

EDN: <https://elibrary.ru/kdhjtz>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-4-231-236>

УДК 614.89; 613.168

© Перов С.Ю., Дремин А.И., 2025

Перов С.Ю., Дремин А.И.

## Оценка электромагнитной обстановки и эффективности средств индивидуальной защиты от электрических полей промышленной частоты на рабочих местах электротехнического персонала

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, 105275

**Введение.** На рабочих местах открытых распределительных устройств (ОРУ) высокого и сверхвысокого напряжения отмечаются высокие уровни напряженности электрических (ЭП) и магнитных полей (МП) промышленной частоты (ПЧ), которые могут превышать предельно допустимые (ПДУ). При превышении ПДУ обеспечение электромагнитной безопасности реализуется применением индивидуальных средств защиты (СИЗ). Все СИЗ от ЭП ПЧ проходят сертификационные испытания в однородном ЭП, однако в реальных условиях на рабочих местах электротехнического персонала преобладает неоднородное ЭП.

**Цель исследования** — гигиеническая оценка на рабочих местах объектов электроэнергетики и исследование защитных свойств экранирующих комплектов от ЭП ПЧ в натурных и лабораторных условиях.

**Материалы и методы.** Гигиеническая оценка уровней напряженности ЭП и МП ПЧ проводилась на наземных рабочих местах и на местах возможного пребывания электротехнического персонала при выполнении работ на ОРУ 220, 330, 500 и 750 кВ. Исследования защитных свойств комплектов проводились по отечественной и зарубежной методикам с применением трёх образцов СИЗ различной комплектации.

**Результаты.** Гигиеническая оценка уровней ЭП ПЧ показала превышение ПДУ на всех исследуемых объектах с максимальным уровнем напряженности ЭП 29,91 кВ/м. Оценка защитных свойств экранирующих СИЗ показала, все исследуемые комплектации имеют достаточные защитные свойства и удовлетворяют требованиям, предъявляемым к данным СИЗ в Российской Федерации при проведении работ на земле (30 дБ).

**Ограничения исследования.** Ограничение в количестве исследованных объектов электроэнергетики обусловлено трудностями допуска на такого рода объекты.

**Выводы.** Проведенная гигиеническая оценка показала превышение уровней ЭП ПЧ на всех исследуемых объектах. Максимальный уровень ЭП ПЧ отмечался на ОРУ 750 кВ и составлял 29,91 кВ/м. Превышение ПДУ за всю рабочую смену в 5 кВ/м на всех исследуемых объектах в среднем составляло более чем на 60% территорий объектов всех рассматриваемых классов напряжений.

Исследование защитных свойств комплектов в натурных и лабораторных условиях показало адекватные результаты (сходимость результатов до 20%) при оценке СИЗ на рабочих местах и обосновало возможность оценки эффективности защитных свойств комплектов по методике, отличной от действующей на данный момент в Российской Федерации.

**Этика.** Исследование не требовало заключения этического комитета.

**Ключевые слова:** электромагнитное поле промышленной частоты; средства индивидуальной защиты; открытое распределительное устройство

**Для цитирования:** Перов С.Ю., Дремин А.И. Оценка электромагнитной обстановки и эффективности средств индивидуальной защиты от электрических полей промышленной частоты на рабочих местах электротехнического персонала. *Мед. труда и пром. экол.* 2025; 65(4): 231–236. <https://elibrary.ru/kdhjtz> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-4-231-236>

**Для корреспонденции:** Дремин Алексей Игоревич, e-mail: [Dremin@iriioh.ru](mailto:Dremin@iriioh.ru)

**Участие авторов:**

Перов С.Ю. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование;

Дремин А.И. — сбор и обработка материала, написание текста.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 14.03.2025 / Дата принятия к печати: 03.04.2025 / Дата публикации: 08.05.2025

Sergey Yu. Perov, Alexey I. Dremin

## Power frequency electromagnetic field assessment and personal protective equipment effectiveness evaluation at electrical staff workplaces

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, 105275

**Introduction.** At workplaces of high and extra-high voltage open switchgears there are high levels of power frequency electric (EF) and magnetic fields (MF), which can exceed the maximum permissible levels (MPL). In case of exceeding the MPL, ensuring electromagnetic safety is realized by using personal protective equipment (PPE). All EF PPE certificated in homogeneous EF test, but in real conditions at electrotechnical staff workplaces are the heterogeneous EF.

**The study aims** to hygienic assessment at workplaces of electric power facilities and shielding suit protective properties investigation in full-scale and laboratory conditions.

**Materials and methods.** Hygienic assessment of EF and MF was carried out at the ground workplaces of the electrical staff while performing works at 220, 330, 500 and 750 kV switchgears. Studies of suit protective properties were carried out according to domestic and international methods using three PPE with different sets.

**Results.** EF hygienic assessment showed exceeding of MPL at all investigated objects with the EF maximum level 29,91 kV/m. Shielding suit protective properties evaluation showed that all PPE had sufficient protective properties of Russian requirements for ground workplace (30 dB).

**Limitations.** The limitation in the number of studied electric power facilities is due to the difficulties of obtaining access to such facilities.

**Conclusions.** EF hygienic assessment showed exceeding MPL at all investigated objects. The EF maximum values were fixed at 750 kV switchgear (29,91 kV/m). Exceeding the MPL for the whole work time in 5 kV/m at all studied objects on average amounted to more than 60% of the territories of all objects.

The protective properties suit evaluation in full-scale and laboratory conditions showed adequate results (does not exceed 20%) and the possibility of assessing the protective properties effectiveness using a Russian Federation methodology as well as international.

**Ethics.** The study did not require an ethical committee opinion.

**Keywords:** power frequency electromagnetic field; personal protective equipment; open switchgear

**For citation:** Perov S.Yu., Dremmin A.I. Power frequency electromagnetic field assessment and personal protective equipment effectiveness evaluation at electrical staff workplaces. *Med. truda i prom. ekol.* 2025; 65(4): 231–236. <https://elibrary.ru/kdhjzf> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-4-231-236> (in Russian)

**For correspondence:** Alexey I. Dremmin, e-mail: [Dremmin@irioh.ru](mailto:Dremmin@irioh.ru)

**Contributions:**

Perov S.Yu. — concept and design, collecting and processing data, writing text, editing;

Dremmin A.I. — collecting and processing data, writing text.

**Funding.** The study had no funding.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received: 14.03.2025 / Accepted: 03.04.2025 / Published: 08.05.2025

**Введение.** В условиях расширения спроса на электроэнергию, а также повсеместной модернизации энергетической инфраструктуры на первый план выходят вопросы, связанные с сохранением здоровья электротехнического персонала энергетической отрасли, подвергающихся вредным и/или опасным факторам производственной среды, которые могут неблагоприятно повлиять на состояние здоровья персонала [1–4]. На рабочих местах открытых распределительных устройств (ОРУ) высокого и сверхвысокого напряжения отмечаются высокие уровни напряженности электрических (ЭП) и магнитных полей (МП) промышленной частоты (ПЧ) (50/60 Гц), которые могут превышать предельно допустимые (ПДУ) [5–8], установленные как национальными, так и международными стандартами и могут достигать: 34 кВ/м и 31 мкТл в Российской Федерации [9–11], а также до 10 кВ/м и 62 мкТл в зарубежных странах [12–16].

Обеспечение электромагнитной безопасности электротехнического персонала достигается соблюдением ПДУ ЭП и МП ПЧ<sup>1</sup> [17], благодаря необходимого расстояния до токоведущих частей или применением коллективных и/или индивидуальных средств защиты (СИЗ)<sup>2</sup> [18].

Регламентация ПДУ различаются в зависимости от страны и регулирующих документов, однако, многие страны основываются на рекомендациях Международной комиссии по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP)<sup>3</sup>.

Все СИЗ от ЭП ПЧ проходят сертификационные испытания в лабораторных условиях в однородном ЭП, однако на рабочих местах преобладает неоднородное ЭП. Наличие неоднородности распределения ЭП ПЧ может вызывать различия в степени ослабления вредного фактора при использовании защитного комплекта.

**Цель исследования** — проведение гигиенической оценки на рабочих местах объектов электроэнергетики и исследование эффективности защитных свойств экранирующих комплектов от ЭП ПЧ в натурных и лабораторных условиях.

**Материалы и методы.** Измерения уровней напряженности ЭП и МП ПЧ проводились на наземных рабочих

местах электротехнического персонала ОРУ 220 и 500 кВ филиала «Костромская ГРЭС» АО «Интер РАО-Электрогенерация» (объект 1) и ОРУ 330, 500 и 750 кВ ПС Металлургическая филиала ПАО «ФСК ЕЭС» (объект 2).

Для оценки уровней напряженности ЭП и МП ПЧ использовался измеритель напряженности поля промышленной частоты 50 Гц ПЗ-50 (ЗАО «ТАНО», Россия) и портативный анализатор EFA-300 (Narda GmbH, Германия). Измерения проводились на высоте 0,5 м, 1,5 м и 1,8 м от поверхности земли по методике МУК 4.3.2491-09<sup>4</sup>. Измеренные уровни МП пересчитывались на максимальный рабочий ток (годовое значение). Также были проведены натурные и лабораторные исследования защитных свойств комплектов от ЭП ПЧ, которые входят в перечень бесплатной нормы выдачи СИЗ для электротехнического персонала<sup>5</sup> [19].

Исследования защитных свойств комплектов проводились на образцах СИЗ типа ЭП-1 (образец 1) в комплектации куртка-брюки, ЭП-4(0) в комплектациях полукombineзон (образец 2) и комбинезон (образец 3) по отечественной и зарубежной методикам.

Натурные исследования защитных свойств комплектов осуществлялись на ОРУ 750 кВ ПС Металлургическая филиала ПАО «ФСК ЕЭС» в местах наибольших уровней ЭП ПЧ, а лабораторные проводились с использованием высоковольтного испытательного стенда промышленной частоты ФГБНУ «НИИ МТ».

Методика 1, как адаптированная методика, приведенная в ГОСТ 12.4.172-2019<sup>6</sup>, основывалась на величине напряженности электрического поля. Для измерения уровней ЭП испытательный манекен размещался вертикально на уровне земли, измерительный датчик располагался внутри манекена в выбранной области (голова, грудь).

За итоговый коэффициент экранирования индивидуального экранирующего комплекта принималось значение, усредненное для области головы и груди.

<sup>4</sup> МУК 4.3.2491-09 Гигиеническая оценка электрических и магнитных полей промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях. М.: Стандартинформ, 2009.

<sup>5</sup> Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 767н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств»

<sup>6</sup> ГОСТ 12.4.172-2019 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от электрических полей промышленной частоты. Комплекты индивидуальные экранирующие. Общие технические требования. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2019.

<sup>1</sup> СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. М.: Центрмаг; 2021.

<sup>2</sup> Приказ Минтруда России № 903н от 15 декабря 2020 г. «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

<sup>3</sup> ICNIRP. Guidelines on limiting exposure to non-ionizing radiation. — Oberschleißheim: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 1999; 7: 376.

Таблица 1 / Table 1

**Результаты оценки уровней ЭП ПЧ на двух исследуемых объектах электроэнергетики**  
**Power frequency electric field levels at two studied power engineering facilities**

| Объекты<br>/ Electric<br>power<br>facilities | 0–5 кВ/м / 0–5 kV/m                                           |                                                                                                           | 5–20 кВ/м / 5–20 kV/m                                         |                                                                                                           | >25 кВ/м / >25 kV/m                                           |                                                                                                           | Всего то-<br>чек / Total<br>measurement<br>points |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                              | Количе-<br>ство точек<br>/ Number of<br>measurement<br>points | Средний<br>уровень ЭП<br>ПЧ, кВ/м /<br>Average level<br>of power<br>frequency<br>electric<br>fields, kV/m | Количе-<br>ство точек<br>/ Number of<br>measurement<br>points | Средний<br>уровень ЭП<br>ПЧ, кВ/м /<br>Average level<br>of power<br>frequency<br>electric<br>fields, kV/m | Количе-<br>ство точек<br>/ Number of<br>measurement<br>points | Средний<br>уровень ЭП<br>ПЧ, кВ/м /<br>Average level<br>of power<br>frequency<br>electric<br>fields, kV/m |                                                   |
| Объект 1 / Electric power facility No. 1     |                                                               |                                                                                                           |                                                               |                                                                                                           |                                                               |                                                                                                           |                                                   |
| ОРУ 220 кВ                                   | 587                                                           | 1,85                                                                                                      | 134                                                           | 11,92                                                                                                     | —                                                             | —                                                                                                         | 721                                               |
| ОРУ 500 кВ                                   | 205                                                           | 2,33                                                                                                      | 327                                                           | 12,07                                                                                                     | —                                                             | —                                                                                                         | 532                                               |
| Объект 2 / Electric power facility No. 2     |                                                               |                                                                                                           |                                                               |                                                                                                           |                                                               |                                                                                                           |                                                   |
| ОРУ 330 кВ                                   | 120                                                           | 3,35                                                                                                      | 401                                                           | 6,10                                                                                                      | —                                                             | —                                                                                                         | 521                                               |
| ОРУ 500 кВ                                   | 21                                                            | 2,51                                                                                                      | 50                                                            | 12,25                                                                                                     | —                                                             | —                                                                                                         | 71                                                |
| ОРУ 750 кВ                                   | 73                                                            | 1,70                                                                                                      | 234                                                           | 14,78                                                                                                     | 8                                                             | 28,15                                                                                                     | 315                                               |

В методике 2 была использована зарубежная методика, приведённая в ИЕС 60895-2020<sup>7</sup>, по величине стекаемого наведённого электрического тока. Испытания проводились в зонах, аналогичным испытаниям по первом методике. Для оценки величины стекающего тока использовался мультиметр Appa 97 (Appa, Китай). Мультиметр поочередно подключался сначала к электропроводящему манекену, а затем к надетому на него комплекту.

**Результаты.** На территориях всех исследуемых объектов электроэнергетики было проведено 6480 измерений напряженности ЭП ПЧ и столько же измерений индукции МП ПЧ в 2160 точках. На территории ОРУ 220 кВ объекта 1 было проведено 4326 измерений в 721 точке, а на ОРУ 500 кВ — 3192 измерений в 532 точках. На втором объекте при исследовании ОРУ 330 кВ было проведено 3126 измерений в 521 точках, на ОРУ 500 кВ проведено 421 измерений в 71 точках, а на ОРУ 750 кВ было 1890 измерений в 315 точках.

Результаты проведенной гигиенической оценки показали превышение ПДУ ЭП ПЧ за всю рабочую смену (5 кВ/м) на каждой из исследуемых ОРУ (*табл. 1*).

На объекте 1 на территории ОРУ 220 кВ максимальные зафиксированные уровни напряженности ЭП ПЧ достигали 17,33 кВ/м, а на ОРУ 500 кВ — 19,28 кВ/м.

На объекте 2 уровни напряженности ЭП ПЧ достигали 14,56 кВ/м на территории ОРУ 330 кВ, на ОРУ 500 кВ — 17,93 кВ/м, а на ОРУ 750 кВ — 29,91 кВ/м.

Анализ результатов напряженности магнитной индукции показал превышение ПДУ за всю рабочую смену (100 мкТл) только на объекте 1. На территории ОРУ 220 кВ уровень индукции МП достигало 119,74 мкТл, а на территории ОРУ 500 кВ — 526,31 мкТл. На объекте 2 превышений не выявлено.

Исходя из результатов проведенной гигиенической оценки следует, что при проведении работ без ограничения по времени на обоих объектах необходимо использование защитных комплектов ЭП-1 (ЭП-3) или ЭП-4(0). Обеспечение сохранения здоровья работников в условиях превышения ПДУ магнитной индукции достигается только организационными мероприятиями.

<sup>7</sup> ИЕС 60895-2020 Live working — Conductive clothing. 2020.

При проведении натурных исследований защитных свойств комплектов по методике 1 диэлектрический манекен располагался вертикально под ошиновками с фоновыми уровнями напряженности ЭП ПЧ 19,02 кВ/м в области головы и 13,73 кВ/м в области груди. При производстве работ на земле не предусмотрено использование электропроводящего экрана, однако при проведении исследований, защитные свойства комплектов оценивались как с использованием электропроводящего экрана, так и без него.

При проведении исследований по методике 2 электропроводящий манекен располагался аналогично методике 1 при тех же уровнях напряженности ЭП ПЧ. В *таблице 2* приведены рассчитанные коэффициенты экранирования для каждого из исследуемых образцов по двум методикам.

Для верификации полученных данных натурных испытаний и расширения диапазона исследуемых величин были проведены лабораторные исследования с использованием модернизированного высоковольтного испытательного стенда промышленной частоты ФГБНУ «НИИ МТ». Манекен, для обоих методик, располагался вертикально под металлической пластиной, на которую подавалось напряжение, обеспечивая требуемый уровень напряженности ЭП ПЧ для моделирования условия натурных исследований. Помимо уровня ЭП ПЧ, приближенного к исследованиям в натурных условиях, в лабораторных условиях комплекты испытывались дополнительно на двух уровнях ЭП: 5 кВ/м (ПДУ за всю рабочую смену) и 25 кВ/м (максимальный ПДУ при котором производство работ без использования СИЗ запрещается). Лабораторные исследования по обеим методикам проводились аналогично натурным, результаты представлены в *таблице 3*.

**Обсуждение.** Анализ результатов, полученных в ходе гигиенической оценки, показал, что на объекте 1 на территории ОРУ 220 кВ уровни напряженности ЭП ПЧ, превышающие предельно допустимые, наблюдались в 134 точках (18,6% от всей территории). На территории ОРУ 500 кВ процент превышения ПДУ был намного выше и составлял 54,6% от всей территории в 332 точках. Максимальное время пребывания персонала на территории двух ОРУ без использования СИЗ не должно превышать двух часов за рабочую смену.

Таблица 2 / Table 2

Результаты натурных исследований защитных свойств экранирующих комплектов по методике 1 и 2  
Field studies results of the shielding suit protective properties by methods 1 and 2

| № Образца /<br>Sample No | Коэффициент экранирования КЕ, дБ (Методика 1) / Screening efficiency, KE, dB (Method 1) |                                               | Коэффициент экранирования, КИ, дБ (Методика 2) / Screening efficiency, KI, dB (Method 2) |                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                          | С лицевым экраном /<br>With front screen                                                | Без лицевого экрана /<br>Without front screen | С лицевым экраном /<br>With front screen                                                 | Без лицевого экрана /<br>Without front screen |
| Образец 1 / Sample 1     | 56,50                                                                                   | 36,20                                         | 50,32                                                                                    | 51,93                                         |
| Образец 2 / Sample 2     | 86,33                                                                                   | 58,30                                         | 51,44                                                                                    | 54,15                                         |
| Образец 3 / Sample 3     | 80,17                                                                                   | 51,65                                         | 53,67                                                                                    | 45,25                                         |

Таблица 3 / Table 3

Результаты лабораторных исследований защитных свойств экранирующих комплектов по двум методикам  
Laboratory research results of the shielding suit protective properties by two methods

| № Образца /<br>Sample No. | Напряжённость<br>ЭП ПЧ кВ/м /<br>power frequency<br>electric field<br>strength, kV/m | Коэффициент экранирования КЕ, дБ<br>(Методика 1) / Screening efficiency<br>KE, dB (Method 1) |                                                  | Коэффициент экранирования, КИ, дБ<br>(Методика 2) / Screening efficiency,<br>KI, dB (Method 2) |                                                  |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                           |                                                                                      | С лицевым экра-<br>ном / With front<br>screen                                                | Без лицевого<br>экрана / Without<br>front screen | С лицевым экра-<br>ном / With front<br>screen                                                  | Без лицевого<br>экрана / Without<br>front screen |
| Образец 1 /<br>Sample 1   | 5,00                                                                                 | 83,51                                                                                        | 46,36                                            | 55,57                                                                                          | 36,52                                            |
|                           | 19,20                                                                                | 84,71                                                                                        | 46,10                                            | 44,06                                                                                          | 38,43                                            |
|                           | 25,18                                                                                | 82,71                                                                                        | 46,11                                            | 43,48                                                                                          | 37,21                                            |
| Образец 2 /<br>Sample 2   | 5,00                                                                                 | 74,47                                                                                        | 62,03                                            | 42,52                                                                                          | 37,73                                            |
|                           | 19,20                                                                                | 80,21                                                                                        | 68,23                                            | 43,61                                                                                          | 42,91                                            |
|                           | 25,18                                                                                | 78,68                                                                                        | 68,98                                            | 43,66                                                                                          | 43,64                                            |
| Образец 3 /<br>Sample 3   | 5,00                                                                                 | 70,91                                                                                        | 47,90                                            | 41,84                                                                                          | 41,11                                            |
|                           | 19,20                                                                                | 71,83                                                                                        | 46,78                                            | 43,87                                                                                          | 32,61                                            |
|                           | 25,18                                                                                | 69,47                                                                                        | 46,75                                            | 38,99                                                                                          | 33,95                                            |

На объекте 2 средний процент превышения ПДУ был отмечен более чем на 70% территорий. На ОРУ 330 кВ превышение наблюдалось в 401 точке (76,9% от всей территории ОРУ), в 50 точках (70,5% от всей территории) на ОРУ 500 кВ и в 242 точках (76,8% от всей территории) на ОРУ

750 кВ. Максимальное время пребывания персонала без использования СИЗ не должно превышать: 6 часов для ОРУ 330 кВ, 2 часов для ОРУ 500 кВ и 51 минуты для ОРУ 750 кВ.

Увеличение точек и рост уровня превышений ПДУ на всей территории ОРУ напрямую связано с повышением

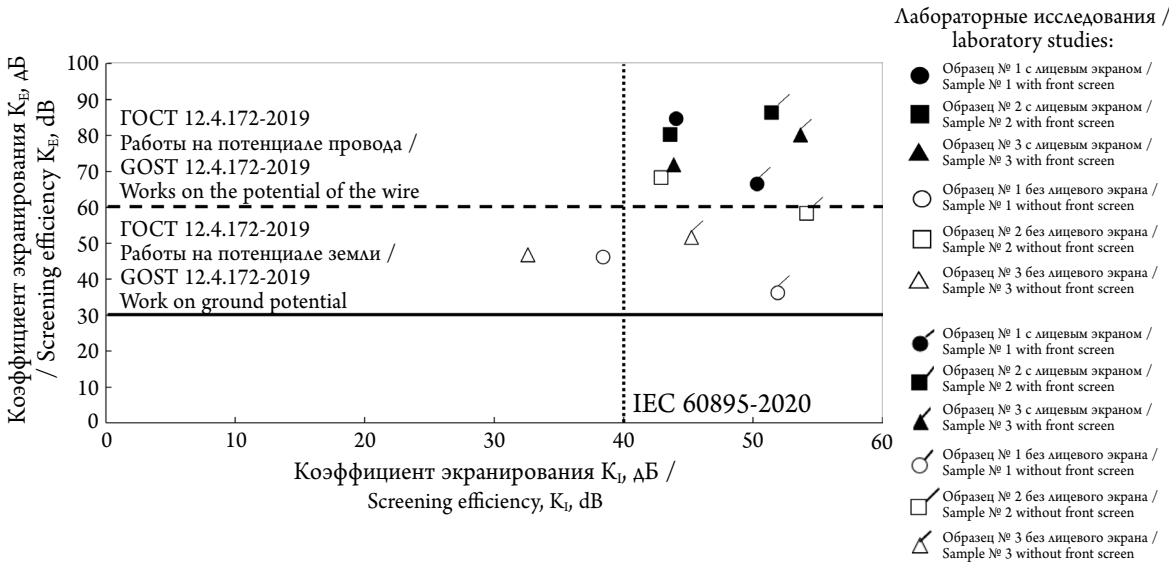


Рисунок. Результаты исследований защитных свойств трёх комплектаций СИЗ в натурных и лабораторных условиях по двум методикам  
Figure. The protective properties research results of three shielding suits in field and laboratory studies by two methods

класса напряжения ОРУ. В связи с необходимостью проведения работ в течение всей рабочей смены и обеспечения сохранения здоровья персонала требуется постоянное использование СИЗ от ЭП ПЧ. Сертификационные испытания проходят в лабораторных условиях в однородном ЭП ПЧ, следовательно встаёт вопрос об эффективности СИЗ на рабочих местах, что требует проведение лабораторных исследований, приближенных к натурным для верификации полученных значений. Нельзя напрямую сравнить коэффициенты экранирования комплектов ( $K_E$  и  $K_I$ ), полученные по двум методикам из-за различия контролируемых параметров в ходе исследований. Анализ литературных источников показал, что  $K_E$  равный 80 дБ по методике 1 приблизительно соответствует  $K_I$  40 дБ по методике 2 [20]. Исходя из полученных в ходе исследований данных на **рисунке** представлено сравнение коэффициента экранирования трёх комплектаций СИЗ в натурных и лабораторных условиях по методикам 1 и 2, а также сопоставление с российскими и зарубежными требованиями.

Данные, полученные в ходе лабораторных исследований, имеют расхождение с натурными исследованиями менее 20% с учетом погрешности измерений, что указывает на адекватность лабораторных исследований, приближенных к натурным.

Все комплектации СИЗ с лицевым экраном удовлетворяют как российские, так и зарубежные требования. Все исследуемые комплектации СИЗ имеют необходимые защитные свойства и удовлетворяют требованиям, предъявляемые к данным СИЗ в Российской Федерации при проведении работ на земле (30 дБ). При сертификационных

испытаниях, к коэффициенту экранирования  $K_E$  СИЗ типа ЭП-4(0) предъявляются требования не менее 60 дБ без лицевого экрана. Следовательно, только образец 2 без лицевого экрана при исследовании в лабораторных условиях обладает достаточными защитными свойствами. Образец 1 и 3 без лицевого экрана не соответствуют зарубежным требованиям несмотря на соблюдение отечественных требований.

#### Выводы:

1. Проведённая гигиеническая оценка показала превышение уровней ЭП ПЧ на всех исследуемых объектах. Максимальный уровень напряженности ЭП ПЧ был отмечен на ОРУ 750 кВ и 29,91 кВ/м. Превышение ПДУ за всю рабочую смену на всех исследуемых объектах в среднем составляло более чем на 60% территорий объектов всех рассматриваемых классов напряжений.

2. Оценка защитных свойств комплектов в натурных и лабораторных условиях показала адекватные результаты при исследовании СИЗ на рабочих местах, сходимость данных не превышала 20%.

3. Исследование показало потенциальную возможность оценки эффективности СИЗ по методике, отличной от действующей на данный момент в Российской Федерации.

4. Исходя из полученных результатов оценки защитных свойств СИЗ от ЭП ПЧ на рабочих местах, а также в лабораторных условиях приближенных к натурным, можно отметить, что не все СИЗ без использования лицевого экрана удовлетворяют требованиям предъявляемые к данным комплектам, что требует продолжения исследования и возможной корректировки методики по оценке СИЗ от ЭП ПЧ в Российской Федерации.

#### Список литературы (пп. 2, 4, 6, 7, 11–16, 18, 20 см. References)

- Абрамович-Поляков Л.Н. Вегетативно-сосудистые и терморегуляционные изменения у лиц, подвергающихся воздействию электрических полей промышленной частоты. *Гигиена населенных мест*. 1973; 12: 109–111.
- Фатхутдинова Л.М., Залялов Р.Р., Берхеева З.М., Минниyarova М.З., Головизнин В.А. Эпидемиологическое исследование влияния работы с источниками электромагнитных полей сверхнизкой частоты на развитие сердечно-сосудистой патологии. *Казанский медицинский журнал*. 2005; 86(4): 284–288. <https://elibrary.ru/hruakp>
- Коньшина Т.А. Оценка экспозиции электрических и магнитных полей промышленной частоты на воздушных линиях электропередачи напряжением 500 и 750 кВ. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 11: 797–800. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-797-800> <https://elibrary.ru/bsgwke>
- Перов С.Ю., Калачева А.Е., Журов В.В. Гигиеническая оценка уровней электрических и магнитных полей в зоне прохождения воздушных линий электропередачи 500 и 750 кВ. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Профилактическая медицина — 2023». СПб; 2023: 217–221. <https://elibrary.ru/kethva>
- Рубцова Н.Б., Токарский А.Ю., Лазаренко Н.В., Самусенко Т.Г. Методические принципы гигиенической оценки электромагнитных полей промышленной частоты на рабочих местах персонала электросетевых объектов и их реализация. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2006; 3(49): 7–12. <https://elibrary.ru/kyndib>
- Перов С.Ю., Журов В.В. Эколого-гигиеническая оценка электрических и магнитных полей промышленной частоты вблизи воздушных линий электропередачи. Сборник трудов всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня основания кафедры медицины труда ФГБОУ во СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России. СПб; 2024: 200–202. <https://elibrary.ru/crujzq>
- Пальцев Ю.П., Походзей А.В., Куриленко Ю.В., Руднева Е.А. Магнитные поля низкочастотных диапазонов на рабочих местах: критерии гигиенической регламентации. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(5): 436–443. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-5-436-443> <https://elibrary.ru/hgproq>
- Белинский С.О. Анализ применения индивидуальных экранирующих комплектов для защиты от электрических полей. *Охрана и экономика труда*. 2014; 3(16): 54–61. <https://elibrary.ru/uaanor>

#### References

- Abramovich-Polyakov L.N. Vegetative-vascular and thermoregulatory changes in individuals exposed to industrial frequency electric fields. *Gigiena naselennykh mest*. 1973; 12: 109–111 (in Russian).
- Bauchinger M., Hauf R., Schmid E., Dresch J. Analysis of structural chromosome changes and SCE after occupational long-term exposure to electric and magnetic fields from 380 kV systems. *Radiation and Environmental Biophysics*. 1981; 19(4): 235–238. <https://doi.org/10.1007/BF01324088>
- Fathutdinova L.M., Zalyalov R.R., Berheeva Z.M., Minniyarova M.Z., Goloviznin V.A. Epidemiological study of the impact of work with sources of ultra-low frequency electromagnetic fields on the development of cardiovascular pathology. *Kazanskij meditsinskij zhurnal*.

- 2005; 86(4): 284–288 <https://elibrary.ru/hruakp> (in Russian).
4. Gervasi F., Murtas R., Decarli A., Giampiero A. Russo. Residential distance from high-voltage overhead power lines and risk of Alzheimer's dementia and Parkinson's disease: a population-based case-control study in a metropolitan area of Northern Italy. *International Journal of Epidemiology*. 2019; 1949–1957. <https://doi.org/10.1093/ije/dyz139>
  5. Kon'shina T.A. Assessment of exposure to electric and magnetic fields of industrial frequency on overhead power lines with a voltage of 500 and 750 kV. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2020; 11: 797–800. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-797-800> <https://elibrary.ru/bsgwke> (in Russian)
  6. Korpinen L.H., Elovaara J.A., Kuisti H.A. Occupational exposure to electric fields and induced currents associated with 400 kV substation tasks from different service platforms. *Bioelectromagnetics*. 2011; 32(1): 79–83. <https://doi.org/10.1002/bem.21711>
  7. Nadolny Z. Impact of Changes in Limit Values of Electric and Magnetic Field on Personnel Performing Diagnostics of Transformers. *Energies*. 2022; 15(19): 7230. <https://doi.org/10.3390/en15197230>
  8. Perov S.Yu., Kalacheva A.E., Zhurov V.V. Hygienic assessment of electric and magnetic field levels in the area of 500 and 750 kV overhead power lines. *All-Russian scientific and practical conference with international participation «Preventive Medicine — 2023»*. SPb; 2023: 217–221 <https://elibrary.ru/kethva> (in Russian).
  9. Rubcova N.B., Tokarskij A.Yu., Lazarenko N.V., Samusenko T.G. Methodical principles of hygienic assessment of electromagnetic fields of industrial frequency at workplaces of personnel of electric grid facilities and their implementation. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii meditsinskikh nauk*. 2006; 3(49): 7–12 <https://elibrary.ru/kyndib> (in Russian).
  10. Perov S.Yu., Zhurov V.V. Ecological and hygienic assessment of electric and magnetic fields of industrial frequency near overhead power lines. *Collection of works of the all-Russian scientific conference with international participation dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of the founding of the Department of Occupational Medicine of the Federal State Budgetary Educational Institution at the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov of the Ministry of Health of Russia*. SPb; 2024: 200–202 <https://elibrary.ru/crujqz> (in Russian).
  11. Perov S.Yu., Konshina T.A., Dremin A.I. Power frequency electromagnetic field exposure assessment during 500–750 kV substation maintenance. *Safety engineering*. 2022; 12(1): 1–4. <https://clck.ru/3LdRbX>
  12. Helhel S., Ozen S. Assessment of occupational exposure to magnetic fields in high-voltage substations (154/34.5 kV). *Radiation Protection Dosimetry*. 2007; 128(4): 464–470. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncm443>
  13. Beltrán R., Chamorro E., Quinatoa C., Toaza J. Evaluation of Low Frequency Electrical and Magnetic Fields in a Electrical Transmission Substation. *Wseas transactions on electronics*. 2024; 15: 77–87. <https://doi.org/10.37394/232017.2024.15.10>
  14. Bonato M., Chiamello E., Parazzini M., Gajšek P., Ravazzani P. Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields Exposure: Survey of Recent Findings. *IEEE Journal of Electromagnetics, RF and Microwaves in Medicine and Biology*. 2023; 7(3): 216–228. <https://doi.org/10.1109/JERM.2023.3268555>
  15. Li N., Yang X., Peng Z. Measurement of Electric Fields Around a 1000-kV UHV Substation. *IEEE Transactions on Power Delivery*. 2013; 28(4): 2356–2362. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2013.2269146>
  16. Ahsan M., Baharom M.N.R., Zainal Z., Khalil I.U. Measuring and simulation of magnetic field generated by high voltage overhead transmission lines. *Results in Engineering*. 2024; 23: 102688. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102688>
  17. Pal'cev Yu.P., Pohodzej L.V., Kurilenko Yu.V., Rudneva E.A. Low-frequency magnetic fields in the workplace: criteria for hygienic regulation. *Gigiena i sanitariya*. 2021; 100(5): 436–443. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-5-436-443> <https://elibrary.ru/hgpoqq> (in Russian).
  18. Grbic M., Pavlovic A. Testing of electric and magnetic fields in the environment in the vicinity of 400/110 kV substation. *Zbornik radova Elektrotehnicki institut Nikola Tesla*. 2018; 28: 85–92. <https://doi.org/10.5937/zeint28-19622>
  19. Belinskij S.O. Analysis of the use of individual shielding kits for protection against electric fields. *Okhrana i ekonomika truda*. 2014; 3(16): 54–61 <https://elibrary.ru/uaanor> (in Russian).
  20. Perov S., Belaya O., Konshina T., Tiutiunnik E., Nemeth B., Göcsei G., Faradzhev V. Two Test Methods Comparison for Power Frequency Electric Field Shielding Materials Evaluation. *Proceedings of the 21<sup>st</sup> International Symposium on High Voltage Engineering*. 2020: 598: 138–144. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31676-1\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31676-1_14)

**Сведения об авторах:**

Перов Сергей Юрьевич      зав. лаб. электромагнитных полей, д-р биол. наук.  
E-mail: [Perov@irioh.ru](mailto:Perov@irioh.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-6903-4327>

Дремин Алексей Игоревич      мл. науч. сотр. лаб. электромагнитных полей.  
E-mail: [Dremin@irioh.ru](mailto:Dremin@irioh.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-4138-1308>

**About the authors:**

Sergey Yu. Perov      Electromagnetic Field Laboratory Head, Dr. of Sci. (Biol.).  
E-mail: [Dremin@irioh.ru](mailto:Dremin@irioh.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-6903-4327>

Alexey I. Dremin      Junior Researcher of Electromagnetic Field Laboratory.  
E-mail: [Dremin@irioh.ru](mailto:Dremin@irioh.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-4138-1308>