

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Қазақстан Республикасының Ғылым
Академиясының ұлттық университетінің
әл-Фараби атындағы

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
al-Farabi Kazakh National University

SERIES

PHYSICO-MATHEMATICAL

1 (341)

JANUARY – MARCH 2022

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series physico-mathematical journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия физика и информационные технологии» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

Бас редактор:

МҰТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан) Н=5

Редакция алқасы:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан) Н=7

БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы (бас редактордың орынбасары), техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сатпаев университетінің Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, (Алматы, Қазақстан) Н=3

ВОЙЧИК Вальдемар, техника ғылымдарының докторы (физика), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша) Н=23

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=10

QUEVEDO Hemando, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика) Н=28

ЖҮСПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина) Н=5

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі (Минск, Беларусь) Н=2

РАМАЗАНОВ Тілекқабұл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан) Н=26

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=5

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова) Н=42

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=10

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=12

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), Нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) Н=26

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *физика және ақпараттық коммуникациялық технологиялар сериясы.*

Қазіргі уақытта: *«ақпараттық технологиялар» бағыты бойынша ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдар тізіміне енді.*

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

Редакцияның мекен-жайы: *050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2022

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

МУТАНОВ Галимкаир Мутанович, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК (Алматы, Казахстан) Н=5

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК, заведующий лабораторией (Алматы, Казахстан) Н=7

БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич, (заместитель главного редактора), доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, университет Сатпаева (Алматы, Казахстан) Н=3

ВОЙЧИК Вальдемар, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша) Н=23

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=10

QUEVEDO Hemando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика) Н=28

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина) Н=5

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь) Н=2

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, проректор по научно-инновационной деятельности, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=26

ТАКИБАЕВ Нургали Жабигаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=5

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова) Н=42

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан) Н=10

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=12

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия) Н=26

«Известия НАН РК.Серия физика-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: *Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).*

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан **№ 16906-Ж** выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *серия физика и информационные коммуникационные технологии.*

В настоящее время: *вошел в список журналов, рекомендованных ККСОН МОН РК по направлению «информационные коммуникационные технологии».*

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

Адрес редакции: *050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2022

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, acting director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK (Almaty, Kazakhstan) H=5

Editorial board:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich (Deputy Editor-in-Chief), doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan) H=7

BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich, (Deputy Editor-in-Chief), doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan) H=3

WOICIK Waldemar, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, Lublin University of Technology (Lublin, Poland) H=23

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=10

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico) H=28

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=7

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine) H=5

MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS of Belarus (Minsk, Belarus) H=2

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Vice-Rector for Scientific and Innovative Activity, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=26

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=5

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova) H=42

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan) H=10

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=12

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy) H=26

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

Series of physics and informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. 16906-Ж, issued 14.02.2018

Thematic scope: *series physico-mathematical.*

Currently: *included in the list of journals recommended by the CCSES MES RK in the direction of «information and communication technologies».*

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

Editorial address: *28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2022

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES ISSN 1991-346X

Volume 1, Number 341 (2022), 6–16

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1726.111>

УДК 621.3.049.774

МРНТИ 44.29.31

Ж.С. Абдимуратов, В.И. Дмитриченко, М.А. Джетписов, Е.Н. Жагыпаров*

Некоммерческое АО «Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Гумарбека Даукеева»,
Алматы, Казахстан.

E-mail: e.zhagiparov@aes.kz

**АДАПТАЦИЯ ЗАЩИТЫ РЕЛЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможные решения очень важного вопроса - определение характеристик кривых повреждений электродвигателя, разработка мер по их защите с помощью цифровой релейной защиты электродвигателей в сетях среднего напряжения 6-10 кВ.

Ниже указаны основные проблемы выхода из строя электродвигателей:

Статистические данные показывают, что при проектировании релейной защиты, выборе уставок защиты, изучению тепловых и механических способностей, при перегрузках и коротких замыканиях не уделяется должного внимания, в результате чего при работе электрооборудования в аварийном режиме происходит износ и старение изоляции, механическое повреждение обмоток, токоведущих частей, вращающихся механических частей, магнитных сердечников может произойти из-за большого рассеивания тепла, электродинамических и термических эффектов при коротких замыканиях. Многие казахстанские проектные компании не учитывают кривые повреждения оборудования, в том числе из-за использования различных коэффициентов запаса, коэффициентов отстройки, коэффициентов загрузки электрооборудования, всевозможных допусков на погрешности и отстройки при построении времятоковых характеристик и при анализе селективности защиты, кривая реле выходит за пределы характеристик кривой повреждения оборудования;

Из-за различных неисправностей: ранний выход из строя электродвигателей из-за экстремальных погодных условий, агрессивного климата, перегрузок электродвигателя, термических, механических повреждений, повреждения обмоток, ухудшения бумажной изоляции, неселективного и ложного срабатывания;

В настоящее время для повышения производительности некоторые нефтегазовые или горнодобывающие компании склонны загружать большое количество критически важного электрического оборудования сверх их номинальной мощности, что снижает расчетный срок службы оборудования. Таким образом, ставится под риск проектный срок эксплуатации оборудования 15-20 лет, т.е. при работе с превышением номинальной мощности, срок эксплуатации оборудования составит всего 5-10 лет или даже меньше.

Кроме того, различные условия эксплуатации оборудования, климатические особенности резко континентального климата Казахстана от + 40⁰ до -40⁰С, агрессивная коррозионная среда, грунтовые воды с минералами и растворенными солями, делают вопрос оценки и обеспечения достаточной защиты с учетом местных условий особо актуальным.

В последние годы благодаря развитию инновационных методов и программ диагностики, опыту эксплуатации электрооборудования, анализу и статистике повреждений электрооборудования появилась возможность диагностировать, контролировать и анализировать срок службы электрооборудования, которое, в свою очередь, позволило определить один из важнейших характеристик,

такие как кривые повреждения оборудования, и тем самым предотвратить износ силового оборудования.

Использование расчетов для определения характеристик кривых повреждения и кривых защит электродвигателей позволит:

Предотвращать преждевременный выход из строя электродвигателей в результате витковых коротких замыканий, старения, ухудшения диэлектрических свойств изоляции обмоток двигателя, термических и механических повреждений статоров и роторов из-за перегрузки.

Улучшить координацию защит, повысить чувствительность, обеспечить надежность, улучшить селективность и производительность.

Для защиты электродвигателей необходимо определить характеристики кривых повреждения электрооборудования, рассчитать уставки защиты, построить времятоковые характеристики, провести исследование селективности, определить чувствительность, обеспечить быстродействие и надежность.

Результаты методик определения характеристик кривых повреждений и кривых защит уже применяется на практике на заводах нефтегазовой и горнодобывающей отрасли.

Ключевые слова. Характеристики кривых повреждений, время разгона, затормаживание ротора, времятоковые характеристики, пуск двигателя.

Ж.С. Абдимуратов, В.И. Дмитриченко, М.А. Джетписов, Е.Н. Жагыпаров*

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, Алматы, Қазақстан.

E-mail: e.zhagiparov@aues.kz

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯЛАРДЫ ЖОБАЛАУ КЕЗІНДЕ ҚОЗҒАЛТҚЫШТЫҢ РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫСЫН БЕЙІМДЕУ

Аннотация. Бұл мақалада өте маңызды мәселенің ықтимал шешімдері қарастырылады - электр қозғалтқышының зақымдану қисықтарының сипаттамаларын анықтау, 6-10 кВ орташа кернеулі желілердегі электр қозғалтқыштарын сандық релелік қорғау арқылы оларды қорғау шараларын әзірлеу.

Төменде Электр қозғалтқыштарының істен шығуының негізгі мәселелері көрсетілген:

1) статистикалық деректер Релелік қорғанысты жобалау, қорғау тағайыншамаларын таңдау, жылу және механикалық қабілеттерді зерттеу, артық жүктеме және қысқа тұйықталу кезінде тиісті көңіл бөлінбейтіндігін көрсетеді, нәтижесінде электр жабдығы авариялық режимде жұмыс істеген кезде оқшаулаудың тозуы және қартаюы, орамалардың, ток өткізгіш бөліктердің, айналмалы механикалық бөліктердің, магниттік өзектердің механикалық зақымдануы жылудың көп таралуына, қысқа тұйықталу кезіндегі электродинамикалық және термиялық әсерлерге байланысты болуы мүмкін. Көптеген қазақстандық жобалау компаниялары жабдықтың зақымдану қисықтарын ескермейді, оның ішінде әртүрлі қор коэффициенттерін, түзету коэффициенттерін, электр жабдықтарын жүктеу коэффициенттерін, уақыт ағымының сипаттамаларын құру кезінде және қорғаныс селективтілігін талдау кезінде қателіктер мен түзетулердің барлық түрлерін пайдалану, реле қисығы жабдықтың зақымдану қисығының сипаттамасынан тыс болады;

2) Әр түрлі ақауларға байланысты: ауа-райының қолайсыздығына, агрессивті климатқа, электр қозғалтқышының шамадан тыс жүктелуіне, термиялық, механикалық зақымдарға, орамалардың зақымдалуына, қағаз оқшаулауының нашарлауына, селективті емес және жалған іске қосылуға байланысты электр қозғалтқыштарының ерте істен шығуы;

Қазіргі уақытта өнімділікті арттыру үшін кейбір мұнай-газ немесе тау-кен компаниялары көптеген маңызды электр жабдықтарын номиналды қуатынан тыс жүктеуге бейім, бұл жабдықтың қызмет ету мерзімін төмендетеді. Осылайша, жабдықтың жобалық қызмет ету мерзімі 15-20 жыл, яғни номиналды қуаттан асып кету кезінде жабдықтың қызмет ету мерзімі тек 5-10 жыл немесе одан да аз болады.

Бұдан басқа, жабдықты пайдаланудың әртүрлі шарттары, Қазақстанның күрт континентальды климатының + 40⁰-40⁰С дейінгі климаттық ерекшеліктері, агрессивті коррозиялық орта, минералдары

мен ерітілген тұздары бар жер асты сулары жергілікті жағдайларды ескере отырып, бағалау және жеткілікті қорғауды қамтамасыз ету мәселесін ерекше өзекті етеді.

Соңғы жылдары инновациялық диагностикалық әдістер мен бағдарламалардың дамуы, электр жабдықтарының жұмыс тәжірибесі, электр жабдықтарының зақымдануын талдау және статистика арқасында электр жабдықтарының қызмет ету мерзімін диагностикалау, бақылау және талдау мүмкіндігі пайда болды, бұл өз кезегінде жабдықтың зақымдану қисықтары сияқты маңызды сипаттамалардың бірін анықтауға мүмкіндік берді., осылайша электр жабдықтарының тозуын болдырмайды.

Электр қозғалтқыштарының зақымдану қисықтары мен қорғаныс қисықтарының сипаттамаларын анықтау үшін есептеулерді қолдану:

1) орамдық қысқа тұйықталу, қартаю, қозғалтқыш орамалары оқшаулауының диэлектрлік қасиеттерінің нашарлауы, артық жүктеме салдарынан статорлар мен роторлардың термиялық және механикалық зақымдануы нәтижесінде электр қозғалтқыштарының мерзімінен бұрын істен шығуын болдырмау.

2) қорғауды үйлестіруді жақсарту, сезімталдықты арттыру, сенімділікті қамтамасыз ету, селективтілік пен өнімділікті жақсарту.

Электр қозғалтқыштарын қорғау үшін электр жабдықтарының зақымдану қисықтарының сипаттамаларын анықтау, қорғаныс параметрлерін есептеу, уақытша ток сипаттамаларын құру, селективтілікті зерттеу, сезімталдықты анықтау, жылдамдық пен сенімділікті қамтамасыз ету қажет.

Зақымдану қисықтары мен қорғау қисықтарының сипаттамаларын анықтау әдістемелерінің нәтижелері мұнай-газ және тау-кен өндіру саласындағы зауыттарда практикада қолданылады.

Түйін сөздер: Қисықтардың зақымдану сипаттамалары, үдеу уақыты, ротордың тежелуі, уақытша ток сипаттамалары, қозғалтқыштың іске қосылуы.

Zh.S. Abdimuratov, V.I. Dmitrichenko, M.A. Jetpisov, Y.N. Zhagyparov*

Non-profit Joint Stock Company “Almaty University of Power Engineering and Telecommunications
named after Gumarbek Daukeev, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: e.zhagyparov@aes.kz

ADAPTATION OF ELECTRIC MOTOR RELAY PROTECTION WHEN DESIGNING DIGITAL SUBSTATIONS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract. This article discusses possible solutions to a very important issue - determining the characteristics of the damage curves of the electric motor, developing measures to protect them using digital relay protection of electric motors in medium voltage networks of 6-10 kV.

Below are the main problems of failure of electric motors:

1) Statistical data show that when designing relay protection, choosing protection settings, studying thermal and mechanical abilities, during overloads and short circuits, due attention is not paid. As a result, during operation of electrical equipment in emergency mode, wear and tear of insulation emerge, mechanical damage to windings, conductors, rotating mechanical parts, magnetic cores may occur due to large heat dissipation, electrodynamic and thermal effects during short circuits. Many Kazakh design companies do not take into account equipment damage curves, including due to the use of various safety factors, detuning factors, load factors for electrical equipment,

2) Due to various malfunctions: early failure of electric motors due to extreme weather conditions, aggressive climate, electric motor overloads, thermal, mechanical damage, damage to windings, deterioration of paper insulation, non-selective and false operation;

Currently, in order to increase productivity, some oil and gas or mining companies tend to load large amounts of critical electrical equipment beyond their rated capacity, which reduces the estimated life of the equipment. Thus, the design service life of the equipment is 15-20 years, i.e. when operating in excess of the rated power, the life of the equipment will be only 5-10 years or even less.

In addition, various operating conditions of equipment, climatic features of the sharply continental climate of Kazakhstan from + 40⁰ to - 40⁰C, aggressive corrosive environment, groundwater with minerals

and dissolved salts, make the issue of assessing and providing sufficient protection taking into account local conditions especially relevant.

In recent years, thanks to the development of innovative diagnostic methods and programs, experience in the operation of electrical equipment, analysis and statistics of electrical equipment damage, it has become possible to diagnose, monitor and analyze the service life of electrical equipment, which, in turn, has made it possible to determine one of the most important characteristics, such as equipment damage curves, and thereby prevent wear and tear of power equipment.

Using calculations to characterize damage curves and motor protection curves will allow:

1) Prevent premature failure of electric motors as a result of coil short circuits, aging, deterioration of the dielectric properties of the motor winding insulation, thermal and mechanical damage to stators and rotors due to overload.

2) Improve coordination of protections, increase sensitivity, ensure reliability, improve selectivity and performance.

To protect electric motors, it is necessary to determine the characteristics of the damage curves of electrical equipment, calculate the protection settings, build the time-current characteristics, conduct a study of selectivity, determine the sensitivity, ensure speed and reliability.

The results of the methodologies for characterizing damage curves and protection curves are already being applied in practice in oil and gas and mining plants.

Key words: Fault curve characteristics, acceleration time, rotor deceleration, current characteristics, motor starting.

Введение. Одними из важных устройств нефтегазовых, горнодобывающих предприятий являются электродвигатели, на которые приходится около 70% всех нагрузок. Одной из важнейших задач современной релейной защиты является обеспечение защиты электрооборудования, обеспечение его целостности, предотвращение преждевременного старения, износа, обеспечения селективности, быстродействия, надежности и чувствительности защит.

Для этого было решено провести анализ всех неисправностей, произошедших в течение определенного периода времени, их частоты, чтобы определить характеристики кривых повреждения электрооборудования, рассчитать уставки защиты, построить характеристики кривых повреждения и времятоковые характеристики (ВТХ), провести исследование селективности, определить чувствительность, обеспечить быстродействие и надежность.

Цель работы: Увеличение проектного ресурса электродвигателей, разработка рекомендаций по практическому применению характеристик кривых повреждений, правильное согласование защиты, построение согласованных времятоковых характеристик, адаптация в Республике Казахстан при проектировании релейной защиты цифровых подстанций.

Задачи:

- анализ состояния адаптации характеристик кривых повреждения электрооборудования;
- определение характеристик кривых повреждений и выбор уставок защиты, построение времятоковых характеристик, согласование защит;
- разработка рекомендаций по внедрению новых методов защиты электродвигателей.

До сих пор в странах СНГ исследования по определению показателей ресурса электрооборудования не проводились. Сравнение характеристик не произведено, так как аналогов в странах СНГ нет. Большинство защит на подстанциях РК используют независимую выдержку времени.

Для защиты оборудования от преждевременного старения, износа и обеспечения селективности, быстродействия, надежности и чувствительности защиты в соответствии с нормами и стандартами Республики Казахстан было предложено оценить и определить характеристики кривых повреждения электрооборудования и защитить его от ненормальных условий.

Материалы и основные методы. Защита электродвигателя. Представление температурных предельных кривых. Кривые перегрузки машины, предела теплового ускорения и предельного теплового режима заторможенного ротора могут быть представлены в виде одной непрерывной кривой или набора прерывистых кривых [1, 2, 3].

Обычно представлены две характеристики предельных тепловых кривых. Первая уставка, при которой машина изначально находится при температуре окружающей среды (в холодном состоянии),

за ней следует вторая уставка, при которой машина изначально находится при номинальной рабочей (горячей) температуре [4,5].

Ток полной нагрузки (ТПН). Номинальная длительная допустимая токовая нагрузка двигателя при расчетной температуре окружающей среды и допустимом повышении температуры приведена в таблице 1.

Таблица 1. Температурные характеристики электродвигателя

Макс Окр. Темп.	Горячая точка Темп.	Повышение темп.	Повышение темп.	Общая пов темп.	Темп изоляции	Темп изоляции
40 °С	5 °С	Класс А	60 °С	105 °С	Класс А	105 °С
40 °С	10 °С	Класс В	80 °С	130 °С	Класс В	130 °С
40 °С	10 °С	Класс F	105 °С	155 °С	Класс F	155 °С
40 °С	15 °С	Класс H	125 °С	180 °С	Класс H	180 °С
40 °С	10 °С	Класс В	80 °С	130 °С	Класс F	155 °С
40 °С	15 °С	Класс F	105 °С	160 °С	Класс H	180 °С

Кривая ускорения. Кривая ускорения представляет собой кривую пусковой и токовую характеристики электродвигателя для данной инерции нагрузки ($Wk2$), кривой крутящего момента нагрузки, скорости вращения и пускового напряжения. Как правило, кривые ускорения даются при номинальном напряжении двигателя (100%) и минимальном номинальном напряжении заторможенного ротора (90%).

Характеристика кривой рабочей перегрузки. Характеристика кривой рабочей перегрузки во время работы (характеристика повреждения статора) должна отражать тепловую мощность электродвигателя от номинального тока полной нагрузки до тока, близкого к моменту опрокидывания во время работы. Эта кривая не предназначена для индикации непрерывной перегрузочной способности и не должна быть использована для работы в режиме перегрузки. Работа электродвигателя вблизи характеристики кривой рабочей перегрузки и за ее пределами сокращают срок службы изоляции. Характеристики кривой рабочей перегрузки обычно указываются в ВТХ для электродвигателей среднего напряжения.

Характеристика термальной кривой ускорения. Характеристика термальной кривой ускорения должна отражать тепловую емкость электродвигателя от заторможенного ротора до тока при моменте ускорения опрокидывания. Характеристики кривых ускорения обычно приводятся для электродвигателей среднего напряжения. Если электродвигателю необходимо ускориться и работать как в прямом, так и в обратном направлении, могут потребоваться отдельные кривые ускорения в прямом и обратном направлении.

Характеристика кривой теплового повреждения заторможенного ротора. Характеристика кривой теплового повреждения заторможенного ротора (повреждение ротора) должна представлять максимальное время, в течение которого ротор машины может оставаться заторможенным без повреждений. Кривая строится путем проведения линии через расчетные точки безопасного останова, указанные для серии пусковых напряжений.

Пример 1. Постройте ВТХ для асинхронного двигателя мощностью 1500 кВт, 6000 В, 1 пара полюсов, 187 А.

Решение. В документации от производителя электродвигателя указаны следующие характеристики машины, изначально работающей при номинальной рабочей (горячей) температуре.

Таблица 2. Точки повреждения статора:

Ток (%)	Время (сек.)
1,55	1000,0
1,80	400,0
2,82	100,0

Таблица 3. Точки повреждения ротора при 100% напряжении:

Текущий (%)	Время (сек.)
5.2	30,0
6.0	25,0
6,6	12,0

Таблица 3. Точки повреждения ротора при 80% напряжении:

Текущий (%)	Время (сек.)
3.0	85,0
3.9	50,0
4.2	25,0

Таблица 4. Время ускорения:

Напряжение (%)	Время (сек.)
100	6.0
90	8,4
80	14.0

Результаты показаны на рисунке 1.

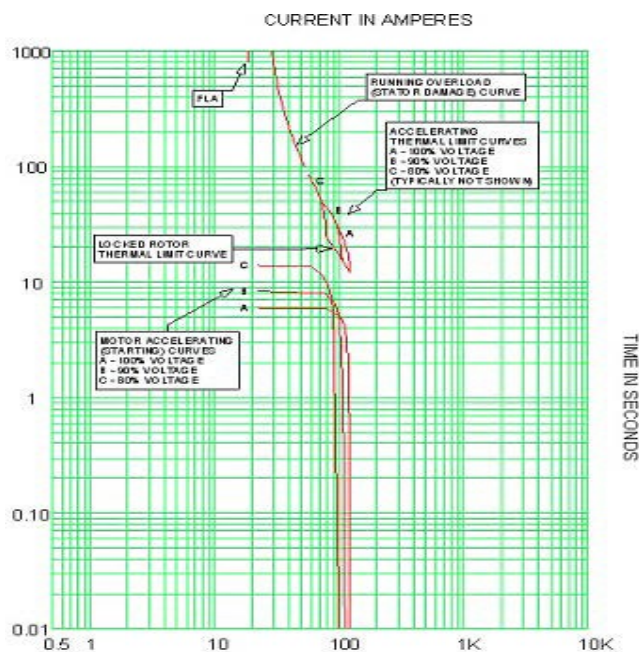


Рисунок 1. ВТХ защиты электродвигателя

Принцип защиты электродвигателя. Шаг 1 - Определите точки ВТХ:

- Ток полной нагрузки - расположен в верхней части.
- Характеристика кривой пуска электродвигателя - все части ВТХ.
- Точка безопасной остановки ротора - расположена в верхней средней части.
- Характеристика кривой повреждения статора - расположена в верхней части.
- Характеристика кривой повреждения ротора - расположена в средней части.

Шаг 2 - Определите области ВТХ:

- Рабочая зона оборудования - расположена слева и ниже кривой запуска электродвигателя.
- Зона повреждения оборудования - расположена справа и выше точки безопасного останова для электродвигателей низкого напряжения или кривых предельных значений температуры при перегрузке и заторможенном роторе для двигателей среднего напряжения.

Шаг 3 - Выберите релейную защиту:

- Установите защиту выше тока полной нагрузки и кривой пуска электродвигателя.
- Установите защиту ниже кривой предельной температуры при перегрузке и заторможенном роторе для двигателей среднего напряжения.

Дополнительные примечания

- Если двигатель работает с превышением предельной кривой тепловой перегрузки при работе, срок службы изоляции статора сокращается.
- Если двигателю среднего напряжения разрешается работать с заблокированным ротором в течение времени, превышающего предельную тепловую кривую заблокированного ротора, это приведет к повреждению ротора.

Задача защиты электродвигателя среднего напряжения. Постройте точки ВТХ для асинхронного электродвигателя 1500 кВт, 6000 В, 188 А, 1500 об / мин. Затем установите уставку защиты электродвигателя. Максимальный ток короткого замыкания на клеммах электродвигателя составляет 18 кА.

Решение. Шаг 1 - Определите точки ВТХ. $I_{эд} = 188\text{А}$

Таблица 5. Характеристика кривой запуска электродвигателя была определена на основе исследования запуска двигателя.

Ток (%)	Время (сек.)
3.0	11,7
4.1	11,3
4.5	7,6
4.6	4.6
4,7	2.2
4.8	0,0

Таблица 6. Характеристика рабочей тепловой предельной кривой при перегрузке был предоставлен производителем.

Ток (%)	Время (сек.)
1.4	510,0
2.0	180,0
3.3	53,0

Таблица 7. Характеристика тепловой предельной кривой заторможенного ротора была предоставлена производителем.

Ток (%)	Время (сек.)
4.4	16.0
5.0	12,5
5,6	10.0

Точки ВТХ показаны на рисунке 2.

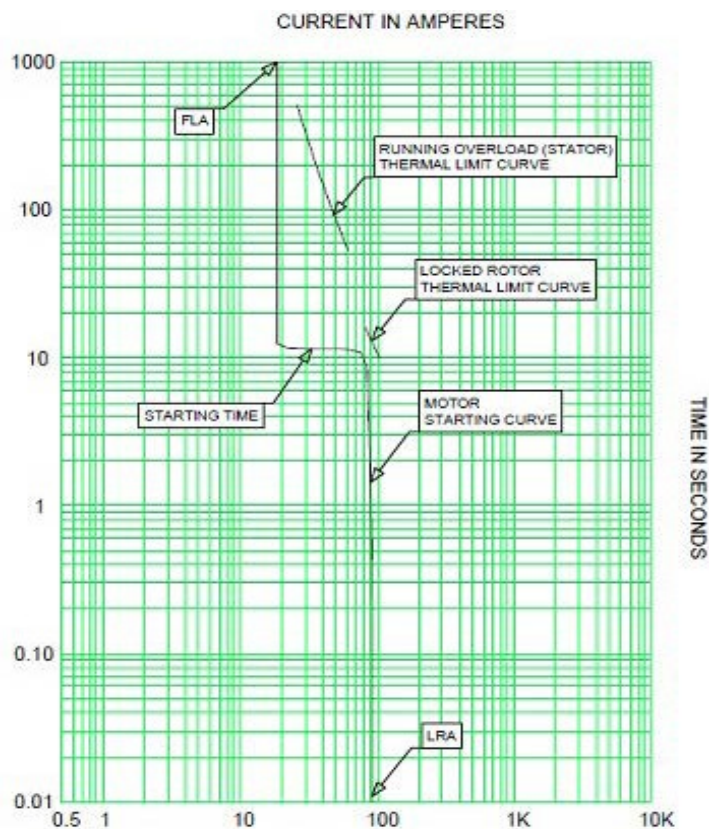


Рис. 2. Характеристика кривых защиты электродвигателя и повреждений.

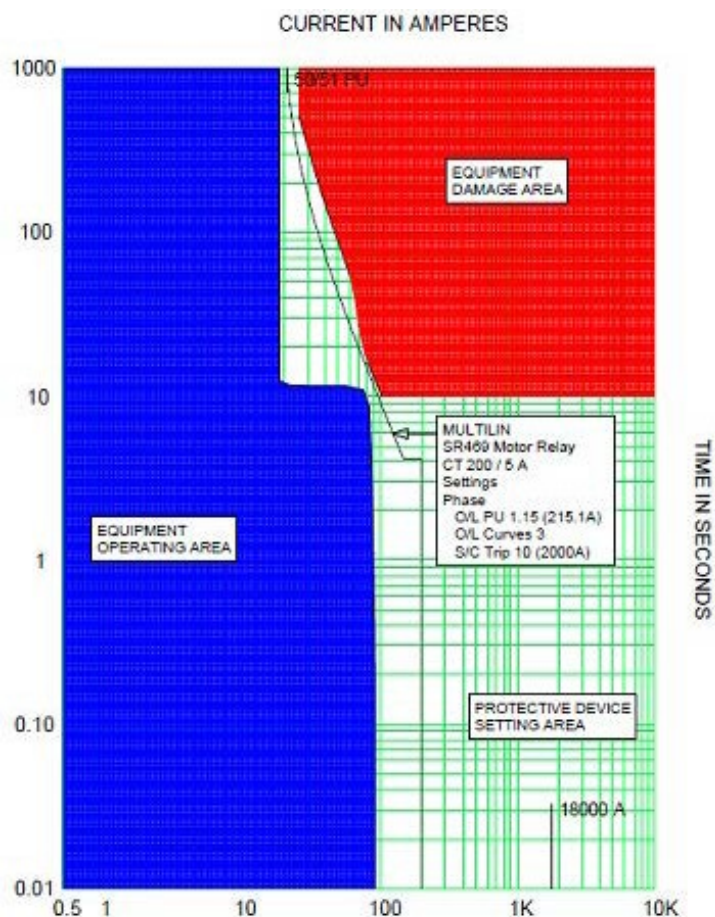


Рисунок 3. Рабочие и защитные зоны электродвигателя.

Рекомендации по согласованию защиты электродвигателя. Фидер питания электродвигателя среднего напряжения. Типичная максимальная токовая защита для синхронных и асинхронных двигателей среднего напряжения, питаемых от автоматических выключателей, включает токовую отсечку и максимальную токовую защиту (50/51). Характеристики реле 50/51 указываются на фазовой кривой ВТХ вместе с кривыми запуска и повреждения электродвигателя, а также характеристике кривой повреждения фидера.

Назначение реле 50/51 - обеспечить запуск и работу электродвигателя, а также защитить электродвигатель и кабель от перегрузок и коротких замыканий. Для этого кривая реле должна располагаться выше и правее характеристики кривой запуска электродвигателя, а также слева и ниже кривых повреждения ротора, статора и кабеля, а также номинального тока кабеля.

Таблица 8. Исходные данные

Устройство	Функция	Рекомендации	Комментарии
СТ	Уставка	125-150% от тока полной нагрузки	
51	Уставка тока срабатывания	115-125% от тока полной нагрузки	Устанавливается ниже кривой характеристики повреждения статора электродвигателя.
51	Множитель времени	2-10 секунд выше колена кривой запуска электродвигателя	Установите ниже характеристики кривой повреждения ротора электродвигателя.
			Установите ниже характеристики кривой повреждения кабеля.
50	Уставка тока срабатывания	200% от пускового тока электродвигателя	Установите ниже характеристики кривой повреждения кабеля.
			Характеристика кривой повреждения кабеля должна быть выше максимального тока короткого замыкания на 0,1 секунды.

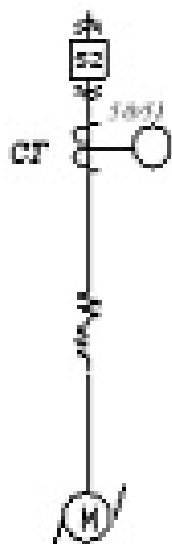


Рисунок 4. Фидер питания электродвигателя среднего напряжения

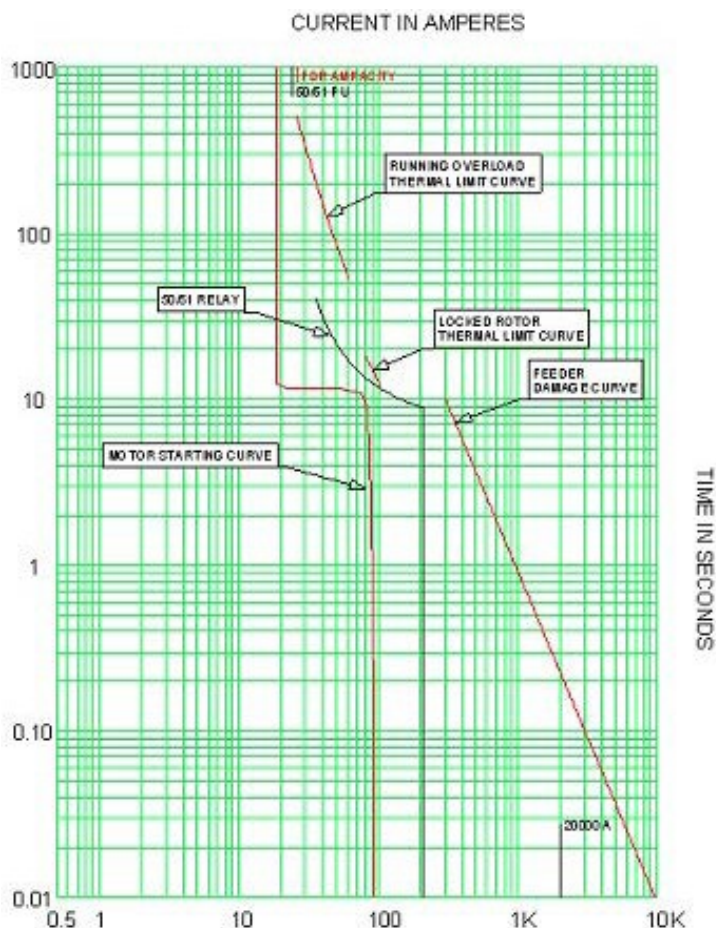


Рисунок 5. Фидер питания электродвигателя среднего напряжения – фазные ВТХ.

Результаты. Проведен анализ и построены характеристики кривых повреждения электродвигателей, рассчитаны уставки защиты, и времятоковые характеристики (ВТХ), проведен анализ селективности, определены коэффициенты чувствительности защит. Разработаны рекомендации по практическому применению характеристик кривых повреждений, проведено правильное согласование защит, построены времятоковые характеристики защит электродвигателей и уже внедрены на предприятиях нефтегазовой и горнодобывающих отраслях.

Обсуждение. До сих пор в странах СНГ исследования по определению показателей ресурса электрооборудования не проводились. Сравнение характеристик не произведено, так как аналогов

в странах СНГ нет. Большинство защит на подстанциях РК используют независимую выдержку времени.

Для защиты оборудования от преждевременного старения, износа и обеспечения селективности, быстродействия, надежности и чувствительности защиты в соответствии с нормами и стандартами Республики Казахстан было предложено оценить и определить характеристики кривых повреждения электрооборудования и защитить его от ненормальных условий.

Преимущества:

Предотвращается преждевременный выход из строя электродвигателей.

Улучшается согласованность защиты, повышается чувствительность, обеспечивается надежность, улучшается селективность и быстродействие.

Недостатки:

- Необходимость использования специализированных программ типа etap, SKM power tools;
- Необходимость модернизации, замены реле электромеханической защиты на микропроцессорную защиту;

Заключение. Было установлено, что существует необходимость определения и реализации характеристик кривых повреждений для защиты электродвигателей, согласования и предотвращения преждевременного старения и отказов. В этой работе основными задачами являются определение характеристик кривых повреждений, надлежащая защита электродвигателей от термического износа и механических повреждений путем объединения лучших мировых отраслевых практик, правил и стандартов ПУЭ, ПТЭЭП и ПТБ РК, IEEE и IEC.

Использование характеристик кривых повреждения электродвигателей при проектировании релейной защиты цифровых подстанций способствует:

- Увеличению срока службы электродвигателей;
- Повышению селективности, быстродействия, надежности и чувствительности релейной защиты.

Методики по защите электродвигателей с использованием характеристик кривых повреждений уже применяется на производстве, рекомендованы к применению как лучшие практики (англ. “best industry practices”) по проектированию релейной защиты электродвигателей в проектной компании, потенциал исследования и дальнейшего применения данных методик как руководство для проектирования релейной защиты значителен.

Information about authors:

Zhubanyshbay Sujnullaevich Abdimuratov – Non-profit Joint Stock Company “Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, c.t.s. Associate Professor, Director of the Institute of Electricity and Electrical Engineering, non-profit joint stock company, AUPET, +7 701-721-93-07, zh.abdymuratov@aes.kz, <https://ORCID/0000-0003-9574-0014>;

Viktor Ivanovich Dmitrichenko – Non-profit Joint Stock Company “Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, c.t.s, Associate Professor of non-profit joint stock company, AUPET, +7-701-766-22-70, dvi2309@mail.ru, <https://ORCID/0000-0002-8624-0894>;

Merey Ainazarovich Jetpissov – Non-profit Joint Stock Company “Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, PhD student, +7-778-327-05-46, m.jetpissov@aes.kz, <https://ORCID/0000-0002-6589-7352>;

Yerkebulan Nurlanuly Zhagyparov – Non-profit Joint Stock Company “Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Senior Lecturer of non-profit joint stock company, AUPET, +7-702-533-85-44, e.zhagyparov@aes.kz, <https://ORCID/0000-0001-5994-3765>.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ли Ван. Причины сбоев воздушных линий в государственной сети Nanchong Power Supply Information & Telecommunication Co. Ltd., Веб-конференция МАТЕС 61, 02017, Сычуань, Китай - 2016.

[2] Томас П. Смит, П.Э. АЗБУКА координации. 2006 -96 с.

[3] Справочник по передаче и распределению электроэнергии, научно-исследовательская компания ABB Power, Роли, Северная Каролина, 1997-233 стр.

[4] Теория и применение защитной ретрансляции АBB, 2-е издание, 2004 г. -315 с.

[5] Теория и приложения защитной ретрансляции, 2-е издание, Марсель Деккер, Нью-Йорк, 2004-455 стр.

- [6] Правила устройства электроустановок №230. 2017- 419 с.
- [7] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей №245. 2017 -83 с.
- [8] IEEE Std 3004.8™ -2016 Рекомендуемая практика защиты двигателя в промышленных и коммерческих энергосистемах, Институт инженеров по электротехнике и электронике, Inc., Нью-Йорк, 2016 г. - 163 стр.
- [9] IEEE Std 620-1996, Руководство IEEE по представлению кривой теплового предела для асинхронных машин с короткозамкнутым ротором, Институт инженеров по электротехнике и электронике, Inc., Нью-Йорк, 1996 г. - 150 стр.
- [10] IEEE Std C37.96-2012, Руководство IEEE по защите двигателя переменного тока, Институт инженеров по электротехнике и электронике, Inc., Нью-Йорк, 2013 г. - 123 с.
- [11] NEMA MG-1, Двигатели и генераторы, Национальная ассоциация производителей электротехники, Росслин, 2009 – 671р.
- [12] Принципы и приложения защитной ретрансляции, 3-е издание, Дж. Льюис Блэкберн, Томас Дж. Домин, Нью-Йорк, CRC Press, 2006 - 639 с.
- [13] IEEE Std 242-2001 – Рекомендуемая практика защиты и координации промышленных и коммерческих энергетических систем, Институт инженеров по электротехнике и электронике, Inc., Нью-Йорк, 2001- 751р.
- [14] Защитная ретрансляция энергосистем, J.C. Das, Нью-Йорк, CRC Press, 2018 - 727 с.
- [15] IEEE Std 399-1997 – Рекомендуемая практика для анализа промышленных и коммерческих энергосистем, Институт инженеров по электротехнике и электронике, Inc., Нью-Йорк, 1997- 495р.

REFERENCES

- [1] Li Wang. Causes of Overhead Line Failures in the State Grid Nanchong Power Supply Information & Telecommunication Co. Ltd., MATEC Web of Conferences 61, 02017, Sichuan, China - 2016.
- [2] Thomas P. Smith, P.E. ABC of Coordination. 2006 -96 p.
- [3] Electrical Transmission and Distribution Reference Book, ABB Power T&D Company, Raleigh, North Carolina, 1997-233 p.
- [4] ABB Protective Relaying Theory and Application, 2nd Edition, 2004 -315 p.
- [5] Protective Relaying Theory and Applications, 2nd Edition, Marcel Dekker, New York, 2004-455 p.
- [6] Правила устройства электроустановок №230. 2017- 419 с.
- [7] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей №245. 2017 -83 с.
- [8] IEEE Std 3004.8™-2016 Recommended Practice for Motor Protection in Industrial and Commercial Power Systems, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., New York, 2016- 163 p.
- [9] IEEE Std 620-1996, IEEE Guide for the Presentation of Thermal Limit Curve for Squirrel Cage Induction Machines, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., New York, 1996- 150 p.
- [10] IEEE Std C37.96-2012, IEEE Guide for AC Motor Protection, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., New York, 2013- 123 p.
- [11] NEMA MG-1, Motors and Generators, National Electrical Manufacturers Association, Rosslyn, 2009 – 671p.
- [12] Protective Relaying Principles and Applications 3rd Edition, J. Lewis Blackburn, Thomas J. Domin, New York, CRC Press, 2006- 639 p.
- [13] IEEE Std 242-2001 – Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., New York, 2001- 751p.
- [14] Power Systems Protective Relaying, J.C. Das, New York, CRC Press, 2018 - 727 p.
- [15] IEEE Std 399-1997 – Recommended Practice for Industrial and Commercial Power System Analysis, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., New York, 1997- 495p.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА

Ж.С. Абдимуратов, В.И. Дмитриченко, М.А. Джетписов, Е.Н. Жагыпаров АДАПТАЦИЯ ЗАЩИТЫ РЕЛЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН.	6
Ж.С. Авкурова, Б.К. Абдураимова, С. Гнатюк, Л.М. Кыдыралина МОДЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ АРТ-АТАК И ИДЕНТИФИКАЦИИ НАРУШИТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КИБЕРПРОСТРАНСТВЕ.	17
Т.С. Байшоланов, Ж.М. Алимжанова, Н. Байшолан, К.Е. Кубаев, К.С. Байшоланова ОЦЕНКА СТОЙКОСТИ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ШИФРОВ С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗА ШИФРТЕКСТОВ.....	26
Ж.С. Есенгалиева, К.Н. Касылкасова, А.О. Касылкасова АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ, СОЗДАНЫХ СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ БОРЬБЫ С COVID-19.....	34
Ж.С. Иксебаева, К. Жетписов, Ж.М. Муратова РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.	43
В.А. Лахно, Б.С. Ахметов, М.Б. Ыдырышбаева, Ш. Сагындыкова ПРИМЕНЕНИЕ СЕТИ БАЙЕСА СО СКРЫТЫМИ ВЕРШИНАМИ В СЕКТОРАЛЬНЫХ СППР ДЛЯ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ.	50
О.Ж. Мамырбаев, Д.О. Оралбекова, К. Алимхан, М. Othman, Б. Жумажанов ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ КАЗАХСКОЙ РЕЧИ.....	58
А.Р. Оразаева, Д.А. Тусупов, С.В. Павлов, Г.Б. Абдикеримова ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ БИОМЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЛЬТРОВ.....	69
Ж.М. Ташенова, Э.Н. Нурлыбаева, Ж.К. Абдугулова, Ш.А. Аманжолова МЕТОДЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ШИФРОВАНИЯ В ОБЛАЧНОЙ СИСТЕМЕ.....	77
О.А. Усатова, А.Ш. Баракова АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ВЕБ-РЕСУРСОВ.	88
Г.С. Ыбыгаева, Н.Ф. Хайрова, К.Ж. Мухсина, Б.Ж. Жумажанов ОБЗОР ПРОБЛЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ОНТОЛОГИЙ.	96
К.С. Чезимбаева, М.Ж. Батырова ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ (IOT) ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ УМНОГО ДОМА.	107

ФИЗИКА

Г.Б. Абдраманова, О. Имамбек, А.М. Надир, М.Б. Мырзабаева УПРУГОЕ РАССЕЙЯНИЕ ПРОТОНОВ НА ЯДРЕ ${}^3\text{He}$ ПРИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ЭНЕРГИЯХ.....	117
А.Е. Амантаева, Г.Р. Сүбебекова, А.Т. Агишев, С.А. Хохлов ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАТАКЛИЗМИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОЙ ЗВЕЗДЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПЕРИОДА V1239 HERCULES.....	124
Т.Н. Исмагамбетова, М.Т. Габдуллин, Т.С. Рамазанов СТРУКТУРНЫЕ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ ПЛОТНОЙ ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ.	131

МАЗМҰНЫ

ИНФОРМАТИКА

Ж.С. Абдимуратов, В.И. Дмитриченко, М.А. Джетписов, Е.Н. Жагыпаров ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯЛАРДЫ ЖОБАЛАУ КЕЗІНДЕ ҚОЗҒАЛТҚЫШТЫҢ РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫСЫН БЕЙІМДЕУ	6
Ж.С. Авкурова, Б.К. Абдураимова, Б. Гнатюк, Л.М. Қыдыралина АРТ-ШАБУЫЛДАРДЫ ЕРТЕ АНЫҚТАУҒА ЖӘНЕ КИБЕРКЕҢІСТІКТЕГІ ҚАУІПСІЗДІК БҰЗУШЫЛАРЫН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН ПАРАМЕТРЛЕР МОДЕЛІ	17
Т.С. Байшоланов, Ж.М. Алимжанова, Н. Байшолан, К.Е. Кубаев, К.С. Байшоланова ШИФРМӘТІНДІ ТАЛДАУ АРҚЫЛЫ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ШИФРЛАРДЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ	26
Ж.С. Есенғалиева, К.Н. Касылқасова, А.О. Касылқасова COVID-19-БЕН КҮРЕСУ ҮШІН АРНАЙЫ ЖАСАЛҒАН МЕДИЦИНАЛЫҚ ҚОСЫМШАЛАРДЫ ТАЛДАУ	34
Ж.С. Иксебаева, К. Жетписов, Ж.М. Муратова ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰЖАТТАМАНЫ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ ТЕКСЕРУДІҢ ТҰЖЫРЫМДАМАЛЫҚ МОДЕЛІН ӨЗІРЛЕУ	43
В.А. Лахно, Б.С. Ахметов, М.Б. Ыдырышбаева, Ш. Сагындыкова КИБЕРҚАУІПСІЗДІКТІ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН СЕКТОРАЛДЫ ШҚҚЖ - ДЕ ЖАСЫРЫН ТӨБЕЛЕРІ БАР БАЙЕС ЖЕЛІСІН ҚОЛДАНУ	50
О.Ж. Мамырбаев, Д.О. Оралбекова, Қ. Әлімхан, М. Othman, Б. Жумажанов ҚАЗАҚША СӨЙЛЕУДІ ТАҢУ ҮШІН ГИБРИДТІ ИНТЕГРАЛДЫҚ МОДЕЛЬДЕРДІ ҚОЛДАНУ	58
А.Р. Оразаева, Д.А. Тусупов, С.В. Павлов, Г.Б. Абдикеримова СҮТ БЕЗІ ҚАТЕРЛІ ІСІГІНІҢ БИОМЕДИЦИНАЛЫҚ КЕСКІНДЕРІН СҮЗГІЛЕРДІ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ӨНДЕУ ТИІМДІЛІГІ	69
Ж.М. Ташенова, Э.Н. Нурлыбаева, Ж.К. Абдугулова, Ш.А. Аманжолова БҰЛТТЫҚ ЖҮЙЕДЕГІ ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ШИФРЛАУ ӘДІСТЕРІ	77
О.А. Усагова, А.Ш. Баракова ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ВЕБ-РЕСУРСТАРДЫ ҚОРҒАУ ЖҮЙЕЛЕРІН ТАЛДАУ	88
Г.С. Ыбығтаева, Н.Ф. Хайрова, К.Ж. Мухсина, Б.Ж. Жумажанов ЛИНГВИСТИКАЛЫҚ ОНТОЛОГИЯНЫ ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ҚАЛЫПТАСТЫРУ МӘСЕЛЕЛЕРІНЕ ШОЛУ	96
К.С. Чезимбаева, М.Ж. Батырова АҚЫЛДЫ ҮЙДІ МОДЕЛЬДЕУ ҮШІН ДЕРЕКТЕР ЖЕЛІСІНЕ (IOT) ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ	107

ФИЗИКА

Г.Б. Абдраманова, О. Имамбек, Ә.М. Нәдір, М.Б. Мырзабаева АРАЛЫҚ ЭНЕРГИЯЛАРДАҒЫ ПРОТОНДАРДЫҢ ^3He ЯДРОСЫНАН СЕРПІМДІ ШАШЫРАУЫ	117
А.Е. Амангаева, Г.Р. Сүбебекова, А.Т. Агишев, С.А. Хохлов АРАЛЫҚ ПЕРИОДАҒЫ V 1239 HERCULES КАТАКЛИЗМАЛЫҚ АЙНЫМАЛЫ ЖҰЛДЫЗЫНЫҢ ІРГЕЛІ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ	124
Т.Н. Исмагамбетова, М.Т. Габдуллин, Т.С. Рамазанов ЕКІ КОМПОНЕНТТІ ТЫҒЫЗ СУТЕГІ ПЛАЗМАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖӘНЕ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ	131

CONTENTS

COMPUTER SCIENCE

Zh.S. Abdimuratov, V.I. Dmitrichenko, M.A. Jetpisov, Y.N. Zhagyparov ADAPTATION OF ELECTRIC MOTOR RELAY PROTECTION WHEN DESIGNING DIGITAL SUBSTATIONS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN	6
Zh. Avkurova, B. Abduraimova, S. Gnatyuk, L.M. Kydyralina MODEL OF PARAMETERS FOR EARLY DETECTION OF APT ATTACKS AND IDENTIFICATION OF SECURITY INTRUDERS IN CYBERSPACE.	17
T.S. Baisholanov, Zh.M. Alimzhanova, N. Baisholan, K.E. Kubayev, K.S. Baisholanova EVALUATION OF THE STRENGTH OF CRYPTOGRAPHIC CIPHERS USING CIPHERTEXT ANALYSIS.	26
Zh. Yessengaliyeva, K. Kassylkassova, A. Kassylkassova ANALYSIS OF MEDICAL APPLICATIONS DESIGNED SPECIFICALLY TO COMBAT COVID-19.	34
Zh.S. Ixebayeva, K. Jetpisov, Zh.M. Muratova DEVELOPMENT OF A CONCEPTUAL MODEL FOR AUTOMATIC VERIFICATION OF TECHNICAL DOCUMENTATION.	43
V.A. Lakhno, B.S. Akhmetov, M.B. Ydyryshbayeva, Sh. Sagyndykova APPLICATION OF A BAYESIAN NETWORK WITH HIDDEN VERTICES IN SECTORAL DSS FOR CYBERSECURITY TASKS.	50
O.Zh. Mamyrbayev, D.O. Oralbekova, K. Alimhan, M. Othman, B. Zhumazhanov APPLICATION OF HYBRID END TO END MODELS FOR KAZAKH SPEECH RECOGNITION.	58
A.R. Orazayeva, J.A. Tussupov, S.V. Pavlov, G.B. Abdikerimova EFFICIENCY OF PROCESSING BIOMEDICAL IMAGES OF BREAST CANCER USING FILTERS.	69
Zh. Tashenova, E. Nurlybaeva, Zh. Abdugulova, Sh. Amanzholova CLOUD SECURITY AND ENCRYPTION METHODS.	77
O.A. Ussatova, A.Sh. Barakova ANALYSIS OF MODERN WEB RESOURCE PROTECTION SYSTEMS.	88
G.S. Ybytayeva, N.F. Khairova, K.Zh. Mukhsina, B.Zh. Zhumazhanov PROBLEMS OF USING AND FORMING LINGUISTIC ONTOLOGIES: AN OVERVIEW	96
K.S. Chezimbayeva, M.Z. Batyrova STUDYING THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE DATA NETWORK (IOT) FOR SIMULATION OF A SMART HOME.	107

PHYSICS

G.B. Abdramanova, O. Imambek, F.B. Belisarova

ELASTIC PROTON SCATTERING BY ^3He NUCLEI AT INTERMEDIATE ENERGIES.117

A.E. Amantayeva, G.R. Subebekova, A.T. Agishev, S.A. Khokhlov

DETERMINATION OF THE FUNDAMENTAL PARAMETERS OF CATAclysmic
VARIABLE PERIOD GAP STAR V1239 HERCULES.124

T.N. Ismagambetova, M.T. Gabdullin, T.S. Ramazanov

STRUCTURAL AND THERMODYNAMIC PROPERTIES OF A TWO-COMPONENT
DENSE HYDROGEN PLASMA.131

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

ISSN2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*

Верстка на компьютере *Г.Д.Жадыранова*

Подписано в печать 10.03.2022.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать –ризограф.

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.