

DOI: 10.25558/VOSTNII.2021.64.29.008

УДК 621.316

© С.А. Захаров, С.Г. Захаренко, 2021

С.А. ЗАХАРОВ

канд. техн. наук, доцент
КузГТУ, г. Кемерово
e-mail: seza1@mail.ru

**С.Г. ЗАХАРЕНКО**

канд. техн. наук, доцент
КузГТУ, г. Кемерово
e-mail: zahar_sg@mail.ru



ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМУ С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПСИХОФИЗИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТНИКА

В статье рассмотрены риски и факторы электробезопасности, оказывающие влияние на работающего с ними человека. По сравнению с другими видами производственного травматизма, электротравматизм составляет относительно небольшой процент. Однако по числу травм с тяжелым и летальным исходом занимает первое место, поэтому вопросам электробезопасности необходимо уделять пристальное внимание. С целью обеспечения безопасных условий труда при эксплуатации электроустановок нужно понимать, какое влияние оказывает электрический ток на организм человека, каковы условия попадания под опасное напряжение, какие мероприятия по защите от поражения электрическим током следует проводить.

Данная статья имеет практическое значение как для интересующихся вопросами электробезопасности, так и для сотрудников предприятий энергетической отрасли.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ, ЭНЕРГЕТИКА, ФАКТОРЫ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТРАВМАТИЗМА, СТРЕСС.

Сохранение жизни и здоровья работников организации — это приоритетное направление государственной политики, поэтому необходимо проводить систематическую работу в сфере охраны труда, направленную на снижение рисков травматизма и профзаболеваемости.

Специфические профессиональные ри-

ски, присущие только электроэнергетике, самым серьезным из которых является опасность воздействия электротока, обуславливают необходимость выстраивания работодателями жесткой политики неуклонного соблюдения всех видов требований охраны труда, производственной и трудовой дисциплины всеми работающими.

В последние десять лет в России показатель травматизма со смертельным исходом остается высоким. Согласно данным отчетливо видна положительная тенденция снижения производственного травматизма. Это свидетельствует о том, что работа, осуществляемая предприятиями, идет в верном направлении.

Распределение несчастных случаев со смертельным исходом от общего числа:

- в теплогенерирующих установках и те-

пловых сетях — 3,6 %;

- в электроустановках потребителей — 35,7 %;

- на тепловых электростанциях — 3,6 %;

- в электрических сетях — 57,1 %.

На любом энергетическом предприятии основным травмирующим фактором является поражение электрическим током. Рассмотрим причины несчастных случаев в процентном соотношении в виде диаграммы (рис. 1).

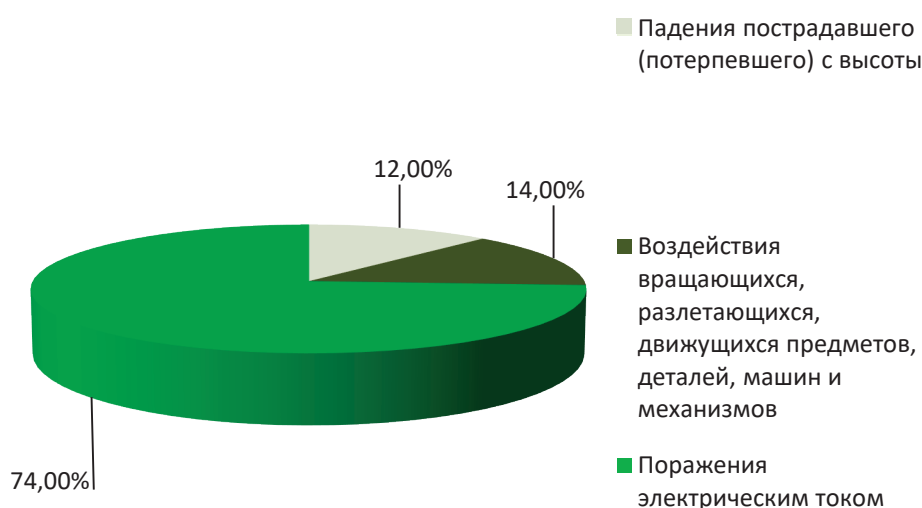


Рис. 1. Причины несчастных случаев, которые произошли со смертельным исходом

Как следует из рис. 1, основными причинами несчастных случаев являются:

- поражения электрическим током;
- падения пострадавшего (потерпевшего) с высоты;

- воздействия вращающихся, разлетающихся, движущихся предметов, деталей, машин и механизмов.

Основные факторы возникновения несчастных случаев представлены на рис. 2.



Рис. 2. Основные факторы, приводящие к несчастным случаям

Оценка рисков, опасностей и их определение — приоритетная задача в борьбе с электротравматизмом. Данные навыки позволяют научиться управлять этими рисками, формируют у работников навыки определения основных производственных рисков.

При оценке возможных рисков необходимо исходить из тяжести последствий и мер по управлению ими. Мероприятия по управлению должны быть соразмерны риску.

Необходимо учитывать:

- какие риски возможно устранить?
- какими рисками возможно управлять?
- какие эффективные меры возможно предпринять?

Основные мероприятия по управлению рисками:

- соблюдение инструкций и правил в полном объёме;
- использование СИЗ;
- соблюдение трудовой дисциплины;
- само- и взаимоконтроль.

Главные принципы при выявлении и устранении риска:

- выполнить оценку риска;
- разработать и принять меры к устранению риска;
- при невозможности устранения риска необходимо принять меры к индивидуальной или коллективной защите.

Согласно статистике, периодичность возникновения ситуаций, которые приводят к травме, можно представить в виде пирамиды. Принцип описан в теории Ф. Бёрда (рис. 3). Как следует из рисунка, незначительное нарушение, которому не дана оценка, становится причиной травм разной степени тяжести. Теория отражает возможность управления безопасностью на производстве: для изменения количественных показателей, расположенных в вершине, необходимо изменить основание пирамиды.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что обеспечение безопасности труда заключается в противодействии источнику риска.

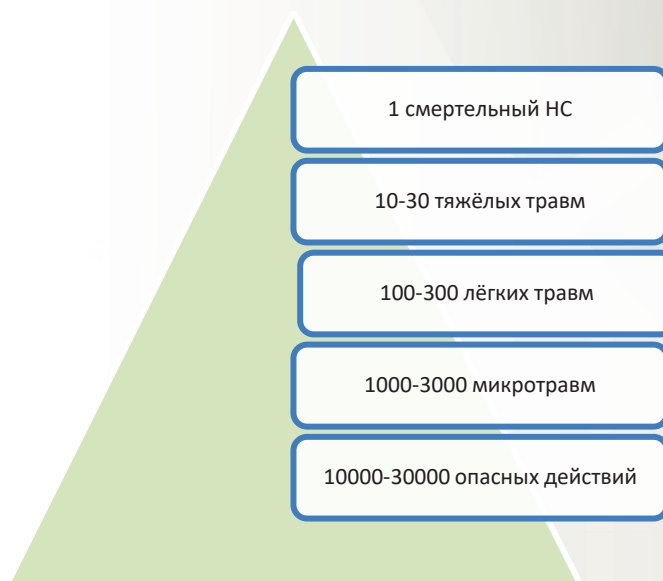


Рис. 3. Пирамида Бёрда

Кроме того, существует кривая Брэдли — эффективный инструмент для повышения безопасности труда. Согласно данной закономерности, чем больше совместных усилий приложено к обеспечению электробезопасности, тем меньше вероятность возникновения несчастных случаев. Сотрудники должны

обеспечивать безопасное выполнение работ не только под влиянием инстинктов и надзора руководства, но и проявляя инициативу, как лично, так и в команде.

Известны общие острые последствия электротравмы. Нельзя игнорировать такие последствия электротравмы, как нервно-пси-

хические расстройства, невротические состояния. При поражении электричеством часто возникает фобия к электрическому току, которая длится до нескольких лет. При этом могут проявляться психогенные реакции, растерянность, неуверенность в себе, нарушения зрительных восприятий. Повышаются риски развития в отдаленной перспективе головокружения, мигрени, эпилепсии [8].

Могут наблюдаться периферические вегетативные синдромы:

- локальный цианоз;
- ангидроз;
- расстройства памяти;
- гипергидроз;
- эмоциональная и вегетативная лабильность.

Отмечается, что в последнее время появ-

ляются данные о том, что развитие бокового амиотрофического склероза можно связать с эпизодами электротравмы [7]. В то же время гипотеза о провоцировании болезни Паркинсона при поражениях электрическим током пока не нашла своего подтверждения. Но есть данные об отсроченных последствиях удара электрическим током: так, показано, что возможна развития дегенерация мотонейрона — причем спустя достаточно длительное время. Средняя задержка начала болезни мотонейрона составляла 44 месяца. Болезнь прогрессировала относительно медленно.

Возникает необходимость разработки иного принципиального подхода к анализу систем «человек – электроустановка» [5].

Представим факторы, влияющие на работающего человека в виде рис. 4.

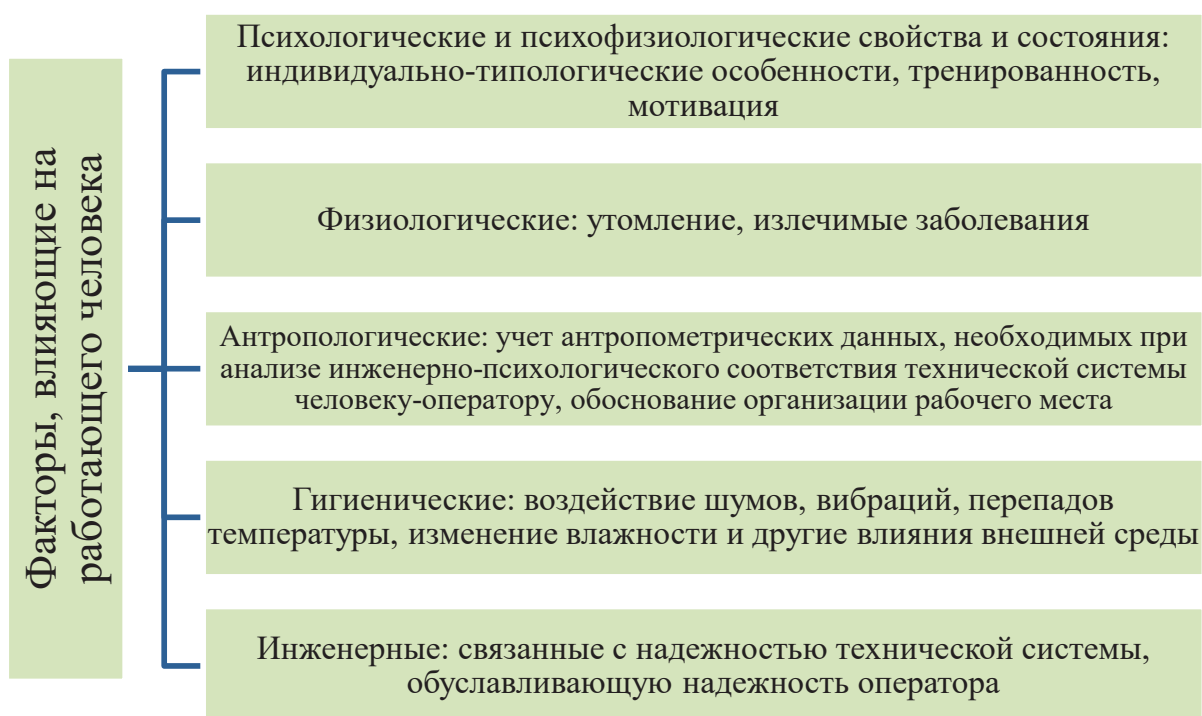


Рис. 4. Факторы, влияющие на работающего человека

При отборе на работу на такие предприятия, где работа основывается на системе «человек – машина», особенно если работа связана с ответственностью и угрозой жизни, следует внимательно отнестись к психическо-

му состоянию человека.

Нарушения в эмоционально-волевой сфере, аномалии характера называют «психопатиями» (рис. 5).

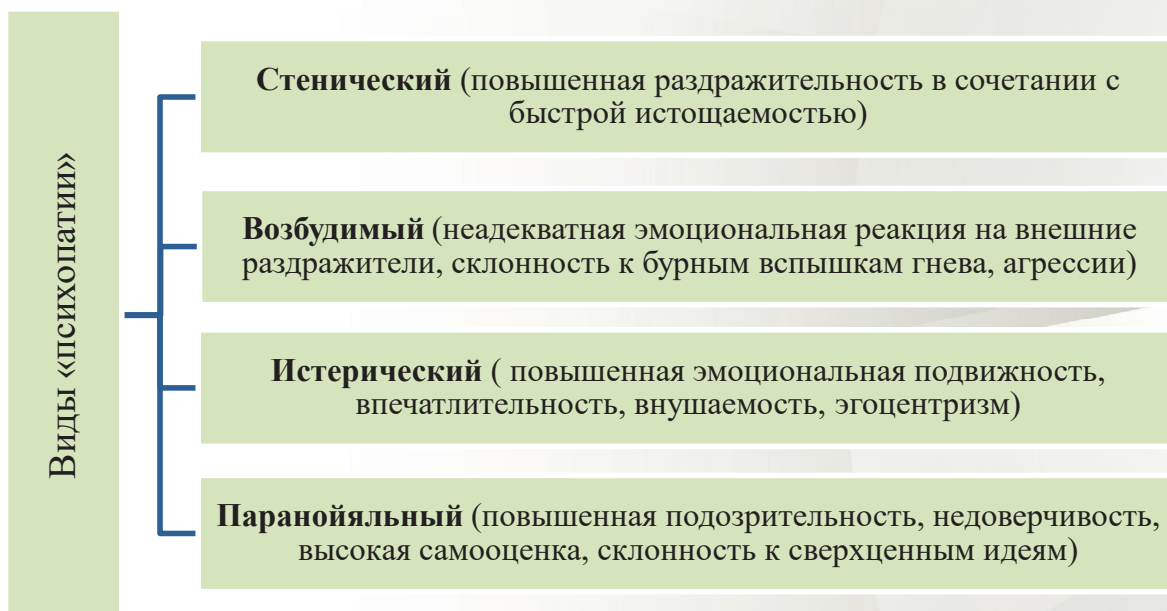


Рис. 5. Виды «психопатии»

Не следует принимать на работу лиц с психопатическими и психопатологическими чертами характера. Указанные черты характера следует выявлять в ходе психологического тестирования.

Так, например, при отборе на работу следует учитывать тип высшей нервной деятельности (ВНД), т. к. люди с различным типом ВНД по-разному реагируют на раздражители. Так, у холериков нервные процессы характеризуются преобладанием возбуждения над торможением, такому работнику трудно контролировать свои действия, следовательно, возрастает риск производственного электротравматизма.

Значимым фактором риска является стресс. Как известно, при стрессе меняется электрическое сопротивление кожи. Оно может быть от 2000 Ом до 2000 000 Ом. Сопротивление кожи от 10000 до 2000000 Ом. Для сравнения, внутренние органы и ткани имеют сопротивление лишь от 500 до 1000 Ом.

Состояния кожи может существенно влиять на характер электротравмы следующим образом: какая в момент травмы была кожа, например, если толстая, сухая, то кожа обладает большим сопротивлением. Большое значение имеет влажность кожи — так, сопро-

тивление кожи, смоченной водой, падает на 40 %.

Имеет значение состояние кожи, которое зависит и от состояния организма в целом, — состояния нервной, эндокринной и других систем. Поэтому сопротивление кожи не похоже у разных людей на участках тела человека [1].

По данным зарубежных исследователей, до 20,3 % электромонтеров испытывают стресс на рабочем месте, особенно лица, работающие на электросетях с высоким напряжением.

Стресс на работе — это реакция на предъявление к работникам требований, не соответствующих уровню их знаний и навыков, а также необходимость действовать в условиях дефицита времени или недостатка информации. Профессиональный стресс — это феномен, выраженный в психических и физических реакциях на сложные ситуации трудовой деятельности. Стрессу подвержен весь персонал независимо от объема работы; в свою очередь, стресс приводит к снижению работоспособности человека.

Управление стрессом представим в виде рис. 6.



Рис. 6. Управление стрессом

Рассмотренные данные открывают перспективы для разработки и планирования программ в направлении безопасности труда.

Важным направлением повышения эффективности безопасности является цифровизация сети, которая не может быть успешной без реализации концепции «Цифровой электромонтер». «Цифровой электромонтер» — это концепция организационного и программно-аппаратного комплекса, призванная повысить безопасность проведения работ на электросетевых объектах и автоматизировать процессы их планирования, исполнения и контроля.

В настоящее время в электроэнергетике реализуется проект «Цифровой электромонтер». Проект направлен на решение проблем, связанных с нарушением правил по охране труда, при проведении работ на эксплуатируемых электроустановках.

Проект «Цифровой электромонтер» подразумевает контроль, который обеспечивается благодаря:

– мониторингу работника по охране труда в ежедневном режиме;

– визуализации — психологической подготовке работника к соблюдению требований охраны труда.

Мониторинг работника по охране труда в ежедневном режиме. Электромонтер включает телефон, затем вводит пароль (можно использовать табельный номер), проходит тестирование, где ему необходимо ответить на 3 вопроса с 3 вариантами ответа. В случае, если ответ дан верно — допуск к работе получен; если дан неправильный ответ, то допуск к работе получен, но на следующий день вывешивается дополнительный вопрос по теме, в которой была допущена ошибка. По итогам месяца непосредственным руководителем анализируются итоги тестирования в целях выявления слабых знаний, определённых тем работниками, на основании чего формируется план технической учебы.

Визуализация — психологическая подготовка работника к соблюдению требований охраны труда заключается в том, что до момента приезда на место проведения работ выдающий наряд-допуск, допускающий, производитель работ, члены бригады, стропальщик,

рабочий люльки, машинист МКМ осуществляют визуально-психологическую подготовку, в части мер безопасности при выполнении будущей работы, указанной в наряде-допуске. Для каждой категории работников осуществляется подготовка в зависимости от вида выполняемой ими работы, и тем самым фактически готовит их к ее непосредственному выполнению.

Проект «Цифровой электромонтер» позволит ускорить адаптацию к новым знаниям, что актуально в условиях динамично меняющихся технологий в области электроэнергетики. В итоге сознательное восприятие концепции «Цифровой электромонтер» снижает десинхронизацию мыслительных и эмоциональных процессов организма электромонтера, повышает его адаптационный потенциал, а также помогает выявить работников группы риска. Снижение объема заполняемой документации освобождает время на выполнение творческих задач работником.

В плане влияния «Цифрового электромонтера» на психофизиологические показатели следует отметить следующее. Использование, по сути, стандартных алгоритмов реагирования способствует более четкому выполнению своих служебных обязанностей электромонтерами. Такие важные психофизиологические характеристики, как память и внимание будут улучшаться при ежедневном тренинге, или, применительно к лицам старших возрастных групп, сохранятся на необходимом уровне.

Создание персонализированного цифрового рабочего места (с элементами обучения) с легкой индивидуальной настройкой кроме дисциплинирующего и мотивирующего эффекта, может положительно сказаться и на эмоциональном состоянии работника; нами прогнозируется снижение уровня психоэмоционального напряжения электромонтеров.

Эффект внедрения концепции «Цифровой электромонтер» представлен на рис. 7.



Рис. 7. Эффект внедрения концепции «Цифровой электромонтер»

В заключение нужно отметить, что важным в обеспечении безопасности деятельности персонала является системный подход: снижение негативного влияния человеческого фактора на риск возникновения трав-

матизма возможен только в том случае, если будет обеспечена своевременная диагностика и регулярная коррекционно-профилактическая работа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Граб И.Д., Затылкин А.В., Алмаметов В.Б., Юрков Н.К. Определение психофизического состояния обучаемого на основе измерения электрокожного сопротивления // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. 2010. Т. 2. С. 435–455.
2. Долин П.А. Электробезопасность: Теория и практика: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки «Электроэнергетика», «Электротехника, электромеханика и электротехнологии». М.: МЭИ, 2012. 280 с.
3. Кочин О.В. Электротравма: патогенез, клиника, лечение // Медицина неотложных состояний. 2015. № 8 (71). С. 7–12.
4. Кудрин Б.И. Электроснабжение потребителей и режимы: учебное пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2013. 412 с.
5. Щербатых Ю.В. Психология стресса. М.: Эксмо, 2006. 304 с.
6. ElectronicsWorkbench. MultiSIM. Проектирование и моделирование. Российский филиал корпорации National Instruments, 2006. 113 с.
7. Fischer H., Kheifets L., Huss A., Peters TL., Vermeulen R., Ye W. Occupational Exposure to Electric Shocks and Magnetic Fields and Amyotrophic Lateral Sclerosis in Sweden. *Epidemiology*. 2015. 26 (6). P. 824–830.
8. Grell K., Meersohn A., Schüz J., Johansen C. Risk of neurological diseases among survivors of electric shocks: a nationwide cohort study, Denmark, 1968–2008. *Bioelectromagnetics*. 2012. 33 (6). P. 459–465.
9. Huss A., Spoerri A., Egger M., Kromhout H., Vermeulen R.; Swiss National Cohort. Occupational exposure to magnetic fields and electric shocks and risk of ALS: the Swiss National Cohort. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener*. 2015. 16 (1–2). P. 80–85.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2021.64.29.008

UDC 621.316

© S.A. Zakharov, S.G. Zakharenko, 2021

S.A. ZAKHAROV

Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor
KuzSTU, Kemerovo
e-mail: seza1@mail.ru

S.G. ZAKHARENKO

Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor
KuzSTU, Kemerovo
e-mail: zahar_sg@mail.ru

PREVENTIVE APPROACH TO INDUSTRIAL ELECTROTRAUMATISM TAKING INTO ACCOUNT THE INDIVIDUAL PSYCHOPHYSICAL FEATURES OF THE EMPLOYEE IN DISTRIBUTION NETWORKS

The article assesses electrical safety in electrical installations, considers the risks and factors affecting a working person. Electrical injury, compared with other types of industrial injuries, is a relatively small percentage, however, the number of injuries with severe and fatal outcomes occupies a leading place. That

is why electrical safety issues need to be given the closest attention. To ensure safe working conditions during the operation of electrical installations, it is necessary to know how electric current acts on the human body, conditions of exposure to hazardous voltage, protection measures against electric shock. The topic of the article is of great practical importance both for those interested in electrical safety issues and for employees and enterprises of the energy industry.

Keywords: ELECTRICAL SAFETY, ENERGY, FACTORS OF ELECTRIC SHOCK, THE INFLUENCE OF HUMAN FACTORS ON THE RISK OF INJURY, STRESS.

REFERENCES

1. Grab I.D., Zatlkin A.V., Almametov V.B., Yurkov N.K. Determination of the psychophysical state of the student based on the measurement of electro-skin resistance // Proceedings of the International Symposium Reliability and Quality. 2010. V. 2. P. 435–455. [In Russ.].
2. Dolin P.A. Electrical safety: Theory and practice: study guide for university students enrolled in the areas of training «Electricity», «Electrical Engineering, Electrical Engineering and Electrical Engineering». M.: MEI, 2012. 280 p. [In Russ.].
3. Kochi O.V. Electrotrauma: pathogenesis, clinic, treatment // Medicine of emergency conditions. 2015. № 8 (71). P. 7–12. [In Russ.].
4. Kudrin B.I. Power supply of consumers and modes: study. M.: Publishing House MEI, 2013. 412 p. [In Russ.].
5. Shcherbatykh Yu.V. Psychology of stress. M.: Eksmo, 2006. 304 p. [In Russ.].
6. ElectronicsWorkbench. MultiSIM. Design and modeling. For teachers. Russian branch of National Instruments Corporation, 2006. 113 p. [In Russ.].
7. Fischer H., Kheifets L., Huss A., Peters TL., Vermeulen R., Ye W. Occupational Exposure to Electric Shocks and Magnetic Fields and Amyotrophic Lateral Sclerosis in Sweden. Epidemiology. 2015. 26(6). P. 824–830.
8. Grell K., Meersohn A., Schüz J., Johansen C. Risk of neurological diseases among survivors of electric shocks: a nationwide cohort study, Denmark, 1968–2008. Bioelectromagnetics. 2012. 33 (6). P. 459–465.
9. Huss A., Spoerri A., Egger M., Kromhout H., Vermeulen R. Swiss National Cohort. Occupational exposure to magnetic fields and electric shocks and risk of ALS: the Swiss National Cohort. Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener. 2015. 16 (1–2). P. 80–85.