

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

*Рубцова Н.Б., Токарский А.Ю,
ФГБНУ «НИИ МТ», Москва, Россия*

*XIII Всероссийский Конгресс с международным участием
«ПРОФЕССИЯ И ЗДОРОВЬЕ», 17-26.09.2015, Иркутск-Новосибирск*

Воздействие на человека ЭМП ПЧ

- **Производственные воздействия**
Персонал электросетевых объектов, обслуживающий ОРУ и ВЛ сверх- и ультравысокого напряжения, персонал, осуществляющий обслуживание кабельных линий электропередачи
- **Внепроизводственные**
Воздушные и кабельные линии (ВЛ и КЛ) электропередачи, трансформаторные и распределительные подстанции, электротранспорт.
В жилых помещениях – бытовая электротехника: холодильники, электроплиты, электроутюги, пылесосы, электробритвы, фены, чайники, кофеварки и кофемолки, электрогрелки, электроодеяла и др., в гаражах и на дачах – электроинструменты, насосы и пр.

ВЛИЯНИЕ НА НАСЕЛЕНИЕ

✓ IARC (МАИР)

в 2002 г. МП СЧ (в т.ч. 50/60 Гц): категория 2b - факторы, вероятно канцерогенные для человека: вероятность развития лейкозов у детей.

✓ ВОЗ

в рамках меморандума программы «Электромагнитные поля и здоровье человека» рекомендовала ввести в отношении регламентации МП ПЧ “precautionary principle” «в связи с вероятностью их канцерогенного влияния и недостаточной изученностью вопроса».

✓

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЭМП ПЧ

СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»

- ВДУ ослабления геомагнитного поля,
- ПДУ электростатического поля,
- ПДУ постоянного магнитного поля,
- ПДУ электрического и магнитного полей промышленной частоты 50 Гц;
- ПДУ электромагнитных полей в диапазоне частот 10 кГц – 30 кГц,
- ПДУ электромагнитных полей в диапазоне частот 30 кГц – 300 ГГц

СанПин 2.5.2/2.2.4.1989-06 «Электромагнитные поля на плавательных средствах и морских сооружениях. Гигиенические требования безопасности»

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ВНЕПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЭМП ПЧ

- ✓ «Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты» № 2971-84
- ✓ ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 «Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях»
- ✓ СанПиН 2.1.2.2801-10 «Изменения и дополнения № 1 к СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».
- ✓ СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»

РАСЧЕТ УРОВНЕЙ ЭМП ПЧ

- «Программа определения напряженностей электрических и магнитных полей воздушных линий электропередачи (Линия ЭМП)» (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2004612173)
- Магнитные поля трехфазных реакторов без ферромагнитного сердечника» (Реактор МП) (свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2006613743)
- Электромагнитные параметры воздушных линий электропередачи (ЭМП ВЛ) (свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2006613744)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

об официальной регистрации программы для ЭВМ

№ 2006613744

Электромагнитные параметры воздушных линий
электропередачи (ЭМП ВЛ)

Правообладатель(ы): *Открытое акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (RU), Государственное учреждение Научно-исследовательский институт медицины труда Российской Академии медицинских наук (RU)*

Автор(ы): *Мисриханов Мисрихан Шapieвич (RU), Ностсон Юрис Александрович (LT), Рубцова Нина Борисовна (RU), Токарский Андрей Юрьевич (RU)*

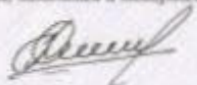
Заявка № 2006612960

Дата поступления 29 августа 2006 г.

Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ
27 октября 2006 г.



Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

 **Е.П. Симонов**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

об официальной регистрации программы для ЭВМ

№ 2006613743

Магнитные поля трёхфазных реакторов без ферромагнитного сердечника (Реактор МП)

Правообладатель(ы): *Открытое акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (RU), Государственное учреждение Научно-исследовательский институт медицины труда Российской Академии медицинских наук (RU)*

Автор(ы): *Мисриханов Мисрихан Шapieвич (RU), Ностсон Юрис Александрович (LT), Рубцова Нина Борисовна (RU), Токарский Андрей Юрьевич (RU)*

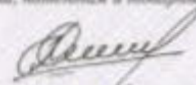
Заявка № 2006612943

Дата поступления 29 августа 2006 г.

Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ
27 октября 2006 г.



Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

 **Е.П. Симонов**

ПРИНЦИПЫ ЗАЩИТЫ

- *Защита временем* - применяется при отсутствии возможности уменьшения интенсивности воздействия до ПДУ. реализован в гигиенических нормативах
- - *Защита расстоянием* - наиболее эффективный метод. (выведение человека)
- ВЛ СВН: санитарно-защитные зоны = «санитарные разрывы»).
- - *Защита с помощью применения средств защиты* (коллективных и индивидуальных).

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ЭП ПЧ

- ГОСТ 12.4.154-85 ССБТ «Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры»
- ГОСТ 12.4.172-87 ССБТ «Комплект индивидуальный экранирующий для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования и методы контроля».

Устройства МВСЧ используются для **квалификационных испытаний экранирующих комплектов типа Эп-1 и Эп-3** на стендовой базе НИИ медицины труда РАМН. МВСЧ-5(6) размещается горизонтально в высоковольтном стенде переменного тока сначала лицом к верхней пластине – источнику ЭП, затем спиной. В этих положениях производится измерения величины емкостного тока, проходящего через тело МВСЧ при различных напряжённостях E неискажённого ЭП между пластинами высоковольтного стенда. Такие измерения тока проводятся для МВСЧ без ЭК (I_1) и одетого в экранирующий комплект (I_2). Коэффициент экранирования ЭК ($K_{ЭК}$) определяется как отношение токов I_1/I_2 .



Коэффициент экранирования не должен быть меньше 100

**Проверка эффективности экранирования комплекта
ЭП-1 при положении МВСЧ-5 лицом к источнику ЭП**

Е кВ/м	I₁ мкА	I₂ мкА	K_{ЭК} о.е.	Е кВ/м	I₁ мкА	I₂ мкА	K_{ЭК} о.е.
6,25	55,0	0,2	275	37,50	319	1,2	266
12,50	108	0,4	270	50,00	425	1,6	266
18,75	160	0,6	267	56,25	480	1,8	267
25,00	212	0,8	265	62,50	542	2,0	271
31,25	267	1,0	267	-	-	-	-

Проверка эффективности экранирования комплекта ЭП-1 при положении МВСЧ-5 спиной к источнику ЭП

Е кВ/м	I ₁ мкА	I ₂ мкА	K _{ЭК} о.е.	Е кВ/м	I ₁ мкА	I ₂ мкА	K _{ЭК} о.е.
6,25	65	н.ч.п*	-	37,50	386	0,1	3860
12,50	129	н.ч.п*	-	50,00	515	0,1	5150
18,75	191	н.ч.п*	-	56,25	580	0,1	5800
25,00	258	н.ч.п*	-	62,50	644	0,2	3220
31,25	321	н.ч.п*	-	-	-	-	-

*н.ч.п. – ниже чувствительности прибора

- Патенты на изобретения:

- 1) № 2273934 от 10.04.06 г. «Кабельная линия электропередачи» (Бюллетень № 10).
- 2) № 2304816 от 20.08.07 г. «Электрический однофазный реактор (варианты)» (Бюллетень № 23).
- 3) № 2304815 от 20.08.07 г. «Электромагнитный экран для реактора без ферромагнитного сердечника» (Бюллетень № 23).

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ ПО СНИЖЕНИЮ УРОВНЕЙ ЭМП

- Антенный метод снижения уровней электромагнитного излучения коронного разряда на ВЛ СВН.
- Экранирование электрических полей ВЛ СВН с помощью пассивных, активных и резонансных тросовых экранов.
- Экранирование магнитных полей ВЛ СВН с помощью пассивных, активных и резонансных направленных контурных экранов.
- Электромагнитные экраны для снижения уровней напряжённости магнитного поля электрических реакторами без ферромагнитного сердечника.
- Конструкции электрических реакторов без ферромагнитного сердечника со сниженными уровнями напряженности магнитного поля, создаваемого ими в окружающем пространстве.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2304816

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ОДНОФАЗНЫЙ РЕАКТОР
(ВАРИАНТЫ)**

Патентообладатель(и): *Государственное учреждение Научно-исследовательский институт медицины труда Российской Академии медицинских наук (RU)*

Автор(ы): *Мисриханов Мисрихан Шапиевич (RU), Рубцова Нина Борисовна (RU), Токарский Андрей Юрьевич (RU)*

Заявка № 2005138352

Приоритет изобретения 09 декабря 2005 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 августа 2007 г.

Срок действия патента истекает 09 декабря 2025 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.Л. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2304815

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ЭКРАН ДЛЯ РЕАКТОРА БЕЗ
ФЕРРОМАГНИТНОГО СЕРДЕЧНИКА**

Патентообладатель(и): *Государственное учреждение Научно-исследовательский институт медицины труда Российской Академии медицинских наук (RU)*

Автор(ы): *Мисриханов Мисрихан Шапиевич (RU), Рубцова Нина Борисовна (RU), Токарский Андрей Юрьевич (RU)*

Заявка № 2005138353

Приоритет изобретения 09 декабря 2005 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 августа 2007 г.

Срок действия патента истекает 09 декабря 2025 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.Л. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2273934

КАБЕЛЬНАЯ ЛИНИЯ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Патентообладатель(и): *Государственное учреждение Научно-исследовательский институт медицины труда Российской Академии медицинских наук (RU)*

Автор(ы): *Мисриханов Мисрихан Шапиевич (RU), Рубцова Нина Борисовна (RU), Токарский Андрей Юрьевич (RU)*

Заявка № 2004123251

Приоритет изобретения **29 июля 2004 г.**

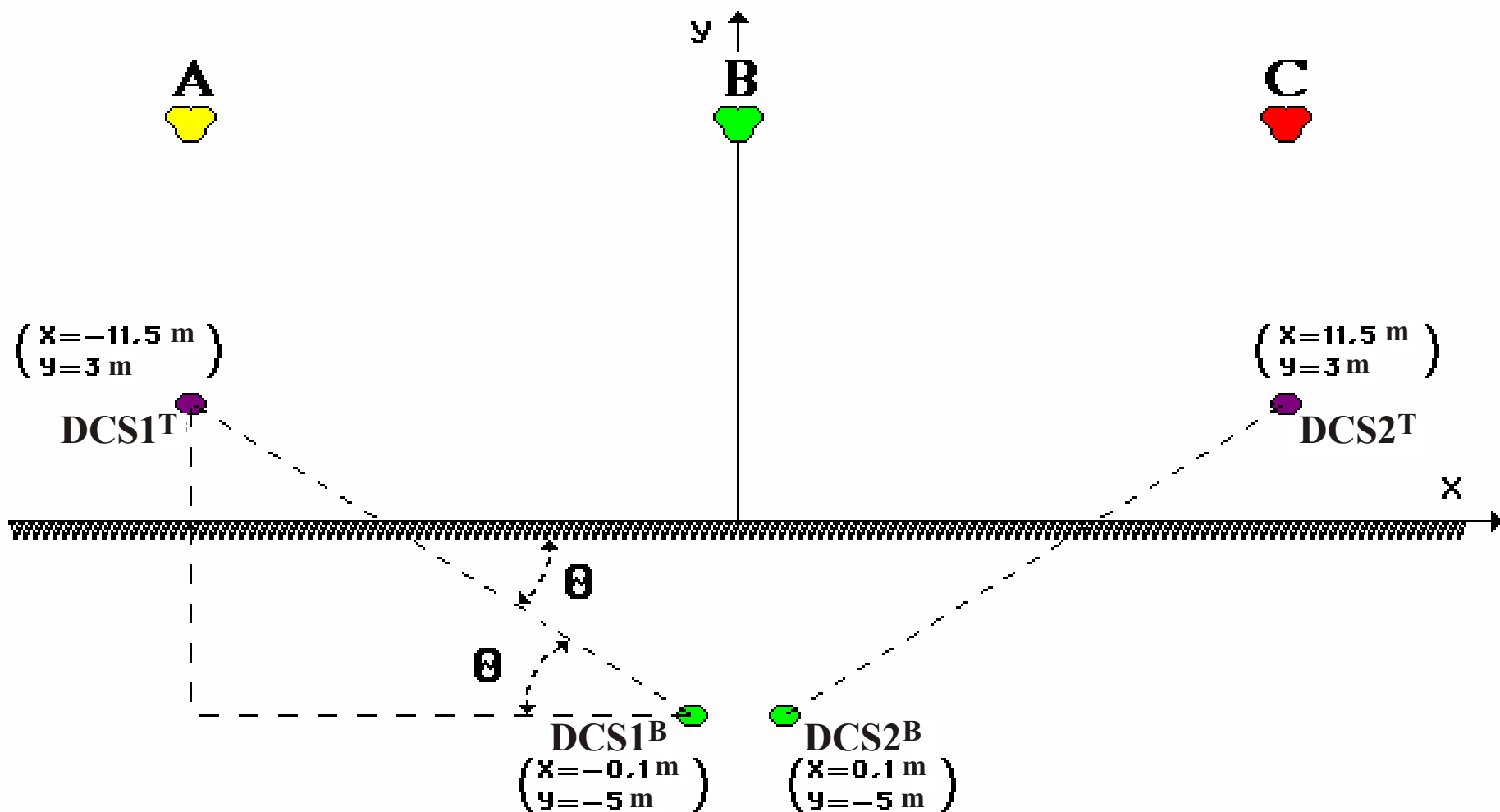
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **10 апреля 2006 г.**

Срок действия патента истекает **29 июля 2024 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам



Б.И. Симонов

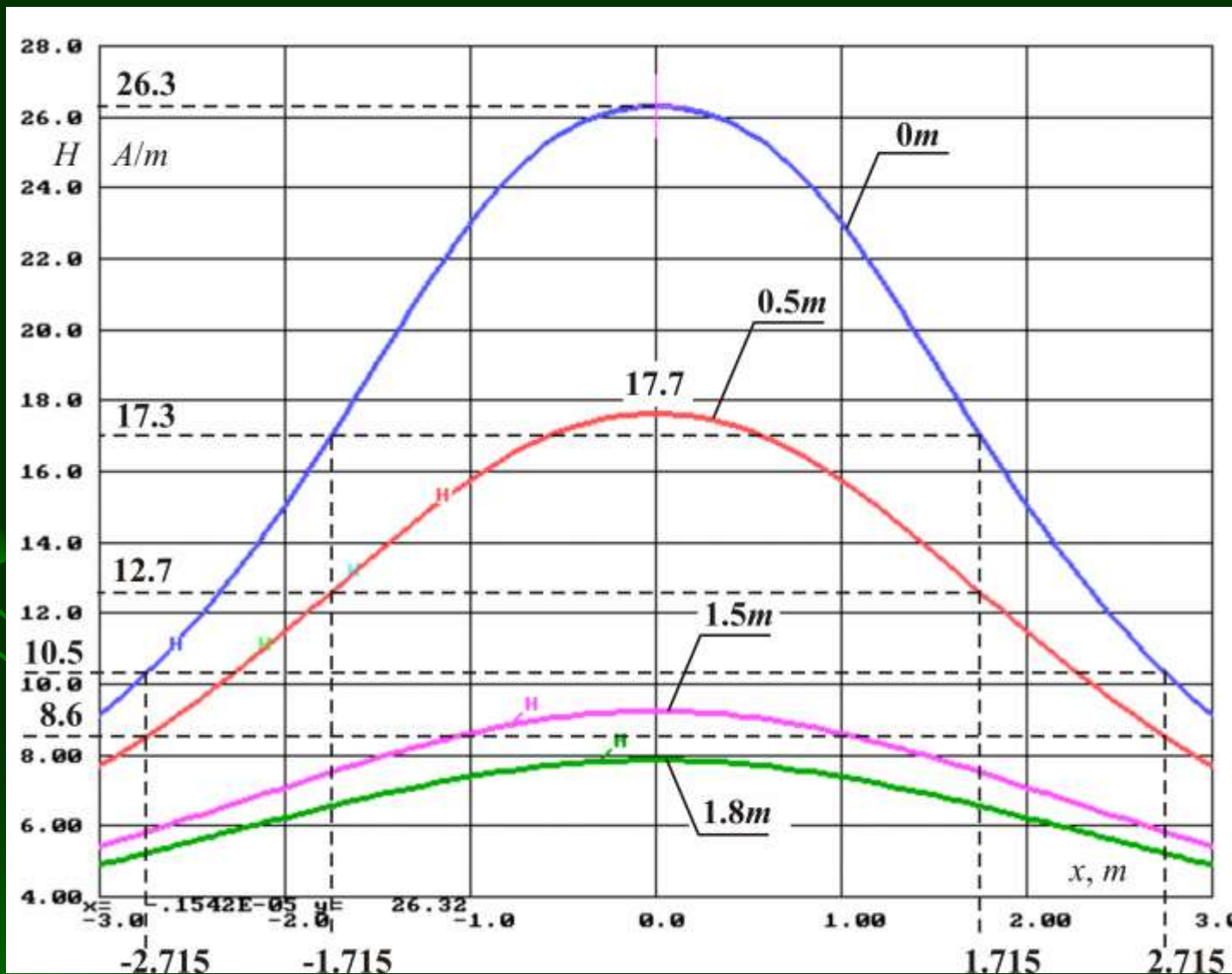


Направленные контурные экраны для снижения уровней МП в
 зоне влияния ВЛ 500 кВ

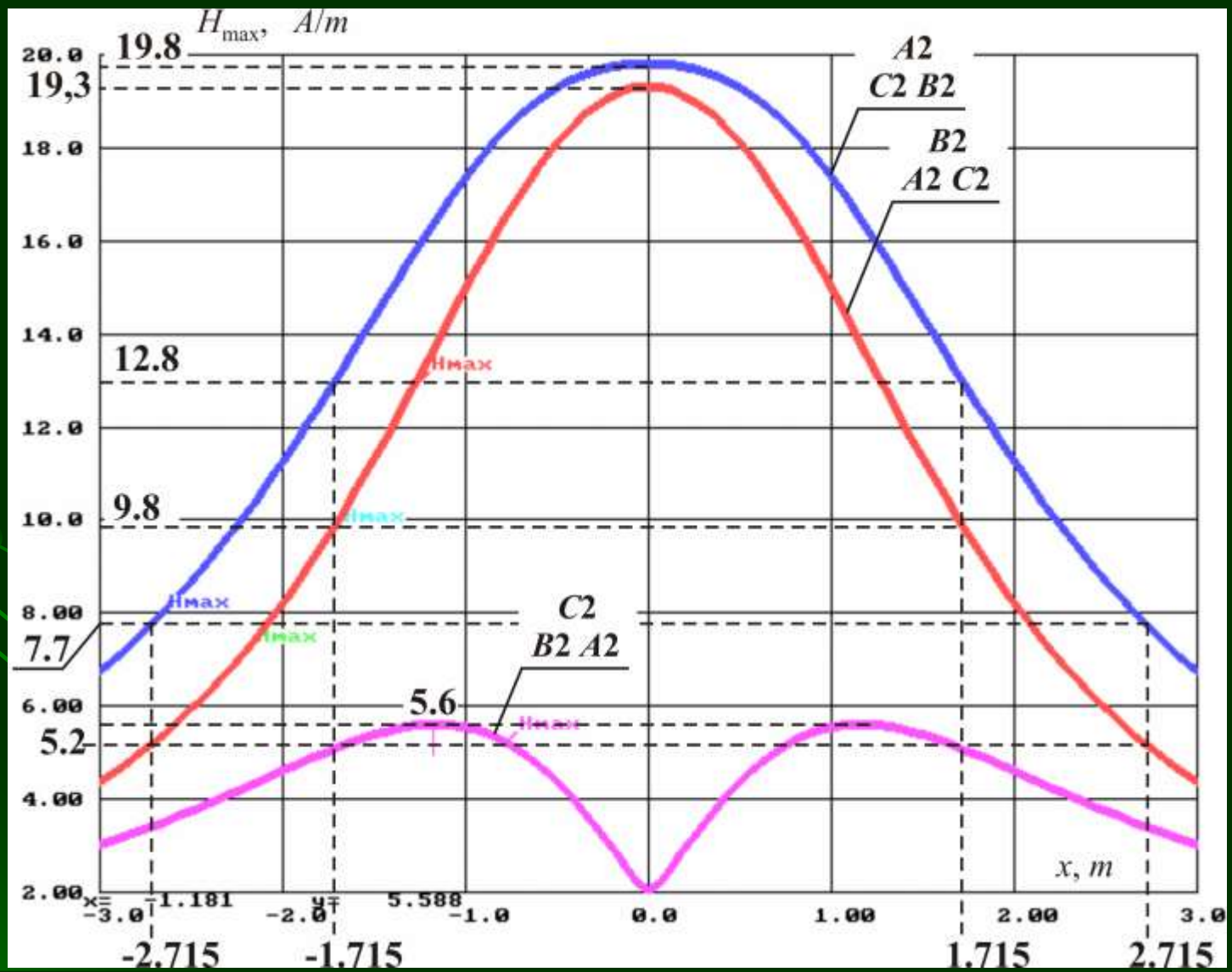
ПУТИ СНИЖЕНИЯ УРОВНЕЙ МП ПЧ ОТ КЛ

- Разработан алгоритм расчета напряженности МП ПЧ от КЛ, показано, что многофазные источники создают поле эллиптической поляризации, наибольшее действующее значение напряженности которого находится на большой оси эллипса.
- Для кабельной линии напряжением 500 кВ рассмотрение различных вариантов снижения напряженности МП показывает возможность их уменьшения до допустимых уровней при различных способах ее прокладки.
- Применение муфтовых соединений с расположением кабелей и муфт в углах равностороннего треугольника с правильно измененным чередованием фаз при незначительном увеличении глубины их прокладки создает дополнительную возможность снижения уровней МП.

Напряженность МП, создаваемого КЛ 500 кВ



Обеспечение снижения уровней МП от КЛ 500 кВ (при прокладке в трубах) путем изменения чередования фазных проводов



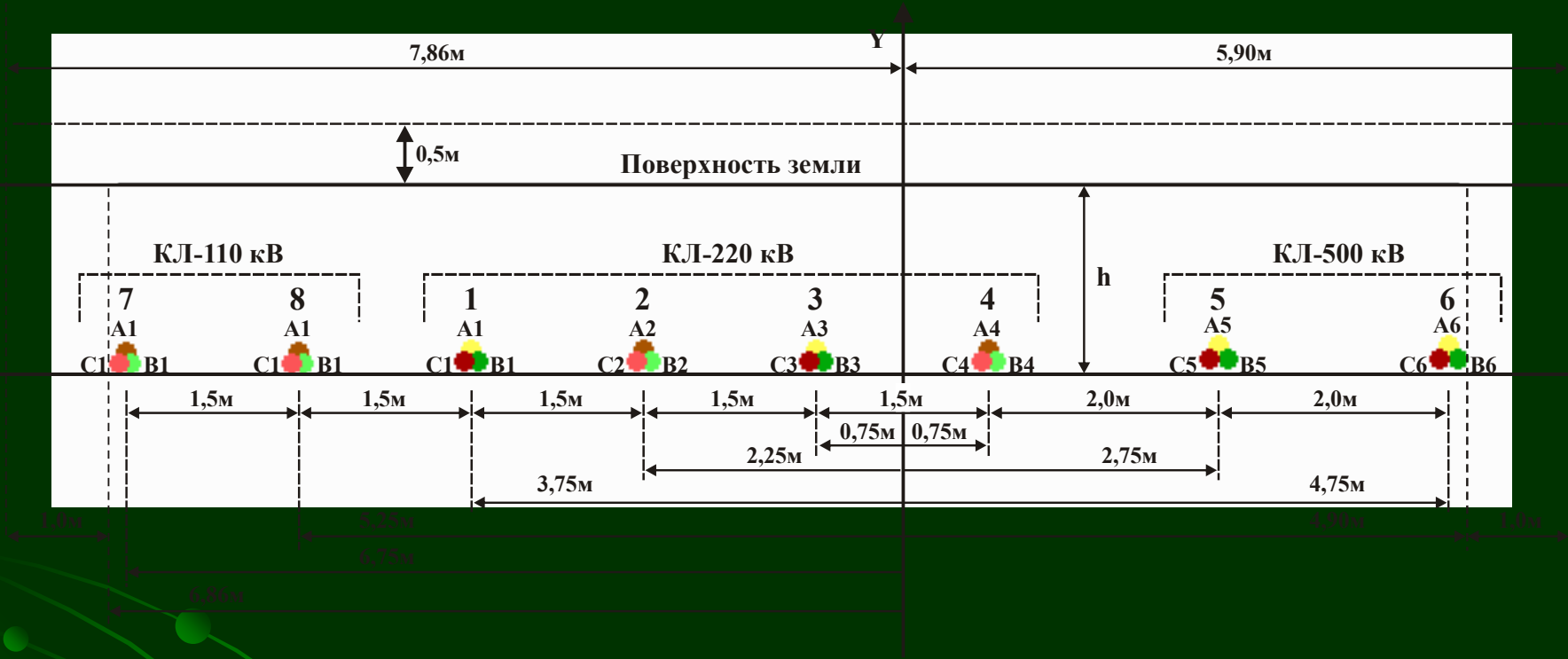
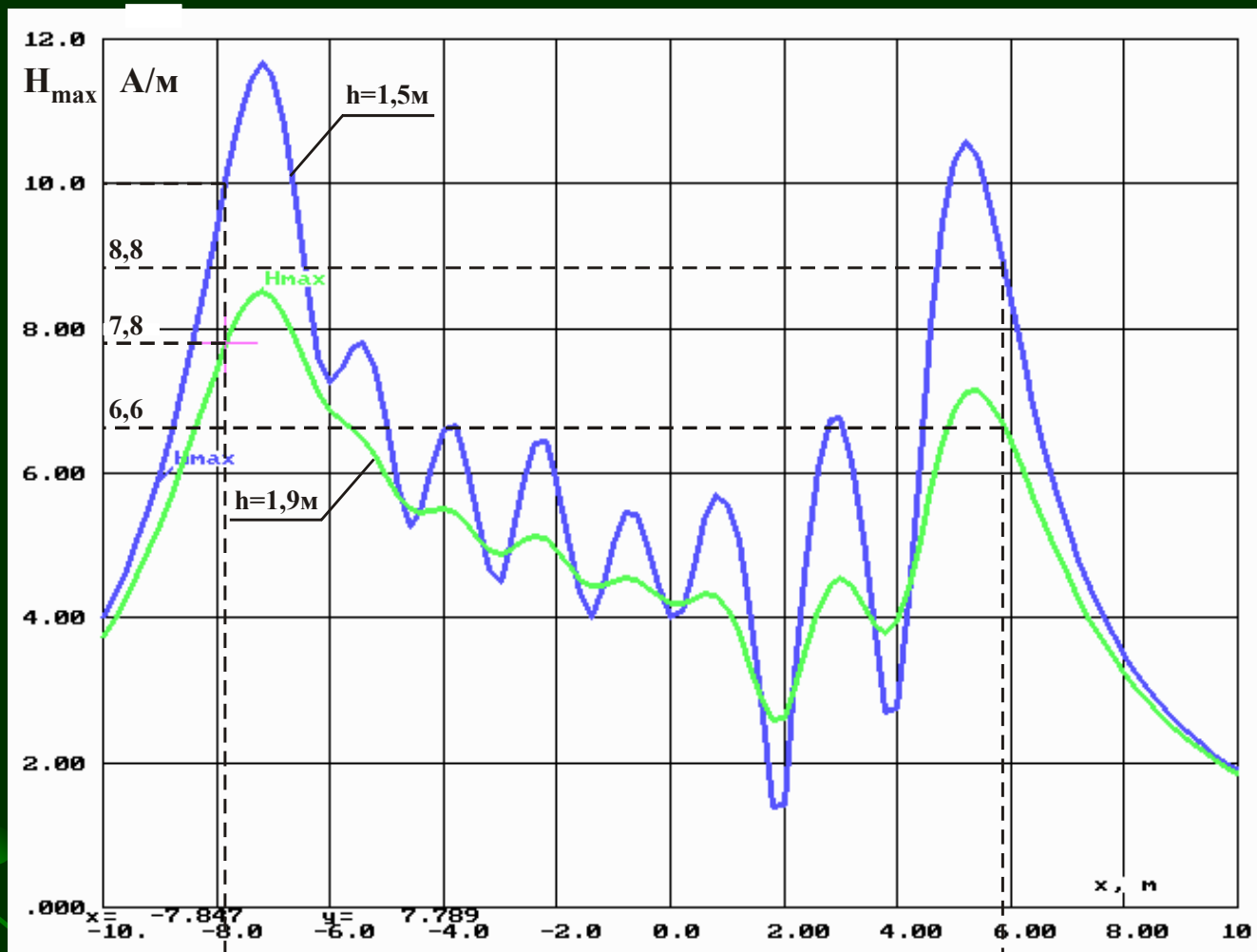


Схема расположения 2-х КЛ-110 кВ, 4-х КЛ-220 кВ и 2-х КЛ-500 кВ



Распределение напряженности H_{\max} МП, создаваемого КЛ-110 кВ, КЛ 220 и 500 кВ на поверхности земли при расположении КЛ на глубине $h = 1,5\text{ м}$ и $h = 1,9\text{ м}$



*ПС 220 кВ Смирново с заходами КВЛ 220кВ
Здание ПС
Зал КРУЭ.*

СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03; ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07

- В нежилых помещениях жилых зданий, общественных и административных зданиях, на селитебной территории, в том числе на территории садовых участков - 10 мкТл
- В населенной местности вне зоны жилой застройки, в том числе в зоне воздушных и кабельных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ; при пребывании в зоне прохождения воздушных и кабельных линий электропередачи лиц, профессионально не связанных с эксплуатацией электроустановок – 20 мкТл
- Для вновь проектируемых ВЛ, а также зданий и сооружений допускается принимать границы санитарных разрывов вдоль трассы ВЛ с горизонтальным расположением проводов и без средств снижения напряженности электрического поля по обе стороны от нее на следующих расстояниях от проекции на землю крайних фазных проводов в направлении, перпендикулярном к ВЛ:
 - • 20 м - для ВЛ напряжением 330 кВ;
 - • 30 м - для ВЛ напряжением 500 кВ;
 - • 40 м - для ВЛ напряжением 750 кВ;
 - • 55 м - для ВЛ напряжением 1150 кВ.

ГОСТ 12.1.051-90 ССБТ «Расстояния безопасности в охранной зоне линий электропередачи напряжением свыше 1000 В»,

Охранная зона вдоль воздушных линий электропередачи устанавливается в виде воздушного пространства над землей, ограниченного параллельными вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии на расстоянии от крайних проводов по горизонтали

Напряжение линии, кВ	Расстояние, м
До 20	10
Св. 20 « 35	15
« 35 « 110	20
« 110 « 220	25
« 220 « 500	30
« 500 « 750	40
« 750 « 1150	55

- По ГОСТ 12.1.051-90 ССБТ «охранная зона вдоль подземных кабельных линий электропередачи устанавливается в виде участка земли, ограниченного параллельными вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии на расстоянии по горизонтали 1 м от крайних кабелей». В пределах охранной зоны подземных кабельных линий электропередачи без согласия организации, эксплуатирующей эти линии, запрещается проводить строительные и земляные работы, а также планировку грунта с помощью землеройных машин
- По действующему санитарному законодательству санитарно-защитные зоны для КЛ вне зависимости от класса напряжения не предусмотрены. Если допустить рассмотрение охранной зоны КЛ как аналога санитарно-защитной зоны для воздушных линий электропередачи, то внутри охранной зоны КЛ значение напряженности МП не должно превышать 16 А/м, а вне ее границ - 8 А/м. Т.е. возможно рассмотрение территории над трассой прокладки КЛ как населенной местности, требующей соблюдения гигиенического норматива 20 мкТл (16 А/м).

СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03 (ПРЕДЛОЖЕНИЯ)

- В целях защиты населения от воздействия магнитного поля, создаваемого подземными кабельными линиями (КЛ) электропередачи напряжением 110, 220, 330 и 500 кВ устанавливаются санитарные разрывы вдоль трассы высоковольтной линии, за пределами которых напряженность магнитного поля на поверхности земли не превышает 10 мкТл (8 А/м).
- Для вновь проектируемых КЛ, а также зданий и сооружений допускается принимать границы санитарных разрывов вдоль трассы КЛ без средств снижения напряженности магнитного поля по обе стороны от нее в виде участка земли, ограниченного параллельными вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии на расстоянии по горизонтали 2 м от крайних кабелей в направлении, перпендикулярном к КЛ.
- При вводе объекта в эксплуатацию и в процессе эксплуатации санитарный разрыв должен быть скорректирован по результатам инструментальных измерений.

Thank you for your attention

