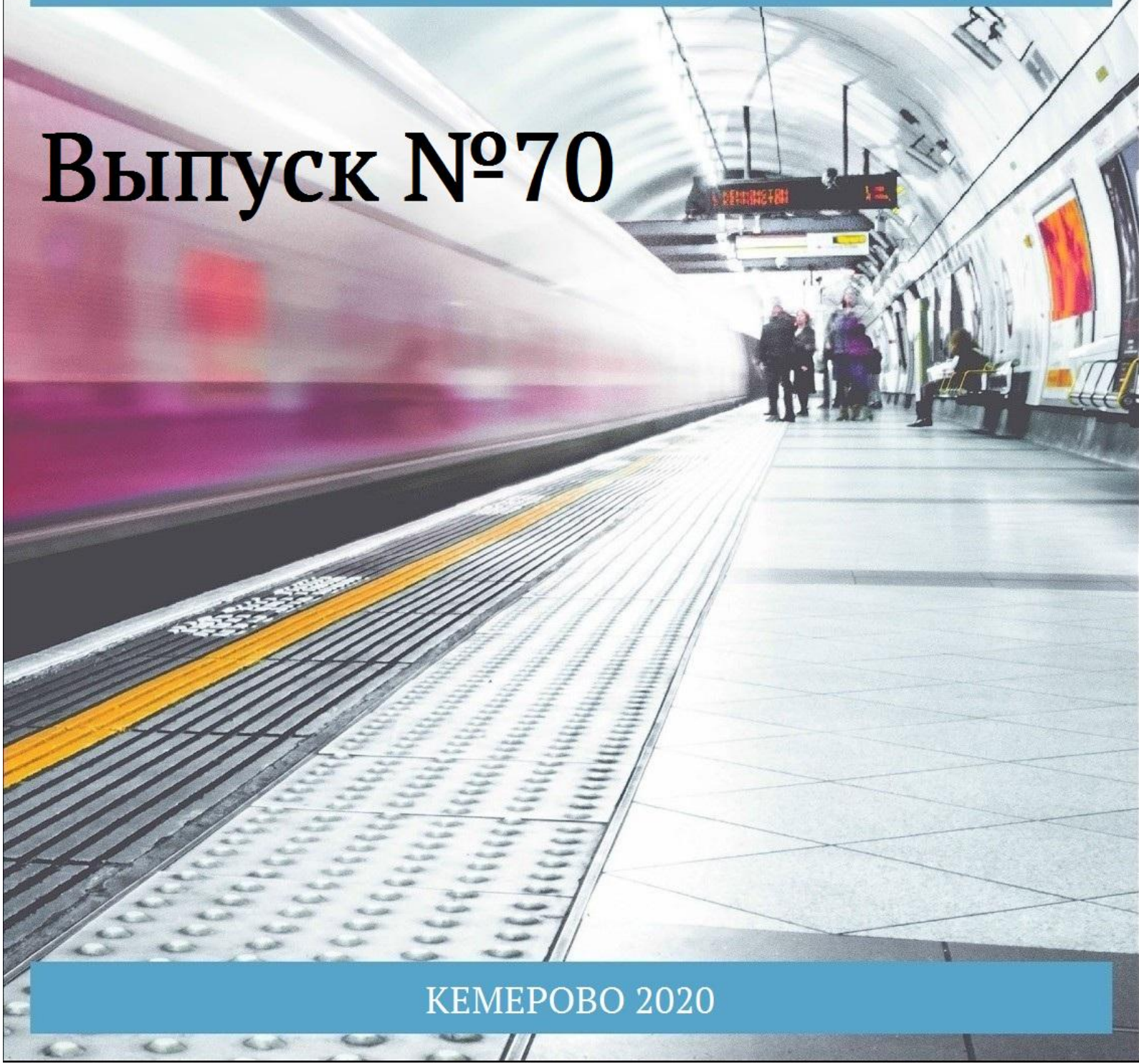
ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

Публикации для студентов, молодых ученых и научно-преподавательского состава на www.t-nauka.ru

ISSN 2500-1132 Издательский дом "Плутон" www.idpluton.ru



Выпуск №70

КЕМЕРОВО 2020

27 января 2020 г.
ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431
ISSN 2500-1132
УДК 378.001
Кемерово
Журнал выпускается ежемесячно, публикует статьи по естественным наукам. Подробнее на www.t-nauka.ru
За точность приведенных сведений и содержание данных, не подлежащих открытой публикации, несут ответственность авторы.
Редкол.:
Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала
Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей
Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей
Зимина Мария Игоревна - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей
Нормирзаев Абдукаюм Рахимбердиеви - кандидат технических наук, Наманганский инжинерно-строительный институт (НамМПИ)
Безуглов Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор кафедры математики и математического моделирования, Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И .Платова,
Наджарян Микаел Товмасович - кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении
Шушлебин Игорь Михайлович - кандидат физико-математических наук, кафедра физики твёрдого тела Воронежского государственного технического университета
Равшанов Дилшод Чоршанбиевич - кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология, машины и оборудования полиграфического производства», Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими
Крутякова Маргарита Викторовна – доцент, кандидат технических наук, Московский политехнический университет
Гладков Роман Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации вооружения и военной техники Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища
Моногаров Сергей Иванович - кандидат технических наук доцент Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГОУ ВО КубГТУ
Шевченко Сергей Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры СЭУ, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота РФ
Отакулов Салим - Доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики Джизакского политехнического института
А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Естественнонаучный журнал «Точная наука», входящий в состав «Издательского дома «Плутон», был создан с целью популяризации естественных наук. Мы рады приветствовать студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников. Надеемся подарить Вам множество полезной информации, вдохновить на новые научные исследования.
Издательский дом «Плутон» www.idpluton.ru e-mail: admin@idpluton.ru
Подписано в печать 27.01.2020 г. Формат 14,8×21 1/4. | Усл. печ. л. 2.2. | Тираж 500.
Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку).
Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.
Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.
Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.
При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна.

Содержание

1. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ СНИЖЕНИЯ ЗАМЕТНОСТИ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ ВОЗДУШНО-ДЕСАНТНЫХ ВОЙСК ……..……...2
Гладков Р.В., Васильченков В.Ф., Андреев М.Ф.
2. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА МЕЙКЕЛЬСОНА - МОРЛИ ……...10
Мотошев А.Ф.
3. ПРИМЕНЕИЕ ЩЕТОК НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ В ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯХ ЛОКОМОТИВОВ……..…….……....14
Маргаринт А.О.
4. РАСЧЕТ ТРАНСФОРМАТОРА МАЛОЙ МОЩНОСТИ……..……..…….....17
Маргаринт А.О.
5. ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРА МАЛОЙ МОЩНОСТИ…….…….....22
Маргаринт А.О
6. РАСЧЁТ, ВЫБОР И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ (ЭЛЕГАЗОВОГО БАКОВОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ) НА ПОДСТАНЦИИ……..……..…….....26
Маргаринт А.О.
7. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ДЕРЕВО КАК ИСТОЧНИК ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ……..……..…….…….....33
Ахмедов А.П., Сайлиев М.И., Ховлонов Ш.У.
8. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ АБС……....38
Чучин В В.

Гладков Роман Викторович
Gladkov Roman Viktotrovich
доцент, канд. техн. наук, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище
E-mail: gladkov-80@mail.ru

Васильченков Василий Федорович
Vasilchenkov Vasiliy Fedorovich
профессор, докт. техн. наук, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище

Андреев Максим Викторович
Andreev Maksim Viktotrovich
Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище

УДК 623

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ СНИЖЕНИЯ ЗАМЕТНОСТИ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ ВОЗДУШНО-ДЕСАНТНЫХ ВОЙСК

IMPROVEMENT OF METHODS AND MEANS OF REDUCING THE VISIBILITY OF ARMS SAMPLES AND MILITARY TECHNOLOGY OF THE AIRCRAFT

Аннотация: В статье обоснована необходимость снижения заметности вооружения и военной техники, рассмотрены основные способы снижения заметности в различных диапазонах длин волн, определены основные направления совершенствования методов снижения заметности образцов вооружения и военной техники.

Abstract: The article substantiates the need to reduce the visibility of weapons and military equipment, considers the main ways to reduce the visibility in different wavelength ranges, and defines the main directions for improving the methods of reducing the visibility of weapons and military equipment.

Ключевые слова: вооружение и военная техника, заметность, скрытность, демаскирующие признаки, средства снижения заметности, боевой потенциал.

Keywords: weapons and military equipment, visibility, stealth, unmasking features, means of reducing visibility, combat potential.

Пространственная протяженность России, ее территория и границы (площадь - более 17 млн. км, сухопутная граница - 23 тыс. км) и инфраструктура непозволяет иметь развернутые группировки войск, которые гарантировано обеспечивали бы безопасность Российской Федерации (РФ) на всех стратегических направлениях.

В современных операциях воздушные десанты способны решать оперативные, оперативно-тактические и тактические задачи [1].

Таких же взглядов придерживается американское командование, которое использовали воздушно-десантные и воздушно-штурмовые подразделения на оперативном уровне в качестве штурмового эшелона. При этом, парашютный способ десантирования, рассматривался американцами как основной способ обеспечивающий внезапность и переход к наземному бою без паузы. Это подтверждает анализ боевых действий в зоне Персидского залива [2].

Исследование концепций, реализуемых в ВС США и НАТО, и опыта вооруженных конфликтов последних двух десятилетий показывает, что военно-политическое руководство блока, осуществляя трансформацию своих ВС, особое внимание уделяет развитию разведывательного обеспечения операций (боевых действий) своих войск, формируя новый спектр военных угроз РФ и ее союзникам [1, 2, 3, 4].

В связи с этим, эффективность применения воздушных десантов будет зависеть от тщательной и всесторонней подготовки соединений (частей) к десантированию и боевым действиям, что подтверждается опытом участия в вооруженных конфликтах современного периода [4].

Обеспечить качественную, плановую подготовку подразделений может грамотно организованная разведка как важнейший вид боевого обеспечения. Это подтверждает анализ боев воздушного десанта, участвовавшего в Днепровской воздушно–десантной операции, где грамотно

организованная разведка явилась залогом успеха действий сводной воздушно–десантной бригады под командованием подполковника П.М. Сидорчука [3]. О необходимости разведки, как важнейшем виде боевого обеспечения, говорит генерал-лейтенант Л.Я. Рохлин в интервью «Исповедь генерала» [16].

Очевидно, что противник будет стремиться сосредоточить основные усилия на всестороннем противодействии подразделениям десанта. Для достижения поставленных целей противником будут задействованы комплексы разведки на беспилотных летательных аппаратах, стратегическая разведывательная авиация, космические системы разведки, а также собственные силы и средства, способные одновременно вести оптическую, радио-, радиотехническую, радиолокационную, тепловую и лазерную разведки.

В таких условиях остаться незаметным от средств разведки противника практически невозможно, что снижает эффективность применения разведывательных подразделений и воздушных десантов в целом.

Таким образом, требования предъявляемые к разведке по обеспечению скрытности и живучести становятся актуальными.

Скрытность разведки заключается в сохранении в тайне всех мероприятий по разведке, введении противника в заблуждение относительно состава, состояния, положения, характера действий и намерений сил и средств разведки [5].

Одним из важнейших мероприятий по обеспечению скрытности является снижение заметности образцов вооружения и военной техники (ОВВТ).

Под заметностью ОВВТ подразумевается совокупность различий отражающих и излучающих его свойств и фона (амплитудных, фазовых, частотных, поляризационных и других), определяющих возможность обнаружения именно данного образца и наведения на него оружия. Соответственно, снижение заметности представляет собой совокупность мероприятий по изменению оптических, инфракрасных и радиолокационных характеристик, уменьшающих различия в отражающих и излучающих свойствах ОВВТ и фона [6].

Очевидно, что если образец не обнаружен, то он не будет атакован. Защитный эффект при этом характеризуется постоянством действия.

Основные направления работ в области снижения заметности военной техники (ВВТ) были заданы основами политики Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. В целях реализации положений данного документа 31 октября 2014 года Министром обороны Российской Федерации утверждена директива «О координации работ по созданию техники радиоэлектронной борьбы и средств снижения заметности».

Согласно данной директивы главными вопросами снижения заметности военной техники являются:

- необходимость корректировки нормативных, руководящих и координирующих документов;
- разработка единой методологии по заданию общих требований заметности различных классификационных групп военной техники в различных физических полях;
- обобщение результатов фундаментальных, поисковых исследований и их учет в единой базе данных для реализации в создаваемых образцах военной техники [7].

Целью комплексного снижения заметности техники является уменьшение вероятности ее обнаружения и поражения на фоне подстилающей поверхности в оптико-визуальном (видимом), инфракрасном (ИК), лазерном и радиолокационном диапазонах длин волн [6].

Основными способами снижения вероятности обнаружения техники в видимой области спектра электромагнитных волн на современном этапе являются:

1. Воздействие на органы зрения и технические средства разведки.

Средства ослепляющего действия:

- прожекторы ИК и видимого света;
- ослепляющие дымовые завесы (осветительные и фосфорные снаряды);
- лазерные импульсы дальномеров.

Средства разрушающего действия:

- мощные лазерные излучатели;
- световое излучение ядерного взрыва;
- электромагнитный импульс.

2. Создание помех работе органов зрения и технических средств разведки:

- аэрозольные завесы.

При прохождении электромагнитного излучения (ЭМИ) через аэрозольное облако – ослабление ЭМИ из-за рассеивания (преломление, отражение, дифракция, отклонение от прямолинейного направления) и поглощения. Надежно противостоит лазерам, такие как:

- дымовые завесы («Туча»);
- система термодымовая аппаратура (ТДА).

3. Уменьшение заметности:

- защитная окраска;
- одноцветные маскировочные сети;
- искусственные и естественные маски местности.

4. Искажение облика:

- деформирующая окраска (деформирующее окрашивание снижает дальность обнаружения в 1,5-2 раза);
- табельные маскировочные комплекты и маски.

Основными способами снижения вероятности обнаружения техники в тепловом диапазоне спектра электромагнитных волн являются:

1. Уменьшение заметности:

- экранирование массивных металлических поверхностей;
- тепловая изоляция (базальтовое или каолиновое волокно);
- снижение температуры факела выпускных газов (смешивание выхлопных газов с воздухом).

2. Искажение облика:

- тепловые ловушки.

3. Имитация объекта:

- ложные тепловые цели (комплект тепловых излучателей «Тепло-1» (0,8 кВт, 350-450°С – беспламенное окисление жидкого топлива). Зарубежный аналог – «тепловой хамелеон» - панели, меняющие температуру по сигналу тепловизионных датчиков о тепловой контрастности по отношении к фону.

Основными способами снижения вероятности обнаружения в диапазоне радиоволн являются:

1. Уменьшение заметности:

- применение технологии «Стелс»;
- противорадиолокационные покрытия (основа – стеклотекстолит, пенопласт, каучук, ферромагнетики);
- защитный комплект «Накидка» - снижает дальность обнаружения наземными РЛС в 2 раза, самолетными – в 3 раза.

2. Искажение облика:

- радиолокационные ловушки;
- малогабаритные уголковые отражатели.

3. Имитация [8].

В последнее время появились активные многоспектральные системы маскировки, проецирующие изображение заднего фона на дисплеи, размещенные по периметру объекта. Наиболее известной из подобного рода систем на сегодняшний день является комплект «Adaptiv» фирмы BAE Systems, впервые показанный на выставке DSEI в Лондоне в 2011 г.

Принцип работы системы основан на обмене тепла, физически она представляет собой набор шестигранных плиток размером примерно 15 см, каждая из которых работает как твердотельный полупроводниковый тепловой насос, связанный с бортовым компьютером. Другими словами, каждая плитка становится как бы пикселем большого экрана, каковым является, например, борт машины. Требуемую температуру определяет установленная на технике тепловизионная камера. Для объектов БТТ работоспособность системы обеспечивается на дальностях около 500 м и при скорости движения машины не более 30 км/ч. В целом, активные системы снижения заметности сулят значительно большие выгоды по сравнению с пассивными, однако они пока что достаточно сложны в производстве и эксплуатации [9].

Рисунок 1 - Комплект «Adaptiv» фирмы BAE Systems

Что касается пассивного камуфляжа, то компанией Armorworks разработана трехмерная система под обозначением Tacticam 3D, которая была представлена на машине Stryker на выставках AUSA 2010 и Idex 2011.

Новые беспорядочные 3D изображения, нанесенные на материал, позволяют значительно уменьшить тепловые и радарные сигнатуры. Панели окрашены в камуфляжные цвета для покрытия видимого спектра с помощью системы Opticam этой компании, которая позволяет быстро создавать адаптирующийся к окружению камуфляжный шаблон на базе гиперспектральных картин боевого сценария. Система идет в виде жестких 3D пластиковых панелей, которые устанавливаются поверх брони [9].

Рисунок 2 - Пассивный камуфляж Tacticam 3D

Анализ организационно-штатной структуры разведывательных подразделений и подразделений специального назначения показывает отсутствие в ВДВ боевых разведывательных машин на базовых шасси, десантируемых парашютным способом и соответствующим уровнем заметности. Большинство объектов военной техники ВДВ созданы в соответствии с требованиями только по основному целевому назначению (для поражения сил и средств противника, транспортировки и укрытия личного состава от пуль и осколков), поэтому имеют значительную заметность. Это обусловлено тем, что на объектах используется только защитное или деформирующее окрашивание [10].

Следует отметить, что данный фактор исключает использование военной техники для ведения разведки и предполагает ее применение как средство доставки личного состава. Так, темп ведения разведки снижается в 6-7 раз (в пешем порядке – 2-3 км/ч, на боевых машинах – 15-20 км/ч) [5].

Ограниченное использование ВВТ ВДВ влияет на эффективность ведения разведки и живучесть подразделения.

Встает вопрос об оценке качества применяемых мер по снижению заметности и их влияние на эффективность применения разведывательных подразделений.

Методология оценки боевой эффективности общевойсковых соединений представляет собой систему методов и положений, определяющих последовательность действий по определению количественных характеристик, способствующих выбору лучшего из имеющихся вариантов решения при подготовке боя или при проведении исследований, обеспечивающих анализ изучаемых факторов [11].

Термин "эффективность" характеризует ожидаемую по планируемым или реально достигнутую по завершенным действиям степень выполнения определенных задач (достижение целей). В военном деле боевая эффективность (эффективность боевых действий) выступает в качестве важной категории военной теории и практики, отражающей результат проявления всей совокупности факторов и условий, которые определяют ход и исход боевых действий [11].

Под фактором понимаются обстоятельства, движущие силы, характеризующие причинно-следственные связи в рассматриваемом процессе. При оценке боевой эффективности общевойсковых формирований определяющими являются факторы, характеризующие возможности оружия и боевой техники, состав (организационную структуру) группировки войск и живучесть системы в целом. Здесь под системой мы подразумеваем силы и средства разведки.

Таким образом, мы столкнулись с необходимостью определения возможностей ВВТ в условиях отсутствия открытого военного противостояния между Востоком и Западом.

В настоящее время существует несколько подходов к решению этой проблемы. Наиболее распространённым и активно внедряемым в практику является метод боевых потенциалов, основной задачей которого является разработка такого показателя боевого потенциала образца (системы), который в максимальной мере соответствовал совокупности внутренних свойств (подсистем) образца (системы) и оценка показателя одним числовым индикатором.

Другими словами – отображение квалиметрической формы образца (системы), полученной путем свертки множества значений технических параметров, в одно единственное число. При этом решается важный вопрос – определение степени адекватности квалиметрических оценок природе свойств образца (системы) [11].

В связи с этим, образец вооружения является системой. Системы могут быть простыми и сложными. Всякую сложную систему можно расчленить на ряд простых подсистем, которые также расчленяются на еще более простые подсистемы. В дальнейшем определяется ресурсный вклад каждой из них в формирование общего показателя боевого потенциала сложной системы [11].

Каждая подсистема определяется рядом присущих ей количественных характеристик (ТТХ), которые являются компонентами вектора-потенциала качества этой подсистемы. Количественные характеристики приводятся к единому масштабу с помощью метода масштабирования, суть которого заключается в расчете разностных относительных значений характеристик с учетом их весовых коэффициентов [11].

Боевой потенциал образца ВВТ формируется взаимосвязанной совокупностью потенциалов:

- огневой мощи;
- управления;
- тактических свойств;
- подвижности;
- живучести.

На показатель боевого потенциала будут оказывать влияние следующие факторы:

- объект разведки (состав противника, характер возможных действий);
- способ ведения разведки;
- погодно-климатические условия;
- временные, эксплуатационные, экономические и другие.

В связи с возможностями технических средств разведки (ТСР) противника способных одновременно вести оптическую, радио-, радиотехническую, радиолокационную, тепловую и лазерную разведки, живучесть ОВВТ разведывательных подразделений будет определяться заметностью.

Живучесть – одна из важнейших характеристик, оценивающая способность военной техники сохранять или быстро восстанавливать возможность функционирования при боевых повреждениях, т.е. способность выполнять боевые задачи или обеспечивать их выполнение [12].

Живучесть обеспечивается должной прочностью конструкции военной техники, броневой защитой, уменьшением габаритных размеров, приданием образцам военной техники форм, способствующих снижению заметности в оптическом и радио диапазонах частот, нанесением маскировочной окраски, а также созданием конструкций, устойчивых к воздействию ударной волны, проникающей радиации и высокой температуры, установкой дублирующих источников энергии, органов управления и других жизненно важных систем, наличием специальной защиты экипажа, в том числе и биологической защиты.

Таким образом, заметность и живучесть образца в целом, будут зависеть от способов и средств снижения вероятности обнаружения.

Установить влияние заметности на живучесть объекта можно при рассмотрение графической (рисунок 3) и аналитической (формула 1) моделей поражения цели [13].

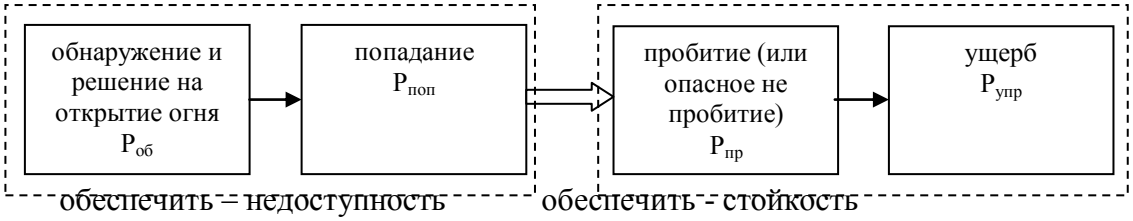


Рисунок 3 - Графическая модель поражения цели и составляющие живучести

$$P_{пор}=P_{об}\cdot P_{поп}\cdot(P_{пр}\cdot P_{упр}+(1-P_{пр}))\cdot P_{упр}, \qquad (1)$$

где $P_{об}$ – вероятность обнаружение и решение на открытие огня;

$P_{поп}$ – вероятность попадание;

$P_{пр}$ – вероятность пробития или пробитие;

$P_{упр}$ – управляемость, характеризует вероятный ущерб.

Рассмотрев модели поражения цели и составляющие защищенности, можно сделать вывод, что обеспечение недоступности ($P_{об}$ стремящейся к 0) приведет к $P_{пор}$ – min.

Таким образом, воздействуя на заметность, регулируем недоступность.

Способы воздействия на заметность:

- на этапе конструирования: за счет оптимизации геометрической формы и компоновки силовых агрегатов и корпусов, применением в элементах их конструкций композиционных и радиопоглощающих материалов и покрытий, использование гибридных электрических приводов, а также пневматической или гидравлической подвесок, способных уменьшать дорожный просвет.
- на этапе эксплуатации: применением защитного или деформирующего окрашивания, различного рода искусственных элементов, деформирующих контуры объектов, фальшбортов, противотеневых экранов, срезанной растительности, масок - принадлежностей из маскировочных сетей (как правило, радиопоглощающих) и т.д.

Из этого следует, что мы можем формировать облик ОВВТ на этапе конструирования и составлять комплекты средств снижения заметности, гарантирующих успешное выполнение задачи.

В целом, систему защиты от ТСР можно представить как систему, имеющую стратегический, оперативный и тактический уровни. При функционировании системы на каждом из уровней реализуются похожие процессы организации и выполнения маскировочных мероприятий, а также их контроля. При этом каждый нижестоящий уровень обеспечивает решение задач вышестоящим [14, 15].

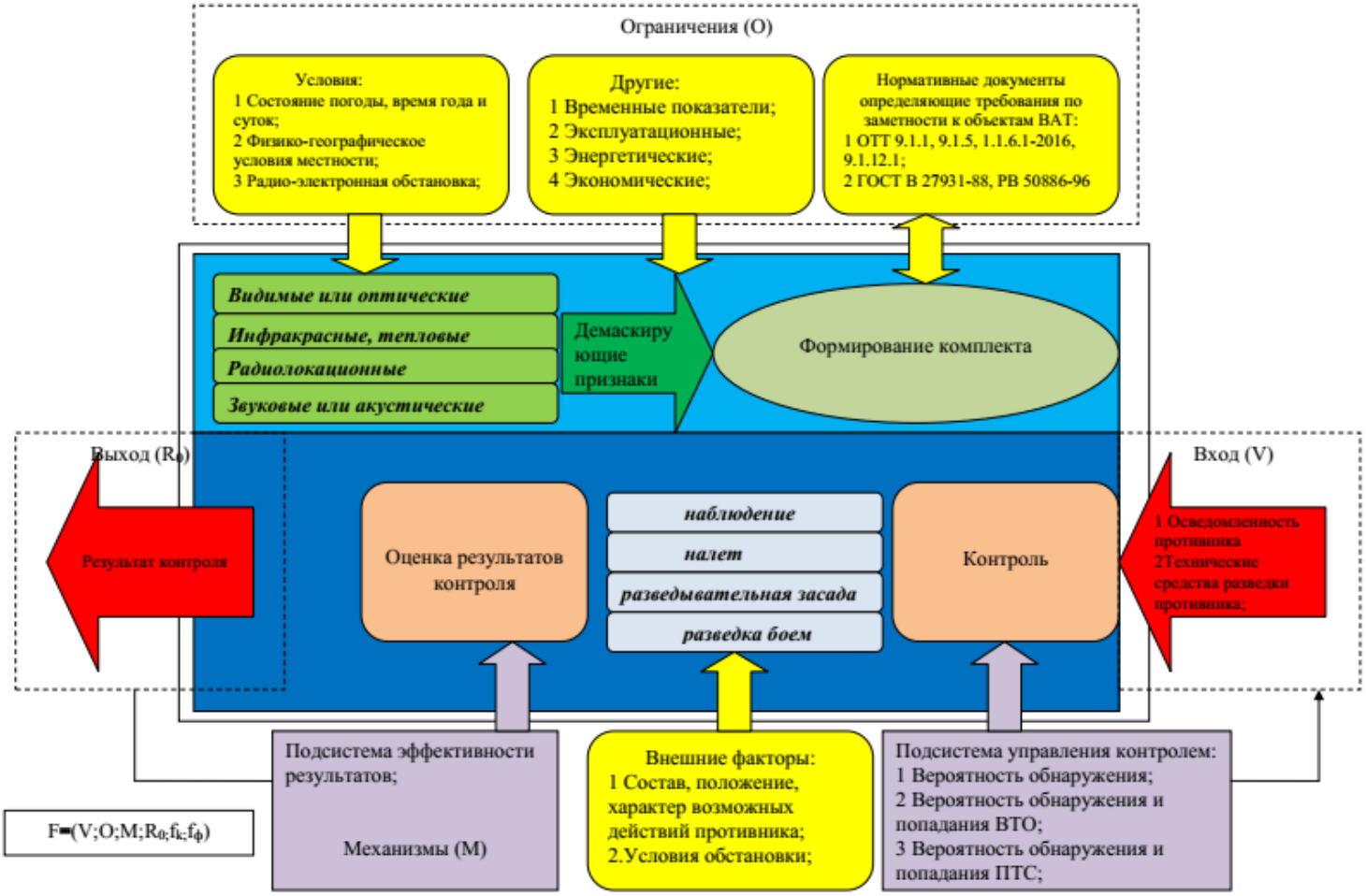


Рисунок 4 – Система формирования комплекта

Как видно из рисунка 4, систему формирования комплекта представлена как совокупность подсистем: управлением составом комплекта средств снижения заметности ($f_ф$), контроля эффективности комплекта ($f_к$), ограничений (О) и механизмов воздействия (М).

Систему приводят в возбуждение входные данные (V) – действия противника (в том числе его разведок). Приведенная в действие система в ходе функционирования реализует свою целевую функцию обмана противника и, в следствии, успешное выполнение задач (F). Выходными данными (R_0) являются степень обмана противника и результаты контроля комплекта. Процесс функционирования системы осуществляется за счет реализации базовых функций $f_ф$ и $f_к$, где основная функция маскировки определяется способом выполнения задачи. На функционирование системы будут оказывать ограничения (О), предъявляемые нормативными документами и фактическими условиями обстановки.

Полученный на выходе результат R_0 в виде обратной связи возвращает результаты контроля на вход системы для принятия решения о формировании комплекта средств снижения заметности.

Таким образом, постоянно растущие мобильность и возможности сил и средств разведки ВС США и НАТО, гибкость в выборе форм и способов их применения требуют оперативного реагирования на них. На наш взгляд, в предложенной интерпретации боевой потенциал может быть положен в основу системы критериальных оценок, логически непротиворечиво трансформирующую ТТХ и показатели функциональной эффективности ВВТ в показатели боевой эффективности воинских формирований. В свою очередь, это позволит создать построенный на единой методологической платформе научно-методический аппарат для обоснования общих технических требований к перспективным образцам ВВТ и уточнить существующие методики для формирования рационального состава комплекта средств снижения заметности техники разведывательных подразделений ВДВ.

Библиографический список:

1 Калабухов .Г.А. Тактика частей и соединений воздушно-десантных войск: учебник. Ч. I. – М.: ВУНЦ СВ «ОВА ВС РФ», 2014. – 286 с.

2 «Предварительный анализ боевых действий в зоне Персидского залива и возможные изменения под их влиянием теоретических взглядов на ведение операции (боя)» /Материалы научного семинара Москва ВАФ 1992.

3 Костин К.К. Применение воздушного десанта в ходе битвы за Днепр [Текст]: военно – научный сборник: Ч. I. / Костин К.К. Рязань : РВВДКУ, 2006 - 174с.

4 Анализ выполнения задач ВС РФ ВДВ [Текст]: учебное пособие. – М.: ВУНЦ СВ «ОВА ВС РФ», 2016. – 82 с.

5 Наставление по тактической разведке [Текст] – М.: Воениздат, 2013. – 156 с.

6 Ельцов О.Н. Актуальные вопросы снижения заметности вооружения и военной техники в различных физических полях / О.Н. Ельцов, Э.В. Петещенков, В.А. Понькин // Военная мысль. 2015. №12. С. 40-44.

7 Изюмов Д.Б. Научно-технические проблемы комплексного снижения образцов вооружения, военной и специальной техники ведущих зарубежных стран / Д.Б. Изюмов, Е.Л. Кондратюк, А.Б. Логунов // Инноватика и экспертиза. 2017. №3(21). С. 258-269

8 Мальцев А.М. Боевая эффективность вооружения общевойсковых частей и соединений : учеб. пособие / А.М. Мальцев // Москва, ОВА МО РФ, 2007. – 87 с.

9 Смирнов В.П. Перспективы создания комплектов комплексной маскировки объектов бронетанковой техники / В.П. Смирнов, Н.М. Калашникова, С.М. Смолин // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2014.№ 11-12 (77-78). С. 62-66.

10 Гладков Р.В. Основные направления повышения живучести разведывательных подразделений воздушно-десантных войск путем снижения заметности вооружения и военной техники[Текст] / Р.В. Гладков, В.И. Кудрявцев, М.В. Андреев// Точная наука. – 2018. – № 31. – С. 8–10.

11 Мальцев А.М. Боевая эффективность вооружения общевойсковых частей и соединений : учеб. пособие / А.М. Мальцев // Москва, ОВА МО РФ, 2007. – 87 с.

12 Военный энциклопедический словарь [Текст] / Гл. ред комиссии Н. В. Огарков ; МО СССР, Институт военной истории. М. : Воениздат, 1983. – 863 с. ; 300000 экз.

13 Защищенность вооружения, военной техники и личного состава от средств поражения [Текст] / Лекция, ОВА МО РФ – М., 2017

14 Шевцов Н.Т. Системный анализ маскировки и подсистемы контроля ее состояния / Н.Т. Шевцов, И.В. Хренов // Вестник академии военных наук. 2016. №3(56). С. 127-130.

15 Евдокимов В.Е. Неконтактная защита боевой техники / В.Е. Евдокимов, Г.А. Гуменюк, М.С. Андрющенко // СПб.: Реноме, 2009. – 176с.

16 Интервью Рохлина Л.Я. «Исповедь генерала». Режим доступа: http://www.youtube.com/watch?v=QkpaFs-ERU8.

Мотошев Александр Федорович
Motoshev Alexander Fedorovich
м.н.с.

УДК 53

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА МЕЙКЕЛЬСОНА - МОРЛИ

ANALYTICAL STUDY EXPERIMENT OF MICHELSON - MORLEY

Аннотация: получено решение актуальной научной задачи по теоретическому обоснованию эксперимента Мейкельсона - Морли . Результаты теоретического расчета и эксперимента полностью совпадают , что подтверждает постулат Эйнштейна о постоянстве скорости света и опровергает допущение Лоренца и Фицджеральда о непостоянстве длины и течения времени . Методика расчета времени по световым часам не предполагает использование теоремы Пифагора и преобразований Лоренца .Полученные результаты указывают на несостоятельность положений теории относительности : длина и время абсолютны . Для получения указанных выводов использован прием восстановления нарушенных пропорций , предложенный автором .

Abstract: the solution of an actual scientific problem on the theoretical justification of the Michelson - Morley experiment is obtained . The results of the theoretical calculation and the experiment completely coincide, which confirms Einstein's postulate about the constancy of the speed of light and refutes the assumption of Lorentz and Fitzgerald about the impermanence of the length and flow of time . The method of calculating time by light hours does not involve the use of the Pythagorean theorem and Lorentz transformations .The obtained results indicate the inconsistency of the provisions of the theory of relativity: length and time are absolute . To obtain these conclusions , the method of restoring the disturbed proportions proposed by the author was used .

Ключевые слова : Теорема Пифагора; задачи на движение света; расчет времени движения света; формула Эйнштейна для расчета времени; эксперимент Мейкельсона-Морли , эфирный ветер.

Key words: Pythagorean theorem; problems on the movement of light; calculation of the time of the movement of light; Einstein's formula for calculating time; Michelson-Morley experiment;

Проведем анализ формулы расчета времени движения светового луча в направлении перпендикулярном движению Земли или космического аппарата (КА) по орбите , которую использовал Эйнштейн . Эта формула предполагает применение теоремы Пифагора . (см.[1] , т.2,стр.9,рис.15.2). Из этого рисунка следует, что свет от точки В (точки излучения раздвоения луча) движется по гипотенузе ВС’. Но так ли это? Рассмотри рисунок 1 данной статьи . Разобьем гипотенузу ВС’ на равные части, считая каждую из них пучком фотонов (далее по тексту - фотонов).От каждого фотона (F0 ,F1;F2;F3) опустим перпендикуляр на направление ВВ’ движения Земли (КА). Точки пересечения перпендикуляров обозначим буквами КО , К1 , К2, К3 , … , КN . Пучки фотонов F0 , F1 , F2 , F3 , … , FN излучаются последовательно , поэтому когда один из фотонов (FN) достигнет зеркала, другой - F0 находится еще в точке излучения. Остальные , промежуточные фотоны , находятся на линии между крайними точками гипотенузы образуя огибающую перпендикуляров . Каждый фотон движется строго по своему перпендикуляру, но виден лишь в текущей (одной) точке (перпендикуляр- это пройденный фотоном путь). Таким образом, один перпендикуляр отражает истинное направление движения одного фотона , а движение фотонов вдоль гипотенузы- лишь иллюзия истинного движения.

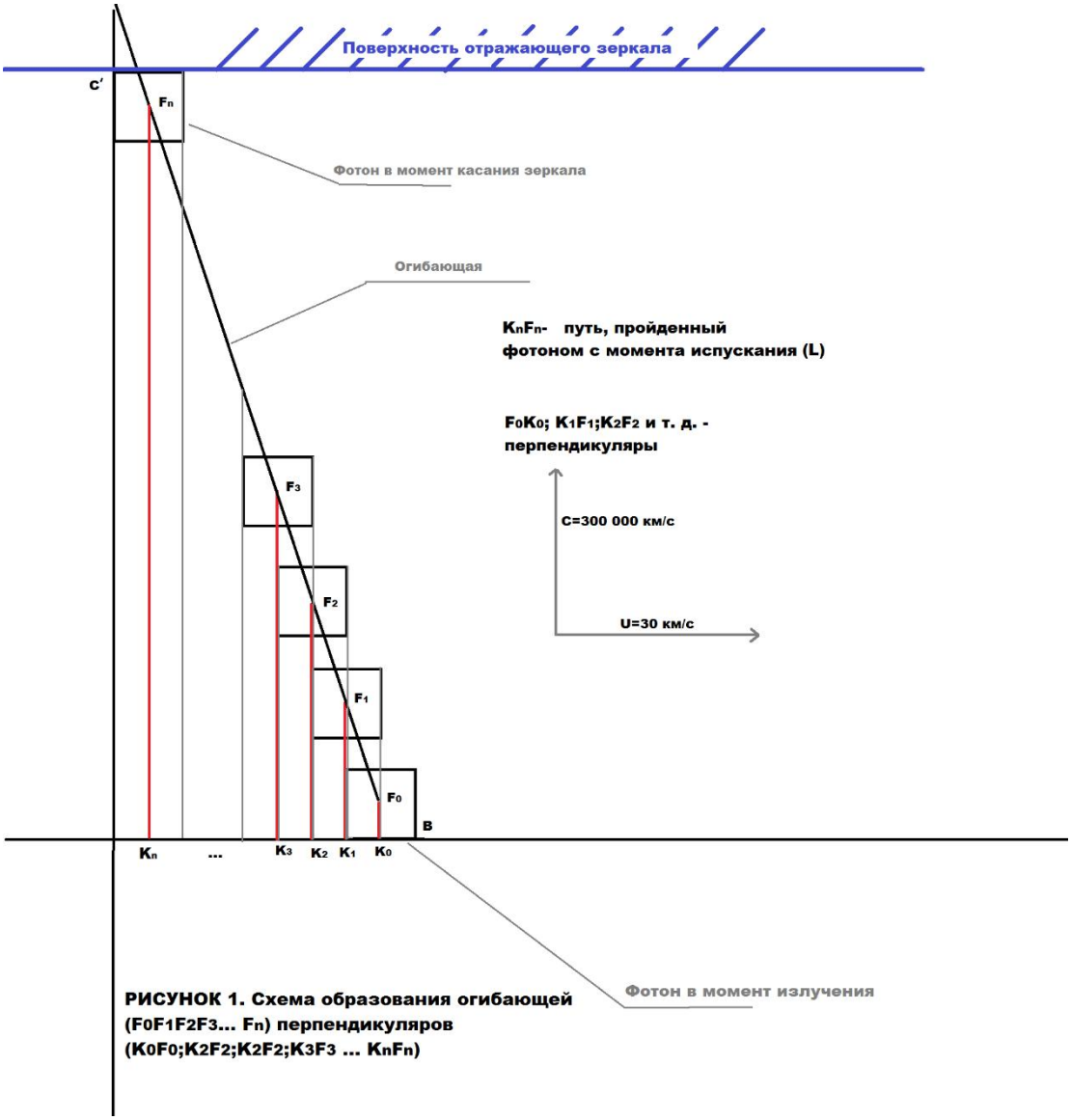


РИСУНОК 1. Схема образования огибающей ($F_0F_1F_2F_3$... F_n) перпендикуляров (K_0F_0;K_2F_2;K_2F_2;K_3F_3 ... K_nF_n)

Для более ясного понимания сказанного можно посмотреть видео ролик в интернете «резонанс маятников» по ссылке

(https://yandex.ua/video/preview?filmId=17029326256270941627&noreask=1&parent-reqid=1578745620162739-647893527528255326200124-man1-5351&path=wizard&text=%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81%2B%D0%BC%D0%B0%D1%8F%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2) на нем демонстрируется опыт, аналогичный случаю , описанному выше. В этом опыте ряд шариков, подвешенных на нитях разной длинны, которые колеблются с различной частотой независимо друг от друга, образуя тем не менее при наблюдении со стороны видимость (иллюзию) цельной линии.

А теперь определим время(t1) прохождения каждого фотона строго по перпендикуляру до момента касания зеркала . Оно равно t1 = L/C (формула 1), где L–длина плеча интерферометра, C- скорость света. При наблюдении ошибочно может показаться , что смещение зеркала по горизонтали отсутствует , а относительно зеркала , двигаясь по гипотенузе не по перпендикуляру , сдвинулся конец луча . Но сдвигается именно зеркало , причем , так как относительное движение пластинки, зеркала и экрана отсутствует (жесткая конструкция) , луч света будет попадать постоянно в туже самую точку . И так ,

за время t1 движения фотона, все точки отражающего зеркала смещаются на величину x1 в направлении, противоположном движению Земли (КА) .

Тогда , L/C = x1/U= t1 (2)

а , U=(C*x1)/L (3),

где U- орбитальная скорость Земли; x1 – смещение точек зеркала за время t1.

Как видно , исходя из физического смысла задачи, для определения времени и скорости

движения фотонов, применение теоремы Пифагора не требуется . Есть и вторая причина по которой применение теоремы Пифагора недопустимо . В [2] подчеркивалось на невозможность движения луча по гипотенузе с углом упреждения , так как это нарушает закон отражения света в оптике . В заключение

сравним формулу 1 с формулой Эйнштейна (см.[1], формула 15.5) в ней

$2t_2 = \frac{2L/C}{\sqrt{1-U^2/C^2}}$ (15.5)

где 2L / C = t1- время распространения света в покоящемся приборе (по Майкельсону). В нашем случае- это время движения фотона до зеркала и обратно в перпендикулярном плече интерферометра. Как видно , применяемая нами формула с учетам движения фотона туда и обратно отличается от формулы , применяемой Эйнштейном наличием корня квадратного у последнего.

А теперь рассмотрим движение света в параллельном плече интерферометра, свет в котором распространяется по направлению и против движения Земли .Время пройденное фотоном до касания удаляющегося зеркала равно:

$\frac{L+x_3}{C} = \frac{x_3}{U} = t_3$ (4)

Отсюда $U = \frac{C\ (x_3)}{L+x_3}$ (5), где x3 время , пройденное удаляющимся зеркалом до момента отражения фотона.

А теперь определим время , пройденное фотоном после отражения от зеркала в направлении противоположном движению Земли (КА). В этом случае фотон пройдет более короткий путь за счет наличия встречного движения расщепляющей пластинки .

$\frac{L-x_4}{C} = \frac{x_4}{U} = t_4$ (6)

Отсюда $U = \frac{C\ (x_4)}{L-x_4}$, (7) где x4 время, пройденное расщепляющей пластинкой в направлении движения Земли до встречи с отраженным фотоном .

(U) определенное по формулам 5 и 7 , имеет соответственно заниженное и завышенное значение.

На первый взгляд может показаться , что выражения (5 и 6) , которые использовали А.Мейкельсон Э. Морли, Х.Лоренц, Д.Фицджеральд , А. Эйнштейн и другие физики представляют собой уравнения . Но так ли это ? Подстановка произвольных значений x3 и x4 при постоянных C и U показывает , что формулы 5 и 6 в таком виде представляют собой не уравнения , а неравенства. В доказательство этого рассмотрим простой пример. Пусть C=16 , U= 8, L = 4, x3 = 1 , x4 =2. Тогда после подстановки числовых значений в выражение(5) получим (5 / 16) > (1 / 8) , в (6) (2 /16) < (2 / 8). Такая же картина наблюдается для множества других значений указанных переменных , в том числе и при C = 300000 км / с и U = 30 км /с. Вот это сюрприз ! Ведь формулами (5 и 6) пользовались на протяжении около 140 лет , считая их уравнениями .В чем же причина такого несоответствия ? Если внимательно посмотреть на формулы (5 и 6) , то можно заметить , что это измененные пропорции . К изменению пропорциональности при составлении пропорций привело включение в числителе левых частей переменных x 3 и x4 соответственно . Известно , что пропорция - это равенство двух отношений , в котором при изменении одного отношения для сохранения знака равенства необходимо изменить и второе отношение . Поэтому для восстановления утраченной пропорциональности представим в правых частях этих пропорций x3 как $x_3 = \frac{(L-x_3)U}{C}$, а $x_4 = \frac{(L-x_4)U}{C}$. С учетом последнего , сложив правые части восстановленных пропорций , получим суммарное время движения пучка света « туда « и « обратно « в параллельном плече интерферометра .$t_3 + t_4 = \frac{2L+(A_3-A_4)}{C}$. Проверим выполняется ли равенство t3 + t4 = t1 , полученное в эксперименте Мейкельсона - Морли , подставив сумму t3 + t4 вместо t1 в уравнение (2). После упрощения будем иметь : x3 = x4 . Если обозначить x3 =x4 через x и подставить x вместо этих переменных в восстановленные пропорции , то можно убедиться в правильности полученного решения . Время движения пучка света (фотона) в обеих плечах интерферометра одинаково , значит время абсолютно. Теория полностью подтверждает эксперимент Мейкельсона-Морли . Она так же подтверждает постулат Эйнштейна о постоянстве скорости света , но не объясняет его. Из равенства t3 + t4

=t1 следует , что сокращение длины одного из плеч интерферометра для выравнивания времени не требуется , т.е длина абсолютна. Преобразование времени по Лорецу тоже не требуется , а эфирный ветер не наблюдается .Парадокс братьев – близнецов не имеет места ,Ахиллес догонит черепаху.

Библиографический список:

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М . Фейнмановские лекции по физике. Издательство: Мир ,1965

2. Мотошев А.Ф.: Особенности применения теоремы Пифагора в задачах на движение для условий ,оказывающих существенное влияние на выбор метода ее решения .Журнал Точная наука выпуск № 35 , стр. 2 , Кемерово , 2019 г.

3. книги «Эфирный ветер» Сб. статей/Под'ред. В.А.Ацюковского. - М.: Энергоатомиздат, 1993. - 288 с: - ISBN 5-2834)4990-6).

Маргаринт Артем Олегович
Margarint Artem Olegovich
Студент Донского Государственного Технического Университета , факультет «Энергетика и нефтегазопромышленность» ,направление « Электроэнергетика и электротехника»

УДК.537.312.8

ПРИМЕНЕИЕ ЩЕТОК НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ В ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯХ ЛОКОМОТИВОВ

THE USE OF BRUSHES OF A NEW DESIGN IN TRACTION MOTORS OF LOCOMOTIVES

Аннотация: В статье рассматриваются особенности влияния щеток новой конструкции в тяговых электродвигателях локомотивов.

Abstract: The article discusses the features of the influence of new design brushes in traction motors of locomotives.

Ключевые слова: Тяговые электродвигатели,локомтивы, щетки новой конструкции, метод ранговой корреляции, коллекторно-щеточный узел.

Keywords: Traction motors,locomotives, brushes of a new design, the method of rank correlation, collector-brush unit.

Как известно, надежная работа щеток и коллектора зачастую определяет долговечность эксплуатации ТЭД постоянного тока и пульсирующего тока. Нарушение работы данного узла способствует увеличению искрения в скользящем контакте и приводит к повышенному его износу. Отсутствие сколов, трещин и других дефектов на щетках, образование оксидной пленки темно-коричневого цвета (политуры) на рабочей поверхности коллектора – признаки бесперебойной работы СК коллектор-щетка.

При изучении таких сложных процессов, какими являются трение и изнашивание, экспериментальные исследования, требующие значительных затрат времени и технических средств, не могут учесть значительное количество факторов, влияющих на износ коллекторно-щеточного узла (КЩУ). Поэтому для оценки надежности и износостойкости токопроводящего контакта можно использовать *метод ранговой корреляции* (метод экспертных оценок), который основывается на опросе специалистов-экспертов в данной области науки и техники, анализе литературных данных и объективной статистической обработке результатов. Этот метод позволяет выявить наиболее существенные факторы, действующие на изучаемый процесс, и одновременно расположить априорные сведения, принадлежащие кругу специалистов нескольких научных школ, в порядке убывания степени их влияния на износ СК КЩУ. Причем рассматриваются все потенциальные возможные факторы, а исследователь получает объективный материал не только в части личного суждения, но и коллективного мнения. Однако при ранжированной оценке результатов опроса, могут возникнуть расхождения во мнениях специалистов-экспертов по решению рассматриваемой задачи. Поэтому в этом случае используется дисперсионный коэффициент конкордации для статистической оценки степени согласованности мнений специалистов.

Так, на основании обработки обширных литературных и эксплуатационных данных было установлено, что основными факторами из 20 выбранных, влияющими на трение и износ КЩУ являются:

1. Плотность тока под щеткой.
2. Линейная скорость скольжения коллектора по щетке.
3. удельное нажатие щетки на коллектор.

Было получено мнение специалистов, занимающихся данным вопросом:

1. Всероссийский электровозостроительный научно-исследовательский институт.
2. Ростовский электровозоремонтный завод имени В. И. Ленина.
3. Локомотивное депо «Белово» (Западносибирская железная дорога).
4. Локомотивное депо «Батайск» (Северокавказская железная дорога).
5. Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС).

В случае «несвязанных» рангов коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot \left(k^3 - k\right)}, \qquad (1)$$

где: m = 17 – количество специалистов-экспертов;
k =20 – число исследуемых факторов;

$$W = \frac{12 \cdot 140164{,}56}{17^2 \cdot \left(20^3 - 20\right)} = 0{,}729.$$

Количество изучаемых факторов $x_i > 7$, значит, коэффициент конкордации оценивается по критерию согласия Пирсона χ_p^2 при числе степеней свободы f = k – 1:

$$\chi_p^2 = m \cdot (k-1) \cdot W = \frac{12S}{mk \cdot (k+1)} \geq \chi_m^2; \qquad (2)$$

$$\chi_p^2 = \frac{12 \cdot 140164{,}56}{17 \cdot 20 \cdot (20+1)} = 235{,}57.$$

Для α = 0,04 при f = 19 $\chi_{табл}^2 = 30{,}144.$ Так как $\chi_p^2 \geq \chi_{табл}^2$, то можно с доверительной вероятностью 96% утверждать, что мнения специалистов-экспертов относительно степени влияния рассматриваемых факторов на процесс износа СК коллектор-щетка согласуются в соответствии с коэффициентом конкордации W = 0,729.

На основании вычислений построена ступенчатая диаграмма определения факторов, влияющих на процессы трения и износа КЩУ (рисунок 1).

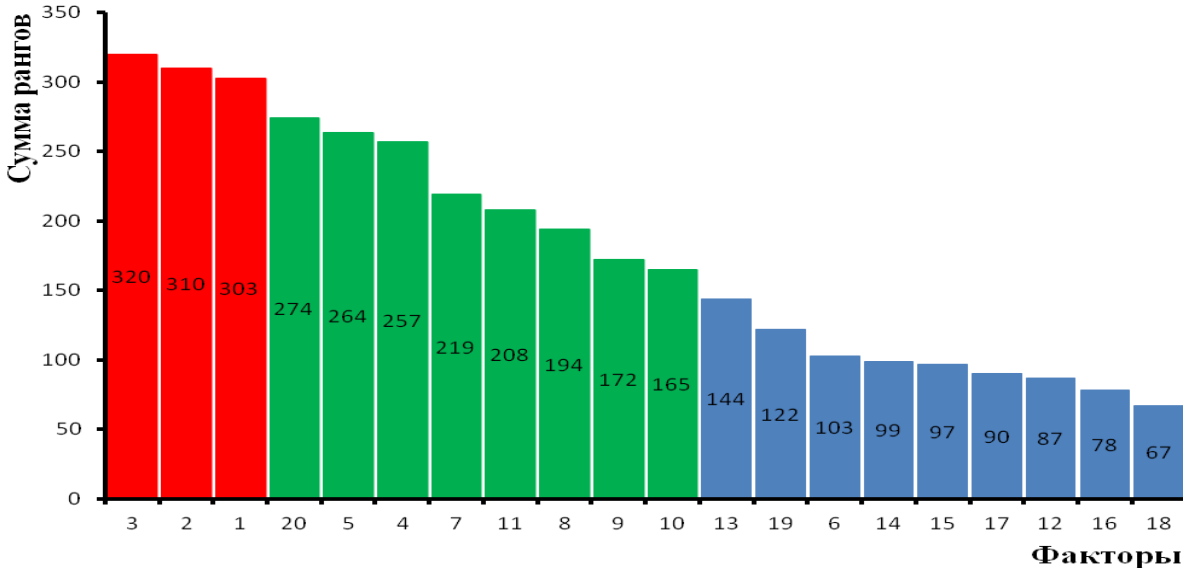


Рисунок 1 – Ступенчатая диаграмма факторов

Конец 20 и начало 21 века характеризуются чрезвычайно активным ростом развития науки и техники во всех отраслях промышленности, в том числе на и на подвижном составе железных дорог. Перед учеными ставились конкретные задачи, касающиеся повышения качества работы и надежности в эксплуатации тяговых электрических машин. Как известно по статистике, в тяговых электродвигателях железнодорожного транспорта большинство отказов приходится на КЩУ. Поэтому разработка щеток новых марок и конструкций, отвечающих высоким требованиям по износостойкости и коммутирующей способности, для улучшения работы токопроводящего СК коллектор-щетка также входила в задачи российских ученых.

В 1999 г. в РФ было разработано устройство токосъема со щетками новой конструкции и получен патент РФ на его изобретение (рисунок 2).

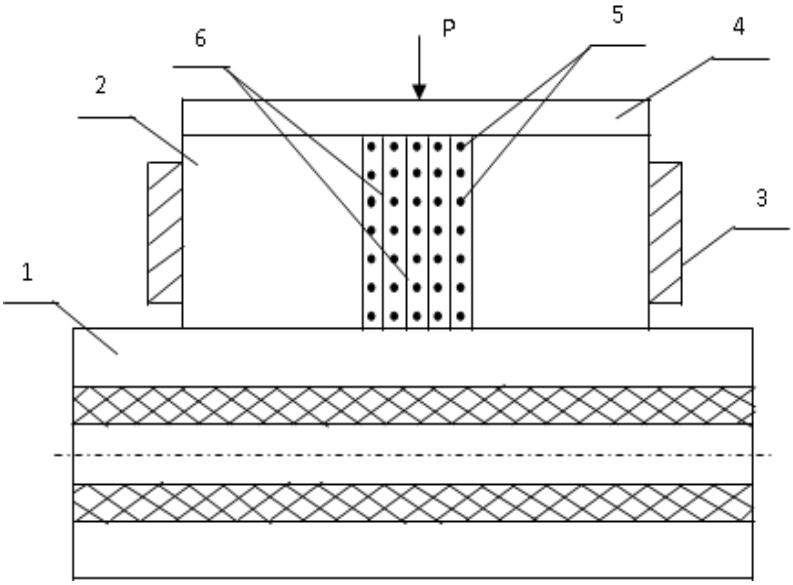


Рисунок 2 – Устройство токосъема со щетками новой конструкции:

1 – коллектор; 2 – щетка; 3 – щеткодержатель; 4 – нагружающее устройство;
5 – электропроводящая смазка; 6 – электропроводящие углеродные нити;
P – усилие, прижимающее щетку

Данное устройство включает в себя щетку 2, разрезанную в продольном направлении, установленную в щеткодержателе 3 и контактирующую с коллектором 1. Нагрузочное устройство 4 плотно прижимает щетку к коллектору. В разрез щетки, а также между ней и коллектором введена смазка 5, содержащая порошковый электропроводящий наполнитель и заполняющая пространство между неровностями профиля шероховатости рабочей поверхности коллектора. Количество электропроводящего наполнителя составляет 2÷15 % от объема смазочного материала. Кроме того, в смазочный материал, находящийся только в разрезе щетки, помимо порошкового наполнителя, дополнительно введены электропроводящие углеродистые или медные нити 6, расположенные вертикально.

Принцип работы этого устройства следующий.

Если разрезанную щетку приложить к коллектору и привести его во вращение, то смазочный материал обязательно попадет в зону трения. При этом в контактный зазор попадут тоже и частицы электропроводящего порошкового наполнителя, образуя мостики дополнительной проводимости от щетки к коллектору и наоборот. В этом случае электропроводящие нити позволят повысить надежность работы КЩУ за счет одновременного уменьшения искрения между коллектором и щеткой и увеличения в разрезе щетки электрической проводимости. Также при этом снизится и износ токопроводящего СК коллектор-щетка.

Таким образом ,можно сделать вывод о том экспериментальным путем было установлено, что применение щеток новой конструкции позволило повысить КПД ТЭД и улучшить коммутацию машины на один класс («натурные» испытания, выполненные на Ростовском электровозоремонтном заводе имени В. И. Ленина, подтвердили установленный результат).

Библиографический список:

1.Трубицина Надежда Анатольевна. Повышение эксплуатационной эффективности тяговых электродвигателей электровозов: диссертация кандидата технических наук: 05.22.07. – Ростов-на-Дону, 2003. – 172 с.

2.Патент 2178225 РФ. МПК НО 1R 39/40, 39/56. Устройство токосъема для электрической машины / В. И. Колесников, В. А. Соломин, Н. А. Чернявская (Трубицина). Заявл. 20.01.1999. Опубл. 10.01.2002. Бюл. № 1.

Маргаринт Артем Олегович
Margarint Artem Olegovich
Студент Донского Государственного Технического Университета , факультет «Энергетика и нефтегазопромышленность», направление « Электроэнергетика и электротехника»

УДК.621.314.222.68

РАСЧЕТ ТРАНСФОРМАТОРА МАЛОЙ МОЩНОСТИ

CALCULATION OF A LOW-POWER TRANSFORMER

Аннотация: В статье рассматриваются особенности расчета трансформатора малой мощности.

Abstract: The article discusses the features of calculating a low-power transformer.

Ключевые слова: Трансформатор малой мощности,магнитопровод,катушки,число витков, броневой пластинчатый трансформатор.

Keywords: Low power transformer, magnetic core, coils, number of turns, armor plate transformer.

Трансформаторы малой мощности (ТММ) широко используются в современных схемах систем автоматики, телемеханики связи на железнодорожном транспорте в качестве электропитающих устройств. Расчёт этих трансформаторов имеет ряд особенностей в отличие от трансформаторов общего назначения. в ряде случаев к ним предъявляются самые жесткие требования по весовым и габаритным показателям, вместе с тем достаточно остро стоит вопрос экономической эффективности трансформаторов, что связано с большими масштабами их производства.Конструкция ТММ должна обеспечивать его надёжную работу в течение всего заданного срока службы (10000-20000 часов и более), поэтому в зависимости от места установки к конструкции могут предъявляться следующие требования: высокая механическая прочность, нагревостойкость, влагостойкость, электрическая прочность, экономичность. Основными элементами конструкции трансформаторов являются магнитопровод и катушки с обмотками.В зависимости от технологии изготовления магнитопроводы делятся на пластинчатые (при толщине листа не менее 0,15 мм) и ленточные. По конструктивному исполнению и пластичные, и ленточные магнитопроводы делятся на три основные типа: стержневые, броневые и кольцевые(тороидальные).Стержневые пластинчатые магнитопроводы обычно собираются из прямоугольных пластин одинаковой ширины, одинаковых П-образных пластин или из П-образных пластин и прямоугольных перекрышек.Броневые пластинчатые магнитопроводы собираются из: Щ-образных пластин и прямоугольных перекрышек; из одинаковых Ш-образных пластин с разъёмом по- середине стержня или из сплошных пластин с просечкой среднего стержня.

1.Определение расчетной мощности

1.1.Расчетная мощность трансформатора

$$S_p \approx S_2 + S_3, \text{ ВА},$$

где: S_2, S_3 – номинальные полные мощности вторичных обмоток, ВА;

$$S_p \approx 140 + 35 = 175 \text{ ВА}.$$

2. Выбор конструкции магнитопровода

Выбор конструкции магнитопровода производится в соответствии с величиной расчетной мощности и частотой питающего напряжения. При минимуме массы целесообразен стержневой ленточный.

3. Выбор материала сердечника

При f = 50 Гц и при расчетном условии на минимум массы выбираем сталь марки 3411 толщиной 0,35 мм.

- марка стали - 3411
- толщина - 0,35 мм

4. Выбор предварительных значений максимальной магнитной индукции $B_{макс}$, плотности тока $j_{ср}$, коэффициента заполнения окна $k_{ок}$ и коэффициента заполнения магнитопровода $k_{ст}$.

Приведенные ниже значения указанных величин могут использоваться как рекомендуемые для трансформаторов при величине напряжения на зажимах обмотки, не превышающей 500 В.

$$B_{\max} = 1{,}7 Тл$$

$$j_{ср.} = 2{,}7 A/мм^2$$

$$k_{îê} = 0{,}3$$

$$k_{ст.} = 0{,}93$$

5 .Определение токов в обмотках

5.1 Активная и реактивная составляющие тока I_1 первичной обмотки:

$$I_{1a} = \frac{140 \cdot 0{,}8 + 35 \cdot 0{,}8}{0{,}93 \cdot 127} = 1{,}1853 \text{ A};$$

$$I_{1p} = \frac{S_2 \cdot \sin\varphi_2 + S_3 \cdot \sin\varphi_3}{\eta \cdot U_1} + I_\mu, \text{ A};$$

где: I_μ - ток намагничивания:

$$I_\mu = \frac{43\% \cdot 1{,}1853}{100\%} = 0{,}5097 \text{ A};$$

$$I_{1p} = \frac{140 \cdot 0{,}6 + 35 \cdot 0{,}6}{0{,}93 \cdot 127} + 0{,}5097 = 1{,}3987 \text{ A}.$$

5.2 Ток первичной обмотки:

$$I_1 = \sqrt{I_{1a}{}^2 + I_{1p}{}^2}, \quad \text{A};$$

$$I_1 = \sqrt{1{,}1853^2 + 1{,}3987^2} = 1{,}8334 \text{ A}.$$

5.3 Токи вторичных обмоток:

$$I_2 = S_2 / U_2, \text{ A};$$

$$I_2 = 140/300 = 0{,}4667 \text{ A};$$

$$I_3 = S_3 / U_3, \text{ A};$$

$$I_3 = 35/15 = 2{,}3333 \text{ A}.$$

6. Определение сечений и диаметров проводов обмоток

6.1 Предварительные значения площадей поперечных сечений проводов обмоток:

$$q_1' = \frac{I_1}{j_{ср}}, \ мм^2;$$

$$q_2' = \frac{I_2}{j_{ср}}, \ мм^2;$$

$$q_3' = \frac{I_3}{j_{ср}}, \ мм^2;$$

$$q_1' = \frac{1{,}8334}{2{,}7} = 0{,}679 \ мм^2;$$

$$q_2' = \frac{0{,}4667}{2{,}7} = 0{,}1728 \ мм^2;$$

$$q_3' = \frac{2{,}3333}{2{,}7} = 0{,}8642 \ мм^2.$$

6.2 По таблице стандартных сечений и диаметров проводов выбираются окончательные сечения проводов обмоток:

$$q_1 = 0{,}6793 \ мм^2;$$

$$q_2 = 0{,}1735 \ мм^2;$$

$$q_3 = 0{,}8495\ мм^2;$$

- их диаметры без изоляции:

$$d_1 = 0{,}93\ \text{мм};$$

$$d_2 = 0{,}47\ \text{мм};$$

$$d_3 = 1{,}04\ \text{мм};$$

- их диаметры с изоляцией:

$$d_{1и} = 0{,}99\ \text{мм};$$

$$d_{2и} = 0{,}51\ \text{мм};$$

$$d_{3и} = 1{,}12\ \text{мм}.$$

При напряжении обмоток до 500 В и токах до нескольких ампер рекомендуется применять провода марок ПЭВ-I для диаметров 1…2 мм.

6.3 По выбранным сечениям проводов уточняются плотности тока в обмотках:

$$j_1 = \frac{I_1}{q_1},\ \frac{A}{мм^2};$$

$$j_2 = \frac{I_2}{q_2},\ \frac{A}{мм^2};$$

$$j_3 = \frac{I_3}{q_3},\ \frac{A}{мм^2};$$

$$j_1 = \frac{1{,}8334}{0{,}6793} = 2{,}699\ \frac{A}{мм^2};$$

$$j_2 = \frac{0{,}4667}{0{,}1735} = 2{,}69\ \frac{A}{мм^2};$$

$$j_3 = \frac{1{,}3333}{0{,}8495} = 2{,}747\ \frac{A}{мм^2}.$$

7 Определение поперечного сечения стержня сердечника

7.1 Поперечное сечение стержня сердечника трансформатора (по стали) $Q_{ст.расч.}$ можно определить по формуле:

$$Q_{ст.расч.} = C \cdot \sqrt{\frac{S_1 \cdot \alpha \cdot 10^2}{f \cdot B_{макс} \cdot j_{ср}}},\ \text{см}^2,$$

где: S_1– полная мощность первичной обмотки трансформатора, ВА:

$$S_1 = U_1 \cdot I_1,\ \text{ВА};$$

$$S_1 = 127 \cdot 1{,}8334 = 232{,}843\ \text{ВА};$$

$\alpha = 2...3$ – отношение массы стали $G_{ст}$ к массе меди $G_м$;

С = 0,6 – постоянный коэффициент;

$$Q_{ñò.ðàñ÷} = 0{,}6 \cdot \sqrt{\frac{232{,}843 \cdot 3 \cdot 10^2}{50 \cdot 1{,}7 \cdot 2{,}7}} = 10{,}468\ см^2.$$

7.2 Полное поперечное сечение стержня $Q_{ст.расч.}$ (с учетом междулистовой изоляции):

$$Q'_{ст.расч} = \frac{Q_{ст.расч}}{k_{ст.}},\ см^2;$$

$$Q'_{ñò.ðàñ÷} = \frac{10{,}468}{0{,}93} = 11{,}256\ см^2.$$

Основные размеры сердечников:

h – высота окна;
c – ширина окна;
a – ширина стержня;
b – толщина пакета.

Так как стандартный сердечник не удается подобрать, то проектирование ведется из расчета на нестандартный сердечник. Для этого, приняв оптимальные отношения $b/a = 1{,}8$ и $h/c = 2{,}4$, определяем размеры магнитопровода:

$$b = \sqrt{Q'_{ст.расч.}(b/a)},\ см;$$

$$b = \sqrt{11{,}256 \cdot 1{,}8} = 4{,}5011\ см = 45\ мм;$$

$$h = \sqrt{F_0(h/c)},\ см;$$

$$h = \sqrt{17{,}507 \cdot 2{,}4} = 6{,}4821\ см = 65\ мм;$$

$$a = \frac{b}{(b/a)},\ см;$$

$$a = \frac{4{,}5011}{1{,}8} = 2{,}5006\ см = 25\ мм;$$

$$c = \frac{h}{(h/c)}\ см;$$

$$c = \frac{6{,}4821}{2{,}4} = 2{,}7009\ см = 27\ мм.$$

Проверим выполнение соотношений:

$$Q_{с.выбр} = a \cdot b \cong Q'_{с.расч.};$$

$$2{,}5006 \cdot 4{,}5011 = 11{,}256 \cong 11{,}256.$$

Площадь поперечного сечения стержня сердечника $Q_{с.вибр}$ равна расчетной, что удовлетворяет первому основному требованию к размерам сердечника;

$$h \cdot c \geq F_0;$$

$$6{,}4821 \cdot 2{,}7009 = 17{,}508 \geq 17{,}507.$$

Так как величина относительного тока холостого хода при частоте 50 Гц лежит в пределах 0,3…0,5, то выбор магнитопровода на этой стадии расчета можно считать оконченным.

Коэффициент мощности:

$$\cos\varphi_1 = \frac{I_{1д}}{I_1};$$

Коэффициент полезного действия трансформатора:

$$\eta = \frac{P}{P + P_м + P_{ст}},$$

где: P – суммарная активная мощность вторичных обмоток трансформатора, Вт:

$$P = U_2 I_2 \cos\varphi_2 + U_3 I_3 \cos\varphi_3,\ Вт;$$

$$P = 302{,}9215 \cdot 0{,}4667 \cdot 0{,}8 + 15{,}2382 \cdot 2{,}333 \cdot 0{,}8 = 141{,}5393\ Вт;$$

$$\eta = \frac{141{,}5393}{141{,}5393 + 15{,}3125 + 11{,}5088} = 0{,}8407$$

Таким образом ,можно сделать вывод о том,что в результате расчета курсовой работы был спроектирован броневой пластинчатый трансформатор малой мощности с воздушным охлаждением, с расчетным условием на минимум массы и с расчетной мощностью Sp = 190 ВА. Также было выявлено, что превышение температуры наиболее нагретой части над температурой окружающей среды не превышает допустимую температуру для выбранного класса изоляции А.В процессе расчета допускались некоторые приближения, так как возможна погрешность вычислений и определения параметров трансформатора по графикам.

Библиографический список:

1 Расчет трансформатора малой мощности : учеб. пособие / Н.А. Трубицина, Т.В. Щурская ; Рост. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2010. – 64 с.: ил. .

2. Гольдберг, О. Д. Электромеханика : учеб. для вузов / О.Д. Гольдберг, С.П. Хелемская; ред. О.Д. Гольдберг. – М.: Академия, 2007. – 504 с.: ил.

3. Кацман М. М. Электрические машины : учеб. / М. М. Кацман. – 9-е изд., стер. – М.: ИЦ "Академия", 2008. – 496 с.

Маргаринт Артем Олегович
Margarint Artem Olegovich
Студент Донского Государственного Технического Университета , факультет «Энергетика и нефтегазопромышленность» ,направление « Электроэнергетика и электротехника»

УДК.537.312.8

ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРА МАЛОЙ МОЩНОСТИ

CHOOSING A LOW-POWER TRANSFORMER

Аннотация: В статье рассматриваются особенности выбора трансформатора малой мощности.

Abstract: The article discusses the features of choosing a low-power transformer.

Ключевыеслова: Трансформатор малой мощности,магнитопровод,конструктивное выполнения обмоток и их изоляции.

Keywords: Low-power transformer, magnetic core, structural design of windings and their isolation.

Трансформатор-это статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования параметров электрической энергии переменного тока.Основными активными частями трансформатора являются магнитопровод и обмотки. Сердечник трансформатора набирается из отдельных стальных пластин. Пластины изолированы друг от друга.Стержень – часть сердечника, на котором располагается обмотка. Ярмо-часть сердечника, которая замыкает стержни между собой. В зависимости от конструкции магнитопровода трансформаторы бывают броневые, стержневые и кольцевые. Входное напряжение подается на первичную обмотку. Выходное напряжение снимается с вторичной обмотки. При подключении первичной обмотки трансформатора к сети по ней потечет переменный ток, который создаст переменный магнитный поток, пересекающий витки обеих обмоток трансформатора. В результате в обеих обмотках будет индуцироваться Э.Д.С., величина которой пропорциональна числам витков и магнитной индукции.Трансформаторы малой мощности (ТММ) широко используются в современных схемах автоматики, телемеханики и связи в качестве электропитающих элементов. Это обычно трансформаторы, мощность которых менее 4 кВА для однофазной цепи или 5 кВА для трехфазной цепи. Расчет этих трансформаторов имеет ряд особенностей в отличие от трансформаторов общего назначения. В ряде случаев к ним предъявляются самые жесткие требования по весовым и габаритным показателям, вместе с тем достаточного остро стоит вопрос экономической эффективности трансформаторов, что связано с большими масштабами их производства. Эффективность и надежность их работы зависит от целого ряда факторов, в том числе от технологии производства. Соблюдения правил технической эксплуатации. Многие факторы могут быть учтены на стадии проектирования за счет применения более прогрессивных материалов, правильного выбора величин электромагнитных нагрузок, создания лучших условий охлаждения.

1. Определение расчётной мощности

Для определения расчётной мощности трансформатора можно воспользоваться приближённой формулой:

$S_p \approx S_2 + S_3$,

где S_2, S_3 – номинальные полные мощности вторичных обмоток, ВА

$S_p \approx 90+100=190$ ВА.

2.Выбор конструкции магнитопровода

При мощности выше 100 ВА рекомендуется выбирать стержневой ленточный магнитопровод(при минимуме массы).

Так как $S_p=190>100$ ВА выбираем стержневой ленточный магнитопровод.

3.Выбор материала сердечника

При f=50 Гц и при расчётном условии на минимум массы выбираем сталь марки 3411 толщиной 0,35 мм.

4.Выбор предварительных значений максимальной магнитной индукции Вмакс, плотности тока $j_{ср}$, коэффициента заполнения окна $k_{ок}$ и коэффициента заполнения магнитопровода $k_{ст}$.

Приведенные в табл. 4…7 значения указанных величин могут использоваться как рекомендуемые для трансформаторов при величине напряжения на зажимах обмотки, не

превышающей 500 В.

Bmax= 1,65 Тл;

Jср= 2,4 А/мм2;

Кок= 0,27;

Кст=0,93.

Коэффициенты заполнения для ленточных сердечников указаны при изготовлении их методом штамповки и гибки ленты.

5.Определение токов в обмотках

Ток первичной обмотки:

I1= , А,

где Ia1 и Ip1 – активная и реактивная составляющие тока I1 первичной обмотки. При этом:

Ia1= , А;

Ip1= +Iμ, А.

Величина тока намагничивания Iμ для маломощного трансформатора предварительно принимается равной 50 % от активной составляющей Ia1.

Ia1= А;

Iμ = Ia1 •0,5 = 0,823•0,5= 0,411 А;

Ip1= А;

Тогда I1 = = 1,061 А.

6.Определение сечений и диаметров проводов обмоток

Предварительные значения площадей поперечных сечений проводов обмоток рассчитываются по формулам:

q1/= , мм2;

q2/= , мм2;

q3/= , мм2;

где I1, I2, I3 – токи соответствующих обмоток, А;

jср – среднее значение плотности токов в обмотках, А/мм2;

q1/, q2/, q3/-предварительные значения площадей поперечных сечений проводов обмоток, мм2;

I2= , А;

I3= , А.

I2 =90/150=0,6 А;

I3=100/15=6,667 А;

q1/=1,061/2,4=0,442 мм2;

q2/=0,6/2,4=0,25 мм2;

q3/=6,667/2,4=2,778 мм2.

По таблице стандартных сечений и диаметров проводов выбираются окончательные сечения проводов обмоток:

q1=0,4301 мм2,

q2=0,2552 мм2,

q3=2,776 мм2,

их диаметры без изоляции:

d1=0,74 мм,

d2=0,57 мм,

d3=1,88 мм,

их диаметры с изоляцией:

d1и=0,8 мм,

d2и=0,62 мм,

d3и=1,97 мм.

При напряжении обмоток до 500 В и токах до нескольких ампер рекомендуется применять провода марок ПЭВ-1 до диаметров 1…2 мм и марки ПДС для диаметров больше 2 мм (допустимая температура нагрева103˚ С).

По выбранным сечениям проводов уточняются плотности тока в обмотках:

j1= =1,061 /0,4301=2,467 А/мм2,

j2= =0,6/0,2552=2,351 А/мм2,

j3= =6,667/2,776=2,402 А/мм2.

7.Определение поперечного сечения стержня сердечника

Поперечное сечение стержня сердечника трансформатора Qст. расч можно определить по формуле:

Qст.расч=C , см2

где S1=U1I1 – полная мощность первичной обмотки трансформатора, ВА;

S1=380•1,061=403 ВА;

U1- напряжение первичной обмотки, В;

I1- ток первичной обмотки, А;

C – постоянный коэффициент, который может быть принят для трансформаторов стержневого типа с прямоугольными катушками C=0,6;

= - отношение массы стали Gст к массе меди Gм. При расчёте на минимум массы трансформатора принимаем =3;

Jср- плотность тока в обмотках;

Qст.расч=0,6• =13,165 см2.

Полное поперечное сечение стержня (с учётом междулистовой изоляции) запишется:

Q/ст.расч.= ,см2;

где Кст.- коэффициент заполнения сердечника сталью;

Q/ст.расч=13,165/0,93=14,156 см2.

8.Определение числа витков обмоток трансформатора

Приближённые значения действующих ЭДС в обмотках трансформатора могут быть определены по формулам:

E1=U1– (1–ΔU1%/100), В;

E2=U2+(1+ΔU2%/100), В;

E3=U3+(1+ΔU3%/100), В

где ΔUi% – падение напряжения в соответствующей обмотке при нагрузке в процентах от его номинального значения.

Величины падений напряжений ΔU% зависят от многих факторов: конфигурации магнитопровода, величины рабочего напряжения, суммарной мощности вторичных обмоток, частоты тока сети. Значения выбираются из таблицы:

ΔU1%=1,2 %

ΔU2%=1,35 %

ΔU3%=1,65 %

E1=380•(1–1,2/100)=375,44 В;

E2=150•(1+1,35/100)=152,025 В;

E3=15•(1+1,65/100)=15,247 В.

Определяем ЭДС одного витка:

E/B=4,44•f•Bmax•Qст.расч., В,

E/B=4,44•50•1,65•13,165•10-4 =0,482 В.

Определяем предварительное число витков в обмотках трансформатора:

W/1= , витков;

W/2= , витков;

W/3= , витков.

W/1=375,44/0,482=778,92, витков;

W/2=152,025/0,482=315,252, витков;

W/3=15,247/0,482=31,619, витков.

Так как число витков обмотки низшего напряжения W/3 получилось дробным, то его округляем до целого числа W3=32.

Eb= E/B , В;

Bc.расч.=Bмакс. , Тл;

W1=W1/ ;

W2=W2/ .

Eb=0,482•31,619/32=0,476 В;

Bc.расч.=1,65•31,619/32=1,63 Т;

W1=778,92•32/31,619=778,3;

Принимаем W1=779 витков.

W2=315,252•32/31,619=319,056 витка.

Принимаем W2=320 витка.

Определяем напряжение на вторичных обмотках при холостом ходе, В:

U20=EbW2; U30=EbW3;

U20=0,476•320=152,025 В;

U30=0,476•32=15,247 В.

9.Определение площади окна сердечника

Площадь окна сердечника F0, необходимая для размещения всех обмоток трансформатора, определяется по формуле

F0= см2 ,

где q1, q2, q3-площади поперечного сечения проводов обмоток трансформатора, мм2;

W1, W2, W3-соответствующие числа витков обмоток;

Кок- коэффициент заполнения окна сердечника обмоткой, равный 0,28.

F0=(0,43•779+0,2552•320+2,776•32)/100•0,27=13,572 см2.

Таким образом ,можно сделать вывод о том,что в результате расчета курсовой работы был спроектирован броневой пластинчатый трансформатор малой мощности с воздушным охлаждением, с расчетным условием на минимум массы и с расчетной мощностью Sp = 190 ВА. Также было выявлено, что превышение температуры наиболее нагретой части над температурой окружающей среды не превышает допустимую температуру для выбранного класса изоляции А.В процессе расчета допускались некоторые приближения, так как возможна погрешность вычислений и определения параметров трансформатора по графикам.

Библиографический список:

1. Расчет трансформатора малой мощности : учеб. пособие / Н.А. Трубицина, Т.В. Щурская ; Рост. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2010. – 64 с.: ил.

2. Гольдберг, О. Д. Электромеханика : учеб. для вузов / О.Д. Гольдберг, С.П. Хелемская; ред. О.Д. Гольдберг. – М.: Академия, 2007. – 504 с.: ил.

Маргаринт Артем Олегович
Margarint Artem Olegovich
Студент Донского Государственного Технического Университета, факультет «Энергетика и нефтегазопромышленность», направление « Электроэнергетика и электротехника»

УДК 621.3.067

РАСЧЁТ, ВЫБОР И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ (ЭЛЕГАЗОВОГО БАКОВОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ) НА ПОДСТАНЦИИ

CALCULATION, SELECTION AND DESIGN OF THE INSTALLATION (GAS TANK SWITCH) AT THE SUBSTATION

Аннотация:В статье рассматриваются особенности расчёта,выбора и проектирование элегазового бакового выключателя.

Abstract: The article discusses the features of calculation, selection and design of a gas tank switch..

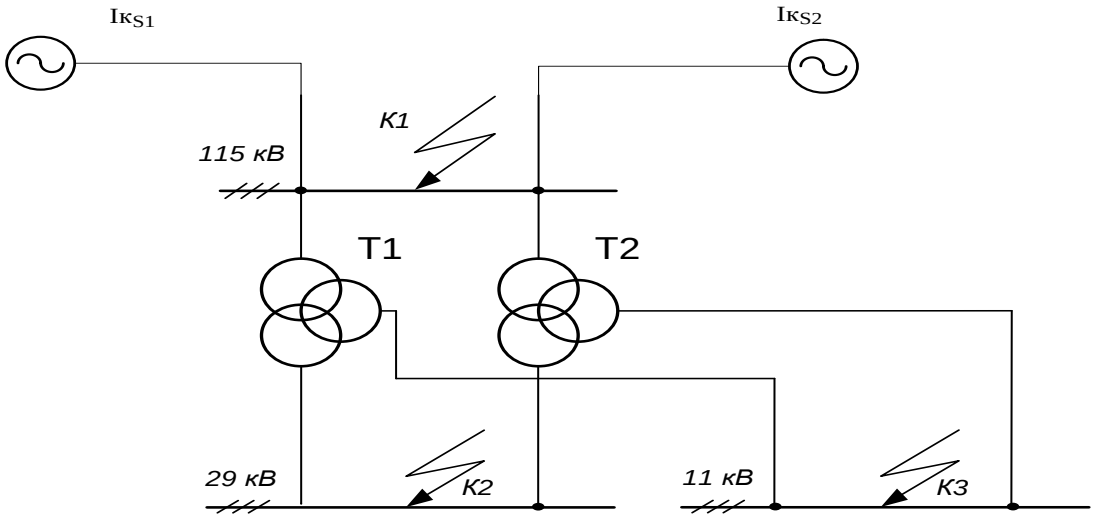
Ключевы слова:Баковый элегазовый выключатель,ток короткого замыкания,подстанция .

Keywords: Tank gas-insulated circuit breaker,short-circuit current substation .

Выключатели играют очень важную роль в энергетике,в этой статье будет рассмотрен пример выбора элегазового бакового выключателя.

1.Расчет токов короткого замыкания.

Расчёт сопротивлений схемы замещения. Зададимся базисной мощностью Sб, в качестве которой принимаем Sб = 100МВА.



Расчетная схема тяговой подстанции переменного тока.

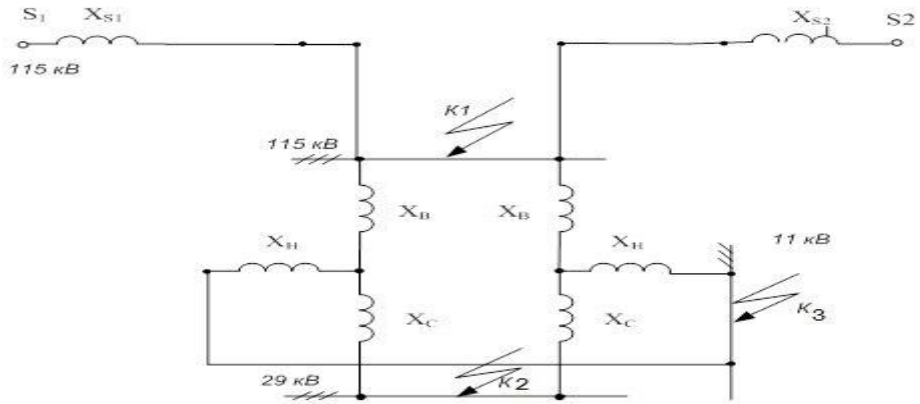


Рисунок 2 – Схема замещения тяговой подстанции переменного тока

На рисунке 2:

S1, S2 –питающие системы;

XS1 (X1), XS2 (X2) – сопротивление питающих систем;

XB, XC, XH сопротивление обмоток высокого, среднего и низкого напряжения понижающего трансформатора.

Код ОКП Номинальное значение напряжения, кВ, обмотки Условное обозначение схемы и группы соединения обмоток

Код ОКП	Номинальное значение напряжения, кВ, обмотки			Условное обозначение схемы и группы соединения обмоток
34 1154	ВН	СН	НН	
	115	27,5	11,0	Ун/Д/Д-11-11

Номинальное значение напряжения, кВ, обмоткиНапряжение короткого замыкания, %, пары обмоток

ВН сн нн ВН - СН ВН - НН СН - НН

115 27,5 11,0 17,5 10,5 6,5

1.1 Расчёт токов короткого замыкания для шин 110 кВ

На рисунке 3 приведена схема замещения для точки к.з. на шинах110 кВ (К1).

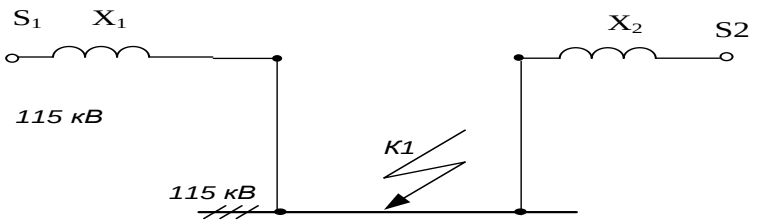


Схема замещения для точки К1.

Определим сопротивление питающих систем:

Сопротивление X3 вычисляется по формуле параллельного соединения сопротивлений:

$$X_3 = \frac{X_1 \cdot X_2}{X_1 + X_2}, \qquad (1)$$

Сопротивление XS:

$$X_S = \frac{S_б}{S_к} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_б \cdot U_б}{\sqrt{3} \cdot U_{ср} \cdot I_{кS}} = \frac{I_б \cdot U_б}{U_{ср} \cdot I_{кS}} \qquad (2)$$

Базовый ток Iб, А, определятся по формуле:

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} U_б} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 502 \text{ А} \qquad (3)$$

где: Uб – базовое напряжение в точке к.з. К1. Uб = 115 кВ.

Сопротивление XS1 иXS2:

$$X_{S1} = \frac{I_б \cdot U_б}{U_{ср} \cdot I_{к\,S1}} == \frac{502 \cdot 115}{115 \cdot 3847} = 0{,}13 \text{ Ом}$$

$$X_{S2} = \frac{I_б \cdot U_б}{U_{ср} \cdot I_{к\,S2}} == \frac{502 \cdot 115}{115 \cdot 7450} = 0{,}06 \text{ Ом}$$

Сопротивление X3:

$$X_3 = \frac{X_1 \cdot X_2}{X_1 + X_2} \text{ Ом (4)}$$

Действующее значение периодической составляющей тока к.з. Iк1 в точке К1 определяется по формуле:

$$I_{к1} = \frac{I_б}{X_{к1}} = \frac{502}{0{,}041} = 12244 \text{ А} \qquad (5)$$

Ударный ток к.з. iy, А, определяется по формуле:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot \kappa_y \cdot I_к \qquad (6)$$

где: ку – ударный коэффициент. ку = 1,8.

iy = 1, 41*1,8* 12244 = 31075 А

1.2 Расчет токов короткого замыкания для шин 27,5 кВ

Прежде чем рассчитывать токи короткого замыкания за трансформатором вычислим сопротивления его обмоток ХВ, ХС, ХН Номинальные значения напряжений короткого замыкания, %, пары обмоток для трансформатора типа ТДТНЖУ-40000/110:

uКВ-С = 17,5%

uКВ-Н = 10,5%

uКС-Н = 6,5%

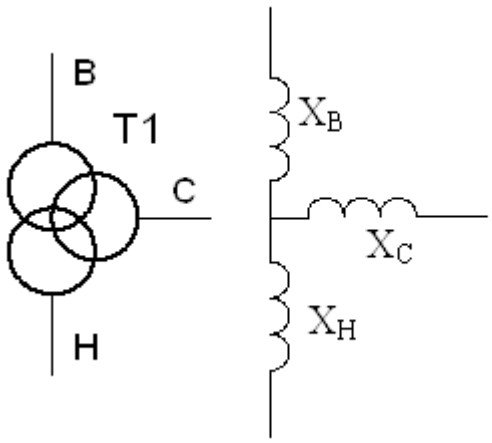


Рисунок 4 – Схема замещения силового трансформатора

Приведённые напряжения короткого замыкания трансформатора равны:

uКВ =0,5(uКВ-С + uКВ-Н - uКС-Н) = 0,5(17,5+ 10,5– 6,5) = 10,75%;

uКС =0,5(uКВ-С + uКС-Н - uКВ-Н) = 0,5(17,5+ 6,5–10,5) = 6,75 %; (7)

uКН = 0,5(uКС-Н + uКВ-Н - uКВ-С) = 0,5(10,5+6,5–17,5) = - 0,25%;.

Сопротивления трансформатора:

$$X_В = \frac{u_{КВ} \cdot S_б}{100 \cdot S_Н} = \frac{10{,}75 \cdot 100}{100 \cdot 25} = 0{,}43 \text{ Ом}$$

$$X_{\text{С}} = \frac{\text{u}_{\text{КС}} \cdot S_{\text{б}}}{100 \cdot S_{\text{Н}}} = \frac{6{,}75 \cdot 100}{100 \cdot 25} = 0{,}27 \text{ Ом} \quad (8)$$

$$Xн = \frac{\text{u}_{\text{КН}} \cdot S_{\text{б}}}{100 \cdot S_{\text{Н}}} = -0{,}01 \text{ Ом}$$

Т.к., токи короткого замыкания рассчитываются при худших условиях, а таким условием является параллельная работа двух понижающих трансформаторов, поэтому сопротивление обмоток делим на два:

XB = 0,43/2 = 0,215 Ом ,
XC = 0,27/2 = 0,135 Ом,
XH = - 0,005 Ом

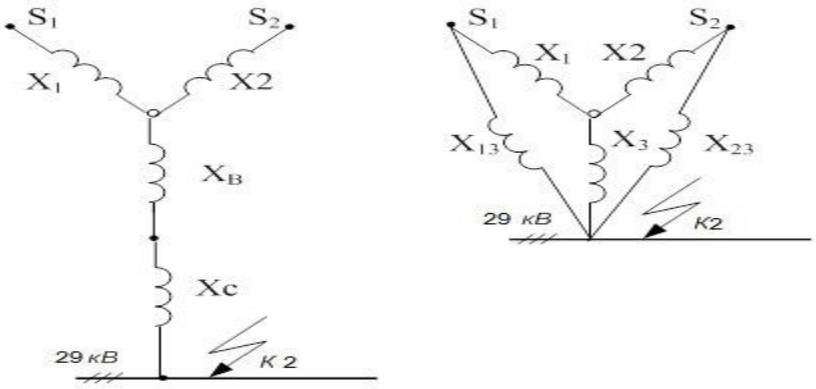


Рисунок 5 – Схема замещения для точки К2

Результирующее сопротивление обмоток высокой и средней стороны определяется по формуле:

X3 = XB + XC = 0,215 + 0,135 = 0,35 Ом

Для нахождения тока короткого замыкания в точке К2, необходимо вычислить ток к.з. от каждой системы, для этого преобразуем схему звезда в схему треугольника используя основные формулы преобразования схем:

X13=X1 + X3 + (X1 3)/X2 =0,13+0,35+(0,13 0,35)/0,06 = 1,24 Ом
X23=X2 + X3 + (X2 3)/X1 =0,06+0,35+(0,06 0,35)/0,13 = 0,57 Ом

Базовый ток Iб определим по формуле (3), где Uб = 29 кВ:

$$I_{б} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 29} = 1991 \text{ А.}$$

Действующее значение периодической составляющей тока к.з. Iк2, А, в точке К2 определяем по формуле:

Iк2 = Iк13 +Iк23

$$I_{к13} = \frac{I_{б}}{X_{13}} = \frac{1991}{1.24} = 1606 \text{ А}$$

А.

Iк2 = Iк13 +Iк23 = 1606 + 3493 = 5099 А

Ударный ток к.з. вычислим по формуле (6):

$$i_{y2} = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 5099 = 12941 \text{ А.}$$

1.3 Расчет токов короткого замыкания для шин 10 кВ

На рисунке 6 приведена схема замещения для точки к.з. на шинах 10 кВ.

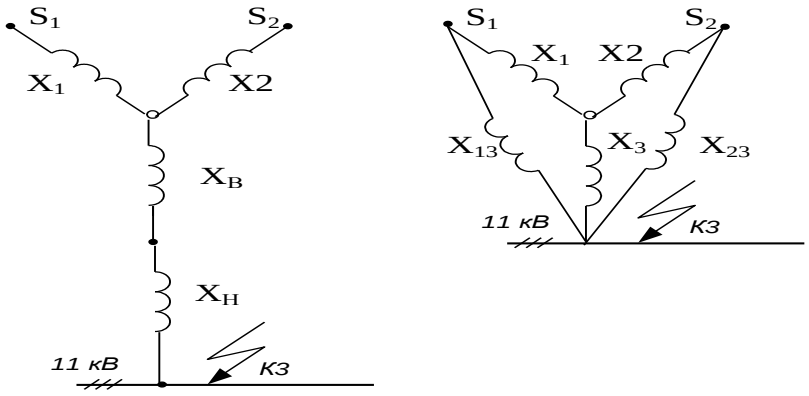


Рисунок 6 – Схема замещения для точки К3

Результирующее сопротивление обмоток высокой и низкой стороны определяем по формуле:

$$X3 = XB + XH = 0{,}215 + 0 = 0{,}215 \text{ Ом}$$

Для нахождения тока короткого замыкания в точке К3, необходимо вычислить ток к.з. от каждой системы, для этого преобразуем схему звезда в схему треугольника используя основные формулы преобразования схем:

$$X_{13} = X_1 + X_3 + \frac{X_1 \cdot X_3}{X_2} = 0{,}13 + 0{,}215 + \frac{0{,}13 \cdot 0{,}215}{0{,}06} = 0{,}81 \quad \text{Ом}$$

$$X_{23} = X_2 + X_3 + \frac{X_2 \cdot X_3}{X_1} = 0{,}06 + 0{,}215 + \frac{0{,}06 \cdot 0{,}215}{0{,}13} = 0{,}374 \quad \text{Ом}$$

Базовый ток Iб определим по формуле (3), где Uб = 11 кВ:

$$I_б = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 11} = 5248{,}6 \text{ А.}$$

Действующее значение периодической составляющей тока к.з. Iк2, А, в точке К2 определяется по формуле:

$$Iк3 = Iк13 + Iк23.$$

$$I_{к13} = \frac{I_б}{X_{13}} = \frac{5248{,}6}{0.81} = 6480 \quad \text{А}$$

$$I_{к23} = \frac{I_б}{X_{13}} = \frac{5248{,}6}{0.426} = 14034 \text{ А.}$$

$$Iк2 = Iк13 + Iк23 = 6480 + 14034 = 20514 \text{ А}$$

Ударный ток к.з. вычислим по формуле (6):

$$i_{у3} = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 20514 = 52064 \text{ А.}$$

2. Выбор и проверка токоведущих частей и электрических аппаратов

Токоведущие элементы и электрические аппараты выбираются по токам и напряжениям рабочего режима работы электроустановки и проверяются на действие токов к.з.

2.1 Выбор и проверка высоковольтных выключателей

Высоковольтные выключатели выбирают по следующим условиям рабочего режима работы электроустановки:

$$U_{уст} \le U_н \ ,$$

$$I_р \le I_н \ ,$$

где Uуст – рабочее напряжение электроустановки;
Uн – номинальное напряжение выключателя;
Iр – расчётный ток продолжительного режима;
Iн – номинальный ток выключателя.

Типы высоковольтных выключателей и их паспортные данные берутся из каталогов заводов - изготовителей

Проверка на отключающую способность заключается в соблюдении условий:

$$I_к \le I_{от} \ ,$$

где: Iк – расчётное значение тока к.з. через выключатель, кА;
Iот – номинальный ток отключения выключателя (паспортное значение), кА.

Проверка на термическую стойкость выполняется по выражению:

$$B_к \le I_m^2 t_m \ ,$$

где: Вк – тепловой расчётный импульс, определяемый по формуле:
– предельные значения тока и времени термической стойкости (паспортные данные).

Тепловой расчётный импульс Вк определяется:

$$B_к = I_к^2 \cdot (t_р + T) \ ,$$

Где, Iк – расчётное значение тока к.з. на рассматриваемых сборных шинах, А;
tр – расчётное время протекания тока к.з., с;
Т – постоянная времени к.з., с. Т = 0,05 с;
расчётное время протекания тока к.з. tр определяется выражением:

$$t_р = t_з + t_в \ ,$$

Где, tз – время основной защиты, установленной у ближайшего к месту к.з. выключателя, с;
tв – полное время отключения этого выключателя.

На электродинамическую стойкость выключатели проверяют по формуле:

$$i_{уд} \le i_{пр.ск} \ ,$$

Где, iуд – ударный ток к.з., кА;
iпр.ск – предельный сквозной ток для выключателя (паспортное значение), кА.

Выбор выключателей приведён в таблице № 1.

Место установки	Марка	$U_{уст}/U_н$, кВ	$I_р/I_н$, А	$I_к/I_{от}$, кА	$i_{уд}/i_{пр.ск}$, кА	$B_к/I_m^2 t_m$, $10^6 \cdot А^2 \cdot с$	$t_в$, с
РУ-110 кВ	ВГБ 35	27,5	600	5,099	12,941	(0.05+0.06+1.5)* 4.082^2	0,6
		35	1000	12,5	35	$12,5^2 \cdot 6$	

Выбираем баковый элегазовый выключатель типа ВГБ 35.

Технические параметры элегазовых баковых выключателей фирмы «Энергомаш (Екатеринбург)» типа ВГБ.

Таким образом ,можно сделать вывод о том,что по результатам расчета был выбран элегазовый баковый выключатель типа ВГБ-35.

Библиографический список:

1.Кривенков В.В. Релейная защита и автоматика: учеб. пособие/ Под ред. А.Ф. Дьякова.- М.: Изд-во МЭИ, 2004.- 32

2. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учеб. для вузов – М.: Высш. шк., 2006. – 639 с.

Ахмедов Абдурахман Паттахович
Akhmedov Abdurahman Pattahovich
кандидат физико – математических наук, доцент, кафедра естественные науки;

Сайлиев Мухаммаджон Илхом угли
Sailiev Muhammadzhon Ilhom embers
студент, кафедра естественные науки;

Ховлонов Шохбоз Уткиржан угли
Khovlonov Shokhboz Utkirzhan ugli
студент, кафедра естественные науки;
Ташкентский институт по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог, г. Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: ahmedov_1950 @ inbox.ru

УДК 620.9

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ДЕРЕВО КАК ИСТОЧНИК ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

ELECTRIC TREE AS A SOURCE OF AUXILIARY ELECTRIC POWER IN URBAN CONDITIONS

Аннотация. Исчерпание полезных ископаемых и высокий уровень воздействия на окружающую среду традиционной энергетики вызвал во всем мире поиск и использование нетрадиционных альтернативных источников энергии. К альтернативным источникам энергии относятся возобновляемые источники – энергия солнца, ветра, геотермальная, океаническая, энергия биомассы, термоядерная энергия и другие источники. Электрогенерирующее дерево состоит из остова и закрепленных на нем «листьев» скрученной формы. Для производства электричества дереву достаточно небольшого ветра. Ученые разработали "пьезо-дерево", которое использует шелест "листвы" на пьезоэлектрической основе для производства электроэнергии. Предлагается установить электрогенерирующее дерево на обочине оживленных автомобильных дорог в городе и пригороде. На эти «деревья» будет действовать не только естественный ветер, но и ветер, поднимаемый проезжающими автомобилями.

Abstract. Exhaustion of minerals and high level of influence on environment of traditional power were caused all over the world by search and use of nonconventional alternative energy sources. Renewed sources concern alternative energy sources - energy of the sun, a wind, geothermal, oceanic, energy of a biomass, thermonuclear energy and other sources. The electrogenerating tree consists of a skeleton and "leaves" of the braided form fixed on it. For manufacture of an electricity to a tree enough a small wind. Scientists have developed "pezo-tree" which uses a "foliage" rustle on a piezoelectric basis for electric power manufacture. It is offered to establish electrogenerating tree on a roadside of brisk highways in a city and suburb. On these "trees" will operate not only a natural wind, but also a wind lifted by passing cars.

Ключевые слова: Энергетика, источник, энергия, ветер, электрическое дерево, пьезо – дерево, солнечные элементы, автомобиль, дорога.

Keywords: Power, source, energy, wind, electric tree, pezo - tree, solar elements, the car, road.

Введение

Исчерпание полезных ископаемых и высокий уровень воздействия на окружающую среду традиционной энергетики вызвал во всем мире поиск и использование нетрадиционных альтернативных источников энергии.

К альтернативным источникам энергии относятся возобновляемые источники – энергия солнца, ветра, геотермальная, океаническая, энергия биомассы, термоядерная энергия и другие источники.

Энергия солнца. Это практически неисчерпаемый источник энергии. Использование лишь 1% солнечной энергии могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики. Главное

– ее использовать так, чтобы ее стоимость была минимальной. По мере совершенствования технологий и удорожания традиционных энергоресурсов, эта энергия будет находить все большее применение.

Солнечную энергию можно использовать в двух направлениях:

· прямое использование для отопления, горячего водоснабжения;

· преобразование ее в электрическую.

Энергия ветра. Использование ветровой энергии известно с древности, а в последнее время интерес к ней значительно возрос. Так, в США используется несколько десятков тысяч ветровых агрегатов. Существенными установленными мощностями располагают Великобритания, Германия, Дания, Нидерланды, Швеция и другие страны.

К настоящему времени испытаны ветродвигатели различной мощности. Более экономичными являются комплексы из небольших ветровых установок, объединенных в одну систему.

Основные факторы воздействия на окружающую среду – высокая металлоемкость ветроустановок, отчуждение больших земельных территорий, вибрационное и шумовое воздействие, гибель перелетных птиц под ударами лопастей. Особенно высокое шумовое воздействие возникает при эксплуатации мощных установок.

С учетом экологических факторов солнечные и ветровые электростанции уже сегодня более экономичны, чем тепловые и атомные [1].

Основная часть

Во Франции появилось необычное дерево, которое вырабатывает электроэнергию. Футуристическое дерево визуально очень похожее на настоящее, а его специфические листья как раз и вырабатывают электричество, вращаясь на ветвях. Идея создать такое дерево изобретателю Жерому Мишо-Ларивьеру пришло в голову, когда он наблюдал за шелестом листвы на дереве. Электрогенерирующее дерево состоит из остова и закрепленных на нем «листьев» скрученной формы. Это позволяет им вращаться от ветра любого направления. При этом они абсолютно бесшумные. Стоимость одного дерева составляет 30 000 Евро. И при этом данная установка в виде дерева является более эффективной, чем стандартная ветровая установка. Для производства электричества дереву достаточно ветра скоростью всего 4 м/с. «Посадили» электродерево французские инженеры в коммуне Плюмер-Боду в северо-западной части Франции. Мишо-Ларивьер надеется, что такие деревья найдут себе применение в городах, и будут питать электричеством городское освещение и зарядки для электромобилей. В будущем изобретатель планирует усовершенствовать дерево. Он планирует покрыть ствол дерева фотоэлементами, а корневую систему сделать в виде геотермального генераторах [2].

Рис.1. Электрическое дерево

Рис.2. Фрагмент электрического дерева.

Команда ученых из Корнелльского университета произвела сбор урожая из "пьезо-дерева", которое использует шелест "листвы" на пьезоэлектрической основе для производства электроэнергии. Названная "пьезо-деревом", система в состоянии преобразовать энергию ветра в электричество будучи при этом легковесной, несложной в установке и дешевой. Исследователи отметили, что в опытном образце, гибкую пластину и пленку заставляют колебаться так же, как лист дерева или флаг на ветру. Колеблющееся движение листьев происходят из-за неустойчивости аэро-эластичной системы.

"Пьезо-дерево" было сделано с помощью гибкого пьезоэлектрического материала Флуорид Поливинилиден (PVDF), и оно может противостоять непредсказуемым скоростям ветра. В базовой конструкции один край элемента PVDF устанавливается к цилиндрическому телу необтекаемой формы, а другой край остается свободным. Порыв вихря создается, когда ветер дует в сторону этого необтекаемого тела, и периодический перепад давлений заставляет пьезо-лист сгибаться по направлению воздушного потока. После выпрямления, электричество с помощью двухполупериодного выпрямительного моста сохраняется в конденсаторе, а сигнал переменного тока собирается у колеблющегося пьезо-листа, который работает как периодически сгибаемая модель.

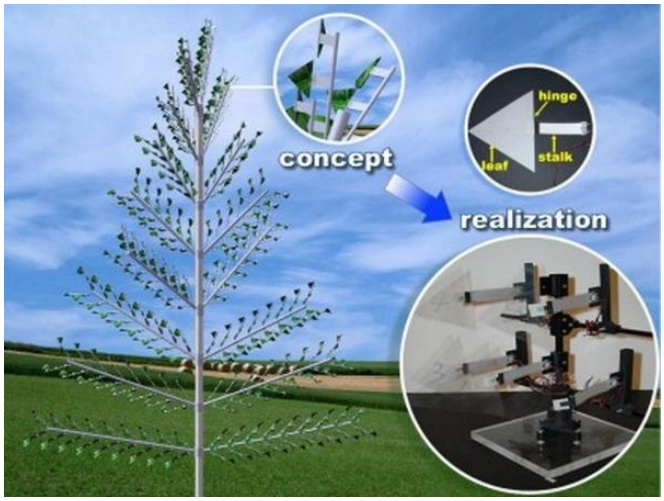


Рис.3. Пьезо-дерево

Из-за слабого пьезоэлектрического коэффициента напряжения Фторида Поливинилидена, уровень электричества в предварительном генераторе Пьезо-листа равен примерно 100 pW, что не дает возможности зажечь даже обычный светодиод. Тогда, ученые попытались поместить часть пластмассовой пленки до конца листа вдоль направления воздушного потока. Это увеличило мощность энергии приблизительно в 100 раз при тех же условиях. Также, проводились ряд экспериментов с использованием материалов различной гибкости, формы и плотности полимера и пластмассовой пленки, приводящей к различным результатам производства энергии. Недавнее исследование показывает, что особый вертикальный стебель, и установка листьев в горизонтальной плоскости может увеличить выходную мощность устройства. В будущем исследователи планируют

создать устройства на подобии мини-заводов с сотнями, или тысячами пьезо-листьев для практического применения. Прочная конструкция и простое "чешуйчатое" содержание устройства позволяют использовать такое "пьезо-дерево" в различных сферах деятельности, служа как уникальное и мощное средство производства электроэнергии [3].

Рис.4. *uTree* – электрические деревья для «зеленых» городов

Зеленые насаждения стоят, занимая довольно значительные площади, на городских улицах и площадях. А в будущем эти растения будут выполнять весьма практическую функцию выработки энергии. Правда, это будут не настоящие деревья, а искусственно созданные. И, вместо листьев, на них будут солнечные панели. Так предсказывает в своем концепте uTree дизайнер Хавьер Перес де Ареназа.

Конечно, такими «растениями» нельзя заменять настоящие деревья – все-таки они выполняют совсем другие функции. Но зато можно их устанавливать там, где есть свободные пространства – на площадях, перекрестках, открытых площадках.

Согласно подсчетам автора этого концепта, каждое дерево uTree сможет вырабатывать 14 киловатт энергии в день и, следовательно, 5 мегаватт в год. Если таких «растений» в городе будет, по крайней мере, пара сотен, у лучше – тысяч, то они станут серьезным подспорьем городскому энергохозяйству. Как предполагает Хавьер Перес де Ареназа, подобные устройства будут использоваться, в первую очередь, для обеспечения уличного освещения практически бесплатным электричеством. Да и сами uTree могут служить фонарями и светофорами – для этого их достаточно выстроить вдоль дорог и установить на них светодиодные элементы. Полученной за день с помощью солнечных панелей энергии вполне будет хватать для этих целей. Избыток же электричества может уходить в городские энергосети [4]..

Амстердамское архитектурное бюро NL Architects представило проект под названием «Энергоцветы» - концепцию ветряных электростанций, которые могут быть установлены даже в самых густонаселенных районах. Благодаря дальнейшим разработкам и усовершенствованию инженерных решений в области экологически чистой энергии ветра турбины значительно уменьшились в размерах, и их стало возможно разместить по несколько штук на стилизованных металлических «ветвях». Традиционные трехлопастные турбины требуют наличия большого свободного пространства – открытый рабочий радиус в пять раз превышает их диаметр; кроме того, для их установки требуются тяжелые металлические конструкции и сложная инфраструктура. В отличие от них ветряные электростанции «Энергоцветы» могут быть без существенных ограничений вписаны в оживленную городскую среду. Конструктивная особенность этих турбин заключается в вертикальной оси крепления лопастей и возможности улавливать воздушные потоки в любых направлениях. Для различных условий архитекторы предусмотрели два типоразмера локальных электростанций – для коммерческого использования и установки в жилых кварталах [5].

Предлагается установить электрогенерирующее дерево на обочине оживленных автомобильных дорог в городе и пригороде. На эти «деревья» будет действовать не только естественный ветер, но и ветер, поднимаемый проезжающими автомобилями. На верхних ветвях этого «дерево» можно устанавливать солнечные элементы, которые в солнечные дни года будут вырабатывать электрическую энергию. Электроэнергию, выработанную электрическими деревьями можно использовать для освещения улиц и дорог, а также для зарядки электромобилей.

Заключение

Рассмотрены и проанализированы научные проекты нетрадиционных альтернативных источников энергии типа «Электрогенерирующее дерево» и «Пьезо – дерево». Предлагается установить электрогенерирующее дерево на обочине оживленных автомобильных дорог в городе и пригороде. На эти «деревья» будет действовать не только естественный ветер, но и ветер, поднимаемый проезжающими автомобилями.

Библиографический список:

1. ecology-education.ru
2. http://radon.org.ua
3. http://www.zelife.ru
4. https://novate.ru
5. zakupka.com

Чучин Вячеслав Витальевич
CHuchin Vyacheslav Vital'evich
АНО ВО «РосНОУ»

УДК 004.27

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ АБС

PROSPECTS FOR USING MICROSERVICE ARCHITECTURE FOR ABS

Аннотация: В статье рассмотрены проблемы и перспективы применения микросервисных архитектур в сфере банковских ИТ-решений с точки зрения применения данной модели архитектуры. Проведен обзор основных недостатков архитектур существующих приложений и преимуществ предоставляемых микросервисной архитектурой. Рассмотрены основные концепции реализации и использования микросервисной архитектуры на основе сервисной или монолитной архитектуры.

Abstract: In the article the main problems and prospects of application of microservice architectures in the sphere of banking IT solutions are considered. The review of the main drawbacks of the existing application architectures and the advantages provided by the microservice architecture is conducted. The basic concepts of implementation and use of micro-service architecture based on service or monolithic architecture are considered.

Ключевые слова: АБС, микросервисы, контейнеры, сервисы, архитектура

Key words: ABS, microservices, containers, services, architecture

Современный этап развития общества всецело связан с информационными технологиями (ИТ) и финансовый сектор является одним из передовых секторов внедрения новейших цифровых технологий. Это вызвано тем, что применение передовых технологических решений, в области цифровых технологий, позволяет существенно повысить операционную эффективность деятельности финансовых институтов. А учитывая характер конкуренции в банковской сфере, технологические инновации позволяют наращивать прочные конкурентные преимущества кредитным организациям, внедряющим информационные технологии нового поколения.[1]

Автоматизация банковских систем (АБС) напрямую связана с ИТ и является областью применения передовых цифровых технологий. Развития ИТ-банкинга произвело большой запрос требований [2] повлекший изменение применяемых технологий в банковском программном обеспечении (ПО) АБС.

По мере развития интернет банкинга видоизменялось так же и значение термина АБС и изначально, будучи комплексом программно-аппаратных решений, АБС приобрели свое современное значение, которое может трактоваться как платформа, обслуживающая цифровой банк. Сам же концепт цифрового банка следует из идеи удаленного получения услуг и полного исключения бюрократии для клиента. АБС в этом роде выступает решением невидимым для клиента напрямую, однако, качество работы системы безусловно отражается на уровне сервиса [3].

Одна из основных проблем которая встает перед системами автоматизации — это увеличение скорости работы, гибкость требований, легкость замены и обслуживания компонентов без остановки работы системы в целом при этом с сохранением максимальной робастности системы. Все эти и многие другие требования подтолкнули к переходу от классической - монолитной архитектуры приложений, когда вся система выступала в виде единого ПО и не могла быть заменена частично к Сервисной архитектуре - ESB. Позволившей произвести декомпозицию единого приложения на отдельные сервисы с обменом по общей информационной шине. Помимо этого монолитные приложения подвержены большим проблемам с точки зрения отказоустойчивости по сравнению с сервисными, так как выход из строя любого элемента, как программного так и аппаратного, монолитной АБС нарушает целостность системы, дополнительное резервирование для таких приложений крайне затратно, так как требует или излишнего дублирования кода или хранение резервных копий всего приложения и зеркалирования подключенных баз данных. В то время как сервисная архитектура позволяет избежать таких проблем, по сравнению с монолитной архитектурой, позволяя локализовывать критически важные узлы такой системы и заниматься

резервированием только критически важных точек, однако, проблему неавторизованного доступа к системе не могут полностью решить обе архитектуры. В случае монолитной - все данные могут быть получены при проникновении в систему так как все данные там имеют крайне жесткую связанность и могут быть доступны любому элементу, а в случае сервисной архитектуры - обмен данными идет по общей информационной шине, соответственно при получении доступа к сервису имеющему выход на эту шину автоматически получается доступ и ко всем данным на ней.

Первые итерации перехода казалось полностью решили проблемы присутствовавшие в монолитной архитектуре, однако, анализ работы АБС систем сервисной архитектуры показал, что при длительной работе и обслуживании системы, сервисы получают дополнительные взаимосвязи между другими ее элементами из-за их повторного переиспользования. Это приводит к тому что любое изменение в сервисе затрагивает все остальные и требует полной регрессионной проверки АБС, иными словами ESB архитектура имеет тенденцию к вырождению в монолитную. Такой недостаток противонаправлен основной тенденции в развитии ПО банковской сферы - ускорения бизнес-процессов. Таким образом ни монолитная архитектура АБС ни сервисная не могут обеспечить получение быстрого результата так как в лучшем случае базируются на подходах к разработке типа waterfall и не могут быть отнесены к типу гибких архитектур.

Решение, которое бы удовлетворило потребность рынка в скоростном получении результата с сохранением всех преимуществ сервисной архитектуры, стала Микросервисная архитектура (MSA). Вопрос определения MSA до сих пор актуален, так как подходы создания как систем автоматизации в целом, так и АБС в частности, в ИТ видоизменялось с течением времени. Предметно-ориентированное проектирование, показало важность отображения в коде реального мира, а концепция CI/CD - постоянной доставки и интеграции продукта показала эффективные и рациональные способы внедрения продуктов в бизнес-процессы, гексагональные архитектуры с более прозрачной бизнес-логикой и виртуализация позволившая увеличить аппаратную гибкость разворачиваемых систем подвела современный этап развития технологий к микросервисной архитектуре. Таким образом термин микросервисной архитектуры произошел именно из описанных выше вех развития и многих других и после чего получил одно из определений: Микросервисы — это небольшие, автономные, совместно работающие сервисы;[3] Микросервисы это минимальные системы которые созданы, чтобы выполнять одну и только одну задачу нацеленные на максимальную эффективность ее выполнения.

Как к любым элементам автоматизированных систем к мироксервисам должны предъявляться определенные требования, рассмотрим наиболее отличительные требования формирующие уникальные особенности MSA.

Наиболее яркой, отличительной, чертой рассматриваемой архитектуры построения автоматизированных систем можно выделить - жесткие ограничения на связанность сервисов, такая связанность должна отсутствовать полностью, если это невозможно выполнить значит необходимо переработать архитектуру микросервиса в целом. Такое требование базируется на принципе того, что каждый сервис может развиваться как самостоятельный продукт, не требуя никаких изменений от потребителей. Такое требование может быть найдено и в элементах как монолитной, так и сервисной архитектуры, однако, для таких архитектур оно не является краеугольным. В случае монолитной архитектуры все ее элементы имеют не нулевую связанность, но такая связанность остается достижимой при применении во всем приложении определенных методологий написания кода, например - функциональное программирование, где такое требование является основой, однако достижение такого результата зачастую нецелесообразно трудозатратам. Полноценная реализация данного требования для MSA-АБС позволит осуществлять работу по улучшению отдельных ее элементов без остановки всей системы. В такой системе возможно производить анализ работы каждого ее микросервиса - элемента, определять самое узкое место системы и производить работы по оптимизации определенного элемента не нарушая работу всей системы.

Вторым наиболее ярким, отличительным, требованием можно назвать требование о взаимодействии микросервисов. Данное требование MSA-архитектуры можно сформулировать как - взаимодействие сервисов может осуществляться только с помощью API, которое также может видоизменяться согласно собственным правилам развития вплоть до того, что в подобных системах может существовать API не привязанное ни к чему [4]. Подобное требование позволяет организовывать микросервисы максимально не привязанные к каким либо другим элементам системы и позволяет легко осуществлять их переиспользование, однако, его реализация так же и

влечет одно из основных положений критиков данного подхода к разработке систем - отсутствие стандартизации обмена данных между сервисами требует фактического согласования и разработки правил обмена данными для каждой пары взаимодействующих элементов, это приводит к потенциальным ошибкам и усложненной отладки.[5] Для MSA-АБС, реализация общения между микросервисами только через API так же способствует более гибкой разработке и модернизации. Поддержание статического API для микросервиса как можно большее время при его модернизации позволит проводить обслуживание компонента системы незаметно для других элементов. Это свойство системы позволит чаще устранять её дефекты и снизит удельную себестоимость таких работ так как микросервисы должны быть минимальную связанность, а значит без изменения API другие сервисы не должны узнать об изменения других микросервисов, только если эти изменения не повлияли на качество получаемых данных.

Также к требованиям, налагаемым на системы, для того чтобы определить относятся они к MSA или нет, можно причислить использование контейнеров для развертывания и виртуализации процесса. В целом именно развитие данного класса технологий позволило подтолкнуть развитие микросервисов в качестве замены сервисной и монолитной архитектуры из-за появления большей гибкости с увеличением надежности и отказоустойчивости. Контейнеры, применяемые совместно с микросервисами, позволяют избежать проблем, связанных с подготовкой окружения и ресурсами проводя всю возможную настройку сервиса единожды и сохраняя её в качестве образа для развертывания на серверном кластере или облаке. Применяя различные средства виртуализации, также может быть повышена надежность и отказоустойчивость, так как при выходе из строя сегмента сервера система может быть автоматически запущена на другом кластере без потери данных благодаря особенностям архитектуры системы и независимости от других компонентов. Для банковских систем особенно полезным становится тот факт, что применения контейнеров для работы сервисов позволяет локализовать доступ сервиса и его API только контейнером в котором он развернут. Это означает что в случае нарушения безопасности приложения в целом, при правильном построении архитектуры, неавторизованный доступ может быть только внутри взломанного контейнера без доступа к другим элементам системы, а значит что АБС реализованные с помощью микросервисной архитектуры с применением контейнеров могут обеспечить более высокий уровень безопасности чем монолитные или сервисные архитектуры.

К недостаткам, которые повлечет за собой применение MSA в АБС можно отнести следующие факторы: повышение операционных расходов, увеличение сложности версионирования и интеграции, распределенные транзакции, потенциальная возможность маскирования монолитной АБС под кластерную микросервисную АБС. Под повышениями операционных расходов и увеличением сложности версионирования и интеграции понимается возрастание требований к командам разработки, в целом их большее количество, так как для качественного поддержания и развития микросервиса им должна заниматься одна команда, повышение требований к DevOps так как количество продуктов для поддержания CI\CD возрастает, а также увеличивается количество тестов для QA ввиду необходимости проверки как отдельного сервиса так и интеграции отдельных частей и всей АБС в целом. Контроль версий отдельных микросервисов требует вести дополнительный контроль совместимых версий с другими компонентами системы поддерживать их обратную совместимость в установленном диапазоне. Под распределенными транзакциями понимается то, что микросервисы не могут в должной мере обеспечить транзакционную целостность, в целом уже существуют механизмы для повышения целостности таких транзакций, однако это увеличивает сложность каждого компонента и повышает операционные расходы на его разработку и обслуживание, к таким методам можно отнести любые технологии позволяющие сделать операции идемпотентными, однако при определенных сценариях подобная целостность все равно останется недостижимой. Наконец, под проблемой потенциальной маскировкой монолитной архитектуры под микросервисную понимается возможность представления кластерной монолитной архитектуры в качестве микросервисной. Ввиду того что границы микросервисов на данный момент не имеют четкой черты, такая возможность сохраняется, что влечет за собой как проблемы привносимые MSA, так и проблемы большой кластерной монолитной архитектуры со всеми ее недостатками.

Проанализировав рассмотренные выше преимущества и недостатки микросервисной архитектуры АБС, можно сделать краткий вывод о том насколько робастны системы с подобной архитектурой. В первую очередь стоит отметить что самым главным преимуществом с точки зрения

отказоустойчивости является тот факт что при использовании микросервисной архитектуры применяются различные контейнеры позволяющие производить автоматическое развертывание систем как в целях резервирования так и в целях улучшения производительности, так в случае выхода из строя какого либо кластера выполняющего работу микросервиса - система может развернуть этот же кластер в новой локации без потерь для пользователя. В то же время контейнеры являются крайне ограниченными средами, поэтому доступ к информации вне миркосервиса можно считать закрытым, так как доступ за границы контейнера ограничен API. Также значительным фактором выступает и сам подход к разработке элементов MSA-АБС - максимальная декомпозиция сервисов с идей о том что каждый должен функционировать самостоятельно. Этот подход позволяет локализовывать проблемы и в случае возникновения критических дефектов выход из строя гарантирован только для одного элемента, а не для всей системы.

Исходя из предъявляемых требований к микросервисной архитектуре, преимуществ и недостатков получаемых АБС при ее применении, их реализация целесообразна только при получении соответствующей выгоды в работе системы в целом, так как разработка качественной архитектуры микросервисной АБС значительно повысит требования накладываемые на все этапы ее разработки и обслуживания.

Библиографический список:

1. О банках и банковской деятельности: Федеральный закон от 02.12.1990 (ред. от 15.02.2010, с изм. от 08.05.2018) № 395-1 // Справочно правовая система «Консультант-Плюс»: [Электронный ресурс] /Компания «КонсультантПлюс»
2. Царегородцева Е.Ю. Внедрение информационных технологий и повышение эффективности деятельности банков / Е.Ю. Царегородцева // Проблемы экономики. – 2016. – № 8. – С. 44-52
3. Ньюмен С. Создание микросервисов = Building Microservices. — СПб.: Питер, 2016. — 304 с. — ISBN 978-5-496-02011-4.
4. OpenAPI URL: https://www.openapis.org/ (дата обращения: 19.01.2020).[Электронный ресурс]
5. Experiences from Failing with Microservices URL: https://www.infoq.com/news/2014/08/failing-microservices/ (дата обращения: 19.01.2020).[Электронный ресурс]

Научное издание

Коллектив авторов

ISSN 2500-1140

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2020