

**д.б.н. Перов С.Ю., к.б.н. Бурмистрова О.В,  
м.н.с. Дремин А.И**

Федеральное государственное бюджетное научное  
учреждение «Научно-исследовательский институт  
медицины труда  
имени академика Н.Ф. Измерова»  
г. Москва



**ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
УСЛОВИЙ ТРУДА  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВ  
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ В ТЕПЛОЕ  
ВРЕМЯ ГОДА**

**Санкт-Петербург  
2024**

## **Введение**

Один из наиболее насущных вопросов в сфере электроэнергетики, как в России, так и в мире, заключается в обеспечении сохранения здоровья работников, которые подвергаются воздействию вредных и/или опасных факторов производственной среды.

В свете всеобщего расширения применения электроэнергии в России наблюдается увеличение числа объектов высокого и сверхвысокого напряжения, что приводит к росту численности персонала, подверженного воздействию вредных факторов производственной среды, часто превышающих предельно допустимые уровни на рабочих местах.

Основными вредными факторами производственной среды на объектах высокого и сверхвысокого напряжения являются электрическое (ЭП) и магнитное поле (МП) промышленной частоты (ПЧ). Источниками высоких уровней ЭП и МП ПЧ являются токоведущие части электроустановок высокого и сверхвысокого напряжения открытых распределительных устройств (ОРУ), открытых трансформаторных площадок и т.д., где электротехнический персонал, который обеспечивает эксплуатацию высоковольтного оборудования (ремонтные службы, службы релейной защиты и автоматики, оперативно-диспетчерские службы и пр.) чаще подвергается интенсивному воздействию вредных факторов производственной среды. Важной задачей обеспечения сохранения здоровья электротехнического персонала при проведении работ вблизи элементов токоведущих систем является снижение высокоинтенсивных ЭП до уровней, не превышающих предельно допустимые (ПДУ).

В основе обеспечения безопасных условий воздействия ЭП ПЧ лежит соблюдение ПДУ, регламентированных нормативными документами. Значения допустимых уровней напряженности ЭП ПЧ составляют 5 кВ/м в течение всего рабочего дня, а в интервале напряженностей ЭП от 5 до 20 кВ/м допустимое время пребывания определяется по формуле [1], а при уровнях ЭП от 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания не должно превышать 10 минут. При уровнях ЭП, превышающих 25кВ/м, а также в связи со спецификой работ (при производстве работ без отключения питания) электротехнический персонал допускается до работ только при использовании средств индивидуальной защиты (СИЗ) [1, 2]. В связи с этим защита электротехнического персонала от неблагоприятного влияния ЭП на территории электросетевых объектов обеспечивается проведением организационных и технических мероприятий, однако, использование специальной одежды на открытой территории для снижения негативного действия ведущего вредного фактора в теплое время года вносит дополнительную термическую нагрузку на персонал, которую необходимо учитывать при проведении работ[3].

## **Цель**

Физиолого-гигиеническая оценка условий труда электротехнического персонала при обслуживании высоковольтных линий электропередачи сверхвысокого напряжения с учетом термической нагрузки при использовании средств индивидуальной защиты в теплое время года

## **Материалы и методы**

Гигиеническая оценка уровней ЭП ПЧ на рабочих местах электротехнического персонала проводилась в санитарно-защитной зоне прохождения воздушной линии 500 кВ вблизи двух объектов электроэнергетики – ПС 750/500 кВ и ГРЭС 500/220 кВ [4]. Измерения уровней ЭП ПЧ осуществлялось при помощи измерителя напряженности ЭП ПЧ ПЗ-50 (ЗАО «ТАНО», Россия). Всего было проведено 1068 измерений на двух объектах.

Температура окружающей среды в процессе работы, относительная влажность, ТНС-индекс фиксировались термогигрометром ИВТМ-7 К (АО «ЭКСИС», г. Москва). Оценка теплового состояния человека проводилась по средневзвешенной температуре (СВТК) и влажности кожи (СВВК) в процессе выполнения работы и термической нагрузки среды, а также рассчитывалось изменение теплосодержания [5]. Значения СВТК, СВВК

регистрировались беспроводными датчиками температуры и влажности «Thermochron iButton» («Maximum Integrated Products Inc», США).

В исследованиях на всех объектах участвовало 12 добровольцев: на 1 объекте 5 добровольцев - 2 мужчин и 3 женщин в возрасте  $35 \pm 13$  лет, на 2 объекте 7 добровольцев - 4 мужчин и 3 женщин в возрасте  $34 \pm 12$  лет.

Добровольцы выполняли работу, включающую в себя обход санитарно-защитной зоны прохождения воздушных линий электропередачи напряжением 500 кВ. Работы выполнялись на открытой территории в теплое время года (июнь).

На протяжении всего периода работы добровольцы использовали летние комплекты СИЗ от ЭП ПЧ, включающий в себя электропроводящие куртку, брюки, накастик, перчатки и ботинки. Также непосредственно под СИЗ добровольцы надевали комплект хлопчатобумажного белья (футболка, шорты и носки), а под накастик – пластиковую каску.

### Результаты и обсуждение

Результаты измерений уровней напряженности ЭП ПЧ при обходе санитарно-защитной зоны прохождения воздушной линии 500кВ на первом объекте показали превышения ПДУ для всей рабочей смены более чем в два раза и составило 11,3 кВ/м. Исходя из оценки условий труда максимальное время пребывания человека без использования СИЗ должно составлять не более двух с половиной часов.

На втором объекте также было зафиксировано превышение ПДУ для всей рабочей смены 7,2 кВ/м, оценка максимальное время пребывания без использования СИЗ показала возможность проведения работы не более 5 часов.

В рассмотренных условиях при необходимости проведения работ без регламентации времени необходимо использование защитных экранирующих комплектов типа Эп-1.

Климатические условия на двух объектах отличались: на первом объекте температура воздуха ( $T_{в}$ ) составляла  $33 \pm 1,2$  °С, относительная влажность воздуха —  $43,5 \pm 1,2\%$ , ТНС-индекс —  $26,5 \pm 1,3$  °С (что соответствует классу условий труда 3.2) [6]. На втором объекте: температура воздуха составляла  $24,7 \pm 2,4$  °С, относительная влажность воздуха —  $45,9 \pm 6,1\%$ , ТНС-индекс —  $20,4 \pm 1,9$  °С. В ходе физиолого-гигиенической оценки рассматривался 1 час работы в указанных условиях в полном комплекта СИЗ. Регистрировались исходные показатели добровольцев и параметры окружающей среды, а затем каждые 10 минут в процессе, по окончании 1 часа работы, добровольцы находились в покое в тех же климатических условиях в течение 20 минут для восстановления.

В таблице 1 приведены медианные показатели функционального состояния организма добровольцев в различные периоды исследования на двух объектах электроэнергетики.

Таблица 1

Медианные показатели функционального состояния организма добровольцев с межквартильным размахом 25, 75%.

Показатель, единицы измерения	Периоды исследования					
	Объект №1			Объект №2		
	Фон	Работа	Восстановление	Фон	Работа	Восстановление
Изменение теплосодержания, кДж/кг	1,59	3,56	3,58	1,30	1,62	0,94
	[0,83;2,06]	[3,34;3,93]*	[2,38;3,89]*	[0,45;2,15]	[0,64;2,25]	[0,19;1,84]
Средневзвешенная температура кожи, °С	35,24	35,56	36,19	33,9	34,17	33,99
	[34,48;35,33]	[35,30;35,91]	[35,84;36,36]	[33,71;34,74]	[33,66;34,73]	[33,26;34,62]
Средневзвешенная влажность кожи, %	36,58	44,99	46,16	27,77	24,52	23,75
	[34,38;37,35]	[41,58;51,88]*	[40,85;49,63]*	[23,81;31,71]	[20,39;29,23]*	[20,69;29,99]*

Примечание:

\* – статистически значимые различия по сравнению с фоновыми значениями,  $p < 0,05$

В результате анализа полученных данных за периоды выполнения работы и последующего восстановления на первом объекте наблюдалось статистически значимое увеличение значения изменения теплосодержания, критериального показателя теплового состояния организма человека, по сравнению с исходными значениями.

При сравнении значений средневзвешенной влажности кожи отмечались статистически значимые различия в период работы по отношению к значениям, зарегистрированным в фоновый период: на 23% в период работы и на 26,2 % в период восстановления.

В результате статистического анализа полученных значений показателей функционального состояния организма добровольцев на втором объекте за периоды выполнения физической работы и последующего восстановления было получено статистически значимое уменьшение СВВК в сравнении с фоновыми значениями: на 12% в период работы и на 14,5 % в период восстановления. Остальные исследуемые показатели находились в пределах нормы.

### **Выводы**

Результаты измерений уровней напряженности ЭП ПЧ при обходе санитарно-защитной зоны прохождения воздушной линии 500кВ показали превышения ПДУ для всей рабочей смены на двух объектах – 11,3 кВ/м на первом объекте и 7,2 кВ/м на втором объекте. Максимальное время пребывания без использования СИЗ должно составлять не более 2,5 и 5 часов для первого и второго объекта соответственно.

Результаты физиолого-гигиенической оценки функционального состояния организма добровольцев при применении СИЗ от ЭП ПЧ в производственных условиях по ТНС-индексу от  $20,4 \pm 1,9$  °С до  $26,5 \pm 1,3$  °С свидетельствуют о том, что применение СИЗ вносит существенный вклад в тепловую нагрузку среды. Об этом свидетельствует увеличение интегрального показателя теплосодержания, а также средневзвешенной влажности кожи (от 23,75% до 46,16 %), что может быть связано с компенсаторным ответом организма человека на термическую нагрузку из-за низкой воздухо- и влагопроницаемости комплекта в процессе работ с использованием СИЗ.

Производство работ в экранирующем защитном комплекте от ЭП ПЧ оказывает дополнительную термическую нагрузку на организм человека. Решением данной проблемы может быть регламентация труда и отдыха при выполнении работ в средствах индивидуальной защиты в теплое время года, учитывая уровень энергозатрат при выполнении работ. Для более детальной оценки влияния СИЗ на функциональное состояние организма работника в период проведения работ на открытой территории в теплое время года необходимо повторное проведение исследования с расширением показателей функционального состояния организма человека, а также проведения лабораторных испытаний на добровольцах.

## Список литературы:

1. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – М.: Центрмаг, 2021. – 736 с.
2. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утв. Приказом Минтруда России №903н от 15.12.2020.
3. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификации условий труда. Руководство Р. 2.2-2006–05 // Бюл. нормат. и методич. док. Госсанэпиднадзора. – М., 2005. – Вып. 3 (21). – С. 3-144.
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 55 с.
5. МУК 4.3.1895-04 Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 20 с.
6. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификации условий труда. Руководство Р. 2.2-2006–05 // Бюл. нормат. и методич. док. Госсанэпиднадзора. – М., 2005. – Вып. 3 (21). – С. 3-144.