

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

ШМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 1811-1858

№ 4 (2019)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**МАЗМҰНЫ**

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВОО постановке на учет, переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 17022-Ж

выдано

Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленностьпубликация материалов в области электроэнергетики, электротехнологии,
автоматизации, автоматизированных и информационных систем,
электромеханики и теплоэнергетики**Подписной индекс – 76136****Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Нефтисов А. В., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Шапкенов Б. К., *к.техн.н., профессор***Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Алиферов А. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
 Боровиков Ю. С., *д.т.н., профессор (Россия)*
 Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
 Горюнов В. Н., *д.т.н., профессор (Россия)*
 Говорун В. Ф., *д.т.н., профессор*
 Бороденко В. А., *д.т.н., профессор*
 Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
 Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
 Марковский В. П., *к.т.н., доцент*
 Хацевский В. Ф., *д.т.н., профессор*
 Шокубаева З. Ж., *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна

- Абишев К. К., Касенов А. Ж., Сарсембаев Д. Ж., Хамитова Г. Ж.**
Қазақстанның көлік саласын дамыту перспективалары мен талдауы15
- Айткенова Г. Т., Есбенбетова Ж. Х.**
Әуе көлігі кәсіпорнының мысалында Қазақстан Республикасындағы
кәсіби тәуекелдерін бағалау және басқару22
- Аканова А. С., Оспанова Н. Н.**
Нейрондық желілерде қолданылатын PIL алгоритмі28
- Акимжанов Т. Б., Герасименко Т. С.**
Ақмола облысының ауылдық электр желілеріндегі
электр энергиясының сапасын бағалау37
- Алибиев Д. Б., Хакимзянов Г. С.,
Кажикенова А. Ш., Сетимбетова А. Б.**
Алдын ала і жалын предиктор-түзеткіш схемасы бойынша кеңейту47
- Алимгазин А. Ш., Алимгазина С. Г.**
«Қазхром «ТҰК» АҚ филиалы – Ақсу ферроқорытпа зауытында баламалы
энергия көздерін пайдалана отырып, энергия үнемдейтін жылу сорғыш
технологияларды қолдану перспективалары»54
- Арынгазин К. Ш., Карпов В. И., Акишев К. М.**
Құрылыс саласында математикалық статистиканың
имитациялық модельдері мен әдістерін қолданудың қазіргі шетелдік
және отандық әзірлемелерін талдау64
- Барукин А. С., Калтаев А. Г., Клецель М. Я.**
Бітеу түйіспелі қорғаныс сенімділігін есептеу әдістемесін жетілдіру75
- Баубек А. А., Жумагулов М. Г., Картджанов Н. Р.**
Құйынды жанарғы құрылғыны сынау83
- Болатова А. Б., Хамитова Г. Ж., Абишев К. К., Касенов А. Ж., Хусан Б.**
Астынатүсу қабатты жүйемен пайдалы қазбалар кенорындарын өңдеу
кезінде жерасты құрылысы конструкциясының сенімділік параметрлері ...90
- Герасименко Т. С.**
Кернеуі 10/0,4 кВ болып келетін трансформаторлар мен
электрлік желілеріндегі электр энергиясын жоғалтуын айзату бойынша
іс-шараларының кешені99
- Глазырина Н. С., Фураева И. И., Нью В. В.**
Өсімдіктердің жерсіз өсіру үшін атқару және
бағдарламалық қамтамасыз кешені дамыту108
- Глазырина Н. С., Фураева И. И., Омаров Д. К.**
WCAG 2.0 стандартының сапасы бойынша
мобильді ақпараттық қосмшасын дамыту119
- Демьяненко А. В., Горькаева Е. Ю.**
Қазақстанның электр энергетика саласын цифрландыру. Smart Grid
тұжырымдамасы: алғышарттары, болашағы мен қиындықтары129

**Б. К. Шапкенов¹, М. Б. Кайдар², А. Б. Кайдар³,
В. П. Марковский⁴, А. К. Ашимова⁵, А. К. Жумадилова⁶,
А. У. Габдулов⁷, В. Ф. Говорун⁸**

¹к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²менеджер, ЗАО «КазТрансГаз», г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан;

³м.т. и т., проектный менеджер, АО «Alageum Electric», г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан;

⁴к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁵магистр, ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁶к.т.н, асоц. профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁷магистр, ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁸д.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

e-mail: ¹argin_intel@mail.ru; ²m.kaidar@amangeldygas.kz; ³argin_intel@mail.ru;

⁴wadim54@mail.ru; ⁸vladimir.govorun@gmail.com

ОЦЕНКА ТОКОВ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ВЫБОРА УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

В данной статье для оценки токов протекающих через тело человека при прикосновении последнего к токоведущим элементам рассмотрена эквивалентная схема замещения тела человека, возможные пути протекания тока и сопротивления цепи протекания тока.

Приведены диапазоны токов по степени опасности их воздействия на организм человека, зависимости полного сопротивления тела человека от напряжения прикосновения и граничные кривые переменного тока согласно стандартам Международной электротехнической комиссии.

В статье приводятся данные по физиологическому воздействию электрического тока на человека в зависимости от интервала значений тока и времени его протекания по телу.

Приведенная информация предназначена для механизмов протекания тока под воздействием напряжения прикосновения и правильного выбора устройств защитного отключения.

Ключевые слова: устройства защитного отключения, диапазон токов, сопротивление тела человека.

ВВЕДЕНИЕ

В случае прикосновения человека к части электрооборудования, находящегося под напряжением, по телу человека протекает электрический ток. Проблемы воздействия электрического тока на человека и домашних животных отражены в документе «Сообщение МЭК 479» (Report IEC 479). На основании его выводов разработаны требования международного стандарта безопасности МЭК 60 364-4-41 [1].

Реакция организма на воздействие электрического тока и возможные последствия этого воздействия зависят от очень многих факторов, основными из которых являются: параметры электрической сети, условия окружающей среды (климатические и погодные), длительность воздействия тока, переходное сопротивление между телом человека и землей (обувь, пол), характеристика помещения и сопротивление тела человека.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На рисунке 1 представлена электрическая схема замещения человеческого тела, где Z_T – полное сопротивление части тела человека, а в таблице 1 – значения полного сопротивления тела при различных путях протекания тока, используемые для определения величины тока, протекающего через тело человека при его прикосновении к части оборудования, находящейся под напряжением.

В действительности сопротивление тела человека зависит не только от пути протекания тока, но и от его индивидуальных характеристик (пола, веса, переходного сопротивления кожи, состояния здоровья), размера поверхности прикосновения (плотный обхват или кратковременное прикосновение), величины напряжения прикосновения и т.д.

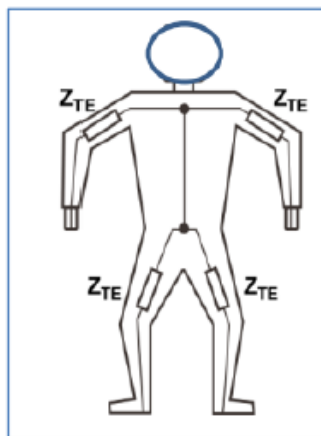


Рисунок 1 – Электри-ческая схема замеще-ния тела человека

Таблица 1 – Полное сопротивление тела чело-века, Z_T

Путь протекания тока	Полное сопротивле-ние тела, Ом
рука – рука или нога – нога	1000
рука – ноги	750
руки – ноги	500
рука – грудь	450
руки – грудь	230
рука – боковая часть туловища	550
руки – боковая часть туловища	300

На рис. 2 приведены кривые зависимости величины полного сопротивления тела человека Z_T от напряжения прикосновения U_T (путь: рука – рука или нога – нога), полученные экспериментально. Как видно из рис. 2, при напряжении прикосновения 230 В следует ожидать, что значение полного сопротивления тела у 5 % людей не более 1000 Ом, у 50 % – не более 1400 Ом и у 95 % – не более 2200 Ом.

Диапазон токов по степени опасности их воздействия на организм человека может быть разделен на следующие интервалы:

I – токи величиной от 10 до 30 мА не приводят к смертельному исходу, но при продолжительном воздействии вызывают судороги, нарушение нормальной работы органов дыхания и т.п.;

II – токи величиной более 30 мА могут явиться причиной смерти [3, 4], если не произойдет быстрое отключение источника питания. Воздействие токов, величины которых приближаются к значению 500 мА, может привести

к смертельному исходу, если он и протекают по телу в течение времени около 0,5 с и более;

III – токи величиной свыше 500 мА являются смертельно опасными и при очень малом времени их протекания. Во всех случаях необходимо не допускать протекания таких токов по телу человека. На рис. 3 представлены граничные кривые переменного тока промышленной частоты (Сообщение МЭК 479, глава 2, 3-е издание 1994 года) [2], характеризующие воздействие электрического тока на человека в зависимости от продолжительности времени его протекания. Пояснения к рис. 5 приведены в табл. 2.

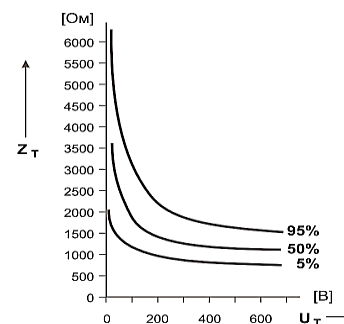


Рисунок 3 – Зависимость полного сопротивления тела человека от напряжения прикосновения

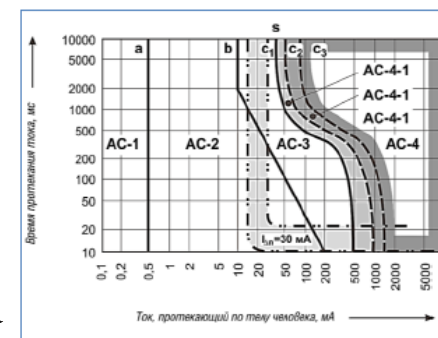


Рисунок 3 – Граничные кривые пере-менного тока

ВЫВОДЫ

Главным фактором, обуславливающим отсутствие смертельного исхода при поражении человека электрическим током, является малое время протекания электрического тока. В специальной литературе приводится значение предельно допустимого произведения тока, протекающего по телу человека, и времени его протекания, равного 70 мА·с. При значениях сопротивления тела человека 2000 Ом и напряжения прикосновения 230 В величина тока, протекающего по телу, составит $230/2000 = 0,115$ А.

Таблица 2 – Физиологическое воздействие электрического тока на человека в зависимости от интервала значений тока и времени его протекания по телу (см. рис. 5)

Обозначение интервала (АС-переменный ток)	Предельные значения тока в интервале	Физиологическое воздействие
1	2	3
АС-1	до 0,5 мА (прямая <i>a</i>)	Обычно без ощутимого воздействия
АС-2	от 0,5 мА до ломаной линии <i>b</i>	Обычно без вредного физиологического воздействия
Обычно без органического повреждения. Возможна су дорога мышц и проблемы с дыханием, если ток протекает дольше 2 с. Нарушение сердечной деятельности без фибрилляции сердечной мышцы наблюдается только при более продолжительном времени протекания и при более высоких значениях тока	АС-3	от ломаной линии <i>b</i> до кривой <i>c1</i>
Увеличивается вероятность возникновения таких опасных патологических явлений, как остановка дыхания и тяжелые ожоги	АС-4	выше кривой <i>c1</i>
Вероятность возникновения фибрилляции сердечной мышцы 5 %	АС-4-1	<i>c1 – c2</i>
Вероятность возникновения фибрилляции сердечной мышцы приблизительно 50 %	АС-4-2	<i>c2 – c3</i>
Вероятность возникновения фибрилляции сердечной мышцы выше 50 %	АС-4-3	выше кривой <i>c3</i>

Время протекания тока в этом случае не должно превышать значения 0,6 с. В случае использования УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током $I_{\Delta n} = 30$ мА значение времени отключения при касании человеком токоведущего проводника обычно находится в пределах от 10 до 30 мс, что гарантирует высокую степень безопасности. Использование УЗО с $I_{\Delta n} = 10$ мА в большинстве случаев не приносит заметного повышения уровня безопасности по сравнению с применением УЗО с $I_{\Delta n} = 30$ мА. В то же время при использовании УЗО с $I_{\Delta n} = 10$ мА возникает ряд проблем, связанных с ложными отключениями УЗО, из-за

имеющихся в сети небольших естественных токов утечки (например, при наличии незначительной влажности). Если в каких-либо требованиях речь идет о номинальном отключающем дифференциальном токе УЗО, равном 10 мА, то в большинстве случаев в основе этих требований лежат статьи немецких стандартов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 МЭК 60 364-4-41. Электроустановки зданий. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током. ГОСТ 30331.3-95/ГОСТ Р 50571.3-94 (МЭК 364-4-41-92. [Электронный ресурс]. – <https://online.zakon.kz> › Document.

2 УЗО. Устройство, принцип действия, схемы включения и ... [Электронный ресурс]. – www.eti.su › articles › nizkovoltnaya-tehnika › nizkovoltnaya-tehnika_1445.

3 Шапкенов, Б. К. Охрана труда и техника безопасности/для энергетиков Учебник. Павлодар: ЭКО, 2010. – 514 с. – ISBN 978-601-284-002-5.

4 Шапкенов, Б. К., Кайдар, А. Б., Смагулов, К. Т. Разработка физических моделей электрических сетей для изучения вопросов электробезопасности // Вестник ПГУ. – (1) 2011. – Серия Энергетика. – С. 93-99. – 0,35 п.л.

Материал поступил в редакцию 29.11.19.

Б. К. Шапкенов¹, М. Б. Кайдар², А. Б. Кайдар³, В. П. Марковский⁴, А. К. Ашимова⁵, А. К. Жумадилова⁶, А. У. Габдулов⁷, В. Ф. Говорун⁸

Қорғаныстық ажырату құрылғыларын таңдау үшін адам ағзасына қауіптілік дәрежесі бойынша токтарды бағалау

^{1,4,5,6,7,8}С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

²«ҚазТрансГаз» ЖАҚ,

Нұр-сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы;

³«Alageum Electric» АҚ,

Нұр-сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

Материал 29.11.19 баспаға түсті.

*B. K. Shapkenov¹, M. B. Kaydar², A. B. Kaydar³, V. P. Markovsky⁴,
A. K. Ashimova⁵, A. K. Zhumadirova⁶, A. U. Gabdulov⁷, V. F. Govorun⁸*

Assessment of current severity on the human body for selection of protective devices

^{1,4,5,6,7,8}S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;
²CJSC «KazTransGas»,
Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan;
³JSC «Alageum Electric»,
Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 29.11.19.

Бұл мақалада адамның денесі арқылы өтетін токтарды бағалау үшін, соңғысының ток өткізгіш элементтеріне жанасу кезінде адам денесін ауыстырудың эквивалентті схемасы, токтың ағу жолы және токтың ағу тізбегінің кедергісі қарастырылған. Адам ағзасына әсер ету қауіптілігінің дәрежесі бойынша ток диапазондары, адам денесінің жанасу кернеуінен толық кедергісінің тәуелділігі және Халықаралық электротехникалық комиссия стандарттарына сәйкес ауыспалы токтың шектес қисықтары келтірілген. Мақалада ток мәндерінің интервалына және оның дене бойынша ағу уақытына байланысты адамға электр тогының физиологиялық әсері бойынша деректер келтіріледі. Келтірілген ақпарат жанасу кернеуінің әсерінен токтың ағу механизмдеріне және қорғаныстық ажырату құрылғыларын дұрыс таңдауға арналған.

In this article, to assess the currents flowing through the human body when the latter touches the current-carrying elements, the equivalent circuit of the human body, the possible ways of current flow and resistance of the current flow circuit are considered. Given the current range in the severity of their impact on the human body based on the impedance of the human body from touch voltages and boundary curves AC according to the standards of the International electrotechnical commission. The article presents data on the physiological effect of electric current on a person depending on the range of current values and the time of its flow through the body. The above information is intended for the mechanisms of current flow under the influence of touch voltage and the correct choice of protective devices.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПГУ ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА («ВЕСТНИК ПГУ», «НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА», «КРАЕВЕДЕНИЕ»)

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям в

1 экзemplяре, набранные на компьютере, напечатанные на одной стороне листа с полями 30 мм со всех сторон листа, электронный носитель со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для WINDOWS».

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы не должен превышать **12 страниц печатного текста**. *Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).*

Статья должна содержать:

1 **ГРНТИ** (Государственный рубрикатор научной технической информации);

2 **Инициалы и фамилия** (-и) автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (*прописными буквами, жирным шрифтом, абзац 1 см по левому краю, см. образец*);

3 **Ученую степень, ученое звание;**

4 **Аффилиация** (факультет или иное структурное подразделение, организация (место работы (учебы)), город, почтовый индекс, страна) – на казахском, русском и английском языках;

5 **E-mail;**

6 **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (*не более 12 слов, заглавными прописными буквами, жирным шрифтом, абзац 1 см по левому краю, на трех языках: русский, казахский, английский, см. образец*);

7 **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском языках (*рекомендуемый объем аннотации – не менее 100 слов, прописными буквами, нежирным шрифтом 12 кегль, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец*);

8 **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (*оформляются на языке публикуемого материала: кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 3 см.*). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3.

Теруге 29.11.2019 ж. жіберілді. Басуға 23.12.2019 ж. қол қойылды.
Пішімі 70x100 $\frac{1}{16}$. Кітап-журнал қағазы.
Шартты баспа табағы 25,6. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы
Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова
Тапсырыс № 3529

Сдано в набор 29.11.2019 г. Подписано в печать 23.12.2019 г.
Формат 70x100 $\frac{1}{16}$. Бумага книжно-журнальная.
Усл. печ. л. 25,6. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы
Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова
Заказ № 3529

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69
e-mail: kereku@psu.kz
www.vestnik.psu.kz