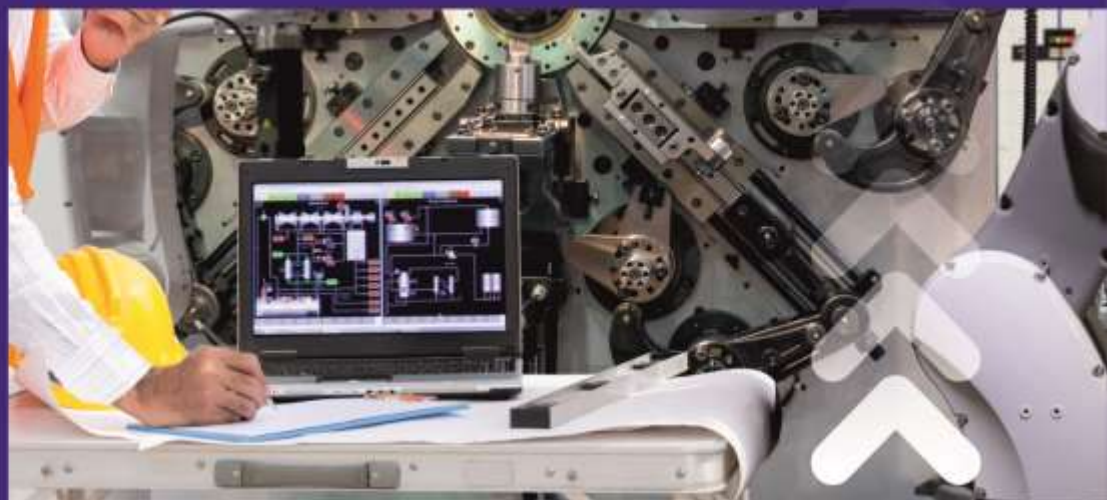


**ИНТЕРНАУКА**  
*internauka.org*

СБОРНИК СТАТЕЙ ПО МАТЕРИАЛАМ  
LXVII МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ



№12(62)

ISSN 2587-862X

Москва, 2022



# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

*Сборник статей по материалам LXVII международной  
научно-практической конференции*

№ 12 (62)  
Декабрь 2022

Издается с июля 2017 года

Москва  
2022



# TECHNICAL SCIENCES: PROBLEMS AND SOLUTIONS

*Proceedings of LXVII international scientific-practical conference*

№ 12 (62)  
December 2022

Published since July 2017

Moscow  
2022

УДК 62  
ББК 30  
Т38

**Т38 Технические науки: проблемы и решения.** сб. ст.  
по материалам LXVII междунар. науч.-практ. конф. – № 12 (62). –  
М., Изд. «Интернаука», 2022. – 84 с.

## **Оглавление**

<b>Доклады конференции на русском языке</b>	<b>7</b>
<b>Секция 1. Информатика, вычислительная техника и управление</b>	<b>7</b>
МНОЖЕСТВЕННЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ В МОДЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ Борисюк Фёдор Александрович	7
СРАВНЕНИЕ ПРОТОКОЛОВ СВЯЗИ ДЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ Вашкевич Максим Александрович	14
ПОДХОДЫ К ВЕРИФИКАЦИИ СОБСТВЕННОРУЧНОЙ ПОДПИСИ Мискевич Павел Леонидович	18
<b>Секция 2. Машиностроение и машиноведение</b>	<b>23</b>
ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАЦИЙ НА СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ Ковалев Сергей Валерьевич Перминов Александр Павлович	23
<b>Секция 3. Приборостроение, метрология, радиотехника</b>	<b>30</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАФИКА ПРИЛОЖЕНИЙ ВИРТУАЛЬНЫХ АВАТАРОВ Демидов Николай Александрович	30
<b>Секция 4. Транспорт и связь, кораблестроение</b>	<b>37</b>
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ SRS AIRBAG, КАК ЭЛЕМЕНТА ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, НА ПРИМЕРЕ ЯПОНСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ TOYOTA Козлюк Никита Юрьевич Володькин Павел Павлович	37

<b>Секция 5. Электротехника</b>	<b>43</b>
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСФОРМАТОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАССЕЙЯНИЯ ОБМОТОК Колесников Евгений Николаевич Рахимбердинова Дилара Муратовна	43
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОРОТКИХ СЕТЕЙ НА РУДОТЕРМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ Рахимбердинова Дилара Муратовна Колесников Евгений Николаевич	48
<b>Секция 6. Энергетика и энергетические техника и технологии</b>	<b>57</b>
АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ Антропов Ярослав Алексеевич Кретов Дмитрий Алексеевич	57
ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИБОРА ТЕПЛОУЧИСЛИТЕЛЬ СПТ-941.20 Горбачев Иван Владимирович Быков Дмитрий Николаевич Петров Сергей Петрович Маркин Николай Иванович Никитенко Ольга Сергеевна	67
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ КРИТЕРИАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ САМО-ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ (С-ВИЭ) В УСЛОВИЯХ АБХАЗИИ Кимкетов Эдуард Майевич	70
ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОУЧИСЛИТЕЛЯ ВКТ-9 Кирпичёв Иван Сергеевич Гузенко Кирилл Павлович Петров С.П. Маркин Н.И. Никитенко О.С.	75

<b>Conference papers in English</b>	<b>79</b>
<b>Section 1. Metallurgy and material science</b>	<b>79</b>
THE MACROSCOPIC MORPHOLOGY OF WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURED AL-5MG ALLOYS	79
Chuanc Su	
Lei Huang	
Sergey Kononov	

## СЕКЦИЯ 5.

### ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

#### АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСФОРМАТОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАССЕЯНИЯ ОБМОТОК

**Колесников Евгений Николаевич**

*постдокторант кафедры  
«Электротехника и автоматизация,  
доктор PhD «Электроэнергетика»,  
НАО «Торайгыров университет»,  
Республика Казахстан, г. Павлодар*

**Рахимбердинова Дилара Муратовна**

*постдокторант кафедры  
«Электротехника и автоматизация,  
доктор PhD «Электроэнергетика»,  
НАО «Торайгыров университет»,  
Республика Казахстан, г. Павлодар*

*Это исследование было профинансировано  
Комитетом по науке Министерства образования и науки  
Республики Казахстан (грант № AP14972779).*

#### АННОТАЦИЯ

Для выбора места установки МТТ относительно катушек трансформатора необходимо иметь информацию о распределении магнитных полей рассеяния этих катушек в пространстве и влиянии на него ферромагнитных элементов.

Ферромагнитные элементы трансформатора практически всегда размещаются в верхней части трансформатора и не влияют на распределение магнитных полей в зоне обмоток. На него оказывает влияние только стенка защитного бака. Современные трансформаторы, как правило, имеют бак изготовленный из листовой немагнитной стали.

Это позволяет избежать существенных потерь связанных с перемагничиванием стенок. И в этом случае их влиянием можно пренебречь.

Если необходимо учесть влияние стенки бака из магнитной стали, то можно воспользоваться предложенным в статье методом математического моделирования, который позволяет учесть влияние на распределение аксиальной составляющей магнитного поля рассеяния обмоток трехфазного трансформатора ферромагнитных стенок масляного бака.

#### ABSTRACT

To choose the location of the MTT installation relative to the transformer coils, it is necessary to have information about the distribution of the magnetic fields of scattering of these coils in space and the influence of ferromagnetic elements on it.

Ferromagnetic elements of the transformer are almost always placed in the upper part of the transformer and do not affect the distribution of magnetic fields in the winding zone. It is affected only by the wall of the protective tank. Modern transformers, as a rule, have a tank made of sheet non-magnetic steel. This avoids significant losses associated with the remagnetization of the walls. And in this case, their influence can be neglected.

If it is necessary to take into account the influence of the magnetic steel tank wall, then you can use the mathematical modeling method proposed in the article, which allows you to take into account the effect on the distribution of the axial component of the magnetic field of scattering of the windings of a three-phase transformer of the ferromagnetic walls of the oil tank.

**Ключевые слова:** трехфазный трансформатор, магнитное поле рассеяния обмоток, ферромагнитные элементы.

**Keywords:** three-phase transformer, magnetic field of windings scattering, ferromagnetic elements.

В энергетических системах для преобразования одного класса напряжения в другой применяются силовые трансформаторы. В процессе их эксплуатации среди повреждений наиболее часто встречаются витковые замыкания (ВЗ) [1,2]. Для защиты от них в настоящее время практически всегда используются традиционные токовые защиты, среди которых максимальные токовые защиты, токовые отсечки и дифференциальные токовые защиты [3,4]. Однако они не обладают достаточной чувствительностью к ВЗ в обмотках трехфазных трехмоточных трансформаторов. Ей обладают появившиеся в последнее время нетрадиционные защиты на магнитных трансформаторах тока

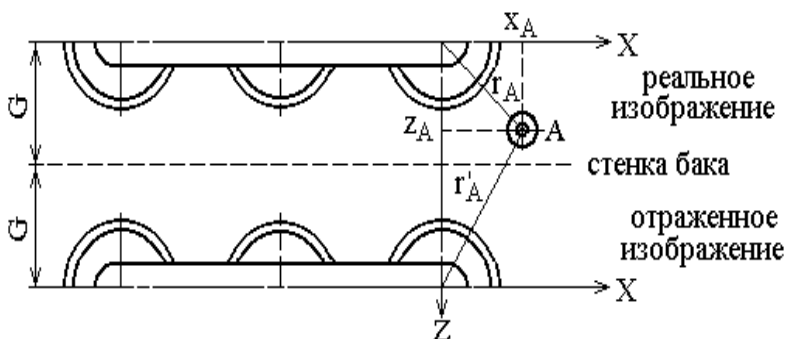
(МГТ). Они способны защитить трансформатор от замыкания 1-2 витков обмотки.

Для выбора места установки МГТ относительно катушек трансформатора необходимо иметь информацию о распределении магнитных полей рассеяния этих катушек в пространстве и влиянии на него ферромагнитных элементов.

Ферромагнитные элементы трансформатора практически всегда размещаются в верхней части трансформатора и не влияют на распределение магнитных полей в зоне обмоток. На него оказывает влияние только стенка защитного бака.

Современные трансформаторы, как правило, имеют бак изготовленный из листовой немагнитной стали. Это позволяет избежать существенных потерь связанных с перемагничиванием стенок. И в этом случае их влиянием можно пренебречь.

Если необходимо учесть влияние стенки бака из магнитной стали, то можно воспользоваться методом зеркальных изображений по расчетной схеме приведенной на рисунке 1.



**Рисунок 1. Моделирование поля рассеяния обмоток трехфазного трансформатора при учете ферромагнитной стенки бака**

При определении аксиальной составляющей индукции магнитного поля изображенного трансформатора координата  $Z'_A$  и радиус  $r'_A$  принимают значения  $2G - z_A$  и  $\sqrt{x_A^2 + (z'_A)^2}$ . В этом случае аксиальная составляющая индукция магнитного поля [5,6]:

$$B'_{y,вр} = \frac{I_{вр}\mu_0}{2\pi b'_{вр}} \frac{|r'_A - r_{вр}|}{b'_{вр}} \frac{r_{вр}}{r'_A} \quad \text{и} \quad (1)$$

$$B'_{y,во} = \frac{I_{во}\mu_0}{2\pi b'_{во}} \frac{|r'_A - r_{во}|}{b'_{во}} \frac{r_{во}}{r'_A}, \quad (2)$$

$$\text{где } b'_{вр} = \sqrt{(r'_A - r_{вр})^2 + (y_A - y_{вр})^2 + (z_A - z'_{вр})^2};$$

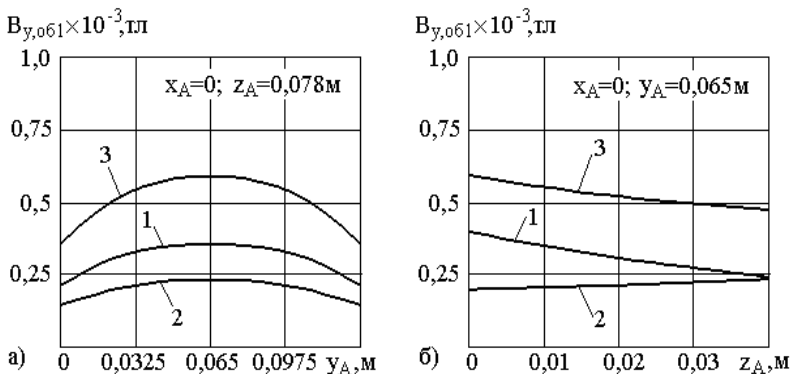
$$b'_{во} = \sqrt{(r'_A - r_{во})^2 + (y_A - y_{во})^2 + (z_A - z'_{во})^2}.$$

В результате аксиальная составляющая индукции магнитного поля витка с током в точке А с учетом влияния стенки бака становится равной:

$$B_{y,в} = B_{y,вр} + B_{y,во} + B'_{y,вр} + B'_{y,во}. \quad (3)$$

На рисунке 2а представлены результаты моделирования полей рассеяния обмоток трехфазного трансформатора ТТ-6 при  $x_A = 0$  и  $z_A = 0,078$ . Линией 1 показана зависимость  $B_y = f(x)$  без учета влияния стенки бак, линией 2 показана зависимость  $B'_{y,в} = B'_{y,вр} + B'_{y,во}$  влияния стенки бака, а линией 3 их сумма.

На рисунке 2б представлены результаты моделирования полей рассеяния обмоток трехфазного трансформатора ТТ-6 при  $x_A = 0$  и  $y_A = 0,065$ . Линией 1 показана зависимость  $B_y = f(z)$  без учета влияния стенки бак, линией 2 показана зависимость  $B'_{y,в} = B'_{y,вр} + B'_{y,во}$  влияния стенки бака, а линией 3 их сумма.



а – результаты моделирования при  $x_A = 0$  и  $z_A = 0,078$ ;

б – результаты моделирования при  $x_A = 0$  и  $y_A = 0,065$

**Рисунок 2. Результаты моделирования поля рассеяния обмоток трехфазного трансформатора и влияния на него стенки бака**

Как видно из рисунка 2 величина влияния стенки бака максимальна при размещении МТТ возле неё и достигает 40% от величины индукции наводимой обмоткой без учета изображений.

### Выводы

Разработан метод математического моделирования позволяющий учесть влияние на распределение аксиальной составляющей магнитного поля рассеяния обмоток трехфазного трансформатора ферромагнитных стенок масляного бака, который показал, что влияния стенки бака в точке расчета возрастает по мере приближения ее к этой стенке бака и достигает 40% от величины индукции наводимой обмоткой максимальной величины при размещении этой точки на стенке бака.

### Список литературы:

1. Засыпкин А.С. Релейная защита трансформаторов [Текст] / Засыпкин А.С. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 240 с.
2. Новожилов А.Н., Новожилов Т.А. Релейная защита однофазного трансформатора на магнитных трансформаторах тока / - Павлодар: Изд-во ПГУ,- 2017г. - 117с. с ил.Энергия, 1980. – 909 с.
3. Беркович М.А., Молчанов В.В., Семенов В.А. Основы техники релейных защит. – М.: Энергоатомиздат 1984. – 232 с.
4. Чернобровов Н.В. Релейная защита. – 4-е издание. –М.: Энергия, 1974. – 680 с.

5. Novozhilov A.N., Novozhilov T.A., Volgina E.M., Kolesnikov E.N. et al. Magnetic field scattering of a transformer winding on a round rod for a safety relay // Russian Engineering Research. – 2020. – №9. – P. 710-714.
6. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1967. – 775 с.

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОРОТКИХ СЕТЕЙ НА РУДОТЕРМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ**

***Рахимбердинова Дилара Муратовна***

*постдокторант кафедры  
«Электротехника и автоматизация,  
Доктор PhD «Электроэнергетика»,  
НАО «Торайгыров университет»,  
Республика Казахстан, г. Павлодар*

***Колесников Евгений Николаевич***

*постдокторант кафедры  
«Электротехника и автоматизация,  
доктор PhD «Электроэнергетика»,  
НАО «Торайгыров университет»,  
Республика Казахстан, г. Павлодар*

*Это исследование было профинансировано  
Комитетом по науке Министерства образования и науки  
Республики Казахстан грант ИРН АР14972775.*

### **АННОТАЦИЯ**

Для создания защиты электрооборудования рудотермического производства от электрических повреждений необходим анализ конструктивных особенностей всего электрооборудования. Поскольку короткая сеть является одним из важных элементов комплекса «рудотермическая печь», на которой часто происходят электрические повреждения, в статье рассматривается многообразие коротких сетей, схемы их подключения, а также ее составные части. На основе анализа конструктивных особенностей коротких сетей рудотермических производств, анализа частоты возникновения коротких замыканий и обрывов в параллельных линиях, а также анализа методов защиты от этих повреждений в дальнейшем возможна разработка или совершенствование защит коротких сетей от электрических повреждений.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

*Сборник статей по материалам LXVII международной  
научно-практической конференции*

№ 12 (62)  
Декабрь 2022 г.

В авторской редакции

Мнение авторов может не совпадать с позицией редакции

Подписано в печать 16.12.22. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 5,25. Тираж 550 экз.

Издательство «Интернаука»  
123182, г. Москва, ул. Академика Бочвара ул., д. 5, корпус. 2, к. 115  
E-mail: mail@internauka.org

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3

ООО «Интернаука» (г. Москва) проводит международные заочные научно-практические **конференции по 26 научным направлениям**. Предоставляя возможность опубликовать статьи быстро и качественно, мы помогаем аспирантам, соискателям и докторантам представить на суд научной общественности результаты проведенных исследований, открываем дорогу молодым, привлекаем в научную среду как начинающих ученых, так и профессионалов, имеющих богатый практический опыт в прикладной сфере и упрощаем процесс вхождения в научное сообщество, снижая барьеры расстояния, финансов, языка, статуса, возраста, опыта.

**Мы проводим заочные конференции на двух языках: русском и английском**, способствуя сближению научных сообществ разных стран.

Нашим изданиям присваиваются коды ISSN, УДК, ББК. Производится их регистрация в Российской книжной палате и рассылка по библиотекам нашей страны.

На сегодняшний день в рамках проекта "Интернаука" было **проведено свыше 250 конференций, в которых приняли участие более 6000 ученых из 15 стран мира**: России, Казахстана, Узбекистана, Азербайджана, Украины, Белоруссии, Польши, Армении, Латвии, Болгарии, Молдовы, Румынии, Эстонии, Греции, Турции.

**Конференции по 26 направлениям науки:**

Архитектура  
Астрономия  
Биология  
Ветеринария  
География  
Геология  
Информационные технологии  
Искусствоведение  
История  
Культурология  
Математика  
Медицина  
Менеджмент  
Педагогика  
Политология  
Психология  
Сельскохозяйственные науки  
Социология  
Технические науки  
Фармацевтические науки  
Физика  
Филология  
Философия  
Химия  
Экономика  
Юриспруденция