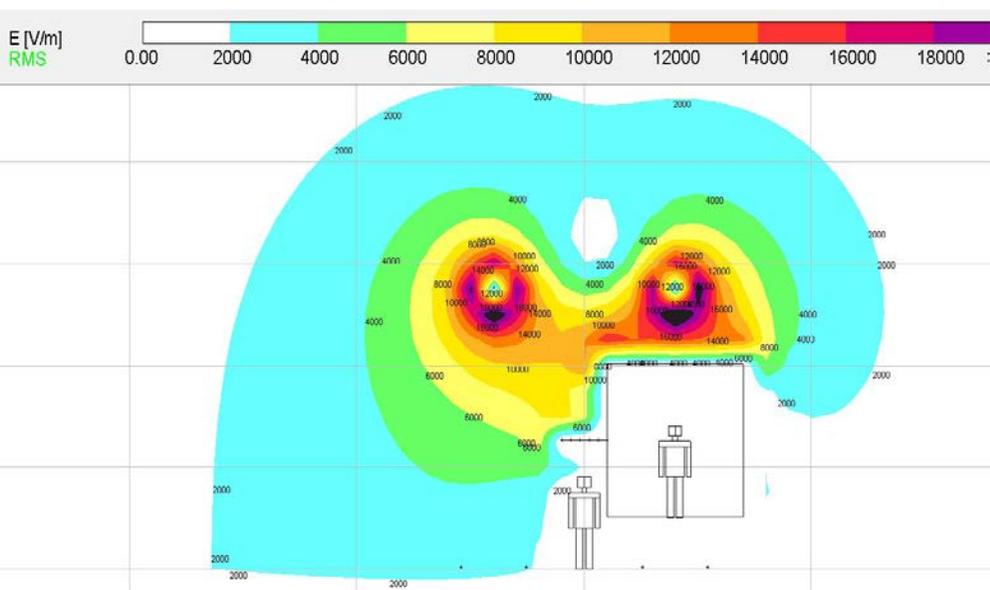
Индукция МП промышленной частоты 50 Гц, мкТл при токе 1000 А каждого пути



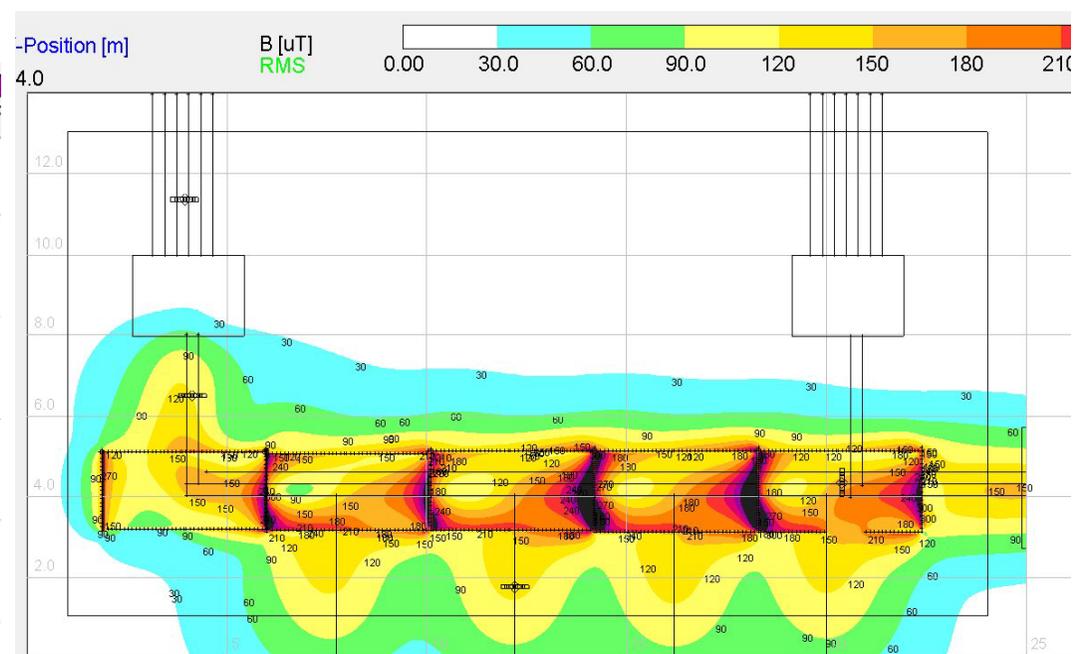
Моделирование условий воздействия ЭП и МП в пространстве



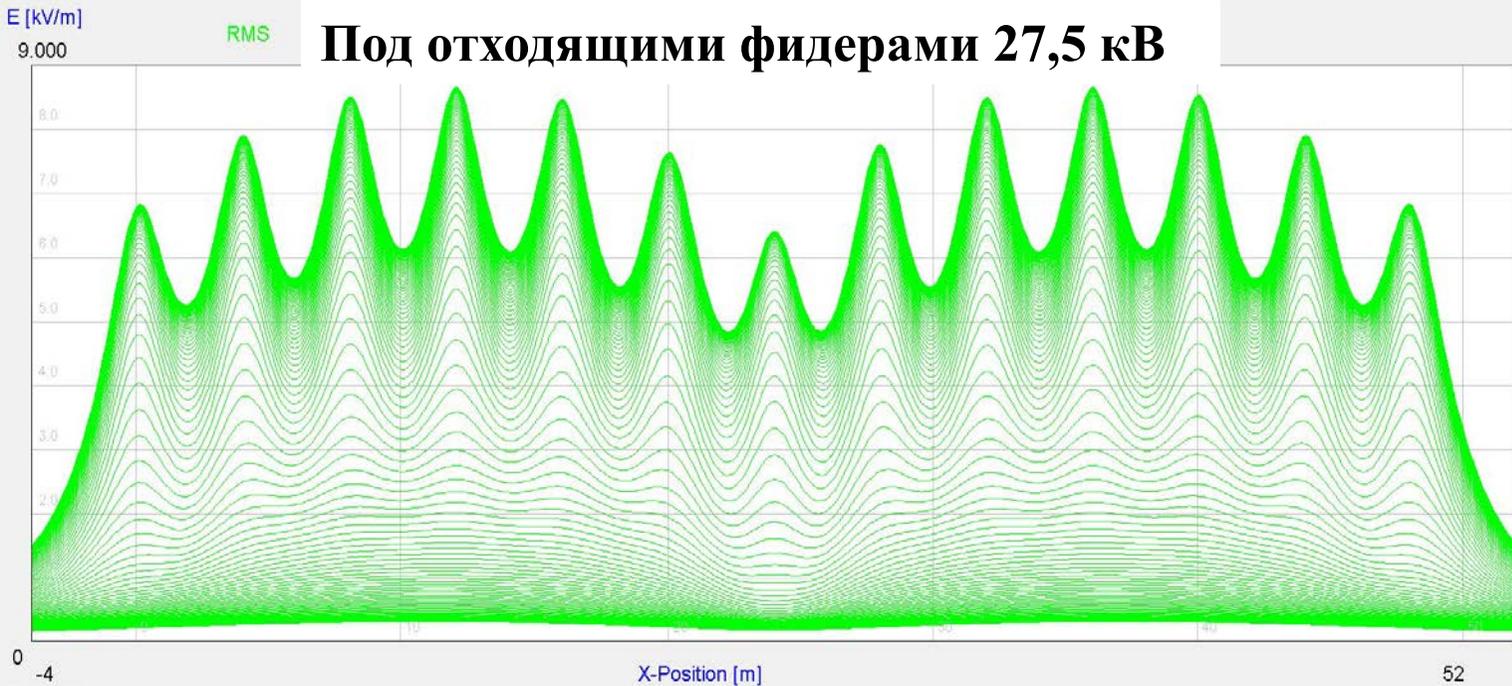
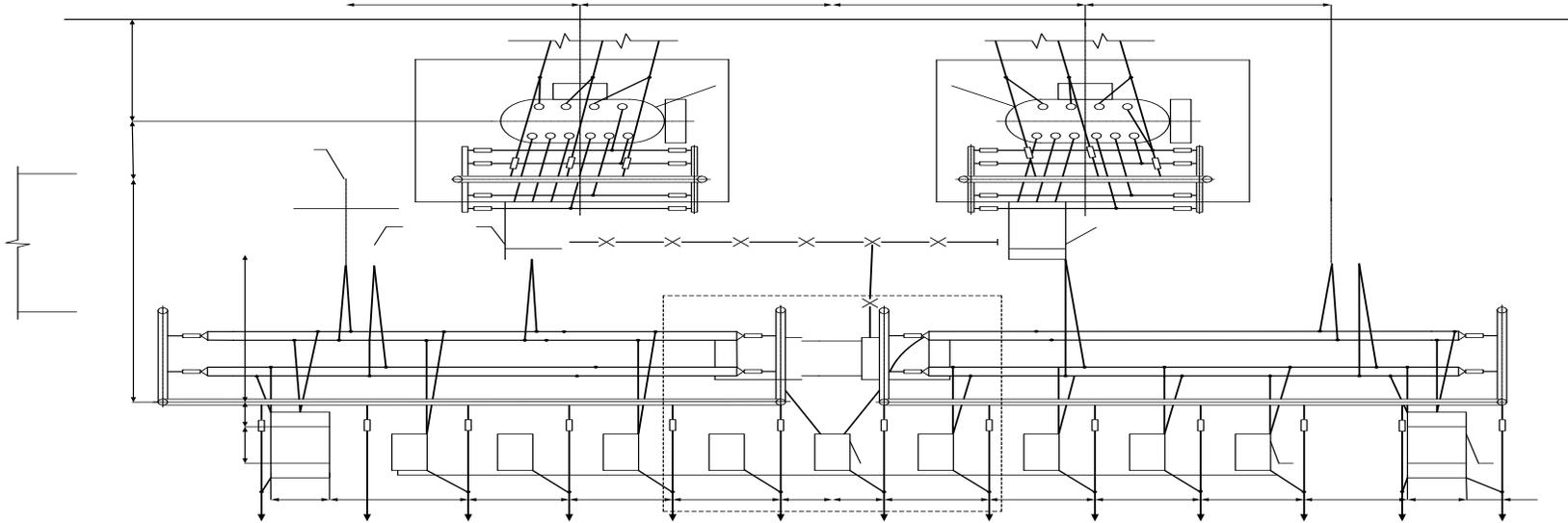
Распределение напряженности электрического поля вблизи КС переменного тока



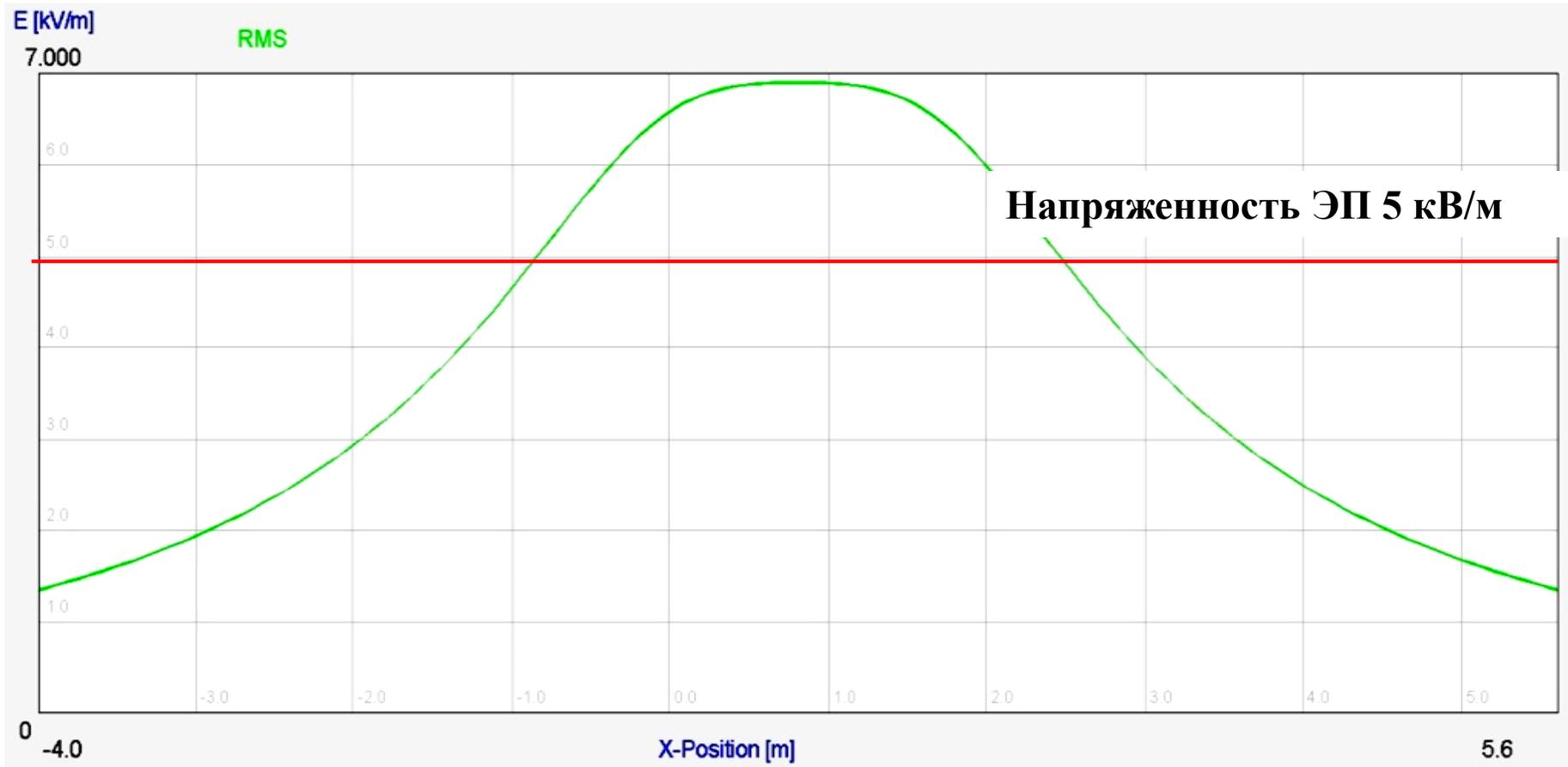
Распределение индукции постоянного магнитного поля в рабочих зонах РУ-3,3 кВ



Распределение напряженности ЭП 50 Гц на высоте 1,8 м в рабочих зонах РУ-27,5 кВ



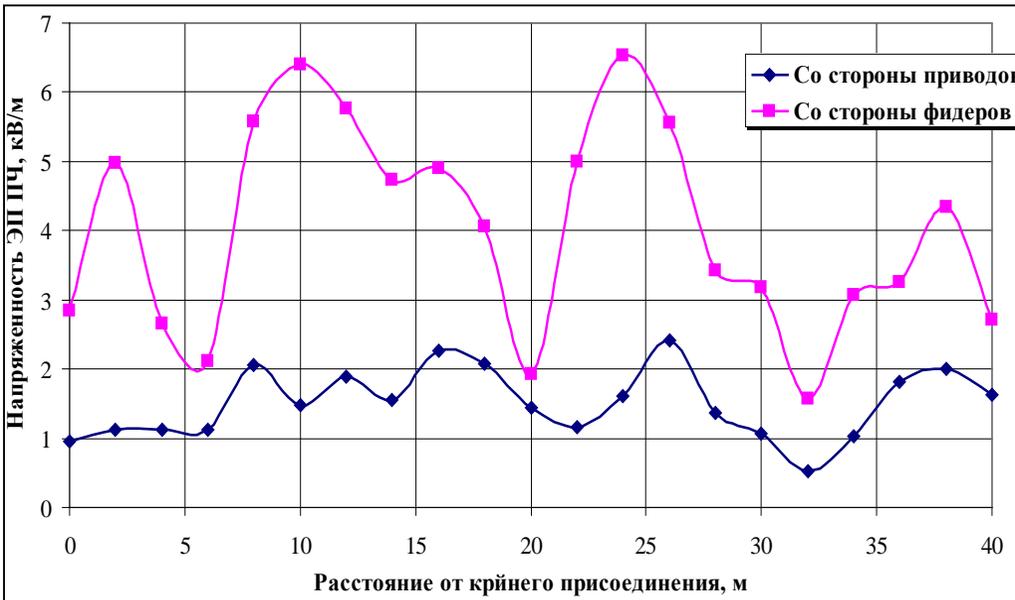
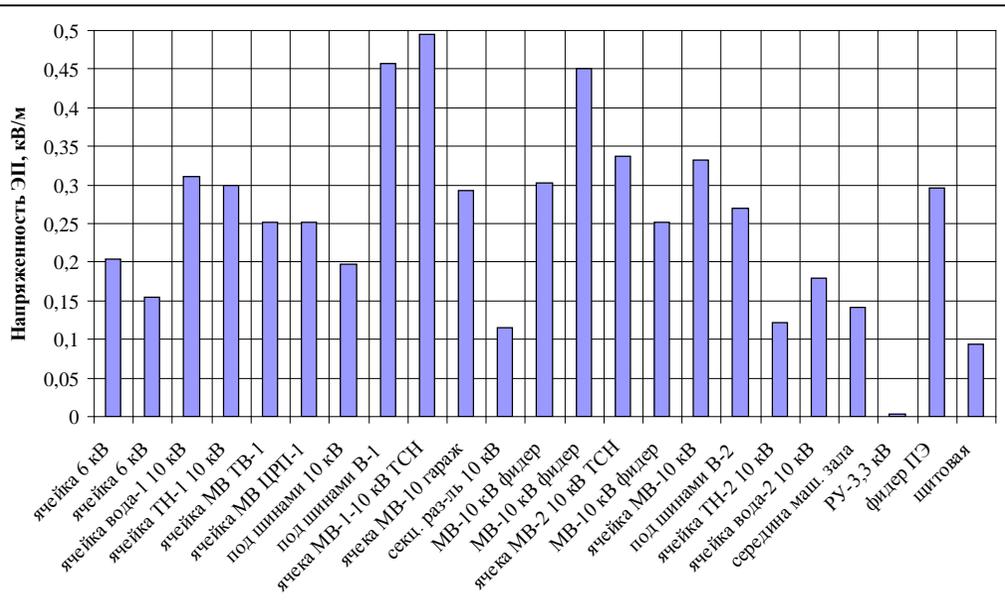
Распределение напряженности ЭП 50 Гц на высоте 1,8 м под шинами 27,5 кВ тяговой подстанции переменного тока



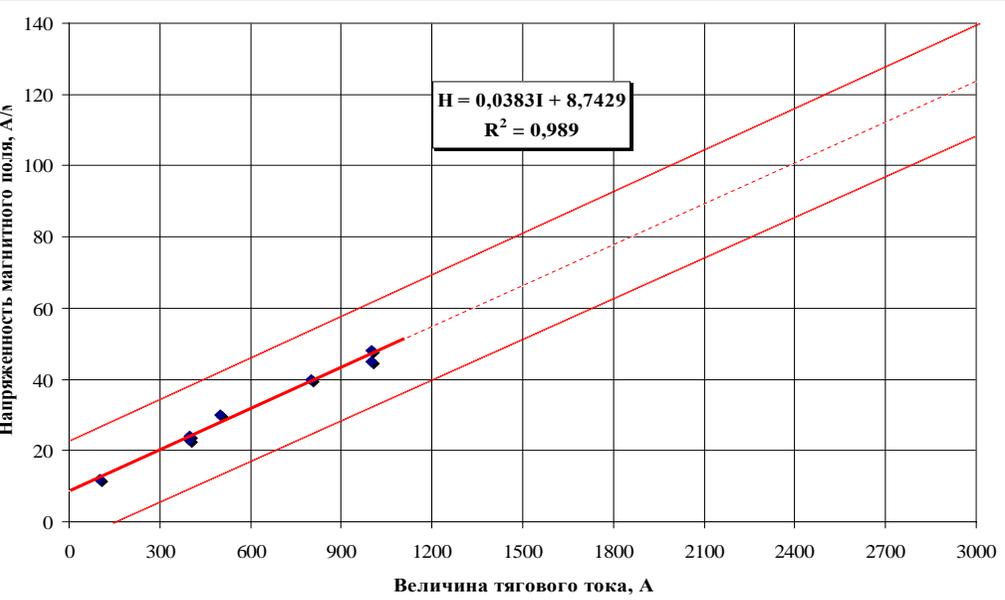
Выводы:

На основе компьютерного моделирования параметров ЭМП частотой 50 Гц объектов железнодорожного электроснабжения получены зависимости от ряда факторов и выявлены рабочие зоны персонала со значениями близкими или превышающими ПДУ

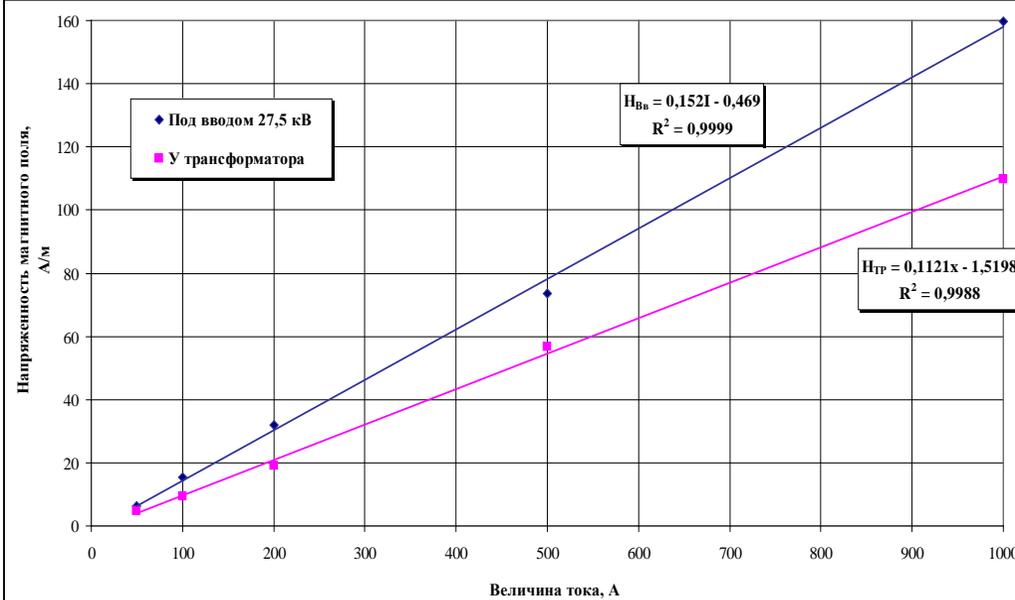
Результаты экспериментальных исследований параметров ЭП и МП частотой 50 Гц



Зависимость напряженности ЭП и МП 50 Гц в РУ-10 кВ



Зависимость напряженности ЭП и МП 50 Гц в РУ-27,5 кВ



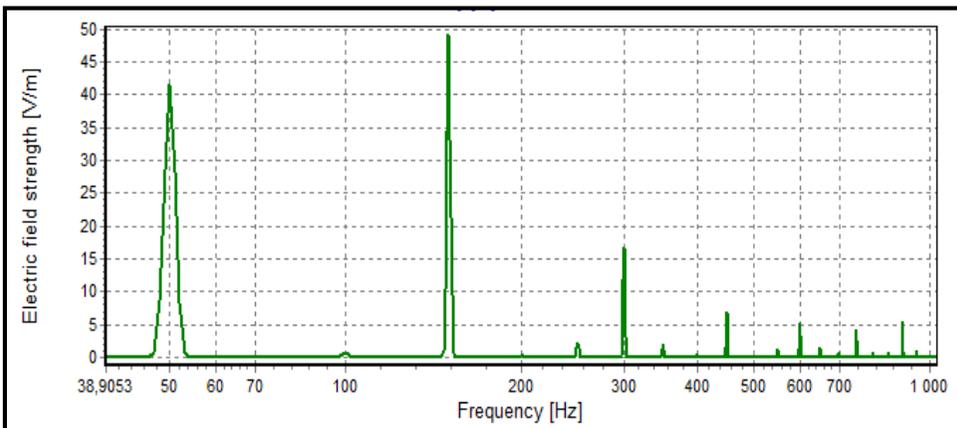
Сравнение экспериментальных данных с результатами моделирования ЭП и МП 50 Гц

| Характерные рабочие зоны персонала | Результаты моделирования | | Результаты инструментального контроля напряженности | | |
|---|--------------------------|------------------|---|--------------------------------------|--|
| | E , кВ/м | H , А/м | $E_{max} \pm \Delta_1$, кВ/м | $E_{cp.} \pm \varepsilon_1$, кВ/м | $H_{max} \pm \Delta_2$, А/м |
| Ось пути на высоте 1,8 м | 1,7 - 2,4 | 80 - 120 | $2,519 \pm 0,418$ | $2,209 \pm 0,394$ | На расстоянии 2-х метров от оси пути при токе 1000 А: $86,665 \pm 13,399$ |
| На расстоянии 3-х метров от оси пути на высоте 1,8 м | 1,3 - 1,8 | 40 - 60 | $1,936 \pm 0,294$ | $1,519 \pm 0,316$ | |
| На уровне контактного провода без шунтирующих штанг | 10 - 14 | 360 - 420 | $19,987 \pm 3,038$ | $19,226 \pm 1,191$ | - |
| На расстоянии 0,5м от оборудования 110 кВ на высоте 1,8 м | - | - | $4,367 \pm 0,695$ | $1,472 \pm 0,161$ | При токе $I_{max} = 500$ А: $17,491 \pm 2,664$ |
| Крайняя фаза ВЛ-110 кВ | 2 - 2,7 | - | $4,367 \pm 0,695$ | $1,714 \pm 0,321$ | |
| Между разъединителем и выключателем 110 кВ | - | - | $5,223 \pm 0,824$ | $2,235 \pm 0,639$ | |
| РУ-35 кВ | - | - | $0,478 \pm 0,076$ | $0,365 \pm 0,168$ | При токе $I_{max} = 100$ А: $0,876 \pm 0,135$ |
| На расстоянии 0,5 м от ячеек 10 кВ | 0,5 - 0,8 | 20 - 50 | $0,496 \pm 0,078$ | $0,253 \pm 0,071$ | При токе $I=1000$ А: $47,043 \pm 7,456$ |
| РУ-3,3 кВ (шинный мост) | 0,1-0,4 | 3-35 | $0,2 \pm 0,03$ | - | При токе тяги 3000 А: $16,22 \pm 0,81$ |
| Ввод 27,5 кВ | - | - | $3,155 \pm 0,513$ | $1,528 \pm 0,421$ | При токе $I = 1000$ А: $159,76 \pm 24,364$ |
| Под шинами 27,5 кВ | 4 - 9 | 80 - 160 | $6,528 \pm 1,019$ | $4,029 \pm 0,928$ | |

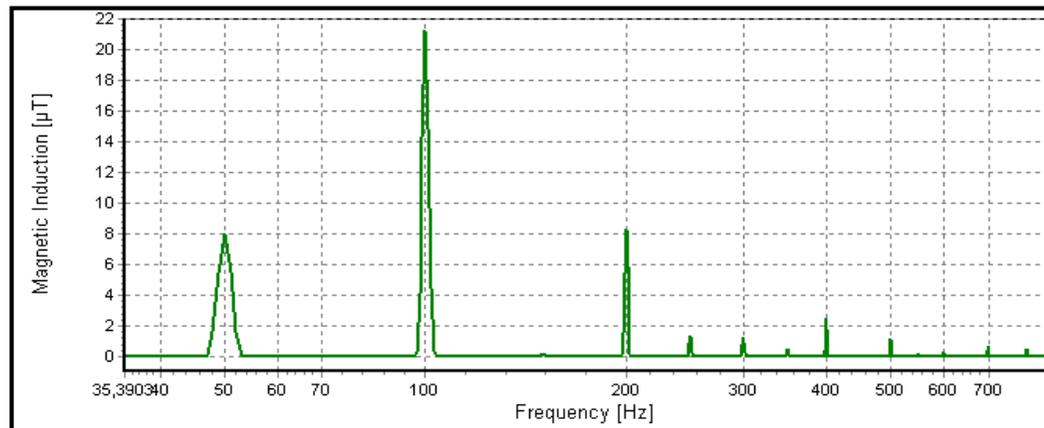
Нормирование ПДУ напряженности ЭП и МП частотой выше 50 Гц

| Источник | Напряженность электрического поля E, В/м при частоте | | | | Индукция магнитного поля B, мкТл, при частоте | | | |
|--|--|-------------|-------------|------------------|---|------------|--------------|-------------|
| | 100 Гц | 200 Гц | 300 Гц | > 300 Гц | 100 Гц | 200 Гц | 300 Гц | > 300 Гц |
| СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (Рабочие места с ПЭВМ) | 25 | 25 | 25 | 25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| СанПиН 2.1.3.2630-10 (Медицинские орг-ии) | 500 | 500 | 500 | 500 | 62,5 | 62,5 | 62,5 | 62,5 |
| СанПиН 2.2.4.1191-03 | <i>Для производственных условий не нормируется</i> | | | | | | | |
| Проект СанПиН 2011 г. | 2500 | 1250 | 800 | 800 | 50 | 25 | 18,75 | 18,75 |
| Проект СанПин 2013-14 гг. | 2750 | 2750 | 600 | 600 | 68,75 | 68,75 | 15 | 15 |
| Проект СанПин 2015-16 гг. | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Рекомендации МКЗНИ | 5000 | 2500 | 1667 | < 1667 | 250 | 125 | 83,33 | 62,5 |
| Директива ЕС 2013/35/EU | 5000 | 2500 | 1667 | < 1667 | 1000 | 1000 | 1000 | < 1000 |

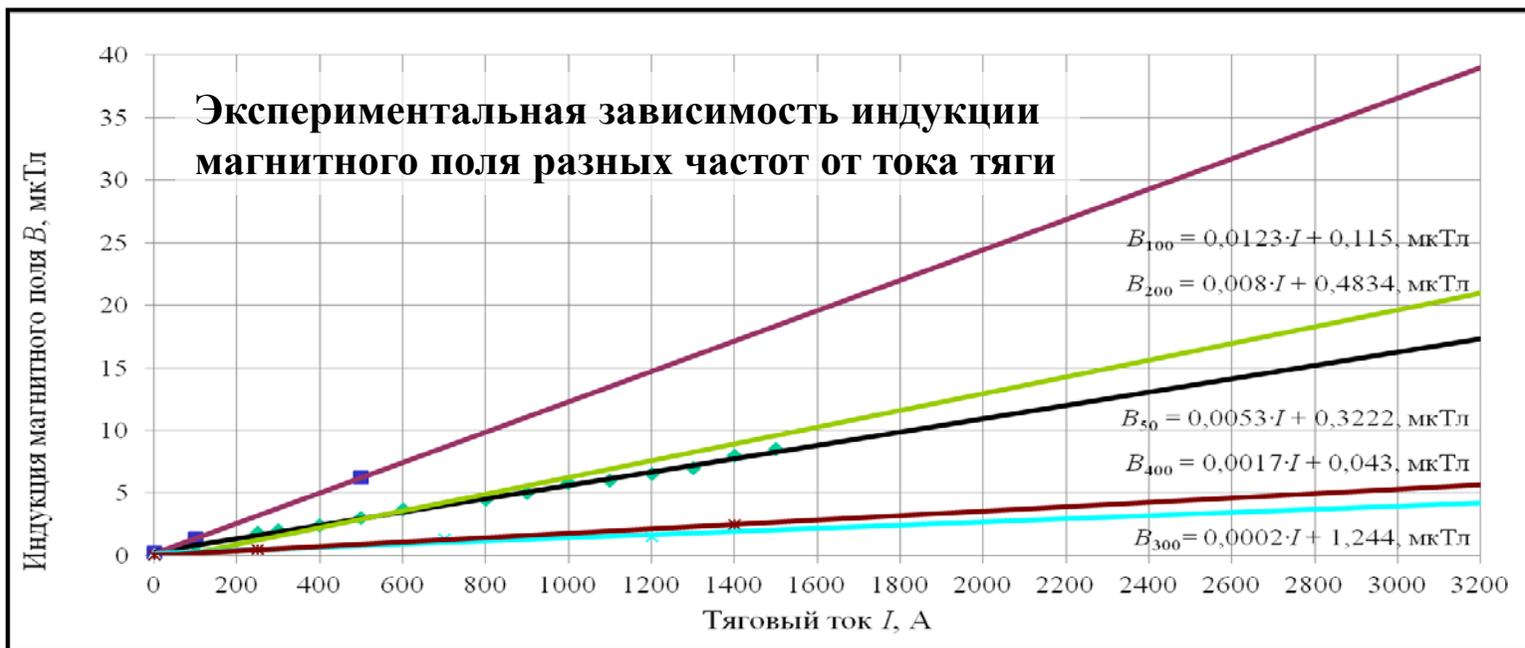
Экспериментальные исследования спектральных характеристик параметров ЭМП



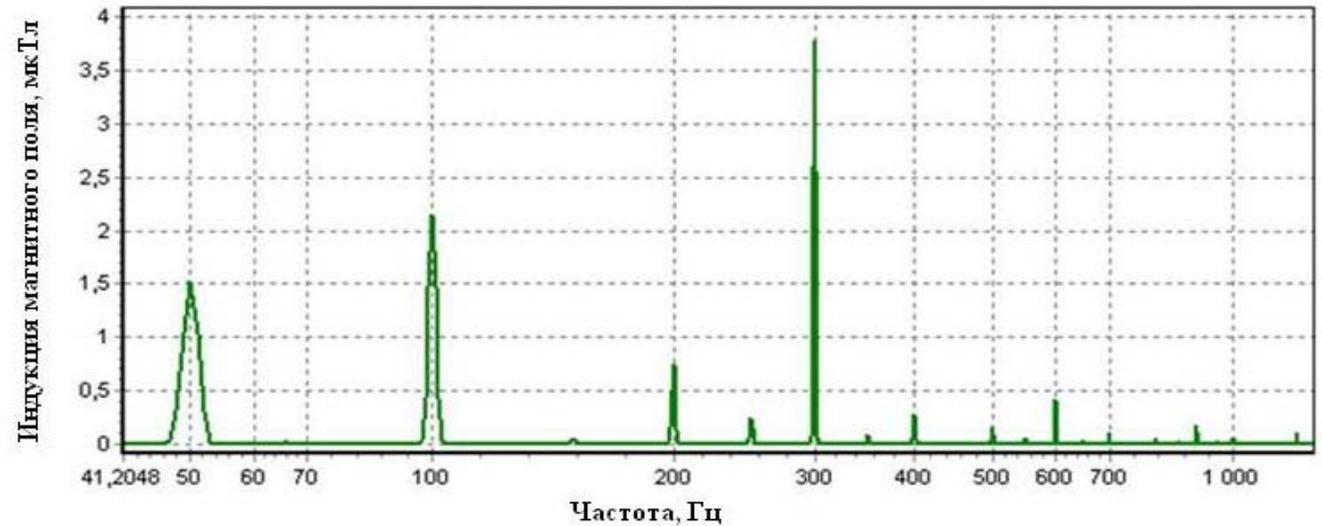
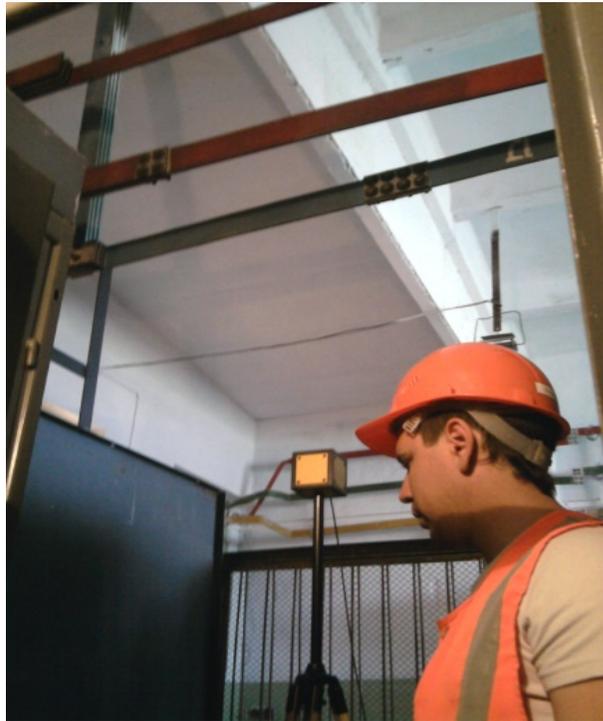
Напряженность электрического поля под шинным мостом тяговой подстанции составила не более 50 В/м



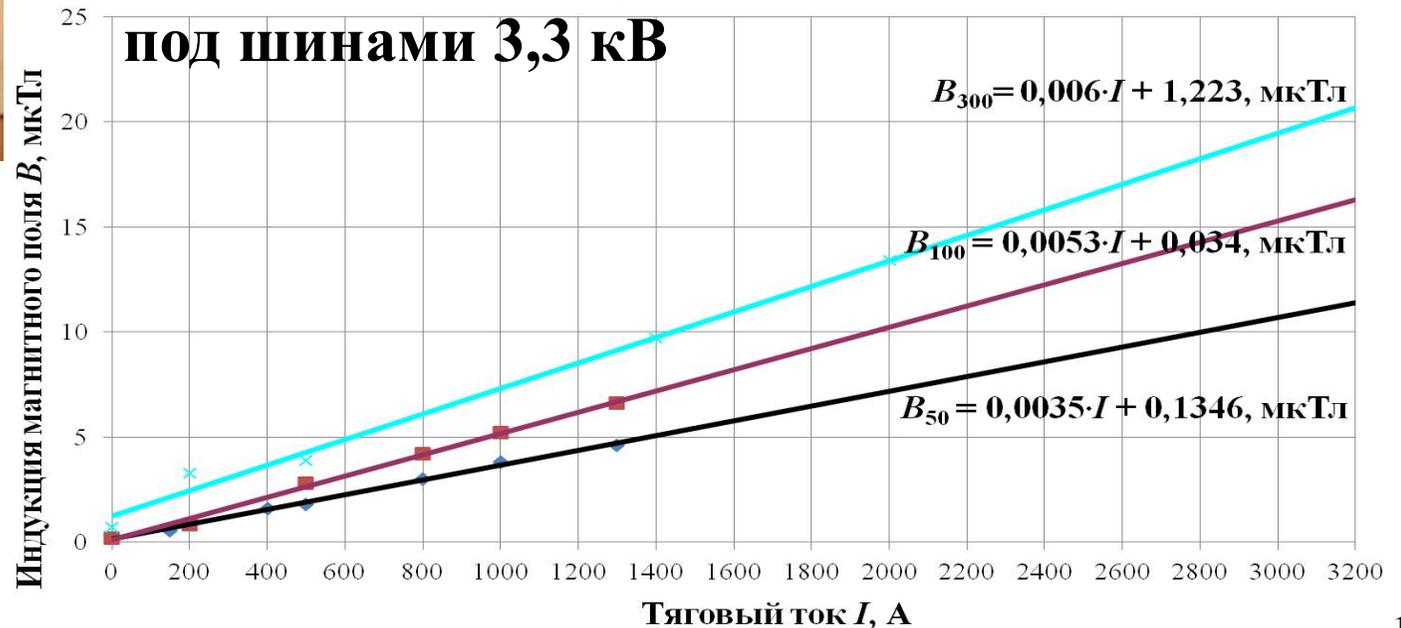
Спектральная характеристика индукции магнитного поля частотой в РУ-3,3 кВ тяговой подстанции (шинный мост) при токе тяги 1400 А



Спектральная характеристика индукции МП под шинами 3,3 кВ при токе тяги 500 А

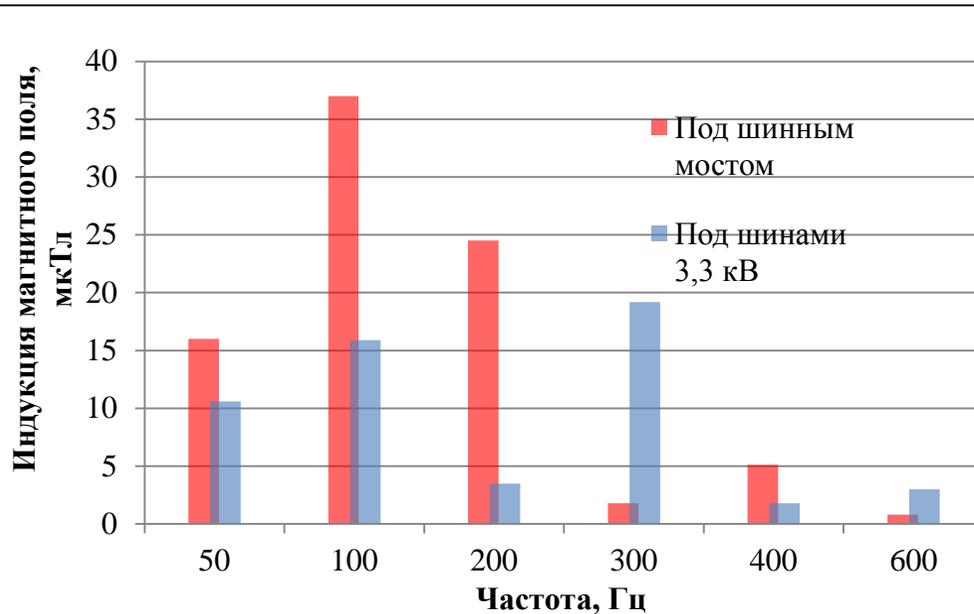
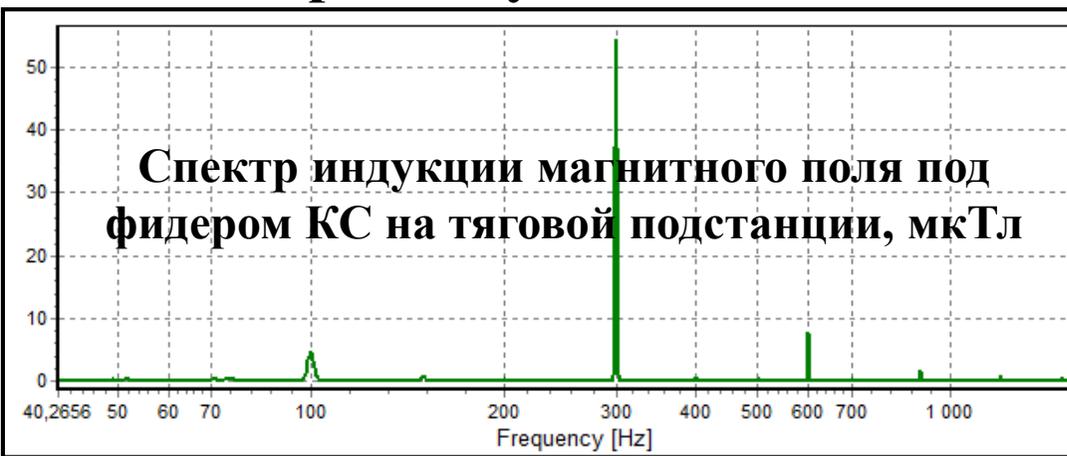


Зависимость индукции МП от тока тяги под шинами 3,3 кВ

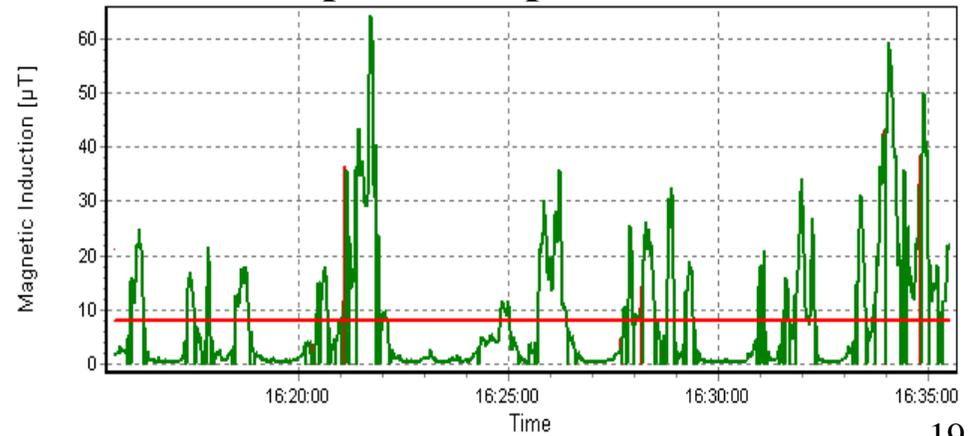


Спектры индукции магнитного поля в рабочих зонах персонала

Сравнение индукции магнитного поля в разных зонах при токе 3000 А



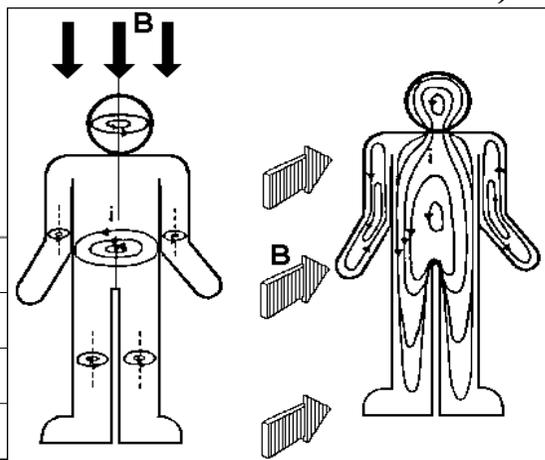
Изменение индукции МП по маршрутам прохода персонала



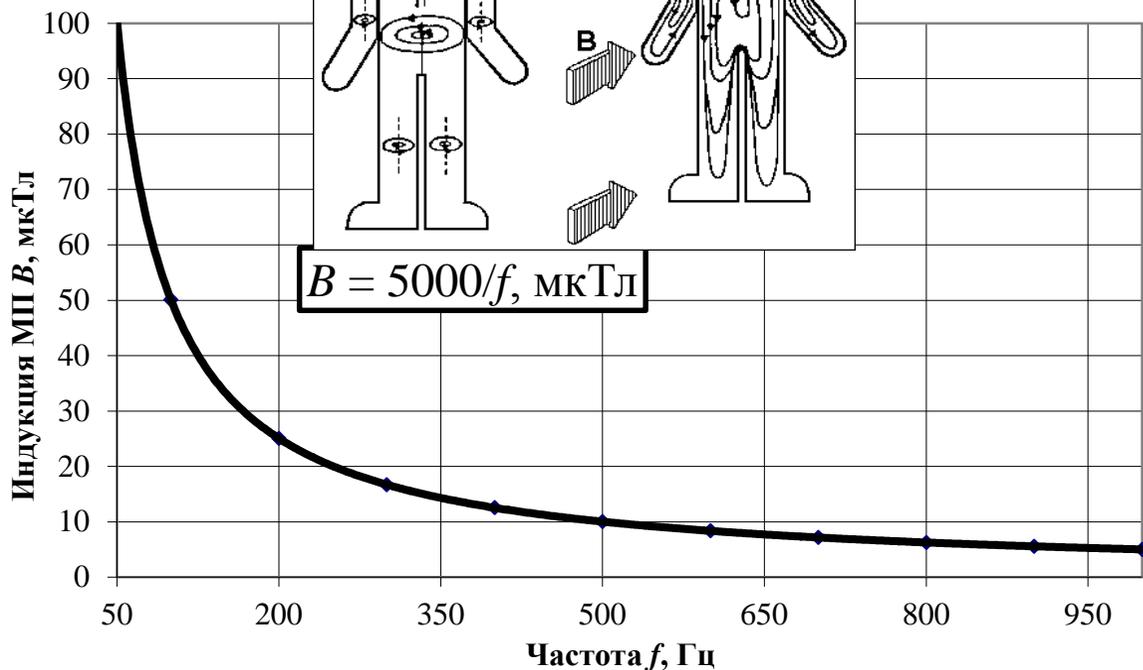
Предлагаемые нормируемые значения индукции МП частотой более 50 Гц в производственных условиях для персонала ЭУ

Допустимое значение плотности вихревого тока в организме положено в основу действующих СанПиН для промышленной частоты 50 Гц и всех действующих в мире гигиенических регламентов МП (с разными коэффициентами гигиенического запаса).

| № п/п | Частота f , Гц | Индукция магнитного поля B , мкТл | | Плотность наведенного тока j , мА/м ² |
|-------|------------------|-------------------------------------|----------------------------|--|
| | | Кратковременно, менее 1 часа | Длительно, в течение смены | |
| 1 | 50 | 2000 | 100 | 10 |
| 2 | 100 | 1000 | 50 | |
| 3 | 200 | 500 | 25 | |
| 4 | 300 | 333 | 16 | |
| 5 | 400 | 250 | 12 | |
| 6 | 600 | 167 | 8 | |



$$B = 5000/f, \text{ мкТл}$$



Обобщенный коэффициент индукции МП

$$K_B = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{B_{ПДУi}} \leq 1$$

Результаты оценки обобщенного коэффициента индукции магнитного поля

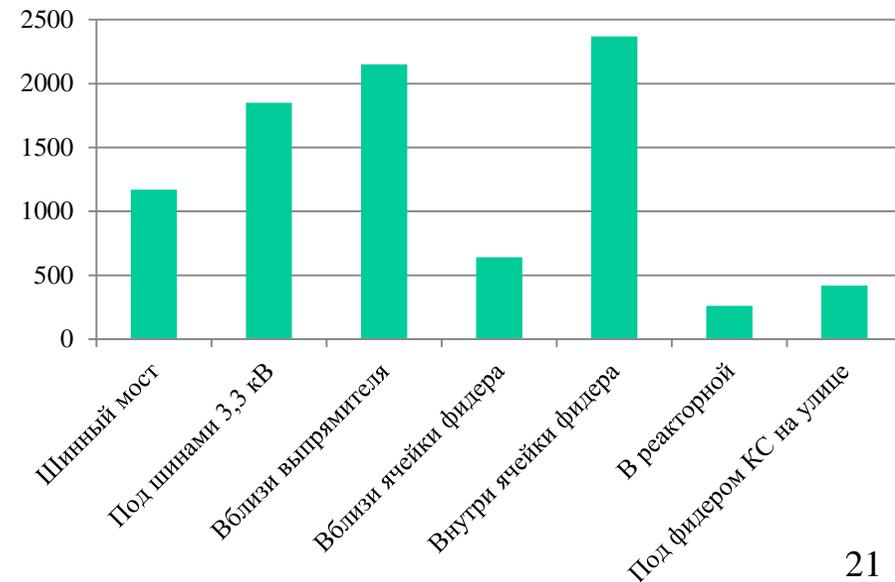
| Частота, Гц | Нормируемые значения индукции магнитного поля, мкТл | | Максимальная с учетом погрешности прибора индукция магнитного поля, мкТл на разных рабочих местах персонала | | | | | | |
|--|---|----------------------|---|-------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------|-------------------------|
| | $B_{ПДУ_i}$ (МКЗНИ) | $B_{ПДУ_i}$ (Предл.) | Шинный мост | Под шинами 3,3 кВ | Вблизи выпрямителя | Вблизи ячейки фидера | Внутри ячейки фидера | В реакторной | Под фидером КС на улице |
| 50 | 500,00 | 100,00 | 16,8 | 11,55 | 11,55 | 0 | 1,57 | 3,15 | 0 |
| 100 | 250,00 | 50,00 | 38,85 | 16,8 | 15,75 | 6,3 | 0 | 26,25 | 8,4 |
| 200 | 125,00 | 25,00 | 26,25 | 4,2 | 5,25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 300 | 83,33 | 16,00 | 3,15 | 19,95 | 12,6 | 75,6 | 21 | 189 | 126 |
| 400 | 62,50 | 12,00 | 5,25 | 1,81 | 1,68 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 600 | 41,67 | 8,00 | 0 | 2,63 | 3,15 | 13,65 | 2,63 | 31,5 | 16,8 |
| > 600 | 30,70 | 8,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,26 | 0 | 0 |
| Коэффициент K_B по нормам, предложенным в работе | | | 2,63 | 2,35 | 1,96 | 6,56 | 1,81 | 16,31 | 10,14 |
| Коэффициент K_B по нормам МКЗНИ | | | 0,52 | 0,46 | 0,38 | 1,26 | 0,36 | 3,14 | 1,95 |

Расчетные значения тока I , А при условии, что $K_B = 1$

| Ранг | Рабочая зона тяговой подстанции |
|------|---------------------------------|
| 1 | Реакторная |
| 2 | Под фидером КС |
| 3 | Вблизи ячейки фидера |
| 4 | Шинный мост |
| 5 | Под шинами 3,3 кВ |
| 6 | Вблизи выпрямителя |
| 7 | Внутри ячейки фидера |

Условие безопасного воздействия МП

$$K_B = \sum_{i=1}^n \frac{B_i f(I)}{B_{ПДУ_i}} \leq 1$$



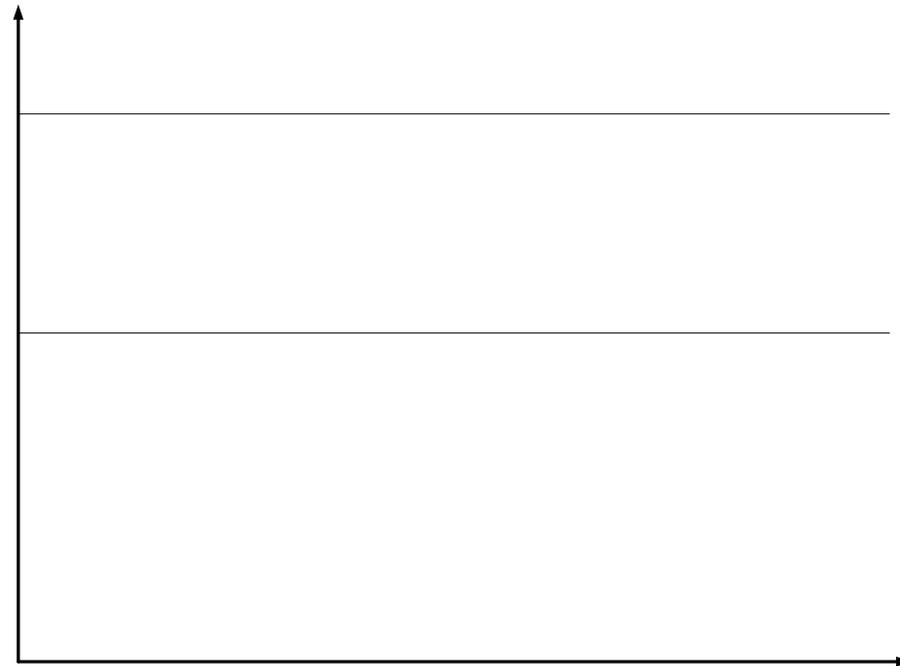
Оценка дозы воздействия низкочастотного ЭП и МП на персонал

$$E_i = f(U_i) \approx const; \quad B_i = f(I_i) \neq const$$

где E_i , B_i – напряженность ЭП, В/м и индукция МП, мкТл i -ой частоты;

i – частота воздействующей гармоники параметра ЭМП, Гц;

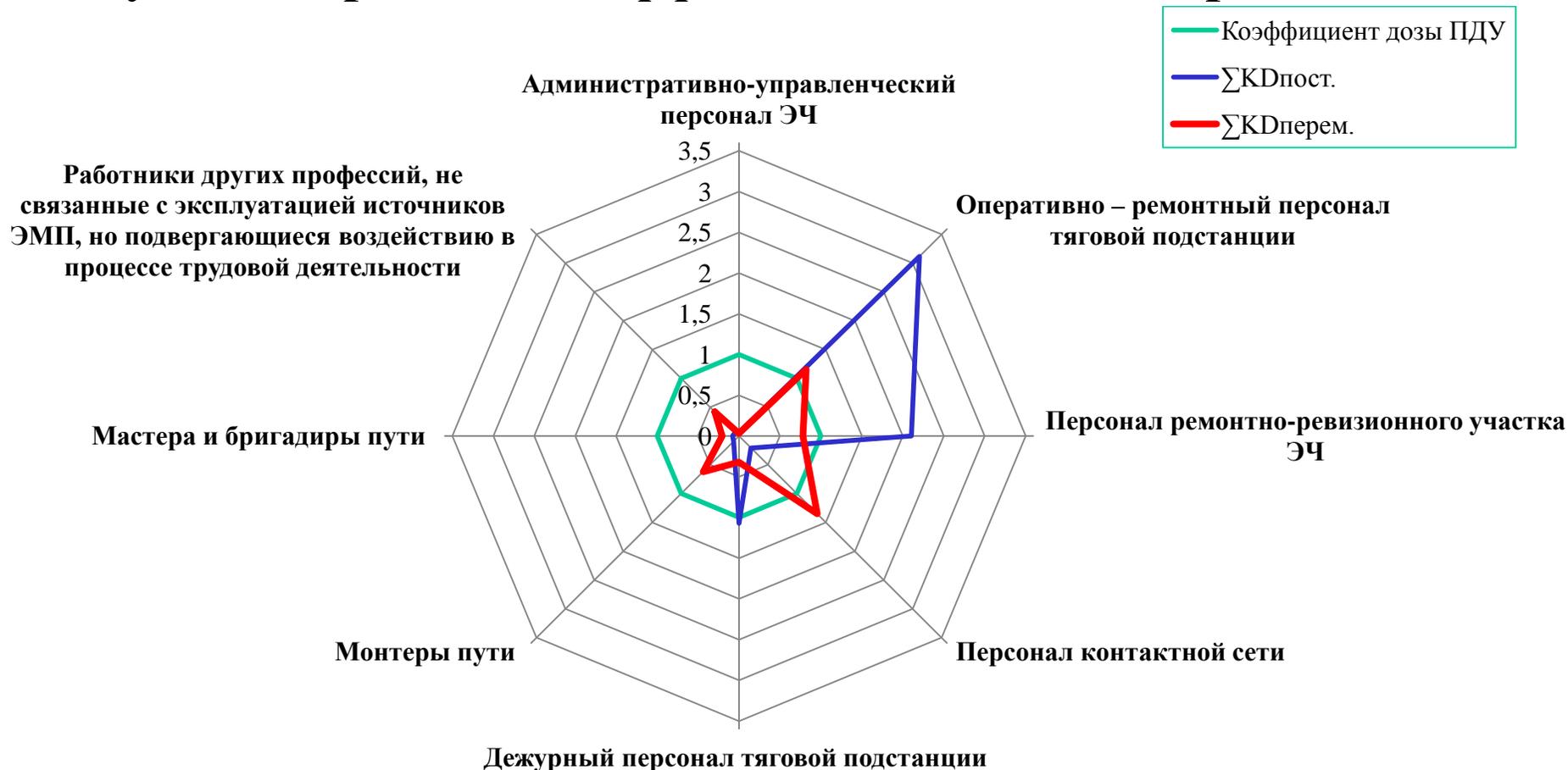
T – рассматриваемый интервал времени, час (день, месяц, год).



Результаты расчета коэффициента дозы для персонала

| № п/п | Категория персонала | Суммарный коэффициент дозы | | | | | |
|----------|---|----------------------------|----------|---------------------|--------------------------|----------|----------------------|
| | | Участки постоянного тока | | | Участки переменного тока | | |
| | | K_{DE} | K_{DB} | $\Sigma K_{Dпост.}$ | K_{DE} | K_{DB} | $\Sigma K_{Dперем.}$ |
| 1 | Административно-управленческий персонал ЭЧ | 0,003 | 0,037 | 0,040 | 0,017 | 0,014 | 0,031 |
| 2 | Оперативно – ремонтный персонал тяговой подстанции | 0,096 | 3,024 | 3,120 | 0,662 | 0,496 | 1,158 |
| 3 | Персонал ремонтно-ревизионного участка ЭЧ | 0,065 | 2,041 | 2,105 | 0,446 | 0,335 | 0,781 |
| 4 | Персонал контактной сети | 0,072 | 0,135 | 0,207 | 0,579 | 0,772 | 1,351 |
| 5 | Дежурный персонал тяговой подстанции | 0,069 | 1,004 | 1,073 | 0,214 | 0,107 | 0,320 |
| 6 | Монтеры пути | 0,043 | 0,048 | 0,092 | 0,331 | 0,289 | 0,620 |
| 7 | Мастера и бригадиры пути | 0,037 | 0,041 | 0,079 | 0,110 | 0,096 | 0,207 |
| 8 | Работники других профессий, не связанные с эксплуатацией источников ЭМП, но подвергающиеся воздействию в процессе трудовой деятельности | 0,030 | 0,033 | 0,064 | 0,223 | 0,195 | 0,419 |

Результаты расчета коэффициента дозы для персонала



На участках постоянного тока оперативно-ремонтный персонал ТП имеет коэффициент дозы наибольший, равный 3,12, на участках переменного тока – персонал КС, коэффициент дозы равный 1,35.

Вероятностный подход к оценке вредного воздействия ЭП и МП низкочастотного диапазона на здоровье персонала

Пробит-функция
$$P_r = a + b \cdot \ln(D)$$

где a, b - константы, зависящие от степени воздействия ЭМП;

D – экспозиция воздействия ЭМП широкого спектра частот.

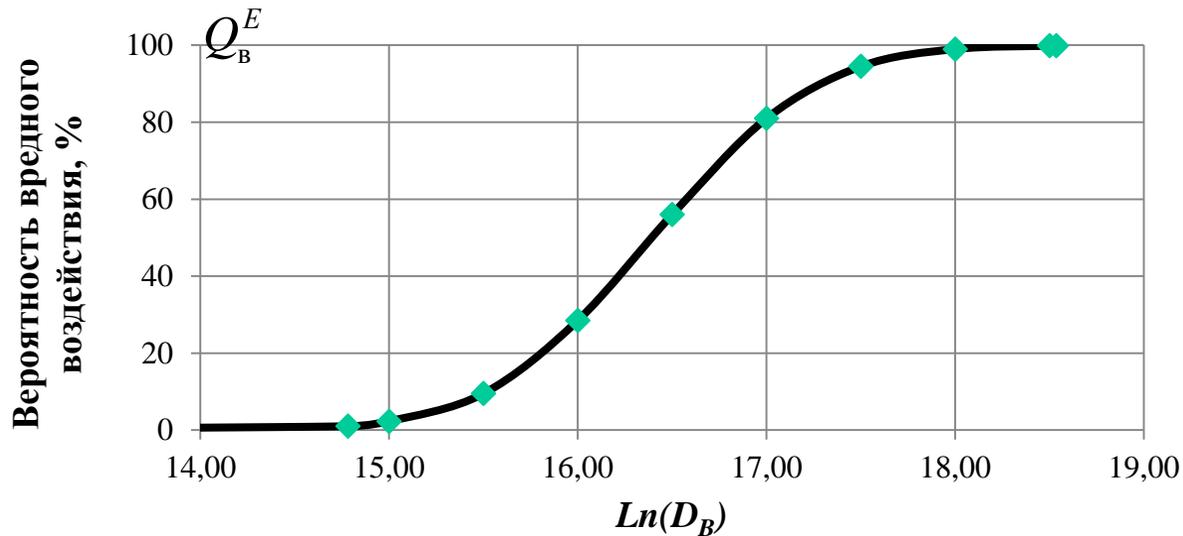
$$Q_v = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{P_r-5} e^{-\frac{U^2}{2}} dU - \text{Вероятность вредного воздействия}$$

Соотношения между величиной P_r и условной вероятностью повреждения здоровья Q_v человека приведено в таблице

| Условная вероятность повреждения здоровья $Q_v, \%$ | Величина пробит-функции P_r | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | - | 2,67 | 2,95 | 3,12 | 3,25 | 3,36 | 3,45 | 3,52 | 3,59 | 3,66 |
| 10 | 3,72 | 3,77 | 3,82 | 3,87 | 3,92 | 3,96 | 4,01 | 4,05 | 4,08 | 4,12 |
| 20 | 4,16 | 4,19 | 4,23 | 4,26 | 4,29 | 4,33 | 4,36 | 4,39 | 4,42 | 4,45 |
| 30 | 4,48 | 4,50 | 4,53 | 4,56 | 4,59 | 4,61 | 4,64 | 4,67 | 4,69 | 4,72 |
| 40 | 4,75 | 4,77 | 4,80 | 4,82 | 4,85 | 4,87 | 4,90 | 4,92 | 4,95 | 4,97 |
| 50 | 5,00 | 5,03 | 5,05 | 5,08 | 5,10 | 5,13 | 5,15 | 5,18 | 5,20 | 5,23 |
| 60 | 5,25 | 5,28 | 5,31 | 5,33 | 5,36 | 5,39 | 5,41 | 5,44 | 5,47 | 5,50 |
| 70 | 5,52 | 5,55 | 5,58 | 5,61 | 5,64 | 5,67 | 5,71 | 5,74 | 5,77 | 5,81 |
| 80 | 5,84 | 5,88 | 5,92 | 5,95 | 5,99 | 6,04 | 6,08 | 6,13 | 6,18 | 6,23 |
| 90 | 6,28 | 6,34 | 6,41 | 6,48 | 6,55 | 6,64 | 6,75 | 6,88 | 7,05 | 7,33 |
| 99 | 7,33 | 7,37 | 7,41 | 7,46 | 7,51 | 7,58 | 7,65 | 7,75 | 7,88 | 8,09 |

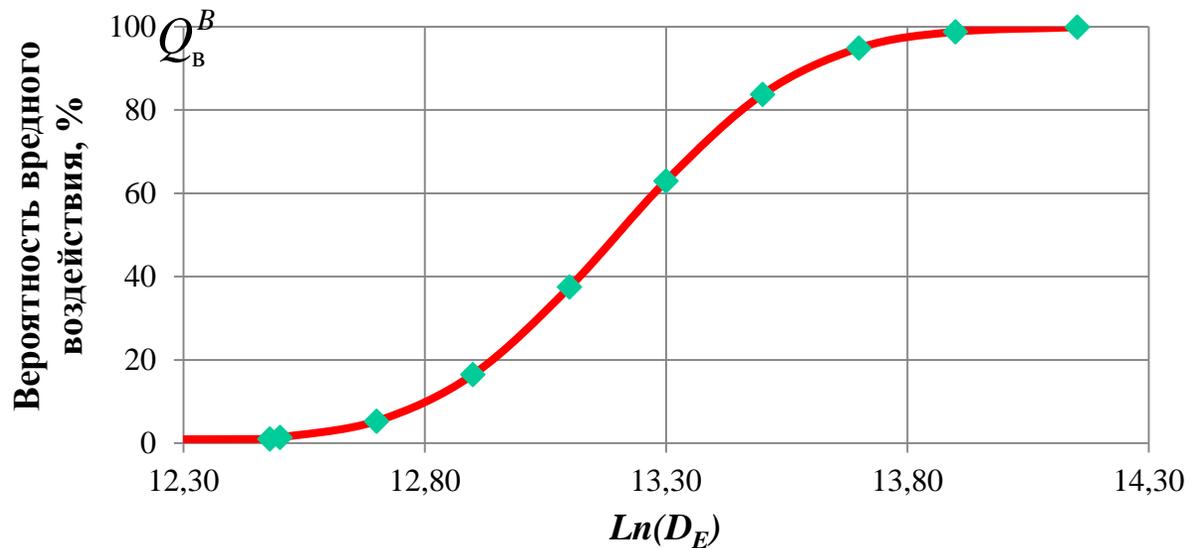
Зависимости вероятности вредного воздействия, %

от величины дозы ЭП и МП 50 Гц (в логарифмическом выражении)



$$P_r = - 18,68 + 1,45Ln(D_B),$$

где $D_B = B \cdot t$, мкТл·час



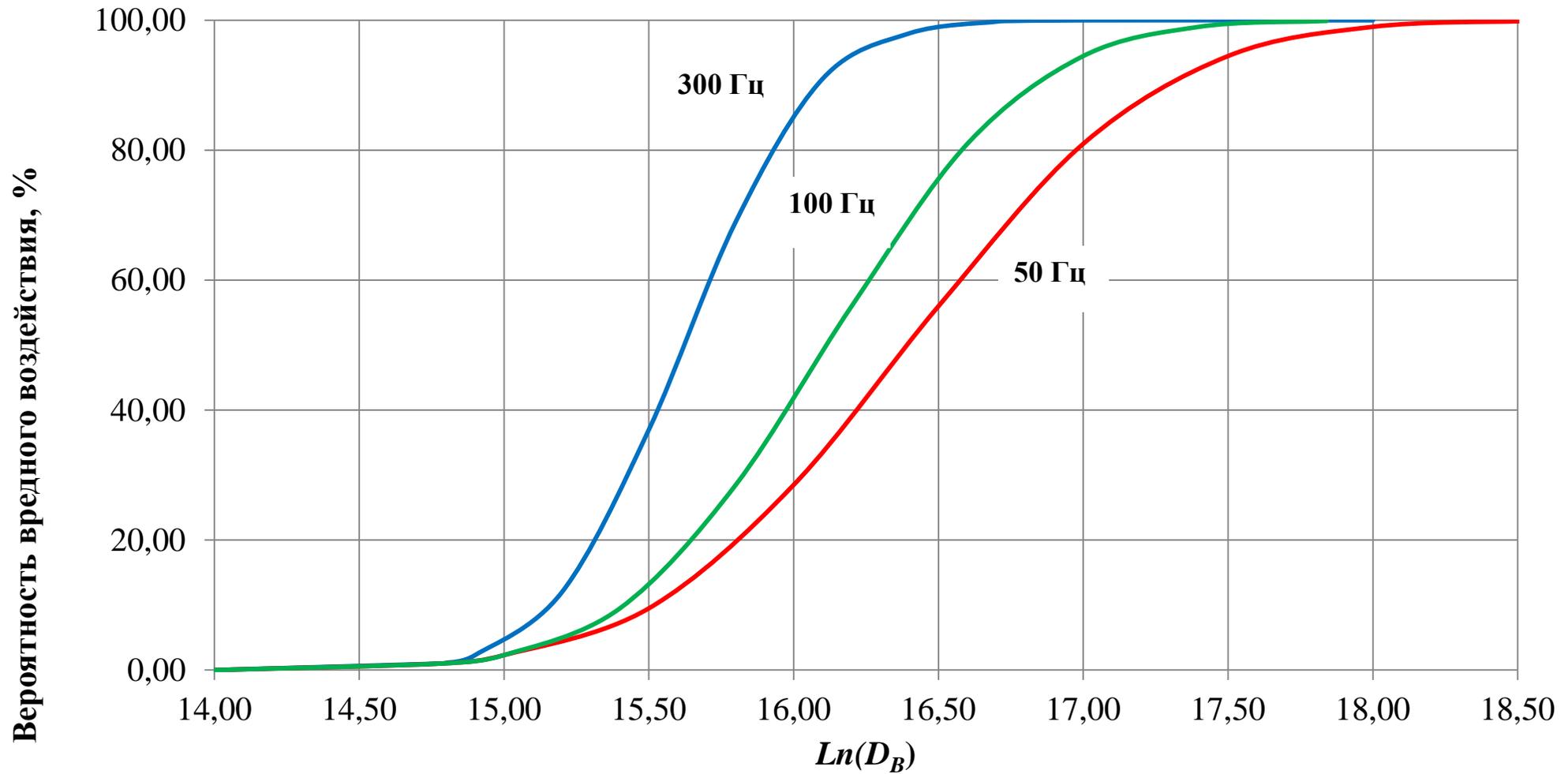
$$P_r = - 37,76 + 3,24Ln(D_E),$$

где $D_E = E \cdot t$, кВ/м·час

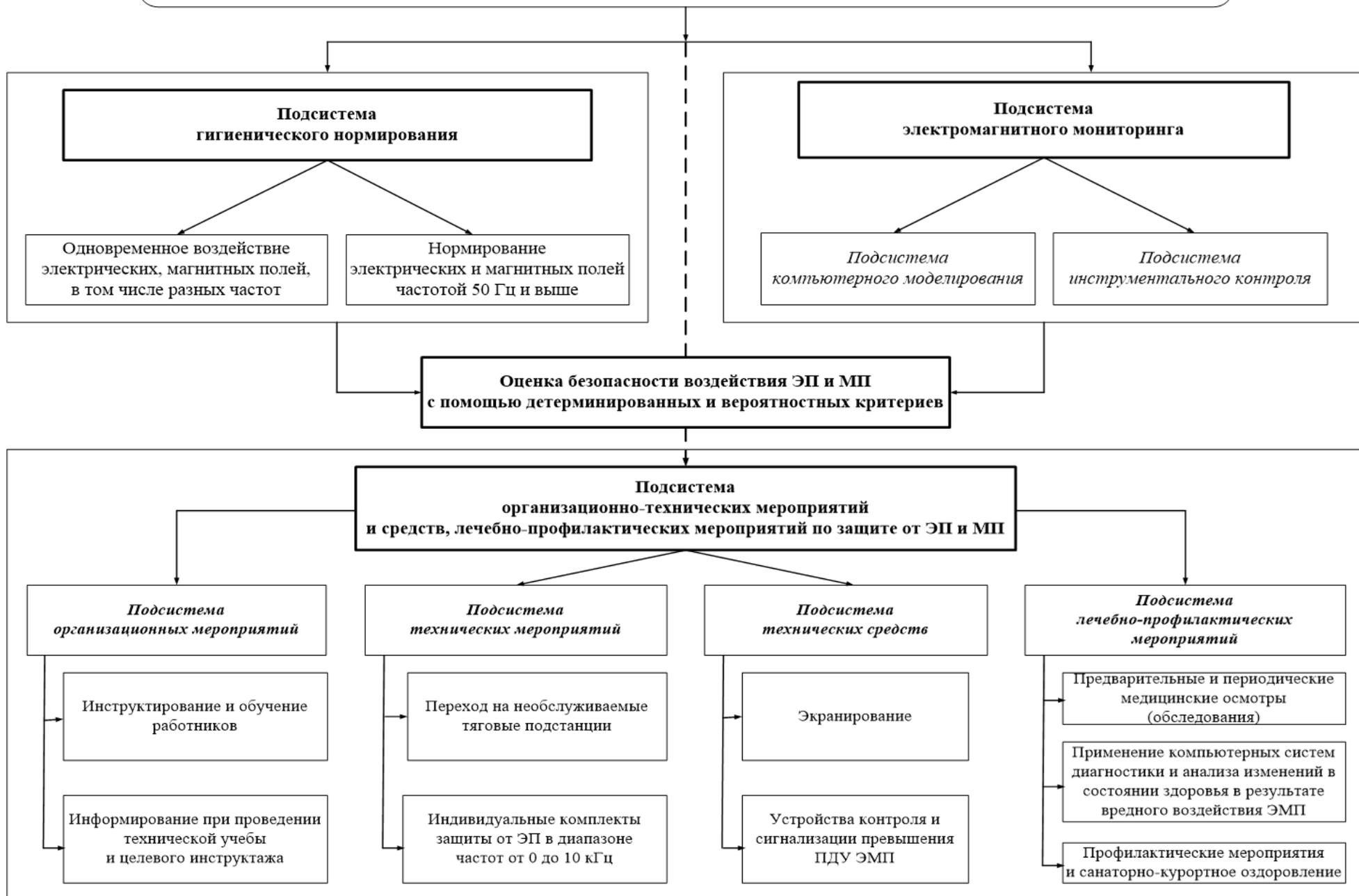
$$Q_B = 1 - (1 - Q_B^E) \cdot (1 - Q_B^B)$$

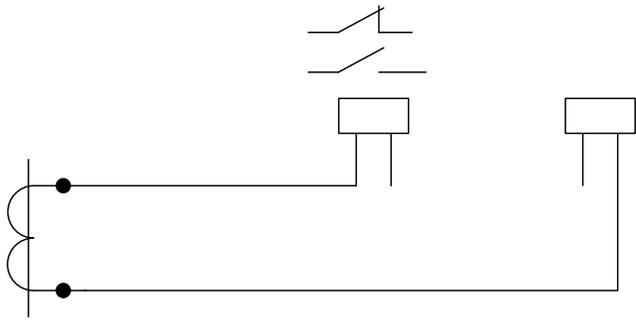
Q_B^E , Q_B^B – условная вероятность вредного воздействия напряженности электрического поля и индукции магнитного поля частотой 50 Гц соответственно.

Зависимости условной вероятности повреждения здоровья, % от величины логарифма дозы МП 50, 100 и 300 Гц



Система защиты от вредного воздействия электромагнитных полей в электроустановках





Необходимость разработки устройства индивидуального учета дозы воздействия МП частотой до 1 кГц

- Параметры ЭМП, воздействующие на человека постоянно меняются во времени и пространстве, персонал подвергается непостоянным факторам;
- По величине дозы ЭМП можно определять допустимое время нахождения вблизи электроустановок.

Дозиметр обеспечивает оценку и учет параметров МП в диапазоне частот от 0 Гц до 1 кГц и с учетом времени их воздействия определяет фактическую дозу по отношению к ПДУ и сигнализирует персоналу при достижении дозы за смену равной единице ПДУ.

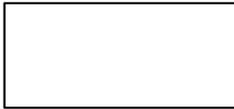
$$\frac{\sum_{i=1}^n D_{\text{факт.}i}}{D_{\text{пду}}} = \frac{\tau \sum_{i=1}^n B_{\text{факт.}i}}{B_{\text{пду}} \cdot \tau_{\text{см}}} = \frac{\tau (B_{\text{факт.}1} + B_{\text{факт.}2} + B_{\text{факт.}3} + B_{\text{факт.}n})}{B_{\text{пду}} \cdot \tau_{\text{см}}}$$

где τ – период времени, равный 1 мин;

$\tau_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены персонала, мин;

n – число значений интенсивности параметра МП.

Опытные образцы устройства ДМП-05



| | |
|---|-----------------------|
| Диапазон частот | 50 Гц |
| Диапазон измеряемых значений индукции магнитного поля | от 1 мкТл до 300 мкТл |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерения значения магнитной индукции | $\pm 15 \%$ |
| Время непрерывной работы | Не менее 12 часов |
| Масса | Не более 0,3 кг |
| Размеры Ш*В*Г | Не более 6*12*3 см |

Предложения по внесению изменений в нормативные документы Минтруда:

1. Типовые нормы бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других СИЗ

| Вид экономической деятельности | Приказ об утверждении типовых норм выдачи | Наименование профессии | Разработанные предложения по применению экранирующих комплектов |
|--------------------------------|--|---|---|
| Железнодорожный транспорт | Приказ Минздравсоцразвития РФ от 22.10.2008 № 582н | Электромонтер контактной сети; Электромонтер по ремонту воздушных линий электропередачи; Мастер, старший мастер, электромеханик, старший электромеханик; Начальник дистанции, главный инженер, начальник подразделений | При выполнении работ на участке контактной сети переменного тока, а также при работе в зоне прохождения воздушных линий электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения с напряженностью более 5 кВ/м: Экранирующий комплект (летний) ЭП-4 (0) Экранирующий комплект (зимний) ЭП-4 (0) |
| | | Электромонтер тяговой подстанции; Мастер, старший мастер, электромеханик, старший электромеханик; Начальник дистанции, главный инженер, начальник подразделений | При выполнении работ на тяговых подстанциях в зоне влияния электрического поля с напряженностью более 5 кВ/м: Экранирующий комплект (летний) ЭП-4 (0) Экранирующий комплект (зимний) ЭП-4 (0) |



- ✓ **Экранирующий комплект необходимо включить в нормы выдачи работникам тяговых подстанциях любого класса напряжений и рода тока при условии выполнения работ в зоне влияния электрического поля с напряженностью более 5 кВ/м;**
- ✓ **Для защиты от вредного воздействия электрических полей при обеспечении персонала экранирующими комплектами в любых видах деятельности предлагается использовать критерий – напряженность более 5 кВ/м.**

Предложения по внесению изменений в нормативные документы Минтруда:

2. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок

Раздел XXIV. Охрана труда при работах в зоне влияния электрического и магнитного полей

П. 24.1. записать следующего содержания: при работе в ОРУ и ЗРУ всех напряжений подстанций, включая тяговые, при работе на ВЛ, контактной сети железных дорог всех напряжений должна быть обеспечена защита работающих от биологически активного электрического поля, способного оказывать отрицательное воздействие на организм человека и вызывать появление электрических разрядов при прикосновении к заземленным или изолированным от земли электропроводящим объектам.

П. 24.3. записать следующего содержания: биологически активными являются электрическое и магнитное поля, напряженность которых превышает допустимое значение в соответствии с действующими нормами. При работе в электроустановках необходимо учитывать воздействие на персонал электростатических полей, постоянных магнитных полей, переменных электрических и магнитных полей различной частоты.

П. 24.4. записать следующего содержания: предельно-допустимые уровни параметров электрического и магнитного полей устанавливаются санитарно-эпидемиологическими нормативами.

П. 24.16. дополнить после слов «магнитные экраны» текстом следующего содержания: а также устройства контроля и сигнализации. Устройства контроля и сигнализации могут быть стационарные и индивидуальные. Стационарные обеспечивают контроль и сигнализацию персоналу о превышении допустимых значений в отдельных рабочих зонах электроустановок. Индивидуальные устройства обеспечивают непрерывный контроль параметров магнитных полей, фактически воздействующих во всех зонах нахождения персонала в течение смены, сигнализируя о достижении и (или) превышении допустимого значения.

Предложения по внесению изменений в нормативные документы Минтруда:

3. Методика специальной оценки условий труда

| Наименование показателя фактора | Превышение предельно допустимых уровней (раз) | | | | | |
|---|---|-----------------|-----------|----------------|----------|----------------|
| | Класс (подкласс) условий труда | | | | | |
| | допустимый | вредный | | | | опасный |
| | 2 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 4 |
| Электростатическое поле | ПДУ | > ПДУ | > 5 | - | - | - |
| Постоянное магнитное поле, в том числе гипогеомагнитное | ПДУ | > ПДУ | > 5 | - | - | - |
| Электромагнитные поля низкочастотного диапазона: | | | | | | |
| Переменные электрические поля частотой до 10 кГц, включая промышленную частоту 50 Гц | ПДУ | > ПДУ | 10 | > 10 | - | > 40 |
| Переменные магнитные поля частотой до 10 кГц, включая промышленную частоту 50 Гц | ПДУ | > ПДУ | 10 | > 10 | - | - |
| Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона | | | | | | |

Предложения по внесению изменений в нормативные документы Минтруда:

4. Классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов

| № п/п | Наименование вредного и (или) опасного фактора производственной среды и трудового процесса |
|--------------|---|
| 1 | Физические факторы |
| 1.5 | Неионизирующие излучения |
| 1.5.1 | Переменное электромагнитное поле (промышленная частота 50 Гц) |
| 1.5.2 | Переменное электромагнитное поле частотой до 10 кГц* |
| 1.5.3 | Переменное электромагнитное поле радиочастотного диапазона |
| 1.5.4 | Электростатическое поле |
| 1.5.5 | Постоянное магнитное поле, в том числе гипогеомагнитное |
| 1.5.6 | Ультрафиолетовое излучение |
| 1.5.7 | Лазерное излучение |

* Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах при наличии источников, работающих в диапазоне частот до 10 кГц (транспорт на электрической тяге – железнодорожный транспорт, метро, трамвай, троллейбус, физиотерапевтическое оборудование, индукционные печи, импульсные источники тока, электрооборудование, создающее гармоники тока промышленной частоты 50 Гц, электрические сети переменного тока частотой 400 Гц, 1 000 Гц и 6 000 Гц и др., выпрямительные, инверторные преобразователи, преобразователи частоты).

Выводы

1. Анализ существующей практики нормирования параметров ЭП и МП в РФ и зарубежом показал, что необходимо учитывать как вредный производственный фактор условий труда персонала **ЭП и МП частотой более 50 Гц;**

2. На основе компьютерного моделирования получены данные о распределении параметров ЭМП объектов тягового электроснабжения в рабочих зонах персонала, выявлены рабочие зоны персонала со значениями близкими или превышающими ПДУ.

К таким зонам относятся: работы на контактной сети переменного тока на уровне контактного провода, под контактной сетью на оси пути и в сторону до 4-х м на высоте 1,8 м, в ОРУ 110 и 200 кВ, под шинами 27,5 кВ тяговых подстанций;

3. Установлены, что персонал подвергается одновременному воздействию постоянного МП, ЭП и МП частотой 50 Гц и МП частотой до 1 кГц (100, 300, 400, 600 Гц), индукция которых достигает значений до 200 мкТл и превышает нормируемые значения ряда зарубежных стран и международных организаций;

4. Экспериментальные исследования спектральных характеристик индукции МП показали, что наибольшие значения на частотах 50, 100, 200 и 400 Гц отмечаются под шинным мостом, на частоте 300 Гц – в реакторной, под фидером контактной сети и вблизи ячейки фидера тяговой подстанции. **Спектральные характеристики индукции МП на рабочих местах существенно зависят от величины выпрямленного постоянного тягового тока и для каждой частоты индукция МП имеет различные уравнения зависимости;**

Выводы

- 5. Разработан метод оценки воздействия низкочастотного МП с учетом частотного спектра на основе обобщенного коэффициента. Для обеспечения безопасности тяговый ток не должен превышать для рабочей зоны на тяговой подстанции под шинным мостом 1170 А, под шинами 3,3 кВ – 1860 А, вблизи выпрямителя и внутри ячейки фидера более 2000 А, в реакторной, под фидером КС – 500 А;**
- 6. Разработан метод оценки вредного воздействия ЭП и МП разных частот на персонал с помощью определения дозы и коэффициента дозы. На участках постоянного тока оперативно-ремонтный персонал ТП имеет коэффициент дозы наибольший, равный 3,12, на участках переменного тока – персонал КС, коэффициент дозы равный 1,35;**
- 7. Выполнена оценка степени повреждения здоровья работников на основе использования вероятностных критериев. Получены зависимости вероятности повреждения здоровья персонала от величины дозы воздействия ЭП и МП. При одновременном воздействии на персонал индукции МП частой 50, 100, 300 Гц вероятность вредного воздействия при существующей дозе для оперативно-ремонтного персонала ТП за период работы 30 лет составила 28%;**

Выводы

8. Для защиты персонала от воздействия ЭП частотой 50 Гц и выше разработаны рекомендации по применению экранирующих комплектов, технические характеристики которых показали, что они обеспечивают снижение напряженности ЭП в диапазоне частот от 50 Гц до 1 кГц с коэффициентом экранирования не менее 60 дБ;

9. Разработано стационарное устройство контроля и сигнализации превышения допустимого уровня параметров МП на рабочих местах персонала и дозиметр МП, позволяющий вести индивидуальный учет вредного воздействия на персонал;

10. Разработаны и направлены в Минтруда РФ предложения по совершенствованию законодательства об охране труда и специальной оценке условий труда, реализация которых позволит обеспечить снижение вредного воздействия ЭП и МП на персонал: правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, типовые нормы выдачи бесплатной спецодежды, спецобуви и других СИЗ, методика специальной оценки условий труда.

Спасибо за внимание!