

УДК 613.6:620

О.В. Гребенева, Д.Х. Рыбалкина, А.Ж. Шадетова, Н.М. Жанбасинова, Е.А. Дробченко

*Медицинский университет Караганды, Казахстан
(E-mail: alma7722@mail.ru)*

Комбинированное воздействие электромагнитных полей и промышленных ядов на состояние здоровья работников энергетического предприятия

В статье представлены результаты изучения влияния промышленных ядов и низкочастотных электромагнитных полей на здоровье водителей транспорта и специального транспорта, работающих в АО «KEGOC». Условия труда водителей характеризовались непостоянным шумом и общей вибрацией, средние значения эквивалентных уровней которых соответствовали допустимым. Водители спецтранспорта подвергались сочетанному воздействию электрических и магнитных полей промышленной частоты и газов, выделяющих при эксплуатации автотранспорта. И хотя средние уровни химических веществ в воздухе рабочей зоны не превышали санитарных нормативов, но их совместное воздействие на одни и те же органы — мишени (органы дыхания, печень, почки) определяли возрастание риска возникновения заболеваний (индекс опасности достигал уровня 65,8–70,38). Заболеваемость с временной утратой трудоспособности у водителей различных транспортных средств на исследуемом предприятии характеризовалась в наибольшей степени болезнями органов дыхания. Отношение шансов для болезней системы кровообращения составило 10,3 (95 % доверительный интервал 1,56–67,82) с высокой степенью значимости ($\chi^2 = 7,02, p < 0,05$). Производственное воздействие электрических полей промышленной частоты может оказывать специфическое влияние на риск возникновения заболеваний костно-мышечной системы и травм у работников энергетического предприятия (водителей специального транспорта), а также усиливать токсические и раздражающие свойства промышленных ядов, определяя возрастание болезней системы кровообращения и глаз, что следует учитывать в будущих исследованиях.

Ключевые слова: работники, энергетическое предприятие, водители, промышленные яды, электромагнитные поля промышленной частоты, состояние здоровья, условия труда.

Введение

При накоплении большого фактического материала по воздействию ЭМИ низкой частоты на реакции живых объектов и систем был выявлен ряд особенностей, касающихся отсутствия прямой зависимости биологических эффектов от интенсивности и частоты ЭМИ, необычность зависимости эффекта от дозы, от времени воздействия и после воздействия [1; 10]. Установлено, что профессиональное воздействие низкочастотных электромагнитных полей (ELF-EMF) может представлять потенциальную опасность для работников электростанции за счет изменений в окислительном стрессе и иммунных реакциях. Для частот до 10 МГц в организме индуцируются изменяющиеся во времени электрические поля, которые могут влиять на электрические свойства живых клеток и изменять их функцию [2]. В последнее десятилетие отмечаются случаи электромагнитной гиперчувствительности, которая относится к последствиям для здоровья, связанным с воздействием электромагнитных полей (ЭМП), и которая Всемирной организацией здравоохранения была официально названа «идиопатической непереносимостью окружающей среды, связанной с электромагнитными полями» (IEI-EMF) [3]. Предполагают, что причины электрогиперчувствительности (EHS) и множественной

химической чувствительности (MCS) могут иметь общий патологический механизм. Оба нарушения, по-видимому, включают связанную с воспалением гипергистамиэмию, окислительный стресс, аутоиммунный ответ, капсулоталамическую гипоперфузию, а также дефицит метаболической доступности мелатонина [4]. Некоторые авторы считают, что магнитные поля могут взаимодействовать с веществом посредством индуцирования электрических токов, путем приложения силы к магнитному материалу или путем воздействия на химические реакции [5]. Так, выявлено, что воздействие ELF-MF изменяло клеточный ответ клеток SH-SY5Y на 1-метил-4-фенилпиридиний [MPP(+)] за счет значительного ухудшения окислительно-восстановительного гомеостаза и содержания тиола, вызывая увеличение карбоксилирования белка. В результате токсичность MPP (+) даже в низких дозах сильно повышается в клетках, подвергшихся воздействию ELF-MF, из-за значительного повышения уровней АФК, потенцирования окислительного повреждения и индукции каспаз зависимого апоптоза [6].

Целью исследования явилось изучение состояния здоровья работников АО «КЕГОС» (водителей специального транспорта), испытывающих профессиональное воздействие промышленных ядов и низкочастотных электромагнитных полей при обслуживании ЛЭП (линий электропередач).

Методы исследования

Воздействие электрических полей и промышленных ядов оценивали по результатам измерений, собранных у 84 работников — водителей специального и вспомогательного автотранспорта 4 понижающих станций (ПС) АО «КЕГОС» за полную рабочую смену. Оценка воздействия факторов производственного процесса на здоровье для работников основных профессиональных групп были проведены по концентрации химических и интенсивности физических факторов, которые были сопоставлены с их гигиеническими нормативами (Р N 2.2.755–99, 2000Д) и оценены с получением интегральных характеристик. Согласно данным хронометражных исследований и интенсивности шума, вибрации, электрической и магнитной составляющих на рабочих местах, были проведены расчеты их сменной дозой нагрузки, которые сравнивали с допустимыми уровнями (кратность). Всего проведены исследования на 22 рабочих местах. Для определения загазованности и запыленности воздуха выполнено 216 анализов, для определения интенсивности шумоизлучения и вибрации — 33 замера шума и 18 замеров общей вибрации, а для определения интенсивности напряженности поля и плотность магнитного потока 8 замеров ЭМП ПЧ.

Средневзвешенная сменная концентрация минеральной пыли, азота диоксида, аэрозоля минеральных масел и смеси углеводородов на рабочем месте в автобусах, в кабинах автомобилей, а также сменная доза были включены в матрицу данных, чтобы определить их воздействие на состояние здоровья работников. Сменные дозы химической и пылевой нагрузок были рассчитаны с учетом фактических концентраций данных веществ в воздухе рабочей зоны, минутного объема дыхания, который зависит от категории тяжести труда, согласно данным таблицы классификация тяжести работы Бэскирка [7; 144], и продолжительности контакта за 8 часовую смену [8]. Интенсивность электрической и магнитной составляющих ЭМП промышленной частоты (50 Гц), регистрируемых на рабочем месте, оценивали по среднеарифметическому значению напряженности и сменной дозы при выполнении производственной деятельности в ходе обслуживания высоковольтных линий (ВЛ), рассчитывали суммарную напряженность поля с учетом времени ее воздействия, поглощенную дозу с учетом вектора Пойнтинга, экспозиционную нагрузку.

Заболеваемость с ВУТ (с временной утратой нетрудоспособности) анализировали для работающих на 4 ПС АО «КЕГОС» за период 2010–2014 гг., как по уровню общей заболеваемости, так и по каждому из 15 исследуемых классов заболеваний согласно МКБ-10.

Статистическая обработка проведена в программе «STASTICA V.10» с привлечением модуля описательной статистики, с проверкой гипотезы о нормальности распределения, с расчетом среднестатистических показателей ($M \pm m$), ошибки среднего и 95 % доверительных интервалов, медианного уровня (Me) и 25–75 % квартилей. Для сравнения количественных значений изучаемых параметров, соответствующих нормальному распределению и имеющих равные СКО, использовали критерий Стьюдента для несвязанных групп при уровне значимости $p < 0,05$ [9].

Результаты и обсуждение

В современной промышленности ЭМП действуют на организм рабочего в комплексе с другими факторами трудового процесса и производственной среды. Малоизученным остается сочетанное воздействие ЭМП промышленной частоты и газов, характерных для энергетического производства.

Наиболее встречающимся на производстве газом является диоксид азота, он выделяется и при эксплуатации автотранспорта (выхлопные газы). Диоксид азота относят ко 2 классу опасности, он обладает общетоксическим действием. Его предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны составляет 5,0 мг/м³ (табл. 1). При воздействии повышенных концентраций диоксида азота отмечается увеличение заболеваний органов дыхания за счет накоплений в крови метгемоглобина.

Углеводороды относят к 4 классу опасности, их концентрация в воздухе рабочей зоны составляет 300 мг/м³. Клиническая картина отравлений углеводородами складывается из симптомов поражения глаз, органов дыхания, печени, почек, ЦНС и кожи. ПДК аэрозолей минеральных масел в воздухе рабочей зоны составляет 5 мг/м³ (4 класс опасности). Аэрозоли минеральных (нефтяных) масел воздействуют на печень, почки, органы дыхания и кожу. При их воздействии на кожу человека могут развиваться такие заболевания, как экземы и воспаления кожных покровов, злокачественные опухоли (канцерогенное действие), фолликулиты или масляные угри. Пыль неорганическая, с содержанием двуоксида кремния ниже 20 % относится к 4 классу опасности, ее концентрация в воздухе рабочей зоны составляет 6 мг/м³. Наибольшую влияние пыли подвержены органы дыхания.

Т а б л и ц а 1

Гигиеническая характеристика основных химических веществ, присутствующих в воздухе рабочей зоны энергетического производства

Название вещества	ПДК	Класс опасности	Референтные дозы RFC, мг/м ³	Критические органы/системы
NO ₂	5	2	0,04	Органы дыхания, кровь (образование MetHb)
Минеральные масла	5	4	0,05	Печень, почки, органы дыхания, кожа
Углеводороды	300	4	0,071	Глаза, органы дыхания, печень, почки, ЦНС, кожа
Пыль	6	4	0,075	Органы дыхания

Проведенные нами исследования по оценке условий труда на энергетических предприятиях АО «КЕГОС» показали, что, в зависимости от вида профессии, персонал ПС подвергается воздействию различных физических факторов, интенсивность которых выходила за пределы допустимых гигиенических значений. Высоким уровням воздействия электрических полей промышленной частоты (ЭП ПЧ), прежде всего, подвергались электромонтёры и электрослесари подстанций и воздушных линий. Кроме них, воздействию ЭМП подвергаются и водители спецтранспорта (автовышки, автокраны) в ходе обследования и обслуживания элементов воздушных линий, территорий под ЛЭП, в зоне воздействия электрических и магнитных полей ПЧ со средней напряженностью 23,28 кВ/м и 2,84 мкТл. Их труд, кроме того, сопровождается непостоянным шумом и общей вибрацией, средние значения эквивалентных уровней которых соответствовали допустимым.

Подготовка и отладка двигателей специальной автотранспортной техники проводится в автобоксах на понижающих станциях и в подразделении службы механизации и транспорта. Здесь водители подвергались воздействию различных химических веществ, выделяющихся в воздух рабочей зоны при работе двигателей внутреннего сгорания с использованием различных видов топлива (бензин, дизельное топливо). И хотя средние уровни химических веществ в воздухе рабочей зоны не превышали санитарных нормативов (табл. 2), но их совместное воздействие на одни и те же органы — мишени (органы дыхания, печень, почки) определяли возрастание риска возникновения заболеваний (индекс опасности достигал 65,8–70,38).

Для всего персонала, обслуживающего электроустановки и воздушных линий (ВЛ), характерно нахождение в неудобной рабочей позе до 40–60 % рабочего времени за смену с частыми и глубокими наклонами, с поднятыми руками и головой. Кроме того, для водителей спецтранспорта энергетических объектов напряженность труда достигала класса 3.1–3.2, что было обусловлено наличием риска для собственной жизни и ответственности за жизни других людей.

Заболеваемость с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) у водителей специального транспорта на исследуемом предприятии характеризовалась в наибольшей степени болезнями органов дыхания (12,8 случаев и 97,2 дней на 100 работающих), костно-мышечной системы (12,1 случай и 168,7 дней) и системы кровообращения (9,8 случаев и 131,1 дней на 100 работающих) (табл. 3).

Т а б л и ц а 2

Содержание вредных химических веществ в кбинах автомобилей и автобоксе

Химические вещества	ПДК, мг/м ³	Автомобильный бокс		Водитель специального транспорта		Водитель автотранспорта	
		<i>n</i>	среднее	<i>n</i>	среднее	<i>n</i>	среднее
Пыль	6	9	$\frac{3,17 \pm 0,35}{0,63-6,1}$	24	$\frac{3,30 \pm 0,30}{2,7-3,9}$	11	$\frac{3,38 \pm 0,38}{2,5-4,3}$
Азота диоксид	5	9	$\frac{1,51 \pm 0,1}{0,5-2,62}$	6	$\frac{10,38 \pm 5,0}{-2,6-23,3}$	4	$\frac{14,47 \pm 8,3}{-11,8-40,8}$
Аэрозоли минеральных масел	5			9	$\frac{3,29 \pm 0}{3,3-3,3}$	4	$\frac{2,0 \pm 0,5}{0,5-3,5}$
Углеводороды	300	9	$\frac{21,28 \pm 1,03}{7,6-37,6}$	7	$\frac{37,04 \pm 7,50}{18,6-55,5}$	4	$\frac{24,32 \pm 5,6}{6,4-42,3}$

Примечание. В числителе интенсивность в мг/м³, в знаменателе — 95 %ДИ.

Т а б л и ц а 3

Показатели ЗВУТ по классам МКБ в случаях на 100 работающих АО «КЕГОС» за 2010–2014 гг.

Болезни по классам МКБ-10	Водители спецтранспорта			Водители автотранспорта		
	Сл./100	Дней/100	Прод-ть 1 случая	Сл./100	Дней/100	Прод-ть 1 случая
Инфекции и паразитарные болезни	–	–	–	15,1±0,3	422,4±1,1	27,9
Новообразования	–	–	–	2,8±0,1	80,8±0,8	28,8
Болезни крови	–	–	–	–	–	–
Эндокринные болезни	–	–	–	3,4±0,1	66,8±0,5	19,8
Психические расстройства	–	–	–	–	–	–
Болезни нервной системы	0,8±0,1	7,5±0,8	10,0	–	–	±
Болезни глаза и его придатков	2,3±0,1	26,4±1,1	11,7	1,7±0,1***	19,1±1,0***	11,3
Болезни уха и сосцевидного отростка	1,5±0,1	10,5±1,1	7,0	0,6±0,1***	12,9±0,6	23,0
Болезни системы кровообращения	9,8±0,3	131,1±2,2	13,4	2,8±0,1***	54,4±0,6***	19,4
Болезни органов дыхания	12,8±0,3	97,2±2,7	7,6	12,9±0,3	106,6±1,5**	8,3
Болезни органов пищеварения	3,0±0,2	43,7±1,3	14,5	5,6±0,2***	60,6±1,5***	10,7
Болезни кожи	–	–	–	1,1±0,1	10,1±0,8	9,0
Болезни костно-мышечной системы	12,1±0,3	168,7±2,1	14,0	5,0±0,2***	40,4±1,6***	8,0
Болезни мочеполовой системы	2,3±0,1	24,1±1,4	10,7	1,7±0,1***	21,9±1,0	13,0
Травмы	2,3±0,1	21,1±1,3	9,3	1,1±0,1***	70,1±0,8***	62,5
Прочие	0,8±0,1	9,0±0,8	12,0	0,6±0,1	6,2±0,6**	11,0
Общая заболеваемость	47,5±0,6	539,4±4,0	11,4	55,0±0,6***	981,7±3,2***	17,4

Примечание. Статистическая значимость: * — $p \leq 0,05$; ** — $p \leq 0,01$; *** — $p \leq 0,001$.

У водителей обычного автотранспорта наибольшую частоту составляли инфекции и паразитарные болезни, прежде всего за счет бактериальных инфекций легких (15,1 случаев и 422,4 дней на 100 работающих). Болезни органов дыхания были на 2 месте (12,9 случаев и 106,6 дней), а болезни органов пищеварения (5,6 случаев и 60,6 дней на 100 работающих) — на третьем месте. Несмотря на 2-е место в структуре водителей автотранспорта интенсивные показатели болезней органов дыхания (по показателю числа дней нетрудоспособности на 100 работающих) у них оказались даже выше, чем у водителей специального транспорта ($p < 0,01$), хотя по числу случаев ЗВУТ они не различались.

При анализе заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) за изучаемый период 2010–2014 гг. по различным классам было выявлено, что водители специального транспорта чаще и дольше ($p < 0,001$), чем водители обычного автотранспорта, страдают болезнями системы кровообращения (в 3,5 раза), глаза и его придатков (в 1,4 раза), болезнями костно-мышечной системы (в 2,4 раза) и в 2,1 раз чаще травмируются.

Анализ сочетанного влияния химических и физических факторов на показатели заболеваемости с временной утратой трудоспособности показал некоторое повышение риска заболеваемости для болезней системы кровообращения. Отношение шансов для болезней системы кровообращения составило 10,3 (95 % доверительный интервал 1,56–67,82) с высокой степенью значимости ($\chi^2 = 7,02$, $p < 0,05$).

Известно, что хотя сердечно-сосудистые и скелетно-мышечные расстройства имеют многофакторное происхождение, некоторые характеристики профессионального воздействия на водителей транспорта (стресс, рабочая нагрузка, загрязняющие дорожные движения, неловкое положение, воздействие шума и вибрации всего тела) могут оказывать, по меньшей мере, определяющую роль для возникновения и развития из этих расстройств [10]. Риск для болезней системы кровообращения у водителей спецтранспорта на энергетическом предприятии может быть связан с комбинированным профессиональным воздействием ЭМП промышленной частоты и химических веществ. О повышенном риске некоторых заболеваний сердечно-сосудистой и неврологической систем от воздействия ЭМП на работников электроснабжения сообщается в [11]. Авторы отмечают, что сложность в оценке индивидуального облучения является основной проблемой при оценке взаимосвязи между воздействием ЭМП и неблагоприятными последствиями для здоровья у работников

Установлено, что работники с длительным воздействием ЭМП показали значительно более высокую частоту хронических заболеваний, таких как высокое кровяное давление и сердечно-сосудистые осложнения, а также жалобы на здоровье, включая головную боль, боль и депрессию, по сравнению с контрольной группой, возможно, за счет окислительного стресса, который играет критическую роль в некоторых хронических осложнениях, включая гипертонию, сердечно-сосудистые осложнения, дислипидемию и депрессию [12]. Известно, что дисфункции дыхательной системы часто осложняют гемодинамику, провоцируя рост болезней системы кровообращения [13], которые могут формироваться у водителей автотранспорта, испытывающих на рабочем месте воздействие пыли, химических факторов низкой интенсивности и переменного уровня ЭМП ПЧ. Биохимическим механизмом этого феномена является тот факт, что воздействие на клетки млекопитающих слабых импульсных электромагнитных полей (РЕМФ) стимулирует быстрое накопление активных форм кислорода (АФК), потенциально токсичного метаболита, играющего многократную роль в реакции на стресс и старении клеток [14].

В обзорах некоторыми авторами отмечено раздражающее воздействие азота диоксида на слизистую глаза, приводящее к возникновению заболевания глаза и придатков [15] и токсическое повреждение ЦНС от углеводородов нефти [16], масляного тумана, вызывающего развитие менингиомы [17]. Более высокая распространенность болезней костно-мышечной системы у водителей спецтранспорта и более частые травмы определяются, по мнению ряда авторов, специфическим влиянием ЭМП на амплитуду мю-ритма в области мозга, участвующей в тактильном восприятии [18], что нарушает координацию движений.

Таким образом, у водителей различных транспортных средств на АО «КЕГОС» основную часть заболеваний составляли болезни органов дыхания. Выявленные особенности распространенности заболеваний различных классов у водителей специального и обычного автотранспорта могут быть связаны с интенсивным производственным воздействием ЭМП ПЧ, самостоятельно вызывающего изменения в организме водителей, так и потенцируя (усиливая) воздействие химических веществ на центральную нервную систему, дыхательную систему и систему кровообращения.

Список литературы

- 1 Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика. Сверхнизкочастотные излучения: моногр. / Ю.Б. Кудряшов, А.Б. Рубин. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 230 с.
- 2 Zhang D. Resveratrol may reverse the effects of long-term occupational exposure to electromagnetic fields on workers of a power plant / D. Zhang, Y. Zhang, B. Zhu // *Oncotarget*. — 2017. — Vol. 8, No. 29. — P. 47497–47506. Doi: 10.18632/oncotarget.17668.
- 3 Huang P.C. Representative survey on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields in Taiwan and comparison with the international literature / P.C. Huang, M.T. Cheng, H.R. Guo // *Environ Health*. — 2018. — Vol. 17, No. 1. — P. 5. Doi: 10.1186/s12940-018-0351-8.

- 4 Belpomme D. Reliable disease biomarkers characterizing and identifying electrohypersensitivity and multiple chemical sensitivity as two etiopathogenic aspects of a unique pathological disorder / D. Belpomme, C. Campagnac, P. Irigaray // *Rev. Environ. Health.* — 2015. — Vol. 30, No. 4. — P. 25–71. Doi: 10.1515/revch-2015-0027.
- 5 Johnsen S. The physics and neurobiology of magnetoreception / S. Johnsen, K.J. Lohmann // *Nat. Rev. Neurosci.* — 2005. — Vol. 6. — P. 703–712. Doi: 10.1038/nrn1745.
- 6 Benassi B. Extremely Low Frequency Magnetic Field (ELF-MF) Exposure Sensitizes SH-SY5Y Cells to the Pro-Parkinson's Disease Toxin MPP / B. Benassi, G. Filomeni, C. Montagna // *Molecular Neurobiology.* — 2015. — Vol. 53, No. 6. — P. 4247–4260.
- 7 Беркович Е.М. Энергетический обмен в норме и патологии: моногр. / Е.М. Беркович. — М.: Медицина, 1964. — 333 с.
- 8 Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности. — Руководство Р 2.2.755–99. — Регистрационный номер АДЗ РК № 1.04.001.2000 от 30.11.2000 г. — Астана, 2000. — 149 с.
- 9 Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA: учеб. пос. / О.Ю. Реброва. — М.: МедиаСфера, 2006. — 305 с.
- 10 Ronchese F. Occupational risks and health disorders in transport drivers / F. Ronchese, M. Bovenzi // *G. Ital. Med. Lav. Ergo.* — 2012. — Vol. 34(3). — P. 352–359.
- 11 Szadkowska-Stańczyk I. Occupational exposure to electromagnetic fields and its health effects electric in energy workers / I. Szadkowska-Stańczyk, M. Zmysłony // *Medycyna pracy.* — 2000. — Vol. 51, No. 6. — P. 637–652.
- 12 Zhang D. Resveratrol may reverse the effects of long-term occupational exposure to electromagnetic fields on workers of a power plant / D. Zhang, Y. Zhang, B. Zhu // *Oncotarget.* — 2017. — Vol. 8(29). — P. 47497–47506. Doi:10.18632/oncotarget.17668
- 13 Баздырев Е.Д. Патология респираторной системы у пациентов с ишемической болезнью сердца / Е.Д. Баздырев, Ю.В. Байракова, Я.В. Казачек, Н.А. Безденежных, О.М. Поликутина, Ю.С. Слепынина и др. // *Сиб. мед. журн.* — 2019. — № 5. — С. 46–50.
- 14 Sherrard R.M. Low-intensity electromagnetic fields induce human cryptochrome to modulate intracellular reactive oxygen species / R.M. Sherrard, N. Morellini, N. Jourdan et al. // *PLoS Biol.* — 2018. — Vol. 16(10). — P. 200–229. Doi: 10.1371/journal.pbio.2006229
- 15 Дубинин Д.А. Анализ влияния пыли на здоровье человека и окружающей среды / Д.А. Дубинин, А.В. Дериченко, А.О. Висторова // *Инженерный вестник Дона: электрон. науч. журн.* — 2019. — № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/nly2019/5540.
- 16 Оруджев Р.А. Особенности токсического действия углеводородов нефти на организм человека / Р.А. Оруджев, Р.Э. Джафарова // *Вестник ВГМУ.* — 2017. — Т. 16, № 4. — С. 8–15.
- 17 McElvenny D.M. The INTEROCC case-control study: risk of meningioma and occupational exposure to selected combustion products, dusts and other chemical agents. / D.M. McElvenny, M. van Tongeren, M.C. Turner et al. // *Occupational and Environmental Medicine.* — 2017. — Vol. 16, No. 1. — P. 12–22. Doi: 10.1136/oemed-2016-104280. Epub 2017.
- 18 Davarpanah Jazi S. Effects of a 60 Hz magnetic field of up to 50 milliTesla on human tremor and EEG: A Pilot Study / Jazi S. Davarpanah, J. Modolo, C. Baker // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* — 2017. — Vol. 12. — P. 1446. Doi: 10.3390/ijerph14121446.

О.В. Гребенева, Д.Х. Рыбалкина, А.Ж. Шадетова, Н.М. Жанбасинова, Е.А. Дробченко

Электрмагниттік өрістер мен өндірістік улардың энергетикалық кәсіпорын қызметкерлерінің денсаулығына құрама әсері

Мақалада «KEGOC» АҚ-да жұмыс істейтін арнаулы көлік және көлік жүргізушілерінің денсаулығына өнеркәсіптік улар мен төмен жиілікті электрмагниттік өрістердің әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Жүргізушілердің еңбек жағдайлары құбылмалы шу мен рұқсат етілген баламалы деңгейлерге сәйкес келетін орташа мәндері бар жалпы дірілмен сипатталды. Арнайы автокөлік жүргізушілері өнеркәсіптік орташа қуаты бар электр және магнит өрістерінің және көлікті пайдалану кезінде бөлінетін газдың жанамалас әсеріне ұшырайды. Жұмыс аймағында ауадағы химиялық заттардың орташа деңгейі санитарлық нормалардан асып кетпесе де, олардың бірдей мақсатты мүшелері (тыныс мүшелеріне, бауырға, бүйректерге) аурулардың (қауіптілік индексі 65,8–70,38 деңгейге дейін жетті) пайда болу қауіпінің артуын анықтады. Зерттелетін кәсіпорында әртүрлі көлік жүргізушілерінің еңбекке қабілеттілігін уақытша жоғалтатын ауру-сырқаулығы тыныс алу мүше ауруларының жоғары деңгейімен сипатталды. Қан айналымы жүйесінің ауруларына қатысты коэффициент мәні жоғары дәрежеде ($\chi^2 = 7,02, p < 0,05$) 10,3 (95 % сенімділік интервалы 1,56–67,82) болды. Қан айналымы жүйесінің аурулары үшін мүмкіндік қатынасы 10,3 (95 % сенімділік интервалы 1,56–67,82 жоғары дәрежеде ($\chi^2 = 7,02, p < 0,05$) болды. Өнеркәсіптік жиіліктердің электр өрісінің өнеркәсіптік әсері энергетикалық кәсіпорында (арнайы көлік жүргізушілер) қызметкерлерінің арасында сүйек-бұлшықет жүйелері мен жарақаттарының пайда болу қауіпіне айрықша әсер етуі мүмкін, болашақ зерттеулерді ескере отырып, сондай-ақ көздерінің және қан айналымы жүйесінің аурулары өсуін анықтай келе, өнеркәсіптік удың улы және тітіркендіргіш қасиеттерін арттыруға нақты әсер етуі мүмкін.

Кілт сөздер: қызметкерлер, энергетикалық кәсіпорын, жүргізушілер, өндірістік улар, өнеркәсіптік жиілік, электрмагниттік өрістер, денсаулық жағдайы, еңбек жағдайы.

O.V. Grebeneva, D.Kh. Rybalkina, A.Zh. Shadetova, N.M. Zhanbasinova, E.A. Drobchenko

The combined effect of electromagnetic fields and industrial poisons on the health of employees of an energy enterprise

In the article the results of studying the effect of industrial poisons and low-frequency electromagnetic fields on the health of drivers of transport and special vehicles working at «KEGOC» are presented. The working conditions of the drivers were characterized by inconstant noise and general vibration, the average values of equivalent levels of which corresponded to the permissible ones. Drivers of special vehicles were subjected to the combined effects of electric and magnetic fields of industrial frequency and gases that emit during the operation of vehicles. And although the average levels of chemicals in the air of the working area did not exceed the sanitary standards, their combined effect on the same target organs (respiratory organs, liver, kidneys) determined the increase in the risk of diseases (the hazard index reached 65.8–70.38). The incidence of temporary disability among drivers of various vehicles in the enterprise under study was characterized to the greatest extent by respiratory diseases. The odds ratio for circulatory system diseases was 10.3 (95 % confidence interval 1.56–67.82) with a high degree of significance ($\chi^2 = 7.02$, $p < 0.05$). The industrial impact of industrial frequency electric fields can have a specific effect on the risk of musculoskeletal diseases and injuries among employees of an energy company (special transport drivers), as well as enhance the toxic and irritating properties of industrial poisons, determining the increase in circulatory system diseases and eyes, which should take into account in future research.

Keywords: workers, energy company, drivers, industrial poisons, electromagnetic fields of industrial frequency, state of health, working conditions.

References

- 1 Kudryashov, Yu.B., & Rubin, A.B. (2014). *Radiatsionnaia biofizika. Sverkhnizkochastotnye izlucheniia [Radiation biophysics. Ultra low frequency radiation]*. Moscow: FIZMATLIT [in Russian].
- 2 Zhang, D., Zhang, Y., & Zhu, B. (2017). Resveratrol may reverse the effects of long-term occupational exposure to electromagnetic fields on workers of a power plant. *Oncotarget*, 8, 29, 47497–47506. Doi: 10.18632/oncotarget.17668.
- 3 Huang, P.C., Cheng, M.T., & Guo, H.R. (2018). Representative survey on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields in Taiwan and comparison with the international literature. *Environ Health*, 17, 1, 5. Doi: 10.1186/s12940-018-0351-8.
- 4 Belpomme, D., Campagnac, C., & Irigaray, P. (2015). Reliable disease biomarkers characterizing and identifying electrohypersensitivity and multiple chemical sensitivity as two etiopathogenic aspects of a unique pathological disorder. *Rev. Environ. Health*, 30, 4, 25–71. Doi: 10.1515/reveh-2015-0027.
- 5 Johnsen, S., & Lohmann, K.J. (2005). The physics and neurobiology of magnetoreception. *Nat. Rev. Neurosci*, 6, 703–712. Doi: 10.1038/nrn1745.
- 6 Benassi, B., Filomeni, G., & Montagna, C. (2015). Extremely Low Frequency Magnetic Field (ELF-MF) Exposure Sensitizes SH-SY5Y Cells to the Pro-Parkinson's Disease Toxin MPP. *Molecular Neurobiology*, 53, 6, 4247–4260.
- 7 Berkovich, E.M. (1964). *Energeticheskii obmen v norme i patologii [Energy metabolism in health and disease]*. Moscow: Meditsina [in Russian].
- 8 Hihienicheskie kriterii otsenki i klassifikatsiia uslovii truda po pokazateliam vrednosti i opasnosti faktorov proizvodstvennoi sredy, tiazhesti i napriazhennosti [Hygienic criteria for the assessment and classification of working conditions according to the indicators of hazard and danger of factors of the working environment] (2000). *Rukovodstvo R 2.2.755–99 [Gude R 2.2.755–99]*. Registration number of ADZ RK No. 1.04.001.2000 of November 30, 2000. Astana [in Russian].
- 9 Rebrova, O.Yu. (2006). *Statisticheskii analiz meditsinskikh dannykh. Primenenie paketa prikladnykh prohrann STATISTICA. [Statistical analysis of medical data. Application of the STATISTICA Application Package]*. Moscow: MediaSfera [in Russian].
- 10 Ronchese, F., & Bovenzi, M. (2012). Occupational risks and health disorders in transport drivers. *G. Ital. Med. Lav. Ergo*, 34, 3, 352–359.
- 11 Szadkowska-Stańczyk, I., & Zmysłony, M. (2000). Occupational exposure to electromagnetic fields and its health effects electric in energy workers. *Medycyna pracy*, 51, 6, 637–652.
- 12 Zhang, D., Zhang, Y., & Zhu, B. (2017). Resveratrol may reverse the effects of long-term occupational exposure to electromagnetic fields on workers of a power plan. *Oncotarget*, 29, 8, 47497–47506. Doi:10.18632/oncotarget.17668
- 13 Bazdyrev, E.D., Bairakova, Yu.V., Kazachek, Ja.V., Bezdenezhnyh, N.A., Polikutina, O.M., & Slepynina, Yu.S. et al. (2019). Patolohiia respiratornoi sistemy u patsientov s ishemiceskoi bolezniiu serdtsa [Pathology of the respiratory system in patients with coronary heart disease]. *Sibirskii meditsinskii zhurnal — Siberian Medical Journal*, 5, 46–50 [in Russian].
- 14 Sherrard R.M., Morellini N., & Jourdan, N. (2018). Low-intensity electromagnetic fields induce human cryptochrome to modulate intracellular reactive oxygen species. *PLoS Biol.* 16, 10, 200–229. Doi: 10.1371/journal.pbio.2006229
- 15 Dubinin, D.A., Derichenko, A.V., & Vistorova, A.O. (2019). Analiz vliianiia pyli na zdorove cheloveka i okruzhaiushchei sredy [Analysis of the effects of dust on human health and the environment]. *Inzhenernyi vestnik Dona: Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Engineering Bulletin of the Don: Electronic scientific journal*, 1. ivdon.ru/ru/magazine/archive/nly2019/5540 [in Russian].

16 Orudzhev, R.A., & Dzhafarova, R.E. (2017). Osobennosti toksicheskogo deistviia uhlevodorodov nefi na orhanizm cheloveka [Features of the toxic effect of petroleum hydrocarbons on the human body]. *Vestnik VGMU — Bulletin of VSMU*, 16, 4, 8–15 [in Russian].

17 McElvenny, D.M., van Tongeren, M., & Turner, M.C. et al. (2017). The INTEROCC case-control study: risk of meningioma and occupational exposure to selected combustion products, dusts and other chemical agents. *Occupational and Environmental Medicine*, 75, 1, 12–22. doi: 10.1136/oemed-2016-104280. Epub 2017.

18 Davarpanah, Jazi S., Modolo, J., & Baker, C. (2017). Effects of a 60 Hz magnetic field of up to 50 milliTesla on human tremor and EEG: A Pilot Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 12, 1446. Doi: 10.3390/ijerph14121446.