

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Н.Б.Рубцова, А.Ю.Токарский, С.Ю.Перов, О.В.Белая
ФГБНУ «НИИ медицины труда»

*«Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью
населения при воздействии факторов среды обитания»
Пермь, 13-15.05.2015 г.*

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

- Обеспечение сохранения здоровья человека осуществляется путем гигиенической регламентации ЭМП.
- Электромагнитная безопасность человека и окружающей среды обеспечивается путем разработки международных (ICNIRP, CENELEC, Евросоюз) и национальных руководств по электромагнитной безопасности
- Существенные различия международных и отечественных нормативов

КАТЕГОРИИ РИСКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Электромагнитные поля электроэнергетических, теле- и радиопередающих объектов, систем сухопутной подвижной радиосвязи и пр.

фактор риска потери здоровья

Для лиц, профессионально связанных с их обслуживанием и эксплуатацией:

ЭМП – фактор осознанного риска

Для других категорий работающих и населения:

ЭМП - фактор вынужденного риска

Для пользователей мобильными телефонами, Bluetooth, ноутбуками

ЭМП - фактор произвольного риска

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ КАК ФАКТОР РИСКА

Международное агентство по исследованию рака (IARC):

- 2002 г. сверхнизкочастотные магнитные поля (диапазон 30-300 Гц) отнесены к категории возможных канцерогенов («Group 2b») (лейкозы у детей);
- 2011 г. при рассмотрении ЭМП радиочастотного диапазона как фактора риска развития онкологических заболеваний отнес ЭМП, создаваемые аппаратами сотовой связи, к категории “2b” - потенциальных канцерогенов по рискам развития глиом у пользователей при длительной эксплуатации мобильных телефонов (более 10 лет)
- 2013 г. - сообщение о возможной связи ЭМП мобильных телефонов и возрастанием риска злокачественных новообразований щитовидной железы.
- 2014 г. – Публикация “Microwave News”: промоторное или сопромоторное канцерогенное действие ЭМП

ПРИНЦИПЫ ЗАЩИТЫ ОТ ЭМП

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

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЭМП

СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»

- **ВДУ ослабления геомагнитного поля;** ПДУ электростатического поля, ПДУ постоянного магнитного поля,
- ПДУ ЭП и МП промышленной частоты 50 Гц, имп. МП (сварка);
- ПДУ электрического и магнитного полей в диапазоне частот 10 кГц – 300 МГц; ПДУ электромагнитных полей в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц

СанПиН 2.1.8/2.2.4-1383 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов»

СанПиН 2.2.4.1329 – 03 «Требования по защите персонала от воздействия импульсных электромагнитных полей»

СанПиН 2.2.2/2.4-1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»

СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи»

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

СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489-09 «Гипогеомагнитные поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях»

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ВНЕПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЭМП

- СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи»
- СанПиН 2.1.8/2.2.4-1383 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов»
- СанПиН 2.2.2/2.4-1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»
- 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».
- 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 2.1.8/2.2.4.2489-09 «Гипогеомагнитные поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях»
- «Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты» № 2971-84**
- СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»**

ПРОБЛЕМЫ ГАРМОНИЗАЦИИ ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ (производственные воздействия)

МЕЖДУНАРОДНЫЕ

Гипогеомагнитное поле	-
Электростатическое поле	-
Постоянное магнитное поле	+
Электрическое поле частотой от >1 Гц до 10 МГц	+
Магнитное поле частотой от >1 Гц до 10 МГц	+
Электромагнитное поле частотой от 10 МГц до 300 ГГц	+

Особенности: "basic restriction", "reference levels", SAR, E, H, ППЭ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Гипогеомагнитное поле	+
Электростатическое поле	+
Постоянное магнитное поле	+
Электрическое поле частотой 50 Гц, от 10 кГц до 300 МГц	+
Магнитное поле частотой 50 Гц, от 10 кГц до 3 МГц; 30-50 МГц	+
Электромагнитное поле частотой от 300 МГц до 300 ГГц	+

Особенности: E, H, ППЭ, ЭЭ

ПРОБЛЕМЫ ГАРМОНИЗАЦИИ ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ

(внепроизводственные воздействия)

МЕЖДУНАРОДНЫЕ

Электростатическое поле -
Постоянное магнитное поле +
Электрическое поле частотой
от >1 Гц до 10 МГц +
Магнитное поле частотой от
>1 Гц до 10 МГц +
Электромагнитное поле
частотой от 10 МГц
до 300 ГГц +

Особенности: "basic
restriction", "reference levels",
SAR, E, H, ППЭ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Электростатическое поле +
Постоянное магнитное поле -
Электрическое поле
частотой 50 Гц,
от 30 кГц-300 МГц +
Магнитное поле
частотой 50 Гц +
Электромагнитное поле
частотой от 300 МГц
до 300 ГГц +

Особенности: E, H, ППЭ

DIRECTIVE 2013/35/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 June 2013

Новые определения и критерии оценки:

- **"Exposure limit values (ELVs)"** - величины, установленные на основе биофизических и биологических соображений, в частности, на основе научно установленных кратковременных и острых эффектов, в первую очередь тепловых и электрической стимуляции тканей;
- **"Health effects ELVs"** - уровни, при превышении которых у работников могут отмечаться неблагоприятное влияние ЭМП, в частности, нагрев организма или стимуляция нервных и мышечных тканей;
- **"Sensory effects ELVs"** уровни, при превышении которых возможны преходящие нарушения сенсорного восприятия и незначительные изменения функционирования мозга ;
- **"Action levels (ALs)"** - эксплуатационные уровни, которые разработаны и представлены в целях упрощения процесса соблюдения действующих ПДУ или в случае необходимости разработки неких профилактических мероприятий
- Для электрических полей низкие и высокие ALs обозначают уровни, которые связаны с конкретными защитными или профилактическими мерами, а для магнитных полей - низкие ALs связаны с сенсорными эффектами ПДУ, а высокие - с ПДУ влияния на здоровье.

Предельно допустимые уровни среднеквадратического корректированного значения напряженности электрического поля в диапазоне частот 3 Гц— <30 кГц на рабочих местах (ПРОЕКТ)

ПДУ E_w , кВ/м

Полоса частот, f

Воздействие более 2 ч

Воздействие до 2 ч

3— < 30 Гц

5

10

30— < 300 Гц*

2,75

5,5

300— < 3 000 Гц

0,6

1,2

3— < 30 кГц

0,5

1,0

* — за исключением синусоидальных ЭП и МП частотой 50 Гц

Предельно допустимые уровни среднеквадратического корректированного значения напряженности магнитного поля в диапазоне частот 3 Гц— <30 кГц на рабочих местах (ПРОЕКТ)

ПДУ H_w , А/м

Полоса частот, f

воздействие более 2 ч Воздействие до 2 ч

3— < 30 Гц

200

1000

30— < 300 Гц*

55

270

300— < 3000 Гц

12

25

3— < 30 кГц

10

25

* — за исключением синусоидальных ЭП и МП частотой 50 Гц

**Предельно допустимые уровни среднеквадратического
корректированного значения напряженности
электрического и магнитного поля в диапазоне частот
3 Гц— <30 кГц для населения (ПРОЕКТ)**

ПДУ

Полоса частот, f

E_w , кВ/м

H_w , А/м

3— < 30 Гц

500

20

30— < 300 Гц*

250

3

300— < 3000 Гц

100

2

3— < 30 кГц

50

1

*** – за исключением синусоидальных ЭП и МП частотой 50 Гц**

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

- ✓ МУК 4.3.044-96 «Определение уровней ЭМП, границ санитарно-защитной зоны и зон ограничения застройки в местах размещения передающих средств радиовещания и радиосвязи кило-, гекто- и декаметрового диапазонов»;
- ✓ МУК 4.3.1677-03 «Определение уровней ЭМП, создаваемого излучающими техническими средствами телевидения, ЧМ радиовещания и базовых станций сухопутной подвижной радиосвязи»;
- ✓ МУК 4.3.679-97 «Определение уровней магнитного поля в местах размещения передающих средств радиовещания и радиосвязи кило-, гекто- и декаметрового диапазонов»;
- ✓ МУК 4.3.1167-02 «Определение плотности потока энергии в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 300 МГц-300 ГГц»,
- ✓ «Методические указания по определению ЭМП воздушных высоковольтных линий электропередачи и гигиенические требования к их размещению» № 4109-86.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



АВТОРСКИЙ
ЭКЗЕМПЛЯР

СВИДЕТЕЛЬСТВО

об официальной регистрации программы для ЭВМ

№ 2004612173

Программа определения напряженностей
электрических и магнитных полей воздушных
линий электропередачи (Линия ЭМП)

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

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

Заявка № 2004611656

Дата поступления 3 августа 2004 г.

Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ
24 сентября 2004 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

об официальной регистрации программы для ЭВМ

№ 2006613744

Электромагнитные параметры воздушных линий
электропередачи (ЭМП ВЛ)

Правообладатель(ли): *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 Шапиевич (RU), Ностсон
Юрис Александрович (LV), Рубцова Нина Борисовна (RU),
Токарский Андрей Юрьевич (RU)*

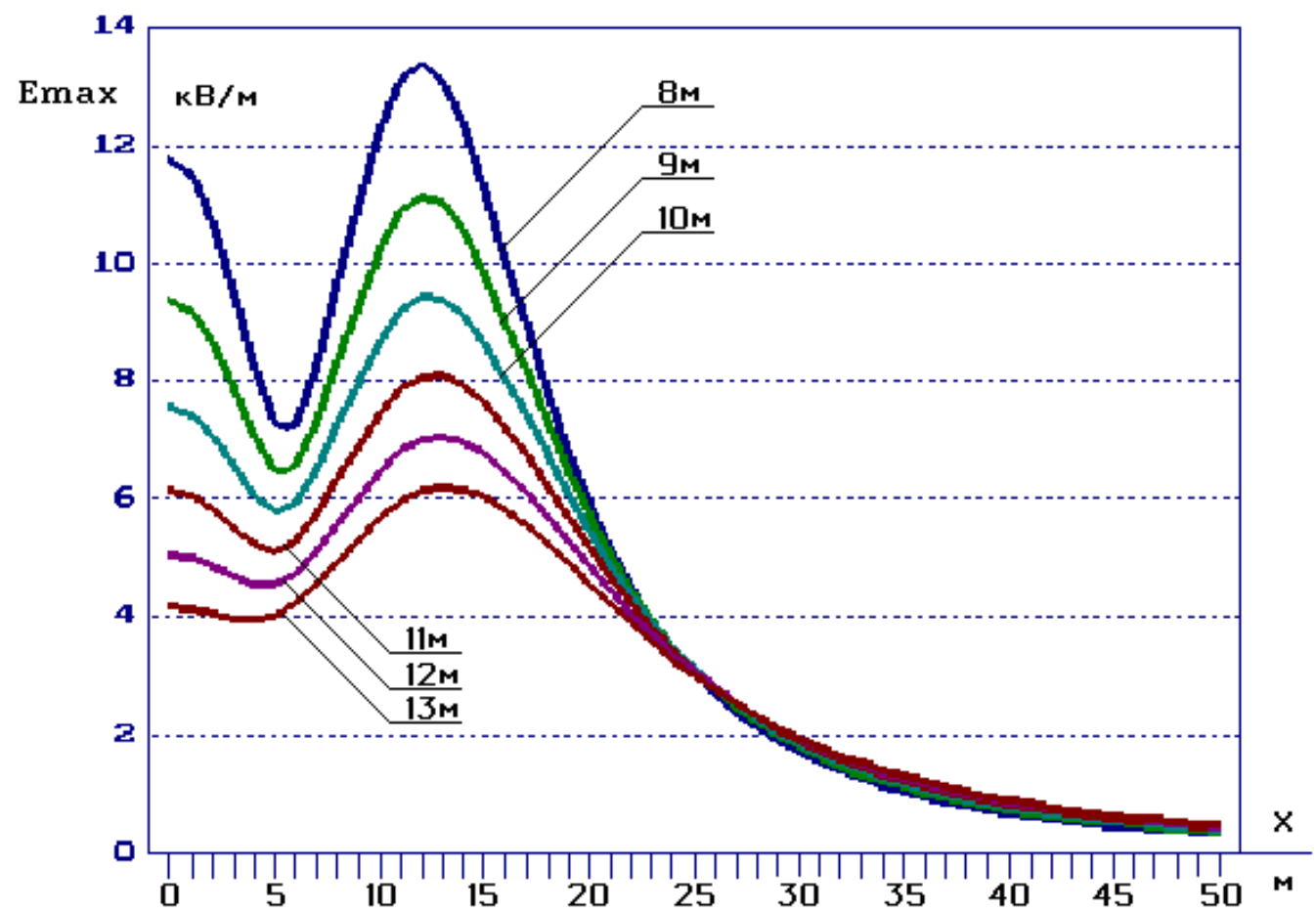
Заявка № 2006612960

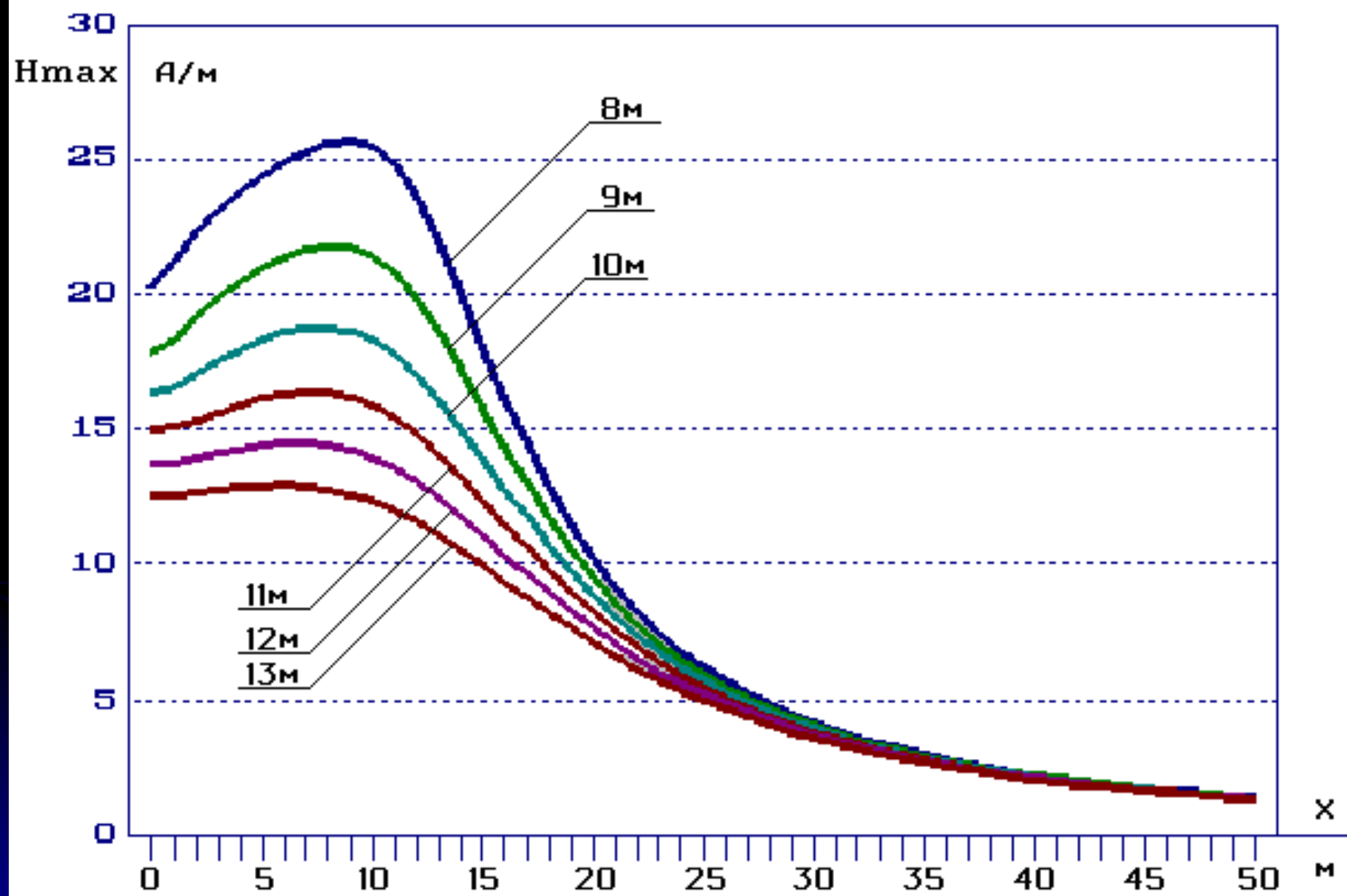
Дата поступления 29 августа 2006 г.

Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ
27 октября 2006 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов





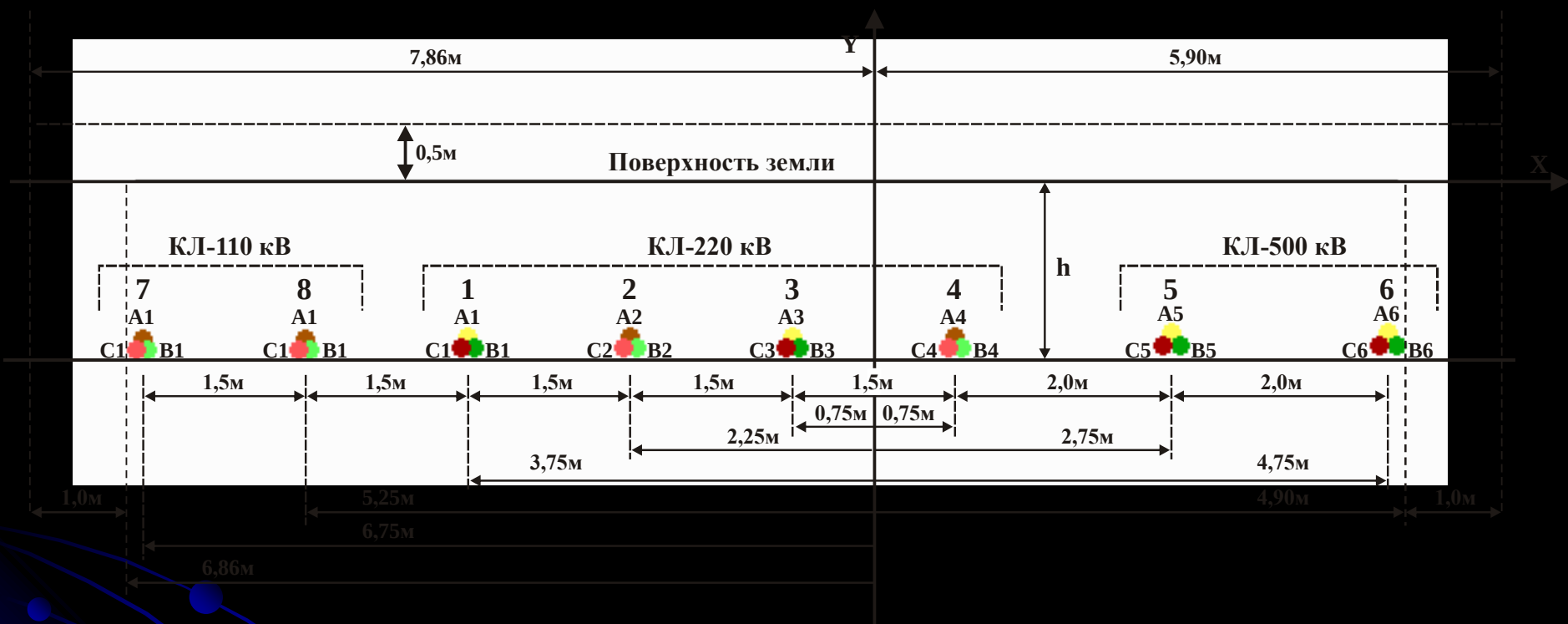
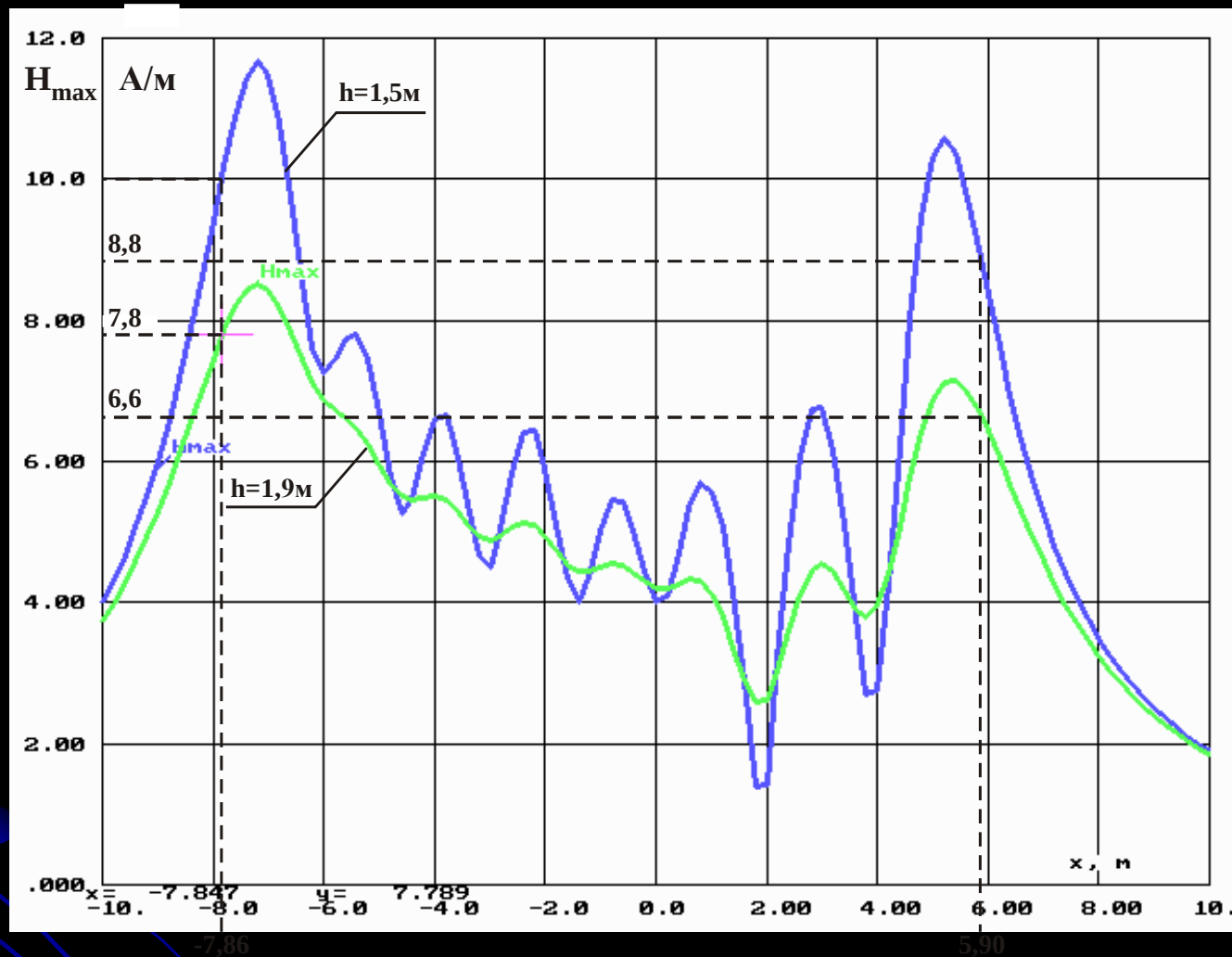


Схема расположения 2-х КЛ-110 кВ, 4-х КЛ-220 кВ и 2-х КЛ-500 кВ



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



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

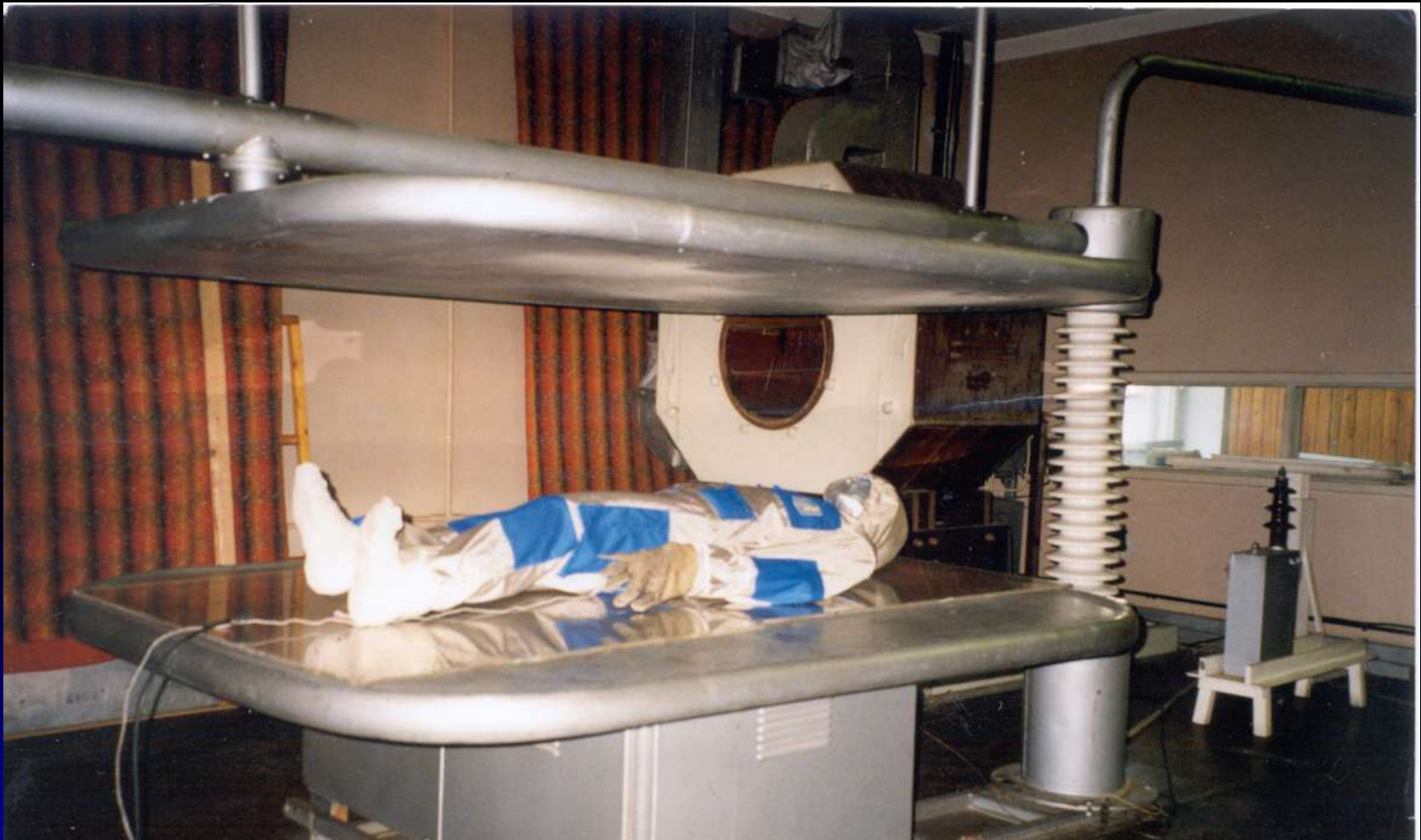
СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03 (предложения к новой редакции)

- В целях защиты населения от воздействия магнитного поля, создаваемого подземными кабельными линиями (КЛ) электропередачи напряжением 110, 220 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.

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 ФГБНУ «НИИ МТ». МВСЧ-5(6) размещается горизонтально в высоковольтном стенде переменного тока сначала лицом к верхней пластине – источнику ЭП, затем спиной. В этих положениях производятся 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 .



СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ЭМП РАДИОЧАСТНОГО ДИАПАЗОНА

- **ГОСТ Р 12.4.292-2013 ССБТ «Комплект экранирующий для защиты персонала от электромагнитных полей радиочастотного диапазона. Общие технические требования»**
- **Соответствие требованиям ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты»**
- **2015 г. – разработка проекта ГОСТ ССБТ «Комплект экранирующий для защиты персонала от электромагнитных полей радиочастотного диапазона. Методы контроля»**

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.П. 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.П. 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.

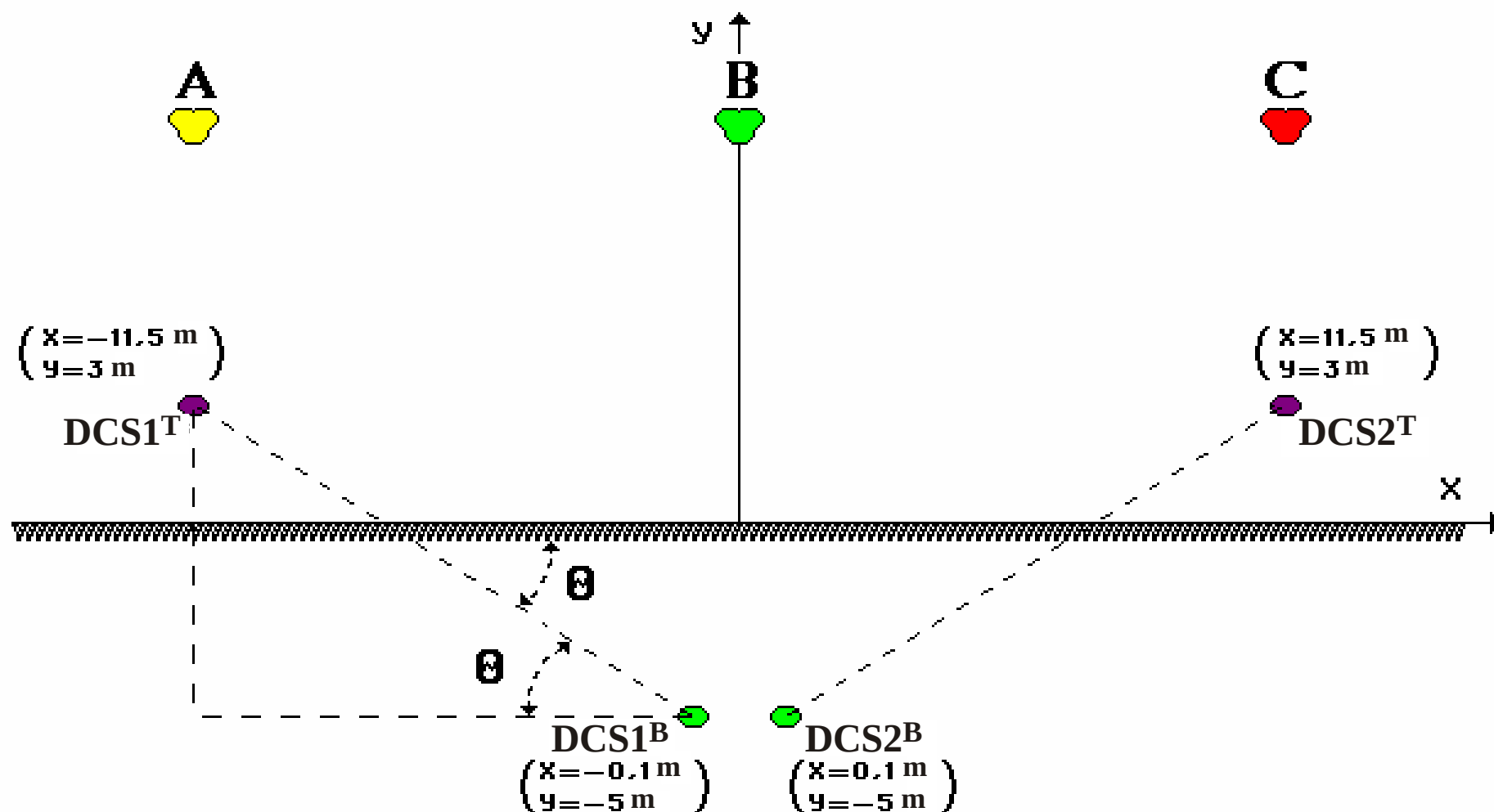
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 апреля 2006 г.

Срок действия патента истекает 29 июля 2024 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов





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

ПДУ ОТ АППАРАТОВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ

Диапа- зон частот, МГц	СанПиН 2.1.8/2.2.4. 1190-03 ППЭ, мкВт/см ²	ENV 50166 – 2			
		SAR, Вт/кг	ППЭ, мкВт/см ²	Среднеkv. значение Е, В/м	Среднеkv. значение Н, А/м
450	100	2,0	225	29,2	0,08
900	100	2,0	450	45,0	0,11
1800	100	2,0	900	60,0	0,15
Средняя SAR определяется для любого 6-мин промежутка					

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ЭМП РЧ, ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СНИЖЕНИЯ РИСКА

- Проведение медико-биологических исследований по определению степени риска воздействий ЭМП для различных экспонируемых категорий и совершенствование гигиенических регламентов.
- Одна из перспектив обеспечения электромагнитной безопасности в России - это развитие дозиметрии, с учетом многолетнего международного опыта, и поиск взаимосвязи между дозой и ПДУ, обоснованных данными медико-биологических исследований.
- В основе ее должны лежать комплексные методики оценки уровней электрической и магнитной компоненты ЭМП, а также определение величины удельной поглощенной мощности.
- наиболее оптимальный путь гигиенической оценки ЭМП должен включать в себя комплексные методики оценки уровней электрической и магнитной компоненты ЭМП, а также определение величины SAR (УПМ).

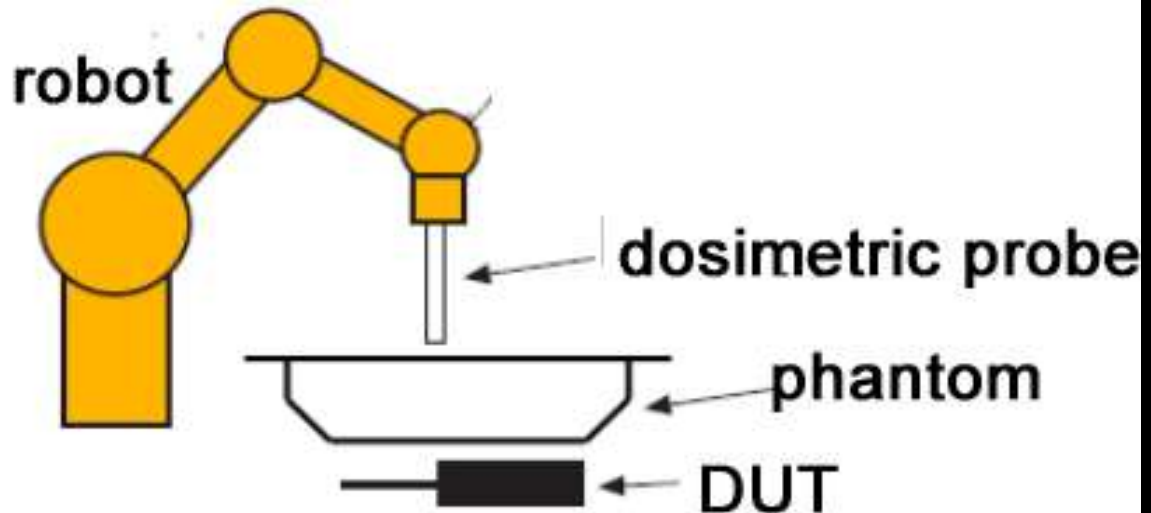
ПУТИ ГАРМОНИЗАЦИИ НОРМАТИВОВ И МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ЭМП

- Необходимость комплексного подхода к определению дозы на фантоме (дозиметрия с оценкой SAR) и оценкой среднеквадратичного значения вектора напряженности магнитного поля в свободном пространстве
- Три независимых этапа оценки:
 - теоретическая (численная) дозиметрия,
 - экспериментальная дозиметрия
 - широкополосные измерения.

СИСТЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ДОЗИМЕТРИИ



Specific Absorption Rate (SAR) - измерения осуществляются посредством дозиметрической системы DASYS 52 NEO (SPEAG AG, Switzerland).



ЗАДАЧИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТАЮЩИХ И НАСЕЛЕНИЯ

- ✓ Дальнейшее совершенствование гигиенических регламентов ЭМП, исходя из дозо-эффективных зависимостей их влияния на организм
- ✓ Разработка научно-обоснованных гигиенических регламентов для ЭМП от новых источников и режимов генерации
- ✓ Разработка дифференцированных ПДУ ЭМП в зависимости от степени профессиональной связи с воздействием фактора (3 категории лиц)
- ✓ Совершенствование принципов и методов контроля ЭМП
- ✓ Совершенствование методов и средств защиты от ЭМП различных частотных диапазонов

Спасибо за внимание

