

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ НОРМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. В современном мире влияние электромагнитного излучения на окружающую среду и человека ежегодно возрастает из-за увеличения числа потребителей электроэнергии и разнообразия источников электромагнитного влияния.

Научно обосновано, что длительное воздействие электромагнитных полей на рабочих местах персонала электроэнергетических объектов негативно влияет на здоровье человека, увеличивая риски возникновения и развития сердечно-сосудистых и нервных заболеваний, поэтому влияние источников сверхнизкого и низкочастотного излучения отнесены к группе потенциально опасных канцерогенных факторов. В связи с этим возникает необходимость в минимизации потенциального вреда здоровью персонала, возрастает важность гигиенической оценки уровней магнитной и электрической составляющей электромагнитного излучения промышленной частоты, стандартизация параметров электромагнитных волн и их мониторинга на рабочих местах. Поэтому система мониторинга и сертификации электромагнитных волн постоянно совершенствуются для обеспечения безопасных условий труда, в которых потенциальный вред здоровью будет минимален.

Целью настоящего исследования является оценка состояния нормативной базы РФ в сравнении с мировыми тенденциями в области нормирования электромагнитного влияния источников промышленной частоты для оперативного персонала. Для достижения поставленной цели необходимо рассмотреть подходы к нормированию параметров электромагнитного излучения в России и зарубежных странах, провести количественный анализ параметров электромагнитного поля промышленной частоты, что позволит установить общие положения и различия в отечественных и зарубежных системах нормирования.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, электромагнитное поле промышленной частоты (ЭМП ПЧ), электромагнитное влияние (ЭМВ), предельно допустимые уровни.

P. A. Tsaregorodtsev ¹, S. I. Makasheva ¹

¹ Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, Russia

ANALYSIS OF DOMESTIC AND FOREIGN STANDARDS OF EXTREMELY LOW FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS FOR THE POWER INDUSTRY'S WORKERS

Abstract. In the modern world, the impact of electromagnetic radiation on the environment and humans is increasing annually due to an increase in the number of electricity consumers and a variety of sources of electromagnetic influence.

It is scientifically proven that prolonged exposure to electromagnetic fields in the workplaces of personnel of electric power facilities negatively affects human health, increasing the risks of occurrence and development of cardiovascular and nervous diseases, therefore, the influence of sources of ultra-low and low-frequency radiation is classified as a group of potentially dangerous carcinogenic factors. In this regard, there is a need to minimize potential harm to the health of personnel, the importance of hygienic assessment of the levels of the magnetic and electrical components of electromagnetic radiation of industrial frequency increases, standardization of electromagnetic wave parameters and their monitoring in the workplace. Therefore, the monitoring and certification system for electromagnetic waves is constantly being improved to ensure safe working conditions in which potential harm to health will be minimal.

The purpose of this study is to assess the state of the regulatory framework of the Russian Federation in comparison with global trends in the field of regulating the electromagnetic influence of industrial frequency sources for operational personnel. To achieve this goal, it is necessary to consider approaches to the normalization of electromagnetic radiation parameters in Russia and abroad, to conduct a quantitative analysis of the parameters of the electromagnetic field of industrial frequency, which will establish common positions and differences in domestic and foreign rationing systems.

Keywords: electromagnetic compatibility, extremely low frequency electromagnetic field (ELF EMF), electromagnetic environment, exposure limits, workers.

Введение.

Научный и общественный интерес к вопросам оценки и нормирования негативного влияния электромагнитного излучения (ЭМИ) на здоровье человека в последние десятилетия неуклонно возрастает по мере роста потребления электроэнергии и развития разнообразных новых источников электромагнитного влияния (ЭМВ). Научно обосновано, что при длительном воздействии ЭМИ электромагнитных полей источников промышленной частоты (ЭМП ПЧ) может негативно влиять на здоровье и самочувствие человека, поэтому влияние источников сверхнизкого и низкочастотного излучения отнесены к группе потенциально опасных канцерогенных факторов [1]. В этой связи для оперативного персонала энергетических предприятий, чья профессиональная деятельность связана с нахождением в области электромагнитного излучения низких частот возрастает важность гигиенической оценки уровней магнитной и электрической составляющей ЭМП ПЧ, стандартизация параметров ЭМВ и их мониторинга на рабочих местах. Система мониторинга и сертификации гигиенических норм позволяет снизить риск возможных неблагоприятных воздействий ЭМП, регламентируют такие условия труда и жизнедеятельности человека, в которых потенциальный вред здоровью минимален, тем самым обеспечивается сохранение здоровья настоящего и последующих поколений.

Целью настоящего исследования является сравнительная оценка значений предельно-допустимых уровней (ПДУ) ЭМП ПЧ на рабочих местах, входящие в отечественные и зарубежные стандарты. В качестве объекта исследования рассматриваются параметры ЭМП ПЧ, входящие в гигиенические нормы РФ и странах мира. Для достижения поставленной цели необходимо рассмотреть подходы к нормированию параметров ЭМИ в России и за рубежом и провести количественный анализ параметров ЭМП ПЧ, что даст возможность установить общие положения и различия в отечественных и зарубежных системах нормирования.

Анализ нормированных параметров ЭМП в России и за рубежом.

Основным элементом электромагнитной безопасности является нормирование допустимого воздействия на человека и окружающую среду. На данный момент общемировых, единых для всех стран мира, нормативов ЭМВ не существует. Согласно данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) [1], в большинстве развитых стран мира установлены национальные и межгосударственные стандарты по электромагнитному воздействию на человека, регламентирующие величины предельного допустимого уровня, разнесенные по следующим категориям:

в зависимости от частотного диапазона источников ЭМВ нормы подразделяют на:

- а) электростатические поля (системы постоянного тока);
 - б) электрические и магнитные поля сверхнизкого и низкого диапазонов от 0 до 300 ГГц, к которым относят источники промышленной частоты 50/60 Гц;
 - в) электромагнитные поля радиочастотного диапазона свыше 300 ГГц;
- 2) непрофессиональное и профессиональное воздействие (население и работники, соответственно).

В Российской Федерации система нормирования электромагнитного излучения состоит из документов различного уровня: Федеральных законов и Постановлений Правительства, государственных и отраслевых стандартов (ГОСТ и ОСТ), санитарных правил и нормативов (СанПиН) и гигиенических нормативов (ГН), а также руководящих указаний (РУ) и т.д. Научно-координационным органом в области электромагнитной безопасности является Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений (РКЗНИ), который проводит оценку состояния знаний о влиянии электромагнитных излучений на здоровье человека и составляет рекомендации по снижению облучения.

В стандартах РФ безопасным для человека считается электромагнитное излучение, не вызывающее качественных и количественных изменений жизненных процессов и других

необратимых последствий. Следует остановиться на последних отечественных санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах СанПиН 1.2.3685-21, где приведены предельно допустимые уровни ЭМИ на рабочих местах [2].

Вместе с национальными стандартами также существуют и международные стандарты, разработанные ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) международным комитетом по защите от неионизирующего излучения. Стандарты имеют международный уровень действия, носят рекомендательный характер, распространяются как на профессиональные группы, так и на население. Также нормирование электрических и магнитных полей в странах ЕС осуществляет CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) европейский комитет по стандартизации в электротехнике. Действие стандартов распространяются на европейское экономическое сообщество и имеют обязательный к исполнению правовой статус [3-8].

Также необходимо отметить, что установленные CENELEC нормы для промышленной частоты на рабочих местах подразделяются по напряженности электрического поля (E , кВ/м) и напряженности магнитного поля (H , А/м) по трем уровням (категориям):

- 1) первый уровень с $E=6,1$ кВ/м и $H=159$ А/м, что предусматривает обязательное информирование персонала о наличии электромагнитного поля;
- 2) второй уровень с $E=12,3$ кВ/м, $H=320$ А/м и выше, когда обязательны мероприятия по ограничению пребывания человека в ЭМП;
- 3) третий уровень с $E=19,6$ кВ/м и $H=480$ А/м, когда помимо ограничения пребывания человека в электромагнитном поле, обязательно предупреждение об опасной работе.

В США гигиенические нормы для ЭМП ПЧ регулируются несколькими организациями, включая федеральную комиссию по связи (FCC). Национальный институт охраны труда и здоровья (NIOSH) рекомендует проводить исследования и мониторинг воздействия ЭМИ на здоровье, но не устанавливает обязательные нормы. Однако они акцентируют внимание на необходимость защиты работников, особенно тех, кто подвержен воздействию высоких уровней ЭМП. В настоящее время национальный стандарт США ANSI/IEEE C95.1-2019 устанавливает рекомендации по безопасным уровням воздействия ЭМП для работников и населения [6-8].

В целом, цифры, указанные в качестве предельно допустимых уровней (ПДУ), в международных и отечественных стандартах отличаются, поскольку, как отмечают исследователи, зачастую в их основе лежат разные принципы гигиенического нормирования. Также, различия в нормируемых значениях одних и тех же параметров ЭМВ в разных странах мира объясняется экономическими аспектами, поскольку соблюдение более строгих ПДУ требует принятия более действенных защитных мероприятий для обеспечения электромагнитной совместимости, что сопровождается удорожанием систем электроснабжения. Кроме того, в одних зарубежных странах ПДУ различны для рабочего персонала и населения, как указано в рекомендациях ВОЗ, а в других странах национальные стандарты устанавливают одинаковые значения для профессионального и непрофессионального воздействия.

Результаты анализа ПДУ ЭМП ПЧ для работающих за длительность 8-ми часовой рабочей смены представлены в виде табл.1 и рис. [2-8].

Таблица 1 - Нормы ПДУ ЭМП ПЧ при общем воздействии на организм работающих в течение 8 часов за смену

Название стандарта	Промышленная частота f , Гц	Напряженность электрического поля E , кВ/м	Напряженность магнитного поля H , А/м	Индукция магнитного поля B , мТл
--------------------	-------------------------------	--	---	------------------------------------

СанПиН 1.2.3685-21	50	5	8	10
ICNIRP	50	5	160	0,2
IEEE Std C95.1™- 2019/Cor2- 2020.	50	5	70	0,904

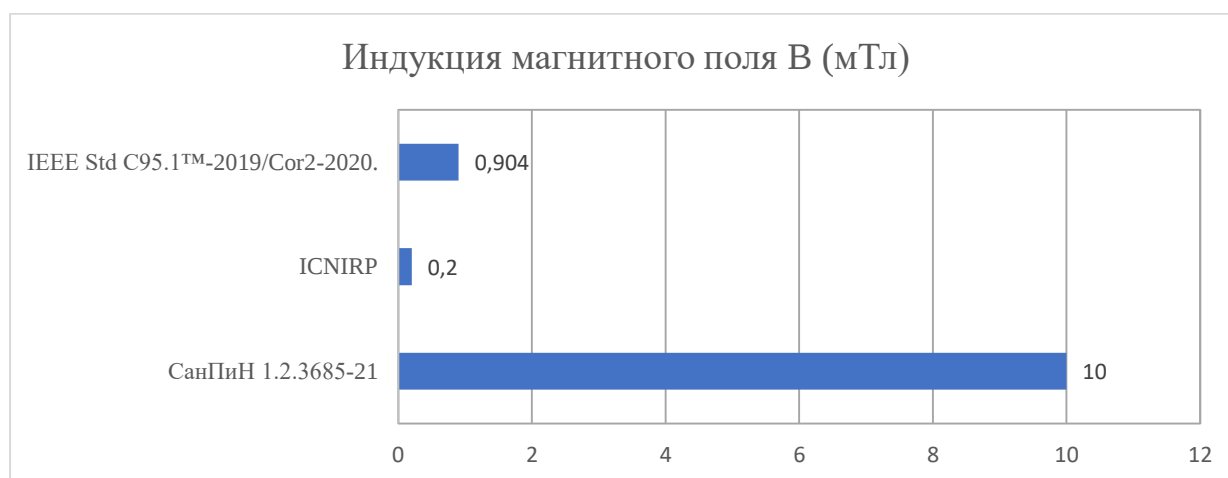
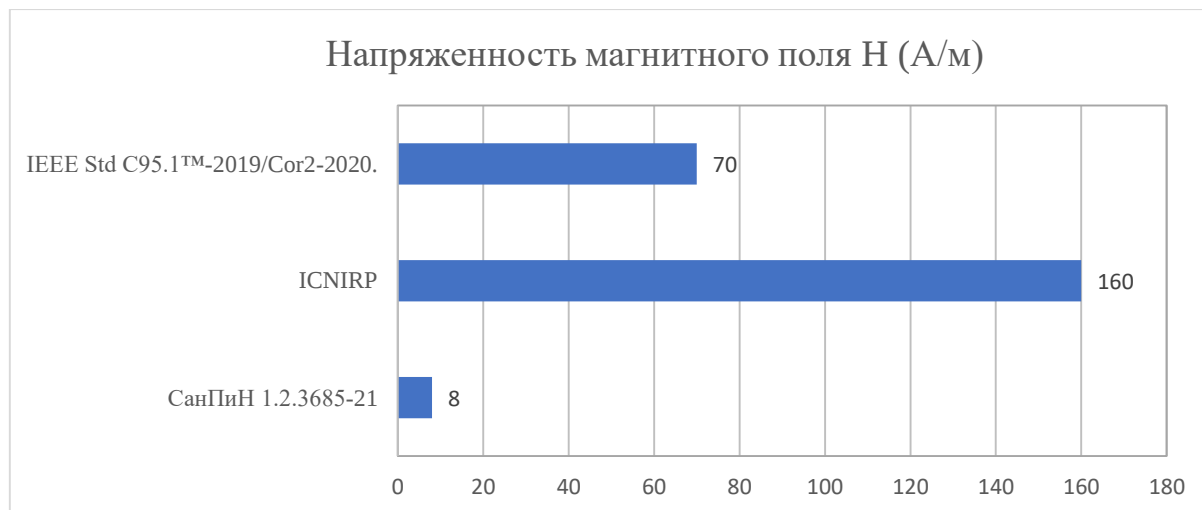
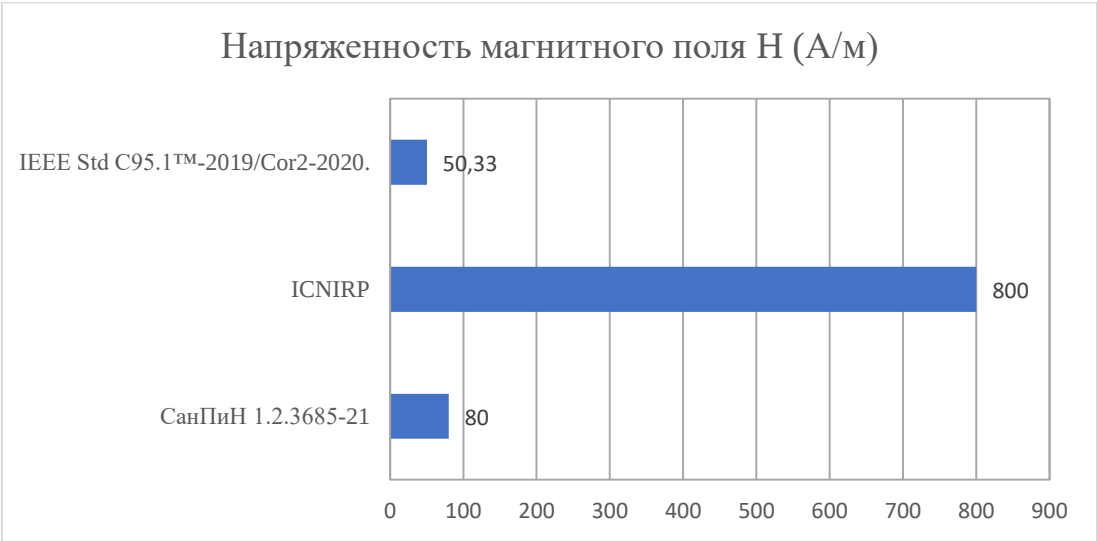




Рис.1. Сравнение нормируемых параметров ЭМИ при общем воздействии на организм

Таблица 2 - Нормы ПДУ ЭМП ПЧ при локальном воздействии на организм работающих в течение 8 часов за смену

Нормирующий документ	Частота (Гц)	Напряженность электрического поля E (кВ/м)	Напряженность магнитного поля H (А/м)	Индукция магнитного поля B (мТл)
СанПиН 1.2.3685-21	50	5	80	100
ICNIRP	50	10	800	1
IEEE Std C95.1™-2019/Cor2-2020.	60	5	503,3	63,2



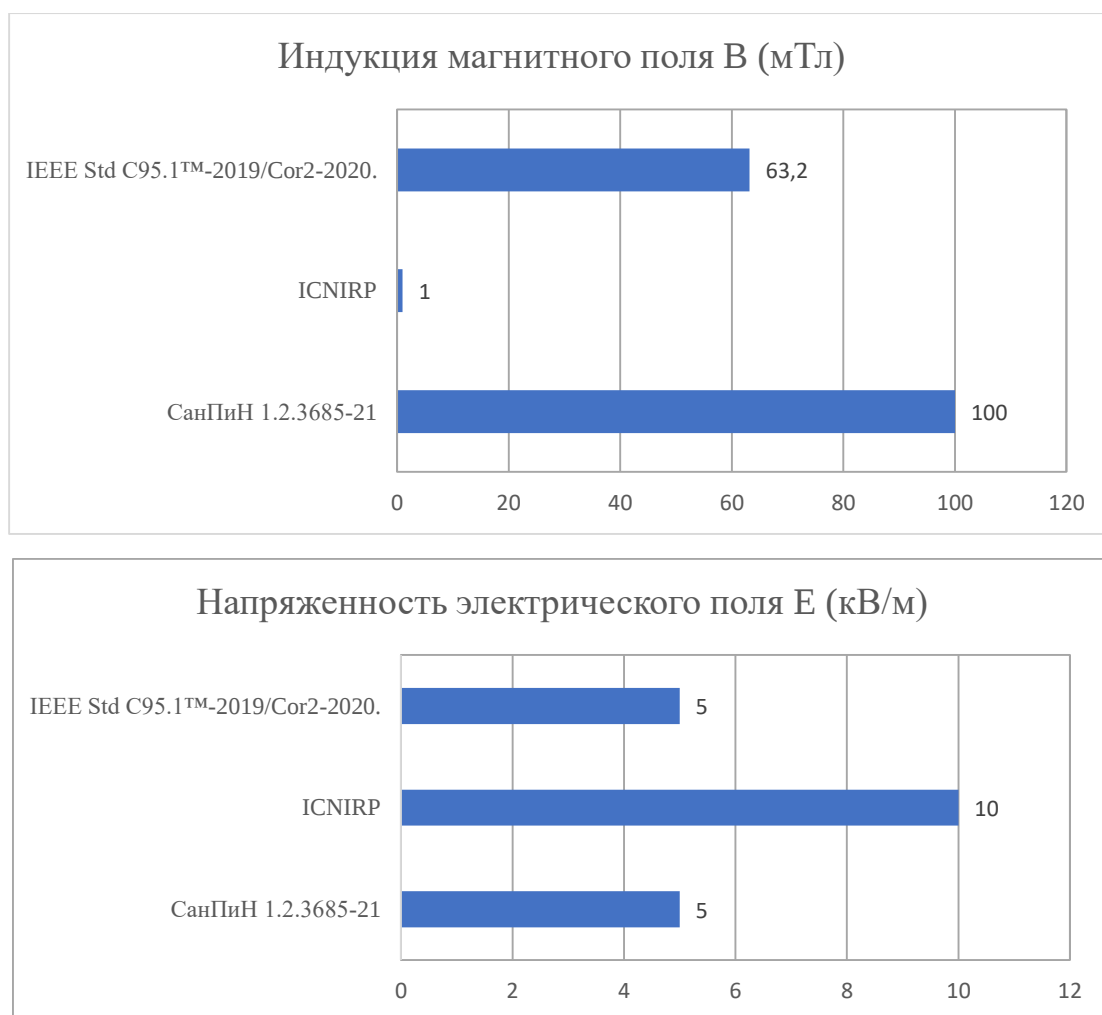


Рис.2. Сравнение нормируемых параметров ЭМИ при локальном воздействии на организм

Необходимо отметить, что на сайте ВОЗ приведена общая ситуация с показателями нормирования ЭМП ПЧ для населения и профессионально работающих людей по странам мира, которая представлена в табличной форме и в виде карты мира с цветовыми ключами, которые характеризуют наличие или отсутствие в конкретной стране мира стандартов по ЭМИ. Однако, на сайте ВОЗ датой последнего обновления в сводных таблицах стандартов нормирования ЭМВ указан 2018 год, что снижает значимость такой информации, поскольку с 2018 года, например, отечественный стандарт СанПиН 2.2.4.3359-16у же был не только обновлен в 2019 году, но и дважды скорректирован в 2020 и 2024 гг.

Существенное расхождение в принципах и критериях нормирования уровня ЭМИ приводит к тому, что значения нормируемых показателей значительно отличаются [9-12]. В результате сравнительного анализа были рассмотрены гигиенические нормы общего и локально воздействию ЭМИ на оперативный персонал при длительном воздействии т.е. в течении рабочей смены. Было выявлено, что в нормах отечественного СанПиН 1.2.3685-21 установлены более жёсткие требования к напряжённости магнитного поля при общем воздействии ЭМИ, чем в США и странах Европы.

При локальном же воздействии в РФ установлены менее жёсткие нормы ЭМИ, опасность такого воздействия на оперативный персонал заключается в том, что влиянию ЭМИ подвержена отдельная часть тела. Более уязвимыми являются органы, обладающие слабо выраженной терморегуляцией, особую опасность представляет для органов зрения .В соответствии с существующими принципами гигиенического нормирования пороговым значением неблагоприятного воздействия принимается возникновение функциональных расстройств, не выходящих за пределы физиологической и морфологической нормы

изменений в организме человека, порог вредного действия лежит на границе, разделяющей области активной адаптации и патологических нарушений в организме. Негативное влияние ЭМИ на рабочий персонал заключается в риске возникновения и развития сердечно-сосудистых и нервных заболеваний [13-15]. Наиболее неблагоприятными по уровню магнитной индукции являются рабочие места, расположенные рядом с силовыми трансформаторами, станками и промышленными установками. Для защиты от воздействия магнитного поля необходимо использовать магнитные экраны, располагать рабочие места и маршруты передвижения работников на расстояниях от источников электромагнитного поля, ограничивать время пребывания в зоне с повышенным излучением [15].

В целом выявлено, что на данный момент не существует единой международной системы нормирования ЭМИ ПЧ, так как в основу нормирования в разных государствах положены разные принципы, используются различные методики и подходы к измерению и оценке воздействия ЭМИ. В России акцент делается на защиту наиболее уязвимых групп населения, в то время как в других странах может применяться более общий подход. Следует обратить внимание, что в РФ принцип предосторожности является основополагающим в гигиеническом нормировании, это означает, что даже при отсутствии окончательных научных данных о вреде ЭМИ принимаются предупредительные меры для защиты населения. В странах Европы принцип предосторожности основан на научных данных и исследованиях, это означает, что меры защиты будут применяться только на основании научных данных. В США принцип предосторожности также присутствует, но нормы пересматриваются чаще, поэтому его применение может быть более строгим.

Заключение

Защита рабочего персонала от ЭМИ, создаваемого ЛЭП, является важной задачей для обеспечения сохранения здоровья и безопасных условий работы человека. Для минимизации потенциального вреда здоровью человека и организации безопасных условий труда необходимо проводить дальнейшие исследования электромагнитных полей промышленной частоты, осуществлять мониторинг электромагнитных полей на объектах электроснабжения, развивать методы и средства биологической оценки воздействия ЭМИ.

Сравнительный анализ гигиенических норм показал значительное различие в принципах, положенных в основу нормирования, было установлено, что в нормативных документах РФ установлены менее жёсткие требования к локальному воздействию ЭМИ на оперативный персонал и общему воздействию магнитной компоненты ЭМП.

Стандарты безопасности электромагнитного воздействия в разных странах мира различаются и по категориям подвергающихся облучению лиц (работники и население). В одних случаях устанавливают одинаковые ПДУ для профессиональных групп и населения, в других – приняты дифференцированные нормы для профессионального облучения и населения. Следует отметить, что недостатком рассмотренных систем нормирования является то, что нормы воздействия электромагнитных полей разработаны только человека и не определяют безопасного уровня влияния на биосферу и экосистему в целом. Также на данный момент не существует норм, регламентирующих ЭМП создаваемые транспортом на электротяге и медицинским оборудованием. Проведённый анализ позволит в будущем разработать и принять определённые меры для снижения влияния ЭМИ ПЧ на рабочий персонал, с целью повышения уровня безопасности и комфорта на рабочих местах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. World Health Organization. Extremely Low Frequency Fields. Environmental Health Criteria Monograph № 238. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241572385>.
2. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" (письмо Росаккредитации от 4 марта 2021 г. N 4513/03-МЗ).

3. Походзей Л.В., Пальцев Ю.П. Критический анализ отечественных и зарубежных гигиенических регламентов ЭМП, создаваемых современными системами беспроводной связи и коммуникаций. Медицина труда и промышленная экология. 2023;63(6):397-405. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-6-397-405>.
4. Чжан С., Макашева С.И. Нормирование допустимых уровней воздействия электромагнитных полей в различных странах мира // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 14 июня 2019 г. Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2019. С. 326–331.
5. Титов Е.В., Крюков А.В., Середкин Д.А. Сравнительный анализ подходов к нормированию электромагнитного поля в производственных условиях в соответствии с российскими и европейскими нормативными документами // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022. № 10(216). С. 81–89. DOI 10.53083/1996-4277-2022-216-10-81-89.
6. Макашева, С. И. Электромагнитная обстановка: аспекты нормирования и результаты оценки в транспортном университете / С. И. Макашева, Н. Д. Родионов // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2022. – № 4(33). – С. 65-70.
7. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz — 100 kHz). Health Physics. 2010; 99(6): 818-36.
8. W. H. Bailey *et al.*, "Synopsis of IEEE Std C95.1™-2019 "IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz", " in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 171346-171356, 2019, <https://doi:10.1109/ACCESS.2019.2954823>.
9. Валенко, А. С. Нормы электромагнитной безопасности в Российской Федерации и за рубежом / А. С. Валенко // Молодая наука Сибири. – 2020. – № 3(9). – С. 320-327.
10. Новые возможности гигиенической оценки электромагнитной обстановки на рабочих местах персонала электросетевых объектов / Н. Б. Рубцова, С. Ю. Перов, О. В. Белая, Т. А. Коньшина // Медицина труда и промышленная экология. – 2020. – Т. 60, № 9. – С. 569-574. – DOI 10.31089/1026-9428-2020-60-9-569-574.
11. Ниязов, А. Р. анализ воздействия электромагнитных полей на безопасность персонала и надежность полетов беспилотных летательных аппаратов при мониторинге линий электропередачи 110 кВ / А. Р. Ниязов, Д. С. Осипов, А. О. Шепелев // Вестник Югорского государственного университета. – 2024. – Т. 20, № 1. – С. 111-117. – DOI 10.18822/byusu202401111-118.
12. Быковская, Л. В. Моделирование электрического и Магнитного полей воздушной линии электропередачи / Л. В. Быковская, Е. В. Чурикова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2016. – № 5(117). – С. 80-86.
13. Безопасность персонала электросетевых объектов при применении средств индивидуальной защиты от электрических полей промышленной частоты / Н. Б. Рубцова, С. Ю. Перов, И. А. Чернов, Е. Н. Макарова-Землянская // Безопасность в техносфере. – 2018. – Т. 7, № 2. – С. 35-41. – DOI 10.12737/article_5c35e0405c1fd0.88671532.
14. Кастырин, М. И. Оценка риска воздействия электромагнитного излучения на здоровье человека / М. И. Кастырин, А. Г. Беджаниян // Молодежный инновационный вестник. – 2020. – Т. 9, № S2. – С. 42-43.
15. Гигиеническая оценка электромагнитных полей, создаваемых перспективными образцами энергетических установок / Н. Б. Рубцова, С. Ю. Перов, О. В. Белая, В. И. Шпиньков // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 10. – С. 1190-1194. – DOI 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1190-1194.

REFERENCES

1. World Health Organization. Extremely Low Frequency Fields. Environmental Health Criteria Monograph № 238. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241572385>.

2. SanPiN 1.2.3685-21 "Gigienicheskie normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya" (pis'mo Rosakkreditatsii ot 4 marta 2021 g. N 4513/03-MZ).
3. Pokhodzei L.V., Pal'tsev Yu.P. Kriticheskii analiz otechestvennykh i zarubezhnykh gigienicheskikh reglamentov EMP, sozdavaemykh sovremennymi sistemami besprovodnoi svyazi i kommunikatsii. *Medsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2023;63(6):397-405. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-6-397-405>.
4. Chzhan S., Makasheva S.I. Normirovanie dopustimyykh urovnei vozdeistviya elektromagnitnykh polei v razlichnykh stranakh mira // *Proizvodstvennye tekhnologii budushchego: ot sozdaniya k vnedreniyu: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Komsomol'sk-na-Amure, 14 iyunya 2019 g. Komsomol'sk-na-Amure : Komsomol'skii-na-Amure gosudarstvennyi universitet*, 2019. S. 326–331.
5. Titov E.V., Kryukov A.V., Seredkin D.A. Sravnitel'nyi analiz podkhodov k normirovaniyu elektromagnitnogo polya v proizvodstvennykh usloviyakh v sootvetstvii s rossiiskimi i evropeiskimi normativnymi dokumentami // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022. № 10(216). S. 81–89. DOI 10.53083/1996-4277-2022-216-10-81-89.
6. Makasheva, S. I. Elektromagnitnaya obstanovka: aspekty normirovaniya i rezul'taty otsenki v transportnom universitete / S. I. Makasheva, N. D. Rodionov // *Transport Aziatsko-Tikhookeanskogo regiona*. – 2022. – № 4(33). – S. 65-70.
7. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz — 100 kHz). *Health Physics*. 2010; 99(6): 818-36.
8. W. H. Bailey et al., "Synopsis of IEEE Std C95.1™-2019 "IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz"," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 171346-171356, 2019, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2954823>.
9. Valenko, A. S. Normy elektromagnitnoi bezopasnosti v Rossiiskoi Federatsii i za rubezhom / A. S. Valenko // *Molodaya nauka Sibiri*. – 2020. – № 3(9). – S. 320-327.
10. Novye vozmozhnosti gigienicheskoi otsenki elektromagnitnoi obstanovki na rabochikh mestakh personala elektrosetevykh ob'ektov / N. B. Rubtsova, S. Yu. Perov, O. V. Belaya, T. A. Kon'shina // *Medsina truda i promyshlennaya ekologiya*. – 2020. – T. 60, № 9. – S. 569-574. – DOI 10.31089/1026-9428-2020-60-9-569-574.
11. Niyazov, A. R. analiz vozdeistviya elektromagnitnykh polei na bezopasnost' personala i nadezhnost' poletov bespilotnykh letatel'nykh apparatov pri monitoringe linii elektroperedachi 110 kV / A. R. Niyazov, D. S. Osipov, A. O. Shepelev // *Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta*. – 2024. – T. 20, № 1. – S. 111-117. – DOI 10.18822/byusu202401111-118.
12. Bykovskaya, L. V. Modelirovanie elektricheskogo i Magnitnogo polei vozdushnoi linii elektroperedachi / L. V. Bykovskaya, E. V. Churikova // *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. – 2016. – № 5(117). – S. 80-86.
13. Bezopasnost' personala elektrosetevykh ob'ektov pri primenenii sredstv individual'noi zashchity ot elektricheskikh polei promyshlennoi chastoty / N. B. Rubtsova, S. Yu. Perov, I. A. Chernov, E. N. Makarova-Zemlyanskaya // *Bezopasnost' v tekhnosfere*. – 2018. – T. 7, № 2. – S. 35-41. – DOI 10.12737/article_5c35e0405c1fd0.88671532.
14. Kastyurin, M. I. Otsenka riska vozdeistviya elektromagnitnogo izlucheniya na zdorov'e cheloveka / M. I. Kastyurin, A. G. Bedzhanyan // *Molodezhnyi innovatsionnyi vestnik*. – 2020. – T. 9, № S2. – S. 42-43.
15. Gigienicheskaya otsenka elektromagnitnykh polei, sozdavaemykh perspektivnymi obraztsami energeticheskikh ustanovok / N. B. Rubtsova, S. Yu. Perov, O. V. Belaya, V. I. Shpin'kov // *Gigiena i sanitariya*. – 2022. – T. 101, № 10. – S. 1190-1194. – DOI 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1190-1194.

Информация об авторах

Царегородцев Павел Александрович – студент группы БО631РЗА, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск, e-mail: pasha.tsaregorodtsev@inbox.ru

Макашева Светлана Игоревна – к.т.н., доцент кафедры «Системы электроснабжения», Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск, e-mail: smakasheva@gmail.com

Information about the authors

Tsaregorodtsev Pavel Aleksandrovich – student of Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, e-mail: pasha.tsaregorodtsev@inbox.ru

Makasheva Svetlana Igorevna – Ph.D.in Engineering Science, Associate Professor, the Department of Power Supply Systems, Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, e-mail : smakasheva@gmail.com