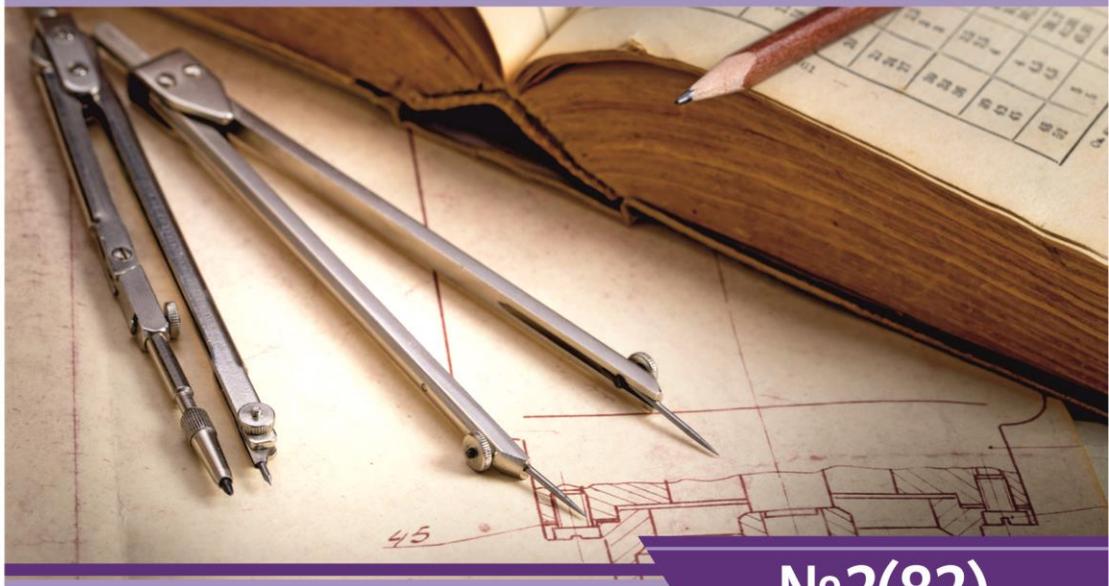




НАУЧНЫЙ
ФОРУМ
nauchforum.ru

ISSN: 2541-8394



№2(82)

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

МОСКВА, 2025



НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

№ 2 (82)
Февраль 2025 г.

Издается с декабря 2016 года

Москва
2025

УДК 51/53+62

ББК 22+3

Н34

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Данилов Олег Сергеевич – канд. техн. наук, научный сотрудник Дальневосточного федерального университета;

Маршалов Олег Викторович – канд. техн. наук, начальник учебного отдела филиала ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ), Россия, г. Златоуст.

Н34 Научный форум: Технические и физико-математические науки: сб. ст. по материалам LXXXII междунар. науч.-практ. конф. – № 2 (82). – М.: Изд. «МЦНО», 2025. – 104 с.

ISSN 2541-8394

Статьи, принятые к публикации, размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ISSN 2541-8394

ББК 22+3

© «МЦНО», 2025

Оглавление

Технические науки	6
Раздел 1. Технические науки	6
1.1. Безопасность деятельности человека	6
ЗАДАЧИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСМОТРА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА МЕСТЕ ПОЖАРА Скиба Станислав Юрьевич	6
ВИЗУАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ ПРИЧАСТНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ К ВОЗНИКНОВЕНИЮ ПОЖАРА Бесперстов Дмитрий Александрович Шадуров Никита Владимирович	11
МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОВЫЕ ИСКРЫ И АНАЛИЗ ИХ ПРИЧАСТНОСТИ К ВОЗНИКНОВЕНИЮ ПОЖАРОВ Шапранко Андрей Евгеньевич	15
1.2. Инженерная геометрия и компьютерная графика	19
МЕТОД ПОДБОРА К-ФАКТОРА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА НА ПРЕДПРИЯТИИ Жданова Анна Васильевна	19
1.3. Информатика, вычислительная техника и управление	24
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ И ВЗАИМОСВЯЗЕЙ MICROSOFT DLP В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОРПОРАТИВНЫХ ДАННЫХ Ахмедов Самур Асиф оглы	24
ОБЗОР МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ Горбов Даниил Игоревич	28

1.4. Процессы и машины агроинженерных систем	35
ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПОДЪЁМНИКА ДЛЯ МОТОВЕЗДЕХОДОВ НА ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ	35
Иванова Виктория Сергеевна Григоров Никита Анатольевич	
1.5. Радиотехника и связь	40
ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ АКТИВНЫХ ПОМЕХ	40
Орехов Артем Сергеевич Григоров Никита Анатольевич Ганин Иван Александрович	
ИНФРАКРАСНЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ. ПРОТОКОЛЫ ИНФРАКРАСНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ	45
Чернов Александр Анатольевич Черных Егор Юрьевич Артыков Энвер Комилджонович	
СУЩНОСТЬ И ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОЩНЫХ УСТРОЙСТВ СВЧ ТИПА «М». ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ	50
Черных Егор Юрьевич Чернов Александр Анатольевич Голубенко Александр Григорьевич	
1.6. Электротехника	56
ШАГАЮЩИЙ АВТОНОМНЫЙ РОБОТ «ОРБИТА» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ МЕСТАХ	56
Глухов Семён Денисович	
1.7. Энергетика	64
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЕТРОВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МАЛОМОЩНЫХ ВЭУ НА ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ	64
Беляев Виталий Игоревич Антон Анатольевич Бубенчиков	

Раздел 2. Физика	68
2.1. Радиофизика	68
ОСОБЕННОСТИ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ: ПРИРОДА, СВОЙСТВА, ИСТОЧНИКИ И ВОЗМОЖНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ Григоров Никита Анатольевич	68
ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ РЭС Жуков Андрей Денисович Ганин Иван Александрович Григоров Никита Анатольевич Никольский Никита Романович	72
ДАЛЬНОСТЬ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЛЯ ИДЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН Зайцев Ефим Николаевич Югов Роман Андреевич Гусейнов Дионис Сергеевич Никольский Никита Романович	77
ВИДЫ ПОМЕХ В РАДИОЛОКАЦИИ Марков Константин Иванович Проворов Владислав Николаевич Григоров Никита Анатольевич	84
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА Черных Егор Юрьевич Чернов Александр Анатольевич Петин Руслан Геннадьевич Мироненко Иван Сергеевич	93
2.2. Физика высоких энергий	99
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ Ганин Иван Александрович Григоров Никита Анатольевич Никольский Никита Романович	99

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗДЕЛ 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

1.1. БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

ЗАДАЧИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСМОТРА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА МЕСТЕ ПОЖАРА

Скиба Станислав Юрьевич

магистрант,

Кемеровский государственный университет,

РФ, г. Кемерово

TASKS AND SEQUENCE OF INSPECTING ELECTRICAL EQUIPMENT AT THE FIRE SCENE

Stanislav Skiba

Master's student

Kemerovo State University,

Russia, Kemerovo

Аннотация. Неисправность электрооборудования зачастую является причиной возникновения пожаров. В статье рассматриваются причины возгорания из-за неисправности электрооборудования и разрабатывается алгоритм действий при осмотре места пожара.

Abstract. Electrical malfunction is often the cause of fires. The article discusses the causes of fire due to a malfunction of electrical equipment and develops an algorithm of actions during the inspection of the fire site.

Ключевые слова: пожарная безопасность; электрооборудование; очаг пожара.

Keywords: fire safety; electrical equipment; fire source.

На объектах энергетики риск возникновения пожаров достаточно высок из-за длительной эксплуатации электроустановок.

Статистика говорит, что в РФ 30% пожаров происходит по причине неправильной эксплуатации электрооборудования и половина из них связана с нарушением использования проводов и кабелей.

Число пожаров, связанных с эксплуатацией электрических устройств в зданиях, стабильно высокое. Больше всего пожаров возникает в жилом секторе – 70%. Возникают они, как правило, по причине неправильного монтажа либо эксплуатации электрооборудования и представляют реальную опасность для человека.

По данным МЧС и ВНИИПО, до 30% пожаров возникают вследствие неисправностей в электрооборудовании, материальный ущерб от них превышает 30% [1].

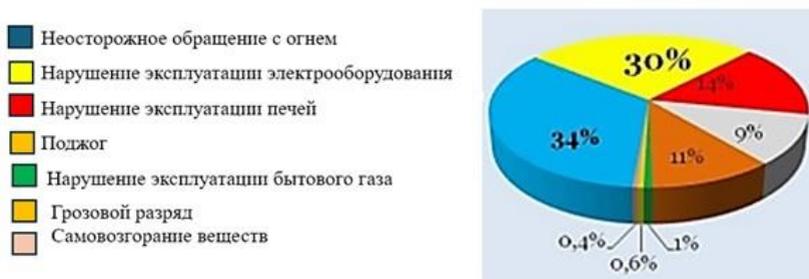


Рисунок 1. Статистика пожаров в России по основным причинам их возникновения

К причинам пожаров, возникших от электроустановок, можно отнести:

- короткое замыкание
- перегрузку в электроцепях
- большое сопротивление в цепи
- искрообразование
- электрическую дугу
- перегрузку электросети,
- переход тока на металлические заземленные конструкции,
- переход тока на радио- и телефонные линии,

- тепловое воздействие электронагревательных приборов, ламп накаливания,

- аварийный режим работы люминесцентных светильников.

Необходимо учитывать, что любой из указанных аварийных режимов может переходить в другой более опасный режим [6]. Почти каждый пятый пожар связан с электротехническими причинами. Достаточно обнаружить в очаге пожара оплавленный электрический проводник и можно выдвигать версию об электротехнической причине пожара – это доказывает многолетний опыт исследования пожаров. Но для объективного определения причины возгорания следует исследовать всю электросеть [7].

В свете изучаемого вопроса нас будет интересовать пожар, возникший по причине неисправности электрооборудования или электроприборов бытового назначения.

Рассматривая данную проблему, надо понимать, какие задачи необходимо решить при осмотре электрооборудования на месте пожара. Они могут быть следующими:

- проверить правильно ли была проложена электропроводка (или трасса);
- проверить схему электросети;
- отметить места скруток, перегибов, состояние контактных соединений;
- проверить состояние устройств электрозащиты;
- выявить участки с оплавлением или эрозиями контактных соединений;
- изъять участки кабеля с признаками аварийных процессов;
- диагностировать условия разрушения механизмов;
- зафиксировать все неисправности в протоколе осмотра.

Стоит обратить внимание и на метод исследования копоти на месте пожара, с помощью которого рассматривается механизм образования и осаждения копоти в процессе развития пожара, критерии выбора зон исследования слоя копоти, результаты измерений поверхностного электросопротивления слоя копоти [9].

Все это в дальнейшем поможет выявить причинно-следственные связи между аварийным режимом работы и возникновением пожара. Также одной из главных задач осмотра является выявление признаков, указывающих на место возникновения очага пожара. Таким образом, изучив данный вопрос, можно составить следующий алгоритм действий при осмотре электрооборудования на месте пожара [2]:



Рисунок 2. Алгоритм действий при осмотре электрооборудования на месте пожара

Избежать возникновения пожаров полностью невозможно, но можно контролировать исправность электрооборудования и бытовых электрических приборов, что поможет уменьшить число возможных пожаров. Таким образом, решение задачи по обеспечению пожарной безопасности электроустановок *актуально* для сохранения жизни и здоровья людей, а также для сокращения материального ущерба [2].

Цель написания данного тезиса – привлечь внимание к данному вопросу и выработать алгоритм действий при осмотре электрооборудования на месте пожара. Новизна данного вопроса заключается в использовании современного метода предотвращения пожара. Сейчас есть новая техника, которая позволяет выявить угрозу возгорания до начала тепловыделения в месте поломки. Это дает возможность избежать пожара. Метод основан на измерении переходного сопротивления и высокочастотного тока, которые связаны друг с другом. В процессе осуществляется непрерывный мониторинг всего участка электросети или электроустановки. На основе результатов контроля формируется предупреждающий сигнал или выдается команда на отключение электросети или электроустановки. [8].

Вывод: на предприятиях энергетики необходимо разработать комплекс мероприятий, направленных на уменьшение возможности неисправности электрооборудования и надзор за сроком его эксплуатации. Авторы представленной литературы считают рассматриваемый вопрос важным с точки зрения уменьшения экономического ущерба от пожаров, сохранения жизни и здоровья людей.

Список литературы:

1. Викторов И.В. Пожары и взрывы: учеб. пособие. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019. 145 с.
2. ГОСТ 12.1.004–91. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов. – 1992. – 84 с.
3. Лущик А.П. Современные технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожаров. // Энергетика и рациональное природопользование. – М.: Науч. Мир, 2020. – № 45 – С. 1–10.
4. Public Fire Information Websites. URL: <https://www.fs.usda.gov/science-technology/fire/information> (дата обращения: 15.01.2025).
5. Черкасов В.Н. Пожарная безопасность электроустановок: учебник. М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. 377 с. – ISBN 5-9229-0020-X. – URL: <https://pozhpoeekt.ru/books/cherkasov-v-n-kostarev-n-p-pozharnaya-bezopasnost-elektroustanovok> (дата обращения: 14.01.2025)
6. Основные электротехнические причины пожаров от электрооборудования Методические рекомендации по организации профилактики пожаров от электрооборудования в жилых и общественных зданиях с применением технических средств URL: <https://sudact.ru/law/metodicheskie-rekomendatsii-po-organizatsii-profilaktiki-pozharov-ot/metodicheskie-rekomendatsii/2/>(дата обращения: 25.01.2025)
7. Электротехнические причины пожара: описание и виды. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/elektrotexnicheskie-prichiny-pozhara/> (дата обращения: 25.01.2025)
8. Королев И.С., Степанов Б.М. Способ обнаружения пожаровзрывоопасных неисправностей в электроустановках. – Пожаровзрывобезопасность. – № 3. – 2003. С 47- 50. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposob-obnaruzheniya-pozharovzryvoopasnyh-neispravnostey-v-elektroustanovkah/viewer> (дата обращения: 25.01.2025)
9. Выявление очаговых признаков и путей распространения горения методом исследования слоев копоти на месте пожара. Методические рекомендации. URL: <https://fireman.club/literature/vyiyavlenie-ochagovyih-priznakov-pokopoti-2008/>(дата обращения: 25.01.2025)

ВИЗУАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ ПРИЧАСТНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ К ВОЗНИКНОВЕНИЮ ПОЖАРА

Бесперстов Дмитрий Александрович

канд. техн. наук, доцент,
Кемеровский государственный университет,
РФ, г. Кемерово

Шадуров Никита Владимирович

магистрант,
Кемеровский государственный университет,
РФ, г. Кемерово

VISUAL SIGNS OF THE INVOLVEMENT OF IGNITION SOURCES IN THE FIRE

Dmitry Besperstov

Associate Professor,
Candidate of Technical Sciences,
Kemerovo State University,
Russia, Kemerovo

Nikita Shadurov

Master's student,
Kemerovo State University,
Russia, Kemerovo

Аннотация. Установить причину возникновения пожара не всегда является возможным. В статье анализируются признаки причастности источников зажигания к возникновению пожара.

Abstract. It is not always possible to determine the cause of a fire. The article analyzes the signs of the involvement of ignition sources in the occurrence of a fire.

Ключевые слова: пожарная безопасность; источник зажигания; визуальные признаки.

Keywords: fire safety; ignition source; visual signs.

Чтобы установить причину пожара, сначала необходимо определить место очага пожара откуда началось возгорание. Это можно сделать с помощью различных признаков, которые появляются в процессе горения и помогают визуально обнаружить нужное место.

Сегодня существует множество справочных материалов по вопросам расследования пожаров, однако эти ресурсы разбросаны по различным источникам, и работникам, связанным с расследование пожаров, часто трудно бывает быстро найти необходимые им ответы.

Тема «Визуальные признаки причастности источников зажигания к возникновению пожара» является актуальной, так как требует проведения эффективного и высококачественного анализа в ходе расследования пожаров.

Цель работы по данной теме – обнаружить и проанализировать визуальные следы, которые помогут определить место первичного очага возгорания и причастность к нему источника возгорания.

Источник зажигания – это средство, которое создает энергетическое воздействие, запускающее процесс горения.

Производственные источники зажигания обычно относятся к таким источникам, которые возникают или появляются в результате технологического процесса. В производственных условиях имеется множество разнообразных источников зажигания.

По времени их действия можно выделить следующие категории:

- постоянно действующие источники зажигания, предусмотренные технологическим регламентом для нормальной работы оборудования;
- потенциально возможные источники зажигания, которые могут появиться при нарушениях технологического процесса.

В зависимости от природы проявления выделяют такие группы источников зажигания:

- открытое пламя и горячие продукты сгорания;
- тепло, возникающее при преобразовании механической энергии;
- тепло, выделяющееся в результате химических реакций;
- тепло, возникающее при использовании электрической энергии

При исследовании места пожара фиксируется состояние строительных конструкций, различных предметов, оборудования в зоне горения. Это дает возможность определить место начального возгорания по видимым признакам источников пожара, что в дальнейшем даст возможность сделать объективные выводы о причине пожара и принять меры для его предотвращения в будущем. Кроме того, информация о визуальных признаках источников возгорания позволит провести исследования их пожарной опасности для других объектов.

В свете изучаемого вопроса рассмотрим визуальные признаки причастности источников зажигания к возникновению пожара:

- *Остатки катализаторов горения.* Например, если пожар вызван электроплиткой, остатки устройства могут указать на то место, где началось горение.

- *Оплавление металлических элементов.* Например, расплавленная телесантена на крыше здания может подтверждать, что пожар был вызван молнией.

- *Наличие устройства (или его остатков), предназначенного для зажигания, или контейнера из-под легковоспламеняющихся жидкостей.*

- *Следы обугливания на уровне пола* тоже важны. Огонь всегда распространяется вверх, поэтому их обнаружение на уровне пола поможет определить место возникновения пожара.

- *Скопление сильно обгоревших предметов и разрушений конструктивных деталей.* Такой признак возможно обнаружить, если газообмен недостаточен (в небольших помещениях). В этом случае очаг пожара имеет сильное обугливание и глубину выгорания материалов.

- *Следы теплового воздействия над очагом пожара.* При данных обстоятельствах мы столкнемся с повреждением потолка или перекрытия, повреждением поверхности стен в помещении. Самая высокая температура будет отмечена на расстоянии 20–25 см от потолка помещения.

- *Конусообразные следы горения.* В этом случае разрушения носят V-образный вид и начинаются, как правило, из очага пожара. Вершина конуса будет обращена в его сторону.

Необходимо отметить, что при разившемся пожаре данные признаки могут частично сглаживаться, но всё-таки их возможно выявить при визуальном осмотре.

Следует обратить внимание что, если проводить осмотр места пожара без внимательного сопоставления визуальных признаков причастности источников зажигания к возникновению пожара и правильного анализа ситуации на месте возгорания, то можно ошибиться в определении понятий: «первоначальный очаг пожара» или «очаг горения». Поэтому следует обратить внимание на значение этих понятий.

Очаг пожара – это место откуда начался пожар.

Очаг горения – это зона, где горение происходит более интенсивно либо длительно, как результат – ярко выраженные термические поражения предметов.

Кроме того, надо помнить, что на пожаре может быть несколько очагов возгорания. Такое возможно, когда пожар возник в результате поджога или искрообразования. Возможна такая ситуация и при наличии короткого замыкания или перегрева в электросети, которая

имела слабую изоляцию. При поджогах наличие нескольких очагов пожара случается довольно часто.

Визуальные характеристики источника огня фиксируются в протоколе обследования места происшествия, где подробно описываются термические повреждения объектов, находящихся на пожаре.

К протоколу могут быть добавлены фотографии, планы, схемы и оттиски следов, собранные во время осмотра – это отмечается в самом протоколе. Быстрое и точное выявление и изъятие визуальных признаков могут помочь в решении ключевых вопросов для следствия.

Отбор таких признаков необходимо проводить с особой осторожностью, поскольку некоторые из них могут помочь установить не только причину возгорания, но и определить виновного. По отпечаткам рук и ног можно установить личность человека, которому они принадлежат. Научная новизна исследования визуальных признаков, относящихся источнику зажигания к причинам возникновения пожара, состоит в комплексном анализе и систематизации этих признаков, что позволяет более точно устанавливать причины возгорания.

Вывод о визуальных признаках причастности источников зажигания к возникновению пожара можно сделать на основе следующих положений:

1. *Выгоревшая зона имеет чётко очерченный контур.* Граница горевшего и негоревшего материалов четко определена. Близлежащие предметы имеют слабо выраженные термические поражения или они вообще отсутствуют.

2. *Наличие следов обугливания на уровне пола* дает возможность точнее определить место возгорания (сквозные прогары пола).

3. Для более точного определения причины пожара и места его возгорания следует сопоставлять данные визуального осмотра с результатами инструментальных методов исследования.

Список литературы:

1. Беляков Г.И. Пожарная безопасность: учебное пособие для вузов М.: Юрайт, 2024. 282 с. – Текст: электронный. – URL: <https://urait.ru/bcode/537038> (дата обращения: 17.01.2025).
2. Михайлов Ю.М. Пожарная безопасность в офисе. М.: Альфа-пресс, 2020. 467 с.
3. Широков Ю.А. Пожарная безопасность на предприятии. М.: Издательство Лань, 2024. 364 с.
4. Бектобеков Г.В. Пожарная безопасность М.: Издательство Лань, 2023. 88 с.
5. Гордиенко Д.М. Пожарная безопасность: энциклопедия. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2019. 603 с.

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОВЫЕ ИСКРЫ И АНАЛИЗ ИХ ПРИЧАСТНОСТИ К ВОЗНИКНОВЕНИЮ ПОЖАРОВ

Шапранко Андрей Евгеньевич

магистрант,

Кемеровский государственный университет,

РФ, г. Кемерово

MECHANICAL AND THERMAL SPARKS AND THE ANALYSIS OF THEIR INVOLVEMENT IN THE OCCURRENCE OF FIRES

Andrey Shapranko

Master's student,

Kemerovo State University,

Russia, Kemerovo

Аннотация. Пожар – одно из самых частых явлений среди известных техногенных ЧС в России. В статье анализируется причастность механических и тепловых искр к возникновению пожаров.

Abstract. Fires are one of the most common occurrences among known man-made emergencies in Russia. The article analyzes the involvement of mechanical and thermal sparks in the ignition of fires.

Ключевые слова: пожарная безопасность; механические искры; тепловые искры.

Keywords: fire safety; mechanical sparks; thermal sparks.

Пожары случаются по всему миру ежегодно.

От них страдают тысячи людей, кроме того, наносится вред окружающей среде, несет потери экономика.

Избежать возникновения пожаров полностью невозможно, но можно контролировать те факторы, которые способствуют возникновению пожара с помощью прогнозирования и обеспечения пожарной безопасности в области техносферы [1].

Неудивительно, что много пожаров возникает по причине неосторожного обращения людей с огнем.

Пожар сопровождается большим количеством опасных факторов, таких как взрывы технического оборудования, выделение токсичных веществ, задымление, возникновение недостатка кислорода, наличие

открытого огня и как следствие высокой температуры, кроме того, от огня могут повреждаться и разрушаться здания и сооружения.

Чтобы решить эту проблему необходимо разрабатывать и реализовывать различные технические и организационные мероприятия [2].

В России вопросами пожарных рисков в последние десятилетия активно занимались С.К. Шойгу, И.А. Болодьян, Д.М. Гордиенко и другие, а также многие специалисты за рубежом.



Рисунок 1. Основные причины возникновения пожаров

Актуальность выбранной темы исследования заключается в том, что она привлекает внимание к пожару, как одному из самых частых явлений среди известных техногенных ЧС в России.

Кроме того, постоянно увеличивается техногенное пространство за счет роста числа промышленных и других предприятий, что не может не повышать риск возникновения пожаров.

Но самым главным является то, что при возникновении пожара в зданиях высока вероятность гибели людей.

Цель данной работы показать, что механические и тепловые искры могут явиться причиной возникновения пожара на любом предприятии.

В свете изучаемого вопроса нас будет интересовать пожар, возникший по причине возникновения механических и тепловых искр.

Механические искры часто служат источником зажигания.

Они возникают в результате взаимодействия двух материалов при трении или ударе. Поэтому механические искры можно классифицировать на искры, возникающие при ударах, и искры, возникающие при трении.

Чтобы проанализировать роль механических искр в возникновении пожара, необходимо идентифицировать места трения, где произошло перегревание.

Признаки таких участков:

- образование металлической крошки на месте трения,
- на месте трения поверхностей образование полировки,

- следы от нагрева (характерная радужная плёнка на поверхности металла),
- заклинивание подшипника,
- заметные проявления местного перегрева (деформация юбок и задиры на краях юбок поршней, вальцевание колец в канавках поршней и др.).

Большую опасность представляют искры, которые формируются в процессе окисления раскаленных частиц в воздухе (например, алюминия и магния). Их температура может быть более 2000 °С. Они способны воспламенить любые газозвудушные и пыльные смеси, которые могут гореть.

Рассматривая тепловые искры и, говоря об их роли в возникновении пожара, необходимо обратить внимание на сочетание процессов с потенциально опасными материалами или средами.

Например, пожар может возникнуть при накоплении твёрдых горючих веществ или парогазозвудушных смесей в необходимой концентрации.

Следует обратить внимание на то, что при столкновении или трении со сталью металлы с температурой плавления ниже, чем у стали, обычно не приводят к образованию искр.

Так, например, при контакте латуни с чистой сталью искры не появляются, в то время как при ударе стали о сталь они могут возникнуть в больших количествах.

Большую опасность представляют искры, появляющиеся при столкновении алюминия с ржавой сталью, что может привести к термитной реакции.

Она может возникнуть, например, при ударе твердым предметом по ржавому железному пруту, который покрыт алюминиевой краской [3].

Вопросы защиты от механических и тепловых искр важны, так как их присутствие на любом предприятии имеет место быть.

В связи с этим методы защиты по обеспечению пожарной безопасности проводятся на постоянной основе и играют исключительно важную роль.

Они могут быть следующими:

- сооружение навесов из негорючих материалов над сварочными установками и другим оборудованием;
- оборудование зоны для выполнения огневых работ (помещение с огнестойкими перегородками и сеткой из негорючего материала);
- полы из негорючего материала;
- вентиляция с фильтром и сеткой для гашения искр и задержания капель расплавленного металла;
- строительные конструкции, полы, облицовка должны быть защищены металлическим экраном или противопожарным полотном от попадания на них искр, при необходимости полить водой.

Новизна данного вопроса в том, что с вводом нового оборудования, изменением технологических процессов, появлением новых материалов и способов их обработки, требуются новые меры защиты, которые смогут предотвратить возникновение пожаров.

Вывод: на предприятиях энергетики необходимо разработать комплекс мероприятий, направленных на уменьшение вероятности искробразования, механическими и тепловыми искрами, учитывая современные технологии и материалы.

Некоторые новые способы защиты от механических и тепловых искр на предприятии [3]:

- защитная одежда с алюминизированным покрытием. Она обеспечивает дополнительное теплоотражение, защищает от теплового излучения и капель расплавленного металла;
- искробезопасные барьеры (блоки искрозащиты). Они выступают преградой между безопасной и взрывоопасной зоной, ограничивая количество энергии, проходящей через опасную зону;
- использование искусственного интеллекта (для обнаружения пожара на начальной стадии);
- беспилотные летательные аппараты (для своевременного выявления очага возгорания и контроля ситуации в режиме реального времени).

Авторы представленной литературы акцентируют внимание на важности рассматриваемого вопроса в плане уменьшения экономического ущерба от пожаров, сохранения жизни и здоровья людей и глобальных экологических рисков.

Список литературы:

1. Викторов И.В. Пожары и взрывы: учеб. пособие. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019. 145 с.
2. ГОСТ 12.1.004–91. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Издво стандартов. – 1992. – 84 с.
3. Лущик А.П. Современные технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожаров. // Энергетика и рациональное природопользование. – М.: Науч. Мир, 2020. – № 45 – С. 1–10.
4. Public Fire Information Websites. – URL: <https://www.fs.usda.gov/science-technology/fire/information> (дата обращения: 15.01.2025).
5. Черкасов В.Н. Пожарная безопасность электроустановок: учебник. М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. 377 с. – ISBN 5-9229-0020-X. – URL: <https://pzhproekt.ru/books/cherkasov-v-n-kostarev-n-p-pozharnaya-bezopasnost-elektroustanovok> (дата обращения: 14.01.2025) – Текст: электронный

1.2. ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

МЕТОД ПОДБОРА К-ФАКТОРА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Жданова Анна Васильевна

*аспирант,
Сибирский государственный университет
науки и технологий имени
академика М.Ф. Решетнева,
РФ, г. Красноярск*

THE K-FACTOR SELECTION METHOD FOR DESIGNING METAL PRODUCTS MADE OF SHEET MATERIAL IN AN ENTERPRISE

Anna Zhdanova

*Graduate student,
Reshetnev Siberian State University
of Science and Technology,
Russia, Krasnoyarsk*

Аннотация. В данной статье рассматривается метод подбора К-фактора для проектирования металлических изделий из листового материала на примере гидравлического гибочного прессы Durma AD-R 30100. Данное исследование необходимо для повышения точности изготовления изделий на предприятии.

Ключевые слова: К-фактор, гибочный пресс, компенсация, проектирование, точное изготовление, технологические операции.

Основной проблемой при производстве металлических изделий из листового материала, где используются гибочные операции, является неточность получаемой продукции. Факторов, влияющих на эту проблему, может быть множество: качество используемого материала, исправность применяемого оборудования, точность раскроя заготовки,

погрешности при проектировании. Однако, если провести некоторые подготовительные работы возможно улучшить точность изделий. Особенное внимание при изготовлении изделий из листового материала с гибочными операциями необходимо уделить еще на этапе проектирования изделия, ведь именно при проектировании задаются те параметры, которые позволяют рассчитать размеры заготовки, которая, в дальнейшем будет использоваться в раскрое изделия.

Цель исследования: выявить фактические параметры гибки для **обеспечения точности металлических изделий на предприятии на этапе проектирования.**

Так, при проектировании деталей в ПО КОМПАС-3D v22, для более точного проектирования детали необходимо задать данные по требуемому радиусу и К-фактору, (рис. 1, рис. 2). К-фактор является расчетной величиной. Известны разные формулы для расчетов К-фактора, они дают отличающиеся результаты расчетов в зависимости от расчетной формулы [1].

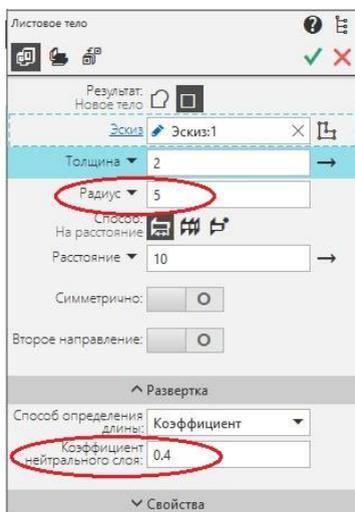
Зная требуемый внутренний радиусгиба и толщину металла, можно рассчитать К-фактор. В данном исследовании он вычисляется по формуле, приведенной ниже (1):

$$K = \frac{1}{\ln(1+\frac{s}{R})} - \frac{R}{s} \quad (1)$$

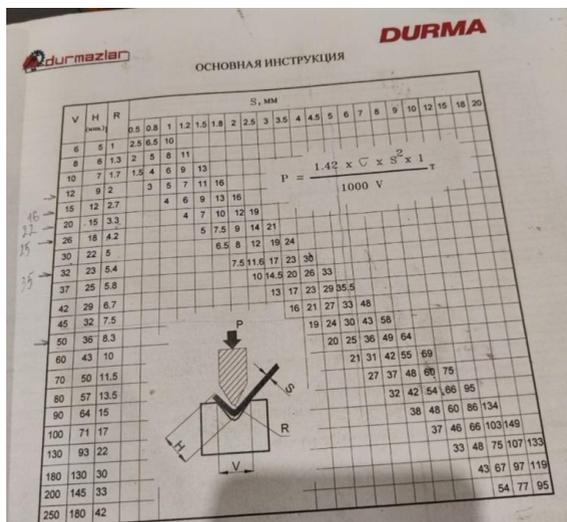
где R – внутренний радиусгиба, s – толщина металла [2].

В данной работе использовалось следующее оборудование: гидравлический гибочный пресс Digma AD-R 30100, лазерный станок Oree OR-H 3015 мощностью 3 кВт. Проектирование выполнялось в ПО КОМПАС-3D v22, а измерения производились штангенциркулем ШЦЦ-1-125 0,01.

Параметры для задания усилия гибки рекомендует производитель, в данном исследовании они заданы в инструкции гидравлического гибочного пресса Digma AD-R 30100. При выборе P–усилия учитываются: V-раскрыв пресс-формы, R- внутренний радиус, мм, H- минимальная длина отгибаемой полки, мм [2] (рис 2).



**Рисунок 1. Окно ввода данных для проектирования
в КОМПАС-3D v22**



**Рисунок 2. Рекомендуемые параметры производителя
гидравлического гибочного пресса Durma AD-R 30100,
где V – раскрытие пресс-формы, мм, R – внутренний радиус,
H – минимальная длина отгибаемой полки**

Однако на практике было установлено, что расчетные размеры деталей (таблица 1), полученных при рекомендуемом усилии, отличаются от рекомендуемых, которые выбраны по таблице (рис.2).

Таблица 1.

Фактические замеры внутреннего радиуса, получаемые на станке Durma AD-R 30100 с рассчитанным К-фактором

Раскрытие пресс формы, мм	Толщина, мм	Фактор К	Внутренний радиус, мм
10	0,5	0,47	1,2
	0,65	0,46	1,2
	0,7	0,46	1,2
	1,2	0,45	1,4
	1,4	0,44	1,4
12	0,5	0,48	1,5
	0,65	0,47	1,5
	0,7	0,47	1,6
	1,2	0,45	1,6
	1,4	0,45	1,7
	2	0,44	1,8
16	1,2	0,45	1,6
	1,4	0,46	2,4
	2	0,45	2,4
	2	0,46	3
	3	0,44	3

Для проверки точности расчетных результатов были изготовлены образцы профиля длиной 1000 мм, геометрия профиля с указанием размеров, показана на рисунке 3.

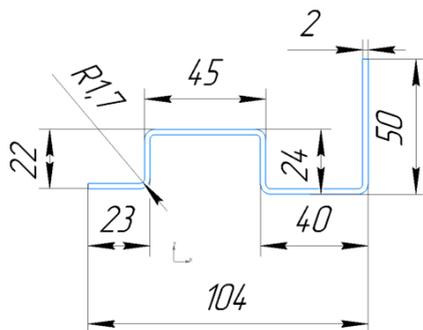


Рисунок 3. Размеры профиля гибочной детали

Результаты измерений приведены в таблице 2. В таблице отобразены размеры образцов при разных значениях К-фактора и внутреннего радиуса. В каждом образце использовался нижний инструмент с раскрытием V12, материал толщиной 2 мм горячекатаный Ст3сп по ГОСТ 16523-97.

Таблица 2.

Результаты исследования

Размеры образца профиля гибочной детали, мм			
заданные (рис.3)	полученные при значениях К и r		
	использовались на предприятии	стандартные, предлагаемые ПО	расчетных
	k=0,372; r=1,7	k=0,4; r=5	k=0,44, r=1,8
23,0	22,8	23,0	22,9
22,0	21,7	22,1	22,2
45,0	44,8	44,8	45,0
24,0	23,6	23,6	24,4
40,0	39,4	39,6	39,7
50,0	49,7	49,9	50,0
104	102,5	103,7	103,8

По вводным данным предприятия отклонения от результатов выражены наиболее всего, по рекомендуемым параметрам ПО отклонения колеблются в меньшем диапазоне, по расчетным параметрам – есть неточности, но при правильном распределении компенсаций на станке возможно получить максимально точное попадание в заданные размеры.

Выводы из полученных результатов: получить точный размер изделия можно с учетом используемого оборудования на этапе проектирования. Расчетные показатели К-фактора и радиуса позволили получить детали с размерами, которые отличаются от заданных на 0.2 мм.

Список литературы:

1. Калькулятор коэффициента К для гибки листового металла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.machinemfg.com/ru/k-factor-calculator/> (дата обращения: 12.01.2025).
2. К-фактор в расчете развертки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://al-vo.ru/mekhanika/k-faktor-v-raschete-razvertki.html> (дата обращения: 12.01.2025).
3. Листогибочный пресс DurmaAD-R серийный. Основная инструкция // Manual Machine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://manualmachine.com/durma/adr/24336987-user-manual/> (дата обращения: 12.01.2025).

1.3. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ И ВЗАИМОСВЯЗЕЙ MICROSOFT DLP В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОРПОРАТИВНЫХ ДАННЫХ

Ахмедов Самур Асиф оглы

докторант,

Азербайджанский Технический Университет,

Азербайджан, г. Баку

SYSTEM ANALYSIS OF MICROSOFT DLP COMPONENTS AND RELATIONSHIPS IN THE CONTEXT OF CORPORATE DATA SECURITY

Samur Ahmadov

Doctoral student,

Azerbaijan Technical University,

Azerbaijan, Baku

Аннотация. Целью исследования является обеспечение безопасности корпоративных данных от утечек информации. В работе был произведён системный анализ, который показывает компоненты Microsoft DLP с целью предотвращения утечки информации из корпоративной среды. Результатом исследования является комплексный подход к защите от утечки данных, используя различные компоненты Microsoft DLP.

Abstract. The purpose of the study is to ensure the security of corporate data from data leaks. The paper has a system analysis that shows the components of Microsoft DLP to prevent information leaks in the corporate environment. The result of the study is a comprehensive approach to data leak protection using various components of Microsoft DLP.

Ключевые слова: системный анализ, анализ утечки данных, предотвращение утечки данных.

Keywords: system analysis, data leak analysis, data leak prevention

В современных условиях цифровой трансформации защита конфиденциальной информации является одной из актуальных направлений защиты корпоративных данных от утечек. Исследования показывают, что утечка корпоративной информации может быть классифицирована по следующим признакам [1]:

1. По умыслу:
 - а. Преднамеренная (сотрудник целенаправленно копирует или передает данные)
 - б. Непреднамеренная (случайная отправка файла неверному получателю или публикация в открытом доступе)
2. По каналу утечки:
 - а. Электронная почта
 - б. Облачные хранилища
 - с. Социальные сети
 - д. Съёмные носители информации (USB, HDD, SSD)
 - е. API и веб-сервисы
3. По источнику утечки:
 - а. Внутренние сотрудники
 - б. Подрядчики и временные работники
 - с. Бывшие сотрудники
 - д. Администраторы систем
 - е. Партнеры с легитимным доступом
 - ф. Внешние злоумышленники, получившие доступ
4. По степени ущерба:
 - а. Минимальный (без существенных последствий)
 - б. Умеренный (требует корректирующих действий)
 - с. Значительный (приводит к финансовым потерям)
 - д. Критический (угрожает существованию бизнеса)

Учитывая сложность обнаружения утечки, необходим комплексный подход для борьбы против утечки информации, а точнее системный анализ решения, который смог бы выявить и предотвратить угрозы.

Одним из таких решений является Microsoft DLP. В рамках данного исследования был проведен системный анализ архитектуры Microsoft DLP с использованием методов декомпозиции и структурного анализа. Исследование охватывало следующие аспекты:

- анализ основных компонентов Microsoft DLP
- оценка эффективности интеграции с другими решениями Microsoft, таких как Microsoft Defender for Endpoint, Microsoft Defender for Cloud Apps.

Во время исследования Microsoft DLP, были выявлены связи с различными сервисами, показанные на рис. 1.

Status	Location	Included	Excluded
<input checked="" type="checkbox"/> On	Exchange email	All Choose distribution group	None Exclude distribution group
<input checked="" type="checkbox"/> On	SharePoint sites	All Choose sites	None Exclude sites
<input checked="" type="checkbox"/> On	OneDrive accounts	All Choose account or distribution group	None Exclude account or distribution group
<input checked="" type="checkbox"/> On	Teams chat and channel messages	All Choose account or distribution group	None Exclude account or distribution group
<input checked="" type="checkbox"/> On	Devices	All Choose user or group	None Exclude user or group
<input checked="" type="checkbox"/> On	Microsoft Defender for Cloud Apps	All Choose instance	None Exclude instance
<input checked="" type="checkbox"/> On	On-premises repositories	All Choose repositories	None Exclude repositories
<input type="checkbox"/> Off	Power BI (preview)		

Рисунок 1. Интеграция различных сервисов с Microsoft DLP

Как показано на рисунке, Microsoft DLP может предотвращать утечку данных с:

- Почтового сервиса Exchange;
- Sharepoint сайтов;
- Аккаунтов OneDrive;
- Teams;
- Устройств (Windows, Linux, MacOS);
- PowerBI

В дополнении сервис предоставляет возможность интеграции с Microsoft Defender for Cloud Apps, который позволяет предотвращать утечку данных на сторонних веб приложениях.

В целях исследования, в тестовой среде была создана DLP политика, которая распознаёт в электронном сообщении данные о кредитной карте, и, блокирует (рис. 2).

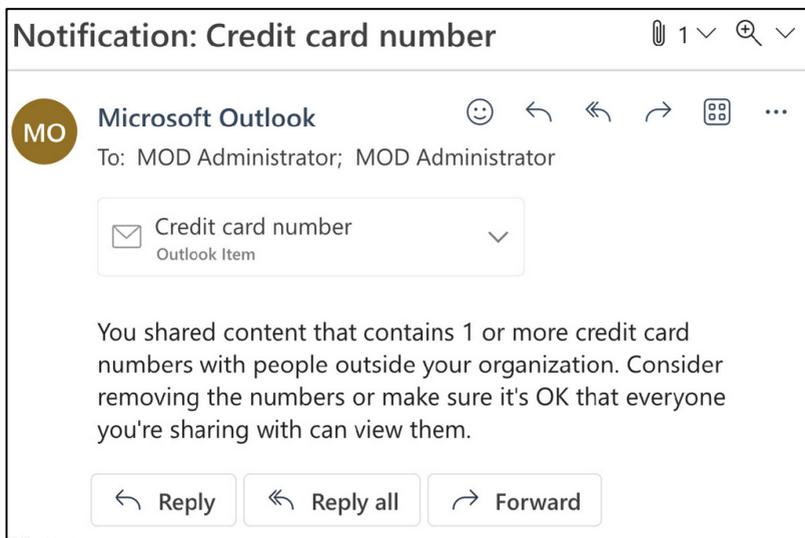


Рисунок 2. Тестирование Microsoft DLP при отправке номера кредитной карты по почте

Системный анализ показал, что архитектура Microsoft DLP представляет собой сложную интегрированную систему с множеством взаимосвязей между компонентами. Эффективность защиты данных обеспечивается за счет согласованного взаимодействия всех элементов системы при централизованном управлении.

Результаты исследования могут быть использованы при проектировании систем защиты корпоративных данных и оптимизации существующих решений DLP. Дальнейшие исследования могут быть направлены на количественную оценку эффективности взаимодействия компонентов и разработку методов оптимизации их интеграции.

Список литературы:

1. Qasimov V., “Informasiya təhlükəsizliyinin əsasları”, учебник, 2009
2. Rising P., “Microsoft 365 Security, Compliance, and Identity Administration: Plan and implement security and compliance strategies for Microsoft 365 and hybrid environments”, 2023

ОБЗОР МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ

Горбов Даниил Игоревич

аспирант,

*Белгородский государственный
технологический университет*

имени В.Г. Шухова,

РФ, г. Белгород

REVIEW OF METHODS OF AUTOMATIC CONTROL OF TEMPERATURE AND HUMIDITY CONDITIONS IN THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF EGG INCUBATION

Daniil Gorbov

Graduate student

Belgorod State Technological

University named after V.G. Shukhov,

Russia, Belgorod

Аннотация. Для достижения высокой выводимости цыплят в инкубационных шкафах необходимо строгое соблюдение климатических условий. Ключевым параметром в этом процессе является температура воздуха, которая варьируется в зависимости от этапа инкубации. Для эффективной разработки микропроцессорной системы автоматического управления необходимым является анализ существующих методов стабилизации температурных режимов.

Abstract. To achieve high hatchability of chickens in incubators, strict adherence to climatic conditions is necessary. The key parameter in this process is the air temperature, which varies depending on the incubation stage. For the effective development of a microprocessor automatic control system, it is necessary to analyze existing methods for stabilizing temperature conditions.

Ключевые слова: инкубация, инкубационная машина, управление, ПИД-регулятор, нечеткий контроллер.

Keywords: incubation, incubation machine, control, PID controller, fuzzy controller.

Успех в промышленном птицеводстве во многом зависит от качества получаемых цыплят. Инкубация яиц представляет собой важный процесс, который позволяет получать молодняк птицы в любое время года и в нужном объеме. Разработка инкубаторов значительно упростила и ускорила организацию массового производства птицеводческой продукции, что, в свою очередь, способствует удовлетворению растущего спроса на мясо и яйцо птицы. Однако для достижения высокого процента вывода цыплят в инкубаторах необходимо строго соблюдать все технологические параметры, так как любые отклонения могут негативно сказаться на результате.

Одним из наиболее значительных факторов, влияющих на результаты инкубации, является температура воздуха [1]. Для успешного вывода цыплят температура должна находиться в диапазоне от 35,6 до 39,7°C на протяжении всего инкубационного периода. При этом важно отметить, что результаты вывода и качество молодняка значительно улучшаются при поддержании температуры близкой к среднему значению этого диапазона. Это связано с тем, что оптимальная температура способствует нормальному развитию эмбрионов и снижает риск возникновения различных патологий.

Важным аспектом инкубации является также уровень влажности. Негативное воздействие отклонения относительной влажности на результаты инкубации наблюдается, когда этот параметр остается ниже 40% или выше 70% на протяжении всего развития эмбрионов. Высокая влажность может привести к плесневению яиц, тогда как низкая влажность в начале инкубации вызывает значительные потери воды, что приводит к увеличению смертности зародышей.

Третий ключевой параметр – содержание углекислого газа. Если концентрация CO₂ превышает 0,5% на протяжении всего инкубационного периода, это негативно сказывается на росте и развитии эмбрионов. Например, поддержание уровня CO₂ на уровне 1% с первого дня инкубации снижает выводимость примерно на 15% (при контрольном уровне 0,3%). При 5% углекислого газа вероятность выживания эмбрионов стремится к нулю.

Для поддержания необходимых условий микроклимата в инкубаторе используются системы обогрева, охлаждения и увлажнения. Эффективное охлаждение достигается за счет открытия заслонок верхних и боковых отверстий инкубатора, а нагрев осуществляется с помощью электронагревателей. Для равномерного распределения температуры в инкубаторе работает вентилятор, который обеспечивает циркуляцию воздуха и предотвращает образование холодных зон. Увлажнение производится с помощью турбо увлажнителя, который распыляет

холодную воду на лопасти вентилятора, что также способствует охлаждению. Для точного контроля температуры можно использовать несколько групп нагревателей. Однако для достижения высокой точности температурного режима требуется плавная регулировка напряжения на нагревателях, что возможно с использованием тиристорov в цепи питания.

При автоматизации поддержания температуры необходимо в программе контроллера разработать регулятор, который бы обеспечивал оптимальное регулирование процесса и его качество.

В настоящее время для поддержания температурного режима чаще всего используется обычный ПИД-регулятор [2], который позволяет осуществлять управление с относительно простой настройкой. ПИД-регулятор работает следующим образом: сигнал ошибки, представляющий собой разницу между заданным значением и текущей технологической величиной, поступает на вход ПИД-регулятора, где он обрабатывается для формирования управляющего сигнала. Этот сигнал определяется как сумма трех компонентов: пропорциональной, интегральной и дифференциальной части, при этом K_p , K_i и K_d представляют собой постоянные коэффициенты, соответствующие каждой из этих составляющих.



Рисунок 1. Схематическое проектирование процесса ПИД-регулирования

Системы с ПИД-регулированием имеют ряд преимуществ, которые обусловлены простотой реализации. Они обеспечивают надлежащий результат мониторинга для непрерывного процесса, но при рассмотрении процесса стабилизации температуры существует существенный недостаток, вызванный запаздыванием. Ещё одним важным фактором для рассмотренного регулятора является неизменяемость параметров объекта управления, т.е. в случае изменения внешних параметров среды, которые могут быть вызваны негерметичностью дверей инкубационной машины необходима перенастройка параметров регулятора.

В связи с этим были разработаны альтернативные варианты регулирования – самонастраивающийся ПИД регулятор [3]. Цель системы – улучшить производительность и уменьшить колебаний температуры.

Методы нечеткого управления с использованием ПИД-регулятора сочетают в себе нечеткий регулятор и обычный ПИД-регулятор (рис. 2).

В структуру системы управления добавляется нечеткий регулятор, выходом которого являются параметры ПИД регулятора K_p, K_i, K_d . В данной структуре «е» является ошибкой системы, «ес» коэффициент изменения ошибки, которые являются входными данными нечеткого регулятора

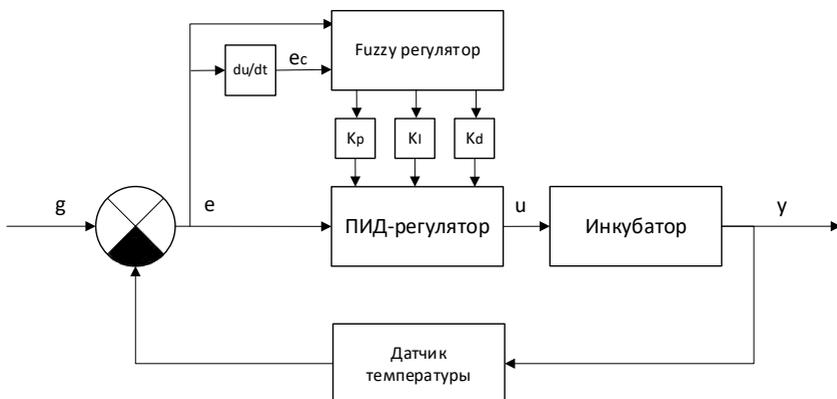


Рисунок 2. Схематическое проектирование процесса нечеткого адаптивного ПИД-регулирования

Нечеткий контроллер использует алгоритм, который основан на нечетких множествах. При нечетком вычислении и достижении нелинейного интеллектуального управления системой используется нечеткая математика. Она использует практический опыт человека для сбора знаний и управления объектом.

Входные переменные нечеткой системы управления отображаются на множества функций принадлежности, называемыми «нечеткими множествами». Метод соединения четкого значения входа с нечетким значением известен как фаззификация [4]. Нечеткие множества определяют две входные переменные: (ошибка и изменение ошибки), а выходные переменные определены как температура в инкубаторе. Каждый из входных параметров разделены на семь нечетких множеств: (NB, NM, NS, ZO, PS, PM, PB) и семь функций принадлежности. В процессе дефаззификации мы получаем значения трёх параметров ПИД регулятора K_p, K_i, K_d .



Рисунок 3. Функции принадлежности для переменных KP и KI, KD

Сравнительный анализ работы обычного ПИД регулятора и нечетного регулятора можно произвести в среде Matlab Simulink. На рисунке 4 показана блок схема, которая была разработана с параллельной структурой управления, включающая адаптивный ПИД регулятор и обычный ПИД регулятор [5].

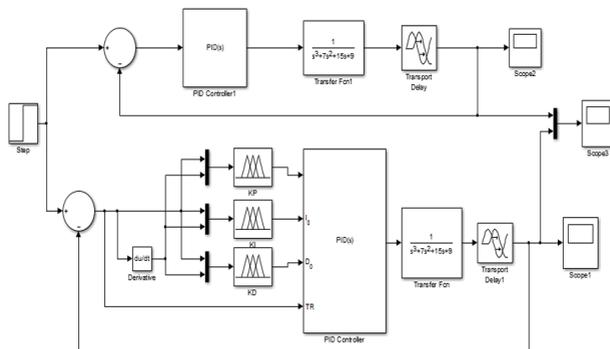


Рисунок 4. Блок схема стабилизации температуры

В представленной схеме на вход подается ступенчатое воздействие равное 35°C. В выполнении нечеткой логики управления системой необходимо выбрать соответствующую ошибку "е" и изменяющую ошибку "ес". Когда системная ошибка "е" большая, то выброс велик и переходный процесс будет долгим. Когда "ес" большой, то увеличивается коэффициент Kd и выброс системы уменьшится, скорость отклика замедлится. Время моделирования составляет 20 секунд. На рисунке 5 показано сравнение работы двух параллельных регуляторов.

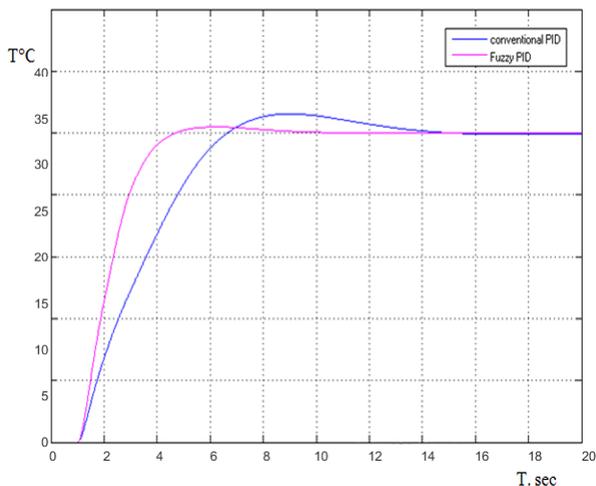


Рисунок 5. Переходная характеристика обычного ПИД-регулятора и нечеткого ПИД-регулятора

Анализируя получившиеся графики, можно сделать вывод, что нечеткий адаптивный ПИД-регулятор температуры обеспечивает меньшее время нарастания, времени стабилизации и выбросы по сравнению с обычным ПИД-регулятором.

Недостатком нечетких логических контроллеров выступает его сложность для изучения. Однако, результат исследований [6] показывает, что предложенный контроллер достигает выдающихся характеристики для повышения точности управления температурой.

Таким образом, разработка регуляторов для поддержания температурно-влажностных режимов является актуальной задачей в контексте современных технологий управления технологическим процессом инкубации яиц. Эффективное поддержание заданных параметров температуры, влажности и содержания углекислого газа критически важно для обеспечения оптимальных условий инкубации. В этом контексте микропроцессорная система управления представляет собой надежное решение, способное обеспечить высокую точность и стабильность параметров.

Список литературы:

1. Фурсенко, С.Н. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие / С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015. – 376 с.
2. Якубовская, Е.С. Способы автоматического поддержания температурного режима при инкубации птицы / Е.С. Якубовская, Е.А. Турченик // Энергетика в АПК: материалы студенческой научной конференции, Минск, 14-31 мая 2018г. – Минск: БГАТУ, 2018. – 7 с.
3. Рубанов В.Г., Филатов А.Г., Рыбин И.А. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://nrsu.bstu.ru/>, свободный
4. Демидова Г.Л., Лукичев Д.В. Регуляторы на основе нечеткой логики в системах управления техническими объектами – СПб: Университет ИТМО, 2017. – 81 с.
5. Md. Mizanur Rahman. Design of a Fuzzy Based Pid Algorithm for Temperature Control of An Incubator / Md. Mizanur Rahman, Md SAIFUL Islam// Journal of Physics Conference Series. 2021. – 7 с.
6. Гостев В.И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с

1.4. ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПОДЪЕМНИКА ДЛЯ МОТОВЕЗДЕХОДОВ НА ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ

Иванова Виктория Сергеевна

*студент,
Тверская государственная
сельскохозяйственная академия,
РФ, г. Тверь*

Григорев Никита Анатольевич

*курсант,
Военная академия воздушно-космической
обороны имени маршала
советского союза Г.К. Жукова,
РФ, г. Тверь*

THE PROGRAM AND METHODOLOGY OF TESTING THE LIFT FOR OFF-ROAD VEHICLES FOR STRUCTURAL STRENGTH

Victoria Ivanova

*Student,
Tver State Agricultural Academy,
Russia, Tver*

Nikita Grigorov

*Cadet,
Military Academy of Aerospace
Defense named after Marshal
of the Soviet Union G.K. Zhukov,
Russia, Tver*

Аннотация. Для проведения испытаний подъемника для мототехники на прочность конструкции необходимо разработать программу и

методику, которая бы обеспечила всестороннюю оценку прочности и надежности устройства. Целью работы являлось: оценить прочность конструкции подъемника; определить предельные нагрузки и устойчивость подъемника; проверить наличие деформаций, трещин и других видов повреждений; провести визуальный осмотр конструкции и ее компонентов; выполнить статические и динамические нагрузки; зафиксировать время работы подъемника под нагрузкой; провести анализ полученных данных. По результатам выполнения работы были представлены необходимые данные, способствующие развитию сельскохозяйственного оборудования в целом.

Abstract. To test a motorcycle lift for structural strength, it is necessary to develop a program and methodology that would provide a comprehensive assessment of the strength and reliability of the device. The purpose of the work was: to assess the strength of the elevator structure; to determine the maximum loads and stability of the elevator; to check for deformations, cracks and other types of damage; to conduct a visual inspection of the structure and its components; to perform static and dynamic loads; to record the operating time of the elevator under load; to analyze the data obtained. Based on the results of the work carried out, the necessary data were presented that would contribute to the development of agricultural machinery in general.

Ключевые слова: подъемник для мотовездеходов, прочность конструкции, программа и методика, разработка подъемника.

Keywords: lift for off-road vehicles, structural strength, program and methodology, lift development.

На сегодняшний день большую популярность получили подъемники для различных вариаций мототехники, которые предназначены для подъема специальной техники массой до 700 кг на высоту до 800 мм. Образец подъемника представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Подъемник для специальной мототехники

Главным недостатком таких подъёмников является то, что их категорически запрещено использовать во влажных помещениях (автомойках). Но есть ряд особенностей, почему они получили широкое распространение: не требует фиксации к полу; ножной привод; регулируемый держатель переднего колеса, технический люк для удобства снятия заднего колеса, нескользящая и рифлёная поверхность, расширительные пластины. Благодаря пневмоприводу данные подъёмники сократили своё время подъёма (спуска) до 25 секунд. Цены данных подъёмников на сегодняшний день варьируются от 50 до 200 тысяч рублей в зависимости от их функционала и модификаций. Исходя из проведённого анализа и реализации научной работы были выявлены лучшие и худшие показатели и характеристики данных устройств, а главное, был разработан алгоритм по устранению серьёзных недостатков. Одним из таких является влажность, которая вызывает коррозии в месте сварки элементов подъёмника и оказывает негативное влияние на пневмопривод. Стоит отметить, что массогабаритные характеристики были существенно улучшены, сохраняя при этом прочность конструкции. 3D-модель подъёмника представлена на рисунке 2.

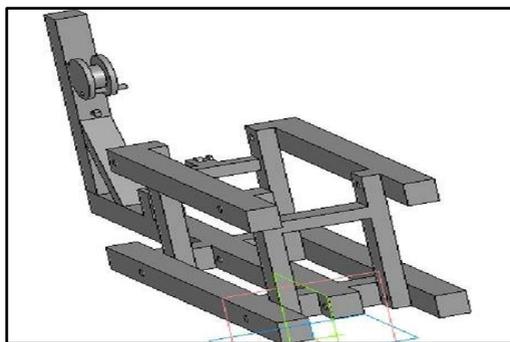


Рисунок 2. 3D-модель разработанного подъёмника

В связи с этим была разработана программа и методика проведения испытаний подъёмника для мотовездеходов на прочность конструкций. Разработанный подъёмник получил свою реализацию как в теоретическом, так и в практическом плане. Была выявлена лучшая математическая модель для испытаний и, в дальнейшем, была внедрена в процесс разработки. 3D-модель, разработанная в специальной программе “Компас-3В”, была воплощена в реальность. Изначально планировалось использовать данный подъёмник для поднятия лёгких и малогабаритных специальных транспортных средств, применяемы в сельском хозяйстве, но реализованный

проект, в ходе испытаний, смог поднимать переднюю или заднюю ось малоразмерных тракторов, либо осуществлять их поднятие за счёт расположения точки опоры в центре массы данного вида техники, используя дополнительные фронтальные и тыловые опоры.

Статические испытания проводились целесообразно, с поднятием платформы на 1 метр от земли, загрузив её на 150% от максимальной грузоподъёмности, но в соответствии с правилами эксплуатации данной техники (нельзя поднимать или опускать перегруженную платформу). Чтобы проверить надёжность и прочность конструкции, её оставляли на 15 минут в неподвижном состоянии. За это время конструкция не получила никаких повреждений и была допущена, соответственно, к дальнейшим испытаниям. После проведения статических испытаний последовали динамические испытания, где платформа, перегруженная на 120% периодически поднималась и опускалась. Результат получился положительным.

После проведения испытаний были получены технические и массогабаритные характеристики, которые, практически, никак не отличаются от теоретических не считая мелких погрешностей в данном вопросе. Полная масса подъёмника составила 40 кг, что значительно отличается от своих конкурентов в этой области в лучшую сторону. Грузоподъёмность составила до 600 кг. Подъёмник поднимает на высоту до 1000 мм. Тип привода механический – выбор данного привода связан с простотой и надёжностью его конструкции. Ширина составила 600 мм, длина 1600 мм. Цели и задачи проделанной работы были достигнуты в соответствии с техническим заданием проекта. Данный проект был разработан с выполнением всех требований к сельскохозяйственной технике, а при конструировании были учтены нормы и ГОСТы, непосредственно относящиеся к данной тематике разработки. Готовый образец подъёмника представлен на рисунке 3.



Рисунок 3. Опытный образец подъёмника

Развитие данных устройств в России влечёт за собой решение ряда проблем, которые могут быть связаны с мойкой и ремонтом малогабаритной техники, которая активно применяется в сельском хозяйстве. И развитие данной сферы и разработок может ускорять ряд технологических и экономических процессов, протекающих на аграрных предприятиях, как коммерческого, так и государственного уровня.

Список литературы:

1. Виды автоподъемников, [Электронный ресурс]. URL: <https://aet-auto.ru/about/blog/vidyi-avtopodemnikov>. (Дата обращения: 09.09.2023).
2. Комбинированный сошник для мелкосеменных культур / В.В. Голубев, А.В. Кудрявцев, А.С. Фирсов, И.В. Горбачев // Сельский механизатор. – 2017. – № 9. – С. 8-9.
3. Никифоров, М.В. Анализ конструктивных особенностей рабочих органов для выравнивания почвы при посеве мелкосеменных культур / М.В. Никифоров, В.В. Голубев, А.В. Кудрявцев // Конкургентоспособность и инновационная активность АПК регионов : Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Тверь, 06–08 февраля 2018 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2018. – С. 202-205.
4. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – URL: https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=699657 (дата обращения: 09.09.2023).
5. Мотоподъемник Сорокин 16.7 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kuvalda.ru>. (Дата обращения: 09.09.2023).

1.5. РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ АКТИВНЫХ ПОМЕХ

Орехов Артем Сергеевич

*курсант,
Военная академия воздушно-
космической обороны,
РФ, г. Тверь*

Григоров Никита Анатольевич

*курсант,
Военная академия воздушно-
космической обороны,
РФ, г. Тверь*

Ганин Иван Александрович

*курсант,
Военная академия воздушно-
космической обороны,
РФ, г. Тверь*

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF QUANTUM TECHNOLOGIES IN THE MODERN WORLD

Artem Orekhov

*Cadet,
Military Academy of Aerospace Defense,
Russia, Tver*

Grigorov Nikita

*Cadet,
Military Academy of Aerospace Defense,
Russia, Tver*

Ganin Ivan

*Cadet,
Military Academy
of Aerospace Defense,
Russia, Tver*

Аннотация. Статья посвящена актуальным вопросам борьбы с активными помехами во время работы радиолокационных станций. Причины возникновения активных помех чаще всего связывают с преднамеренной деятельностью противника по воздействию помехового сигнала на антенну РЛС.

Данные помехи могут значительно ухудшить качество обнаружения и точность измерений координат воздушных целей. Наиболее перспективные методы борьбы: использование ММО-технологий, использование цифровых антенных решеток, квантовые методы обработки сигналов, интеграция с другими системами, разработка новых алгоритмов, а также самые широкоприменяемые в условиях современной войны: формирование нулей диаграммы направленности в направлении источников помех, применение сложных сигналов, метод перестройки частоты и использование поляризации.

Abstract. The article is devoted to topical issues of combating active interference during the operation of radar stations. The causes of active interference are most often associated with the deliberate activity of the enemy to influence the interference signal on the radar antenna. These interferences can significantly impair the quality of detection and the accuracy of measurements of the coordinates of aerial targets. The most promising methods of fighting are the use of MIMO technologies, the use of digital antenna arrays, quantum signal processing methods, integration with other systems, the development of new algorithms, as well as the most widely used in modern warfare: the formation of radiation pattern zeros in the direction of interference sources, the use of complex signals, the frequency tuning method and the use of polarization.

Ключевые слова: радиолокационная станция, активная помеха, обработка сигналов.

Keywords: radar station, active interference, signal processing.

Обработка сигналов радиолокационных станций (РЛС) в условиях помех является одной из ключевых задач в радиолокации, так как помехи могут значительно ухудшить качество обнаружения и точность измерений. Особенности обработки сигналов в таких условиях включают

в себя ряд методов и подходов, направленных на подавление помех и выделение полезного сигнала.

Целесообразным будет понимать какие бывают помехи воздействующие на РЛС: пассивные (отражения от местных предметов, метеорообразований; отражения от морской поверхности), активные (умышленные помехи, например от станции РЭБ противника; непреднамеренные помехи от других радиотехнических систем), а также помехи могут рассматривать как собственные шумы РЛС (тепловые шумы и шумы вызванные не идеальностью аппаратуры).

Конкретно активные помехи могут быть: заградительные помехи – генерируют широкополосный шум в полосе частот РЛС, маскируя полезный сигнал; запоминающие помехи – принимают сигнал РЛС, задерживают его и переизлучают с измененными параметрами (частота, время, амплитуда), создают ложные цели. Уводящие помехи – захватывают ворота дальности или скорости РЛС и постепенно уводят их от истинной цели, создавая впечатление ее перемещения.

Наибольшую опасность для работы РЛС сантиметрового (см) и миллиметрового (мм) диапазона длин волн представляют именно активные помехи. Такие помехи могут быть как узкополосными, так и широкополосными, а также иметь сложную структуру (например, шумовые, импульсные или когерентные помехи).

Существует несколько методов обработки сигналов в условиях активных помех: адаптивная пространственная фильтрация т.е. использование антенных решеток с адаптивными алгоритмами для подавления помех в пространственной области и формирование нулей диаграммы направленности в направлении источника помех, адаптивные системы должны реагировать на изменения своих свойств и внешних воздействий, при этом показатель качества должен достигать экстремального значения или находиться в заданном диапазоне; временная и частотная селекция – применение цифровых фильтров для подавления помех в частотной области или использование методов спектрального анализа для разделения сигналов и помех; временная и частотная селекция – применение цифровых фильтров для подавления помех в частотной области и использование методов спектрального анализа для разделения сигналов и помех; многочастотные и поляризационные методы – использование нескольких частот или поляризаций для снижения влияния помех; статистические методы – применение алгоритмов обнаружения сигналов на фоне помех (критерий Неймана-Пирсона) [2, с 61].

Представленные методы хорошо зарекомендовали себя в радиолокации и являются надежными, но в определенных условиях не позволяют в полной степени гарантировать исключение влияния активной

помехи на РЛС: высокая мощность активных помех – активные помехи могут значительно превышать уровень полезного сигнала, что затрудняет их подавление; сложность структуры помех – когерентные и уводящие помехи могут имитировать полезный сигнал, что делает их подавление особенно сложным; вычислительная сложность – многие алгоритмы обработки (например, адаптивные фильтры или методы спектрального анализа) требуют значительных вычислительных ресурсов; нестационарность помех – активные помехи могут изменяться во времени, что требует адаптации алгоритмов в реальном времени; ограничения аппаратуры – качество обработки сигналов зависит от характеристик приемопередающей аппаратуры (динамический диапазон, уровень шумов и т.д.).

В связи с этим существуют перспективные направления обработки сигналов на фоне активных помех: использование ММО-технологий – применение многоканальных систем с множеством входов и выходов для повышения помехоустойчивости; цифровые антенные решетки (ЦАР) – позволяют осуществлять гибкое управление диаграммой направленности и адаптироваться к условиям помех; квантовые методы обработки сигналов – исследование возможностей квантовых вычислений для повышения эффективности обработки; интеграция с другими системами – совместная обработка данных от РЛС, оптических и инфракрасных систем для повышения точности и надежности; разработка новых алгоритмов – использование методов машинного обучения и искусственного интеллекта для подавления сложных помех.

Важными аспектами при проектировании систем обработки сигналов РЛС в условиях активных помех являются: оценка угроз – необходимо понимать типы помех, которые могут быть использованы против РЛС, и их характеристики.

Адаптивность – система обработки должна быть адаптивной и способной динамически изменять свои параметры в зависимости от типа и интенсивности помех.

Вычислительная мощность – сложные алгоритмы обработки требуют значительной вычислительной мощности.

Реальное время – обработка сигналов должна выполняться в режиме реального времени для обеспечения своевременного обнаружения и сопровождения целей.

Тестирование и оценка – система обработки должна быть тщательно протестирована и оценена в условиях, имитирующих реальные сценарии применения.

Существует широкий спектр методов, используемых для обработки сигналов РЛС в условиях АП. Их выбор зависит от типа помех, характеристик РЛС и доступной вычислительной мощности.

Радиолокационные системы постоянно совершенствуются в направлении повышения их информативности, помехозащищенности, надежности и живучести. Обработка сигналов РЛС в условиях активных помех требует применения сложных алгоритмов и современных технологий. Успешное подавление помех возможно только при комплексном подходе, включающем как аппаратные, так и программные методы. Развитие технологий цифровой обработки сигналов и машинного обучения открывает новые возможности для повышения помехоустойчивости РЛС [1, с 350].

Список литературы:

1. Бакулев, П.А. Радиолокационные системы : учеб. для вузов. – 2-е Изд., перераб. и доп / П.А. Бакулев. – М. : Радиотехника, 2007. – С. 349-353.
2. Защита радиолокационных систем от помех. Состояние и тенденции развития / под ред. А.И. Канащенкова, В.И. Меркулова. – М. : Радиотехника, 2003. – С. 60-64.

ИНФРАКРАСНЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ. ПРОТОКОЛЫ ИНФРАКРАСНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Чернов Александр Анатольевич

студент,

*Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза*

Г.К. Жукова – ВА ВКО,

РФ, г. Тверь

Черных Егор Юрьевич

студент,

*Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза*

Г.К. Жукова – ВА ВКО,

РФ, г. Тверь

Артыков Энвер Комилджонович

студент

*Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза*

Г.К. Жукова – ВА ВКО,

РФ, г. Тверь

THE TITLE OF SCIENTIFIC PAPER

Alexander Chernov

Student,

*Military Academy
of Aerospace Defense named after Marshal
of the Soviet Union G.K. Zhukov VA VKO,
Russia, Tver*

Egor Chernykh

Student,

*Military Academy
of Aerospace Defense named after Marshal
of the Soviet Union G.K. Zhukov – VA VKO,
Russia, Tver*

Enver Artykov

Student,

Military Academy of Aerospace

Defense named after Marshal

of the Soviet Union G.K. Zhukov— VA VKO,

Russia, Tver

Аннотация. Широкое применение ИК излучения в науке и технике началось в последние десятилетия, за эти годы методы и аппаратура ИК техники стали широко использоваться в различных областях науки, техники и народном хозяйстве. Применение началось во второй половине XX века после создания эффективных ИК приёмников в области 1,5 -10 мкм, что значительно расширило возможности использования этой части спектра.

Abstract. The widespread use of IR radiation in science and technology has begun in recent decades, and over the years, the methods and equipment of IR technology have become widely used in various fields of science, technology, and the national economy. The application began in the second half of the 20th century after the creation of effective IR receivers in the range of 1.5 -10 microns, which significantly expanded the possibilities of using this part of the spectrum.

Ключевые слова: Инфракрасная связь, ИК излучение, ИК приемник, ИК передатчик.

Keywords: Infrared communication, IR radiation, IR receiver, IR transmitter.

Большая часть беспроводных сетей, развертываемых в России и за рубежом, использует радиоволны, а решения, основанные на оптических технологиях, пока остаются на втором плане. Между тем развитие последних стимулируется как достижениями в проектировании и производстве твердотельных лазеров, так и возрастающими потребностями пользователей в защищенных высокоскоростных каналах связи. Системы, функционирующие в инфракрасном диапазоне, имеют целый ряд преимуществ перед альтернативными разработками:

Во-первых, как ранее отмечалось, за счет перехода в оптическую область длин волн такие системы не претендуют на какую-либо часть радиодиапазона, не создают помех в радиочастотном-спектре и сами не чувствительны к подобным помехам. Для их эксплуатации не нужно получать разрешений на использование дефицитного радиочастотного ресурса.

Во-вторых, как прежде отмечалось, инфракрасные каналы связи обеспечивают высокую защищенность пересылаемой информации.

В-третьих, сами по себе беспроводные оптические системы не накладывают никаких принципиальных ограничений на скорость транспортировки данных.

В-четвертых является малое время их развертывания, среднее время, затрачиваемое на инсталляцию, не превышает 4 часов. Отсутствие привязки к кабельной инфраструктуре обеспечивает возможность многократного использования одной и той же системы путем ее демонтажа и установки на новом месте.

В-пятых, высокая ремонтпригодность данного оборудования. Оно спроектировано так, что замена передатчика, сопровождающаяся переходом на новую длину волны из диапазона 860 – 920 нм и не требует модернизации приемника

Инфракрасная связь предусматривает наличие передатчика и приемника.

Инфракрасная система связи состоит из: интерфейсного модуля, модулятора излучателя, оптической системы передатчика, оптической системы приемника, демодулятора приемника и интерфейсного блока приемника.

В качестве излучателя обычно используются полупроводниковые (ПП) ИК светодиоды, а в качестве приёмника – ИК фотодиоды и фототранзисторы. Главное преимущество ПП диодов – высокое время наработки на отказ. Величина в 400,000 часов при мощности в 400 мВт здесь не редкость. Кроме того, каналы, использующие п/п диоды менее чувствительны к резонансному поглощению в атмосфере благодаря широкой полосе излучения (типичные значения около 50 нм). Форма сечения луча от п/п диодов практически круглая. Но здесь все преимущества п/п диодов заканчиваются. Т.е. начинаются недостатки. Инерционность п/п диодов при высоких мощностях излучения не позволяет достичь высоких скоростей передачи. Из-за широкой полосы излучения существуют сложности в передаче высокоскоростного сигнала – разные моды сигнала добираются до приемника с различной задержкой и на больших дистанциях и очень высоких скоростях сигнал на выходе приемника распознать уже крайне сложно. Т.е. передатчик должен передавать как можно более узкополосный, однако он может попасть на полосу резонансного поглощения какого-нибудь газа в атмосфере, и тогда все плюсы такого метода обернутся явными минусами.

Протоколы инфракрасной системы связи

Семейство протоколов ИК передачи данных Infrared Data Association.

InfraRed Data Association(IrDA) – ИК-порт – группа стандартов, описывающая протоколы физического и логического уровня передачи

данных с использованием инфракрасного диапазона световых волн в качестве среды передачи. Является разновидностью оптической линии связи ближнего радиуса действия.

Протокол IrDA позволяет соединяться с периферийным оборудованием без кабеля при помощи ИК-излучения в диапазоне с длиной волны $\lambda = 850\text{--}900$ нм. Порт IrDA позволяет устанавливать связь на коротком расстоянии до 1 метра в режиме точка-точка. Интерфейс имеет малую мощность потребления.

Реализация и структура протокола

Аппаратная реализация представляет собой пару из излучателя, в виде ИК светодиода, и приёмника, в виде фотодиода расположенных на каждой из сторон линии связи. Наличие и передатчика, и приёмника на каждой из сторон является необходимым для использования протоколов двусторонней передачи данных.

В ряде случаев одна из сторон может быть оснащена только передатчиком, а другая только приёмником. Иногда устройства оснащают несколькими приёмникам для одновременной связи с несколькими устройствами.

Канал передачи данных состоит из двух основных элементов: микросхемы, обеспечивающей модуляцию и демодуляцию поступающего двоичного сигнала согласно определенного алгоритма, и ИК приемно-передающего модуля.

Семейство протоколов IrDA:

IrPHY (Infrared Physical Layer Specification) – обязательный протокол самого низкого уровня среди спецификаций IrDA. Соответствует физическому уровню сетевой модели OSI.

Скорости передачи данных делятся на несколько поддиапазонов – SIR, MIR, FIR, VFIR, UFIR каждый из которых характеризуется не только разными скоростями, но и использованием различных кодовых схем.

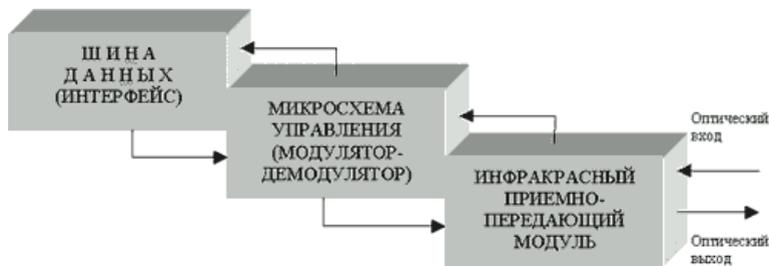


Рисунок 1. Общий вид схемы организации IrDA-канала

SIR – Serial Infrared использует скорости ПД равные 115,2 кбит/с. Скорости выбраны специально для простоты реализации COM- IrDA адаптеров.

Как правило наименьшая доступная скорость для устройств составляет именно 9,6 кбит/с. Именно она используется для передачи сигналов поиска, оповещения и сопряжения.

MIR – Medium Infrared – поддерживает скорости ПД 0,576 и 1,152 Мбит/с.

MIR не является официальным термином IrDA, однако то, что схема кодирования, используемая для этих скоростей, отлична как от SIR так и от FIR, делает этот термин довольно удобным и распространённым.

FIR – Fast Infrared – устаревший термин спецификации IrDA, ранее использовавшийся для обозначения устройств, поддерживающих скорость передачи данных от 9600 бит/с до 4 Мбит/с, что включает в себя и SIR и MIR. В наше время, как правило, термин FIR используется для обозначения скорости 4 Мбит/с. Некоторые источники используют термин FIR для обозначения всех скоростей, превышающих SIR.

VFIR – Very Fast Infrared – термин, использующийся для обозначения поддержки скоростей передачи вплоть до 16 Мбит/с. На данный момент, 16 Мбит/с – это самая высокая скорость передачи данных по IrDA, поддерживаемая серийными устройствами.

UFIR – Ultra Fast Infrared – в состоянии разработки, теоретически поддержка скорости вплоть до 100 Мбит/с.

Список литературы:

1. Ю. Борисов “Инфракрасные излучения” [текст, иллюстрации], 1976 год. – 56 с.
2. С. Михеев “Основы инфракрасной техники” [текст, иллюстрации], СПб: Университет ИТМО, 2017 год. – 127 с.
3. Зуев В.Е. Прозрачность атмосферы для видимых и инфракрасных лучей.- М.: 1996 год.
4. Медвед Д.Б. Влияние погодных условий на беспроводную оптическую связь. Вестник связи, 2001 год – 154-157 с.

**СУЩНОСТЬ И ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
МОЩНЫХ УСТРОЙСТВ СВЧ ТИПА «М».
ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ**

Черных Егор Юрьевич

*студент,
Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза
Г.К. Жукова – ВА ВКО,
РФ, г. Тверь*

Чернов Александр Анатольевич

*студент,
Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза
Г.К. Жукова – ВА ВКО,
РФ, г. Тверь*

Голубенко Александр Григорьевич

*студент,
Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза
Г.К. Жукова – ВА ВКО,
РФ, г. Тверь*

**TITLE OF THE ARTICLE: “THE ESSENCE
AND PRINCIPLE OF OPERATION OF THE MICROWAVE
DEVICE TYPE "M". ITS OPERATIONAL FEATURES.”**

Egor Chernykh

*Student,
Military Academy of Aerospace Defense
named after Marshal of the Soviet Union
G.K. Zhukov VA VKO,
Russia, Tver*

Alexander Chernov

Student,
Military Academy of Aerospace Defense
named after Marshal of the Soviet Union
G.K. Zhukov VA VKO,
Russia, Tver

Alexander Golubenko

Military Academy of Aerospace Defense
named after Marshal of the Soviet
Union G.K. Zhukov VA VKO,
Russia, Tver

Аннотация. В современном мире мы не можем представить свою жизнь без новейших устройств и систем радиоэлектроники. Одним из таких выдающихся устройств является – «Магнетрон». Он необходим для построения систем радиосвязи, модуляции зондирующего сигнала в системах радиолокации, применяется в бытовых устройствах и тд. Изучение таких основополагающих устройств является ключом к пониманию всей информационной и технологической структуры современности.

Abstract. In the modern world, we cannot imagine our lives without the latest devices and electronic systems. One of these outstanding devices is the Magnetron. It is necessary for building radio communication systems, modulating the probing signal in radar systems, used in household devices, and so on. The study of such fundamental devices is the key to understanding the entire information and technological structure of our time.

Ключевые слова: магнетрон, СВЧ, система, радиосвязь, радиолокация

Keywords: magnetron, microwave, system, radio communication, radar.

**Сущность и принцип функционирования устройства
СВЧ типа «М» – Магнетрона**

Многорезонаторный магнетрон – это прибор М-типа с замкнутым электронным потоком, в котором неоднородный по плотности электронный поток формируется во взаимодействии с СВЧ-полем замкнутой в кольцо резонансной системы.

Устройство многорезонаторного магнетрона (МРМ) представлено на рис. 1.

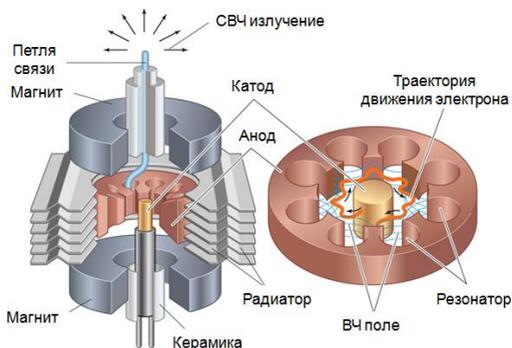


Рисунок 1. Многорезонаторный магнетрон

Он состоит из цилиндрического катода, окружающего его медного анодного блока, в котором расположена колебательная система (связанного типа) с резонаторами типа «щель – отверстие», в которой может распространяться прямая гармоника пространственной волны СВЧ-поля. Вывод энергии СВЧ-колебаний осуществляется с помощью выходного устройства коаксиальной, коаксиально – волноводной или волноводной конструкции.

В зависимости от величины генерируемой мощности анодный блок может иметь воздушное или жидкостное охлаждение. Кроме того, в конструкции МРМ могут быть системы механической или электронной перестройки частоты.

Для создания магнитного поля используются постоянные магниты. В случае, если такие магниты конструктивно составляют с магнетроном единое целое, такие МРМ называют пакетированными.

Колебательная система МРМ состоит из N резонаторов, свёрнутых в виде кольца (цилиндра). Фрагмент эквивалентной схемы равнорезонаторной КС МРМ представлен на рис. 2.

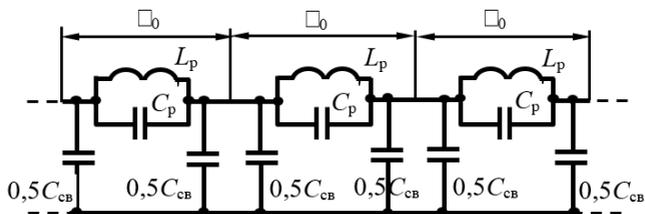


Рисунок 2. Эквивалентная схема равнорезонаторной КС многорезонаторного магнетрона

Данная схема учитывает только ёмкостную связь между соседними резонаторами за счет ёмкостей $C_{св}$, образованных сегментами анодного блока относительно катода.

Физически число n характеризует целое число пространственных длин волн, укладываемых по периметру анодного блока.

Для всех других видов колебаний $\varphi = \pi$ число пучностей СВЧ-поля меньше N , поэтому от импульса к импульсу пучности СВЧ-поля будут случайным образом перемещаться от резонатора к резонатору, что приведет к нестабильному отбору мощности.

На практике всегда стремятся использовать вид колебаний, для которого $\varphi = \pi$. Такие колебания называют рабочими или колебаниями π вида.

Как следует из выражения (2.6), при четном числе абсолютно одинаковых резонаторов для всех видов колебаний (кроме π и 0) собственные частоты ПОПАРНО совпадают, образуя так называемые дублеты. Виды колебаний с одинаковыми собственными частотами называют вырожденными.

Принцип функционирования МРМ состоит в следующем: при подаче напряжения на анод магнетрона электроны из катода начинают двигаться под действием электрической F_e и магнитной F_m сил, при этом пространственная волна в КС МРМ отсутствует.

В спектре шумов этого движущегося «электронного облака» всегда есть составляющие тепловых и дробовых шумов электронов и фликкерная составляющая шумов катода. Попадая в полосу прозрачности КС МРМ, эти шумовые составляющие вызывают отклик в резонаторах КС, что приводит к появлению слабой пространственной волны СВЧ-поля в КС. Прямая гармоника пространственной волны начинает взаимодействовать с движущимся электронным потоком, формируя вначале слабые, неплотные спицы. Электронный поток, попадая в тормозящую фазу СВЧ-поля КС, отдает этому полю свою энергию, усиливая амплитуду волны в КС.

Вследствие этого пространственная гармоника волны СВЧ – поля в КС усиливает плотность «спиц», и процесс развивается лавинообразно (при выполнении амплитудных и фазовых условий самовозбуждения).

Благодаря принятым вышеизложенным мерам в такой КС возможен только рабочий вид колебаний (π вид).

Область применения.

Многорезонаторные магнетроны нашли широкое применение в однокаскадных радиопередающих устройствах импульсных РЛС, СНР, устройствах для промышленного нагрева, микроволновых печах в качестве мощных СВЧ автогенераторов. Достоинством МРМ являются

простота схемы РПУ, достаточно высокие эксплуатационные характеристики, большие значения выходной мощности и высокий КПД.

Недостатками МРМ являются низкая стабильность генерируемой частоты ($\delta f_{\text{ген}} \approx 10^{-3}$) и малый диапазон электронной перестройки частоты.

Магнетрон является распространённым устройством мощного СВЧ-излучения и его влияние на организм человека зависит непосредственно от сферы применения

Если речь идет о магнетроне, который используется в бытовой микроволновой печи, то это опасно, хоть и повреждения для человеческого организма не очень велики, так как мощность приборов относительно мала.

Хоть прибор и испускает волны, опять же, не очень высокой частоты, такая частота все же способна нанести вред человеческому телу, если находиться под влиянием этих волн в течении длительного промежутка времени.

То, что может произойти: ожог, потому что волны частот, испускаемых микроволновкой, способны только лишь поднять температуру тела изнутри, а не снаружи. Поэтому если, например, держать руку в микроволновой печи на протяжении 10 минут, всё, что будет ощущаться – это сильное жжение в руке. Однако внешне поначалу ничего не будет заметно, а только потом появится ожог.

Если же говорить о таких магнетронах, использующихся в промышленности, как, например, токомак, благодаря которому происходит удержание раскалённой плазмы температурой порядка 150 миллионов градусов Цельсия, что в 10 раз выше, нежели температура ядра Солнца, то здесь опасность для организма человека намного выше. Такие установки уже испускают гипервысокие частоты, которые способны поднять внутреннюю температуру человеческого тела до критической (50-55 градусов Цельсия), при которой начинают сворачиваться белки, а это ведёт уже к таким негативным последствиям, как потеря зрения и прочие необратимые дефекты в организме.

А теперь немного изобретательности и фантастики: магнетроны, которые используются при термоядерном синтезе, способны своим магнитным полем отклонить поток возникающих электронов в нежелательную сторону, что происходит при каких-либо ошибках. А при попадании потока электронов на любую поверхность кинетическая энергия частиц преобразовывается в теплоту, поэтому человека просто-напросто разорвёт.

Заключение

Таким образом, магнетрон является распространённым устройством, преобразующим энергию постоянного тока в энергию мощного СВЧ-излучения, применяющегося в радиолокации, радиосвязи, быту и тд. Без такого устройства невозможно представить современный мир радиоэлектроники. Однако, при работе с устройствами, излучающих СВЧ-сигнал такой мощности, необходимо использовать средства защиты и соблюдать требования безопасного обращения с ним.

Список литературы:

1. Жигadlo В. Телекоммуникационные сети военного назначения США и стран НАТО. Особенности и тенденции развития. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 1999, № 4 и 5
2. A.Gershman, Y.Rong, S.Shahbazpanahi and S.Vorobyov. From Robust Adaptive Beamformers to Robust Multi-User MIMO Receivers. – Robust Signal Processing and Stochastic Eigen-Analysis Workshop (SEA05), MIT, USA, October 14–15, 2005 (www.ece.ualberta.ca/~vorobyov/RSPSEA_lecture_MIT.pdf)
3. Muhammad Sahimi. Applications of Percolation Theory. – Taylor & Francis, London, 1994.

1.6. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ШАГАЮЩИЙ АВТОНОМНЫЙ РОБОТ «ОРБИТА» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ В ТРУДНОДОСТУПНЫХ МЕСТАХ

Глухов Семён Денисович

курсант,

Военная академия воздушно-космической обороны

имени маршала советского союза Г.К. Жукова,

РФ, г. Тверь

ORBITA WALKING AUTONOMOUS ROBOT FOR EXPLORATION IN HARD-TO-REACH PLACES

Semyon Glukhov

Cadet, Military Academy of Aerospace

Defense named after Marshal

of the Soviet Union G.K. Zhukov,

Russia, Tver

Аннотация. Данный робот представляет собой конструкцию гексапода. Робот-гексапод – это механическое транспортное средство, которое ходит на шести ногах. Поскольку робот может быть статически устойчивым на трех или более ногах, робот-гексапод обладает большой гибкостью в том, как он может двигаться. Если ноги становятся не пригодны для передвижения, робот все еще может ходить. Кроме того, не все ноги робота необходимы для устойчивости; другие ноги свободны для манипулирования полезной нагрузкой. На модель можно будет установить разные дополнения: бокс для доставки еды и грузов, для изучения местности, для помощи в спасении людей в экстренных ситуациях, для помощи в производстве. Также данный робот может быть выпущен как учебное пособие.

Abstract. This robot is a hexapod design. A hexapod robot is a mechanical vehicle that walks on six legs. Because the robot can be statically stable on three or more legs, the hexapod robot has great flexibility in how it can move. If the legs become unsuitable for movement, the robot can still walk. In addition, not all of the robot's legs are necessary for stability; the

other legs are free to manipulate the payload. Various add-ons can be installed on the model: a box for delivering food and cargo, for exploring the area, for helping rescue people in emergency situations, and for production assistance. This robot can also be released as a training manual.

Ключевые слова: шагающий автономный робот «орбита», исследование в труднодоступных местах.

Keywords: walking autonomous robot "orbit", research in hard-to-reach places.

Мир не стоит на месте. То, что казалось невозможным 20 лет назад, сейчас является обычным явлением. Роботы, робототехника, роботизированные системы управления, – всё это стало неотъемлемой частью жизни. Сегодня уже никого не удивляет применение роботов в современном мире. Робототехника позволяет более точно и безопасно выполнять сложнейшие манипуляции и огромные вычисления, исключая при этом человеческий фактор. Основные тенденции развития робототехники на сегодняшний день – полная автоматизация и интеллектуальный алгоритм выполнения задач.

Главная задача робототехники – это конструирование и использование роботов и основанных на их применении роботизированных систем любого назначения. Робот – это своеобразный универсальный аппарат, который осуществляет механические действия, подражая человеку, занимающегося тяжелой физической деятельностью. В структуру робота прежде всего входят устройства манипуляции (механические манипуляторы). Каждый из них снабжён приводами: электрическими, гидравлическими или пневматическими. Также присутствует специальный захватывающий механизм или инструмент, средства передвижения, модуль управления приводами и движением, специальные сенсорные датчики, камеры для чувствительности робота во внешней среде и вычислительный модуль. Основными достоинствами роботов являются их универсальность, многофункциональность и быстрая адаптация для решения новых операций. Они освобождают человека от опасной работы, всегда выполняют задания точно и вовремя; могут сделать гораздо больше, чем человек за то же время, они никогда не устают; могут работать в труднодоступных местах, им не нужна пища, отпуск, а только энергия.

Универсальная робототехническая база, которую можно будет использовать для решения различных заданий в отраслях. Данный робот представляет собой конструкцию гексапода, обусловленную опорно-двигательной системой муравья. Рис. 1



Рисунок 1. Конструкция гексапода

Робот-гексапод – это механическое транспортное средство, которое передвигается на шести ногах. Поскольку робот может быть статически устойчивым на трех или более ногах, робот-гексапод обладает большой гибкостью в том, как он может двигаться. Если одна или две ноги станут не пригодны для передвижения, робот все еще может ходить, не все ноги необходимы для устойчивости; другие ноги свободны для манипулирования полезной нагрузкой.

Своими шестью лапками муравьи выполняют множество работ. У них есть особенность расставлять конечности шире своего тела, за счет чего насекомым удастся переносить предметы в несколько десятков раз тяжелей их собственного веса. Это может быть груз в 50 раз тяжелее веса муравья.

При изучении роботов, представленных на рынке, я обратил внимание на ряд проблем, присущих данным моделям. Основными проблемами являются высокая стоимость, малая мощность, небольшое время работы, хлипкость конструкции, отсутствие в функционале универсальности применения. При создании своей модели я постарался максимально решить данные проблемы.

При реализации практической части проекта был разработан шестиногий шагающий робот с платформой в виде равностороннего

шестиугольника, в углах которого располагаются трехзвенные конечности, состоящие из промежуточного звена, бедра и голени. Введены две системы координат: система координат платформы и система координат конечности. Рис.2 и Рис.3

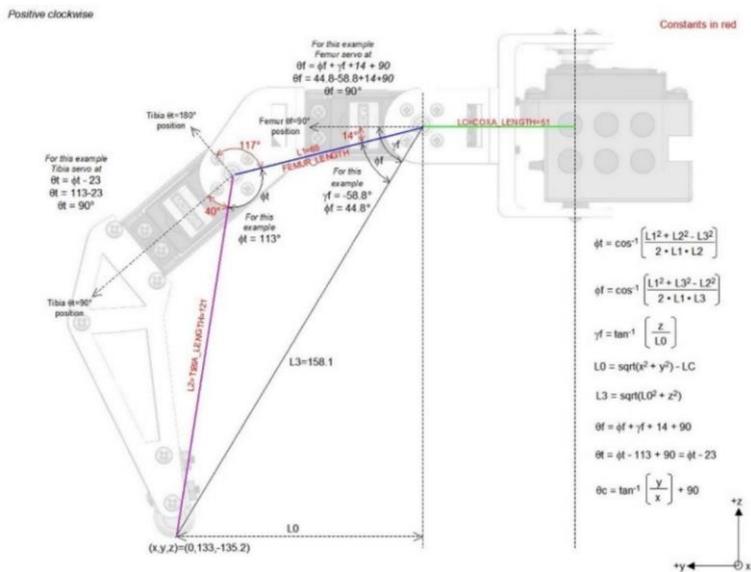


Рисунок 2. Схема

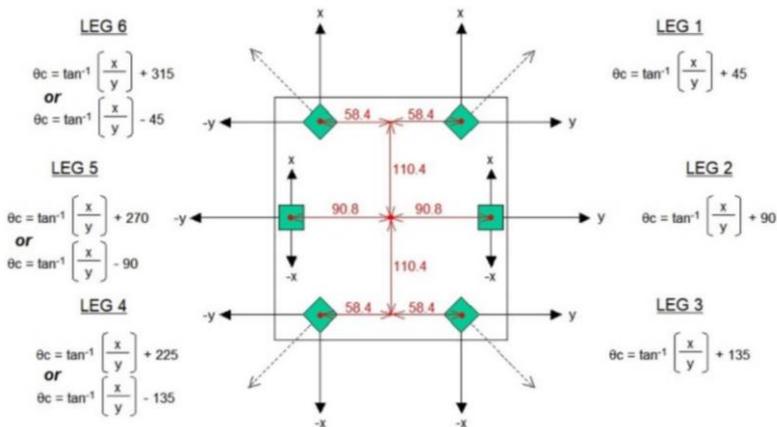


Рисунок 3. Схема

Центр первой из них расположен в центре платформы робота, плоскость совпадает с плоскостью платформы, ось OX направлена в точку прикрепления первой ноги, ось OY направлена вверх относительно поверхности перпендикулярно платформе (предполагаем, что робот не переворачивается).

Центр второй из них расположен в точке прикрепления ноги, плоскость также совпадает с плоскостью платформы, ось OZ направлена от центра платформы к точке прикрепления ноги.

Для генерации походки разобьем конечности на две группы: с четными и нечетными номерами. В то время как одна группа ног располагается в воздухе, что соответствует фазе переноса, другая группа ног находится на поверхности, то есть в фазе опоры. Такая походка соответствует насекомым (например, муравьям и мухам), поэтому называется инсектовидной. Каждая фаза длится одинаковое время.

Рассмотрим шаговый цикл ноги гексапода. Траектория конечности в локальной системе координат представляет собой замкнутую кривую. Данную кривую можно условно разделить на две части, которые соответствуют фазе переноса ноги и фазе опоры ноги. При переносе конечности из одной точки в другую выбор траектории может быть осуществлен произвольным образом, так как голень находится в свободном движении. В данной работе в качестве траектории переноса ноги используется полуэллипс. В фазе опоры нога движется по опорной поверхности вдоль прямой в направлении, обратном движению всего механизма.

Конечность состоит из 3-х частей (таз, бедро, голень), в каждой из которой установлен мотор, который приводит в действие ту или иную часть. Корпус выполнен в форме овала. По внешней стенке корпуса наклеена светодиодная лента для индикации действий робота (габариты). Все детали робота герметичны. Рис.4

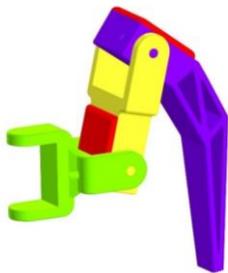


Рисунок 4. Детали робота

Проектирование робота происходило в системе трёхмерного моделирования Компас 3D. Рис.5

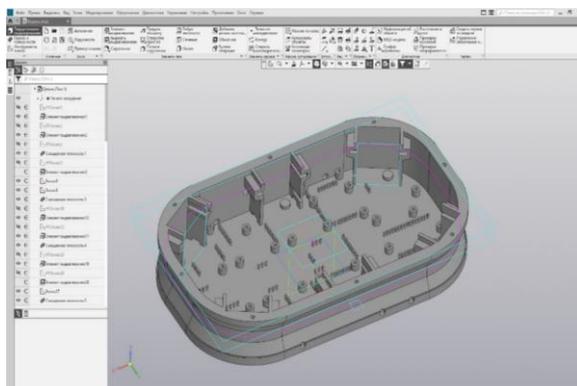


Рисунок 5. Проектирование

Для начала была разработана одна конечность, для испытания. Детали были напечатаны на FDM 3D принтере. Был использован PETG пластик для изготовления, так как он имеет более подходящие характеристики.

После успешного испытания изготовленной конечности, был разработан корпус робота, в котором находится электроника. Принципиальная электрическая схема представлена на Рис.6

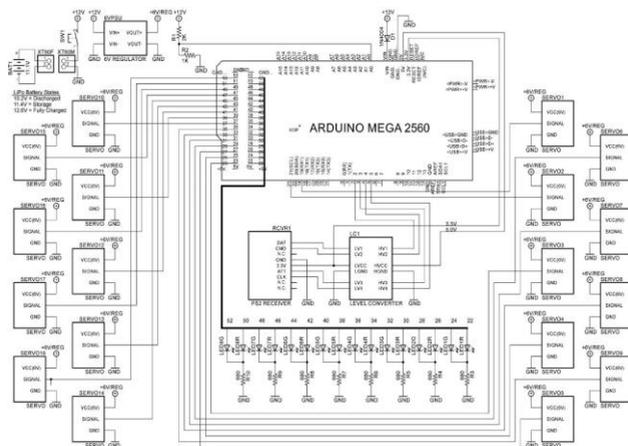


Рисунок 6. Принципиальная электрическая схема

Основное средство программной реализации – язык программирования C++ с использованием среды разработки Arduino IDE. Рис. 7 Алгоритм написан с использованием обратных кинематических (ИК) вычислений – то есть положения сервопривода вычисляются на основе желаемых координат x, y, z кончика каждой ноги. Знание нескольких констант – длин таза, бедра, голени и углов смещения между осями сервоприводов и структурой – позволяет рассчитать желаемые углы сервопривода для всех возможных координат x, y, z .

Каждая нога монтируется под разным углом, и смещения каждой ноги от центра тела различны, поэтому рассчитанный угол таза варьируется для каждой ноги. Для управления роботом использовался геймпад от игровой приставки.

```

Hexapod_111.ino
404
405 } if((ps2x.ButtonPressed(P5D_L2)) || (ps2x.ButtonPressed(P5D_R2)))
406 {
407   for (leg_num=0; leg_num<6; leg_num++) //clear offsets
408   {
409     offset_X[leg_num] = 0;
410     offset_Y[leg_num] = 0;
411     offset_Z[leg_num] = 0;
412
413     leg1_IK_control = true; //reset leg lift first pass flags
414     leg6_IK_control = true;
415     step_height_multiplier = 1.0; //reset step height multiplier
416   }
417 }
418
419
420 //*****
421 // Leg IK Routine
422 //*****
423 void leg_IK(int leg_number, float X, float Y, float Z)
424 {
425   //compute target femur-to-top (L3) length
426   L0 = sqrt(sq(X) + sq(Y)) - COXA_LENGTH;
427   L3 = sqrt(sq(L0) + sq(Z));
428
429   //process only if reach is within possible range (not too long or too short)
430   if((L3 < (TIBIA_LENGTH+FEMUR_LENGTH)) && (L3 > (TIBIA_LENGTH-FEMUR_LENGTH)))
431   {
432     //compute tibia angle
433     phi_tibia = acos((sq(FEMUR_LENGTH) + sq(TIBIA_LENGTH) - sq(L3))/(2*FEMUR_LENGTH*TIBIA_LENGTH));
434     theta_tibia = phi_tibia*RAD_TO_DEG - 23.0 + TIBIA_CAL[leg_number];
435     theta_tibia = constrain(theta_tibia,0.0,180.0);
436
437     //compute femur angle
438     gamma_femur = atan2(Z,L0);
439     phi_femur = acos((sq(FEMUR_LENGTH) + sq(L3) - sq(TIBIA_LENGTH))/(2*FEMUR_LENGTH*L3));
440     theta_femur = (phi_femur + gamma_femur)*RAD_TO_DEG + 34.0 + 90.0 + FEMUR_CAL[leg_number];
441     theta_femur = constrain(theta_femur,0.0,180.0);
442
443     //compute coxa angle
444     theta_coxa = atan2(X,Y)*RAD_TO_DEG + COXA_CAL[leg_number];
445
446     //output to the appropriate leg
447     switch(leg_number)
448     {
449       case 0:
450         if(leg1_IK_control == true) //flag for IK or manual control of leg
451         {
452           theta_coxa = theta_coxa + 45.0; //compensate for leg mounting

```

Рисунок 7. Программная реализация

При испытаниях, робот полностью выполнял все ожидаемые функции, а это – ходьба, работоспособность подсветки, передвижение по пересечённой местности, по гладкой поверхности.

Испытание проходили, как в здании, так и на улице, робот выполнил все поставленные задачи в полном объеме.

Но во второй модели был выявлен небольшой недостаток – это слишком высокое потребление энергии, свыше 15 Ампер.

На основании результатов проведенных исследований и разработки, можно сделать следующие выводы:

1) Робот может быть оснащён любой полезной нагрузкой, на модель можно будет установить разные дополнения: бокс для доставки еды и грузов, для изучения местности, для помощи в спасении людей в экстренных ситуациях, для помощи в производстве.

2) Также данный робот может быть выпущен как учебное пособие.

3) Гексаподы способны обеспечивать заданный уровень безопасности объекта или выполнять разведку на местности.

4) Встроенное ПО позволяет дополнять его функционал по усмотрению пользователя.

5) Роботизированной технике не составит труда провести осмотр прилегающей территории в результате этого установить карту ближайшей местности, исследовать подземелья или заброшенные шахты, добыть образцы грунта и многое другое.

Список литературы:

1. Гексапод робот. – URL: https://ru.frwiki.wiki/wiki/Robot_hexapode
2. Сколько лап у муравья и особенности их строения. URL: <https://beztarakanov.ru/nasekomye/muravi/skolko-lap-u-muravya-i-osobennosti-ix-stroeniya/?ysclid=leu6ok801m821226985>
3. Муравьи. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%8C%D0%B8%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0>
4. Азбука КОМПАС-3D. URL: https://kompas.ru/source/info_materials/2020/%D0%90%D0%B7%D0%B1%D1%83%D0%BA%D0%B0%20%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%9F%D0%90%D0%A1-3D.pdf?ysclid=lf0177161385261443
5. Уроки Ардуино (Arduino) Для Начинающих. URL: https://alexgyver.ru/arduino_lessons/?ysclid=lf0181koul831393142

1.7. ЭНЕРГЕТИКА

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЕТРОВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МАЛОМОЩНЫХ ВЭУ НА ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

Беляев Виталий Игоревич

*магистр, аспирант
Омского государственного
технического университета,
РФ, г. Омск*

Антон Анатольевич Бубенчиков

*канд. техн. наук, доцент кафедры электроснабжения
промышленных предприятий
Омского государственного технического университета,
РФ, г. Омск*

METHODS FOR ESTIMATING WIND RESOURCES FOR THE PLACEMENT OF LOW-POWER WIND TURBINES ON BUILDINGS AND STRUCTURES

Vitaly Belyaev

*Master's degree,
postgraduate student
of Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

Anton Bubenchikov

*Cand. of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Power Supply of Industrial
Enterprises of Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

Аннотация. В работе рассматриваются методы оценки ветровых ресурсов для оптимального размещения маломощных ветроэнергетических установок (ВЭУ) на зданиях и сооружениях. Анализ учитывает

скорость и направление ветра, турбулентность и влияние городской застройки. Предложены рекомендации для повышения эффективности ВЭУ и их интеграции в децентрализованные энергосистемы.

Abstract. This study examines methods for assessing wind resources to optimize the placement of low-power wind turbines (WTs) on buildings and structures. The analysis considers wind speed, direction, turbulence, and urban development factors. Recommendations are proposed to improve WT efficiency and integrate them into decentralized power systems.

Ключевые слова: ветроэнергетика, маломощные ВЭУ, ветровые ресурсы, децентрализованное энергоснабжение.

Keywords: wind energy, low-power wind turbines, wind resources, decentralized power supply.

Развитие возобновляемых источников энергии является одним из ключевых направлений современной энергетики, способствующих снижению зависимости от традиционных углеводородных ресурсов и минимизации экологического воздействия. В этом контексте малая ветроэнергетика представляет собой перспективное решение для децентрализованного электроснабжения, особенно в условиях урбанизированной среды и сельских районов с ограниченным доступом к централизованным сетям.

Актуальность проблемы обусловлена растущей потребностью в автономных и локальных системах энергоснабжения, которые могут повысить энергетическую независимость отдельных зданий и сооружений. Использование маломощных ветроэнергетических установок (ВЭУ) на крышах и фасадах зданий, а также на инженерных сооружениях, позволяет эффективно использовать локальные ветровые ресурсы, снижая нагрузку на центральные электросети. Однако успешная интеграция таких систем требует тщательной оценки ветровых условий, так как турбулентные потоки в городской среде и вокруг объектов инфраструктуры могут значительно влиять на их эффективность.

Роль маломощных ВЭУ в децентрализованной энергетике заключается в обеспечении резервного электроснабжения, снижении затрат на электроэнергию и интеграции с другими источниками, такими как солнечные панели, создавая гибридные энергосистемы. Согласно анализу текущего состояния ветроэнергетики, представленному в работе [1] и [2], малая ветроэнергетика активно развивается в мире, но в России и странах СНГ ее потенциал остается недостаточно реализованным. Основными барьерами являются сложность оценки локальных ветровых ресурсов, отсутствие методических подходов к размещению ВЭУ и регуляторные ограничения.

Целью данной работы является анализ существующих методов оценки ветровых ресурсов и разработка рекомендаций по их

применению для обоснования размещения маломощных ВЭУ на зданиях и сооружениях.

Основными параметрами, определяющими ветровые условия, являются скорость ветра, его направленность (роза ветров) и уровень турбулентности. Скорость ветра является решающим фактором, поскольку мощность, вырабатываемая ВЭУ, пропорциональна кубу скорости воздушного потока. Даже небольшие изменения скорости могут существенно повлиять на производительность установки. Роза ветров представляет собой распределение частоты направлений ветра в данной местности и необходима для выбора оптимальной ориентации турбины. Турбулентность, в свою очередь, характеризует степень неравномерности воздушных потоков и может негативно сказываться на стабильности работы ветроустановки, особенно в условиях городской застройки, где ветер испытывает сильные возмущения из-за наличия многочисленных препятствий [2].

Для точной оценки ветровых ресурсов используются долгосрочные метеорологические данные, которые собираются специализированными метеорологическими службами. Основные источники таких данных включают архивы метеостанций, данные спутникового мониторинга, а также численные метеорологические модели. Эти данные позволяют получить среднестатистические значения скорости и направленности ветра на разных высотах и в разные сезоны, что критически важно при выборе площадки для установки ВЭУ. Однако метеорологические архивы могут не учитывать локальные особенности конкретного здания или сооружения, на котором планируется размещение установки, из-за ограниченного пространственного разрешения измерений [3].

Эффективность размещения маломощных ветроэнергетических установок (ВЭУ) на зданиях и сооружениях во многом зависит от воздействия окружающей среды, методов инструментальной оценки ветровых ресурсов и оптимизации их расположения. Влияние факторов окружающей среды на ветровой потенциал проявляется через изменение скорости и направления ветра, обусловленное рельефом местности, плотностью застройки и микроклиматическими особенностями. Например, исследования показали, что скорость ветра значительно варьируется в зависимости от высоты над уровнем земли: на высоте 80–85 м можно наблюдать стабильный потенциал для размещения ВЭУ [4]. Кроме того, ветровые установки сталкиваются с сезонными колебаниями, изменениями атмосферного давления и урбанистическими препятствиями, которые могут снижать их эффективность.

Для точного прогнозирования ветровых ресурсов и определения перспективных зон для установки ВЭУ применяются различные инструментальные методы оценки. Среди них можно выделить инерционный метод, физический метод, статистический анализ, пространственную корреляцию, а также методы искусственного интеллекта и гибридные

подходы [5]. Например, использование авторегрессионных моделей позволяет учитывать нечеткие характеристики ветрового потока и строить достоверные прогнозы мощности, вырабатываемой ВЭУ. Это особенно актуально для маломощных установок, где точность расчетов напрямую влияет на их рентабельность.

Оптимизация размещения ВЭУ на зданиях требует учета не только скорости и частоты ветра, но и коэффициента использования энергии воздушных потоков. Исследования показали, что КПД лопастных ветряных турбин может достигать 48%, однако для достижения максимальной эффективности важно правильно выбрать диаметр рабочего колеса и расположение установки относительно потока воздуха. Учитывая плотность застройки в городских условиях, предпочтительным решением является установка ВЭУ на крышах высотных зданий, где воздействие турбулентности минимально, а потоки воздуха обладают достаточной энергией [4].

Проведенный анализ методов оценки ветровых ресурсов подтвердил необходимость комплексного подхода к выбору мест размещения маломощных ветроэнергетических установок (ВЭУ) на зданиях и сооружениях. Оптимизация их расположения требует учета не только среднегодовых характеристик скорости ветра, но и локальных факторов, таких как турбулентность, плотность застройки и микроклиматические особенности. Применение современных инструментальных методов и численного моделирования позволяет повысить точность прогнозов и обоснованность решений по размещению ВЭУ. Развитие малой ветроэнергетики, в сочетании с другими возобновляемыми источниками энергии, открывает перспективы для децентрализованного электроснабжения, повышения энергетической независимости и снижения экологической нагрузки.

Список литературы:

1. Жарков В.Я. Малая ветроэнергетика: проблемы и пути решения // Вестник аграрной науки Дона. 2013. №3.
2. Шелубаев М.В. Обоснование параметров ветроэлектрической станции на базе ветроэнергетических установок малой мощности для электроснабжения сельскохозяйственных потребителей: дис. ... канд. техн. наук / М.В. Шелубаев. – Челябинск, 2015. – 156 с.
3. Рыхлов А.Б. Климатологическая оценка ветроэнергетического потенциала на различных высотах (на примере Юго-Востока Европейской территории России): дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.30. Саратов, 2012. 135 с.
4. Миркомиллов О.О., Ёринов К.И., Гоипов Э.А. Развитие использования ветроэнергетических устройств малой мощности при создании возобновляемых энергетических ресурсов в узбекистане // Universum: технические науки. 2023. №1-4.
5. Манусов В.З., Хасанзода Н., Оценка мощности ветроэнергетических установок на основе нечеткой модели ветрового потока и его вероятностных характеристик // Доклады АН ВШ РФ. 2019. №1.

РАЗДЕЛ 2.

ФИЗИКА

2.1. РАДИОФИЗИКА

ОСОБЕННОСТИ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ: ПРИРОДА, СВОЙСТВА, ИСТОЧНИКИ И ВОЗМОЖНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Григорьев Никита Анатольевич

курсант,

Военная академия воздушно-космической обороны

имени маршала советского союза Г.К. Жукова,

РФ, г. Тверь

FEATURES OF INFRARED RADIATION: NATURE, PROPERTIES, SOURCES AND POSSIBLE APPLICATIONS

Nikita Grigorov

Cadet,

Military Academy of Aerospace Defense

named after Marshal of the Soviet Union G.K. Zhukov,

Russia, Tver

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности инфракрасного излучения, его свойства, природа, источники и возможные области применения. На сегодняшний день многие недооцениваю преимущества ИК-излучения, не понимая, что данный вид излучения способен без помех передавать информацию в пределах видимости с невероятной скоростью. Например, в космосе ИК-диапазон используют для обеспечения связи между космическими аппаратами на огромных расстояниях. Целью данной статьи является донести до читателей то, что в различных сферах применение данного вида излучения просто незамечимо и необходимо.

Abstract. This article discusses the features of infrared radiation, its properties, nature, sources, and possible applications. Today, many people underestimate the advantages of IR radiation, not realizing that this type of radiation is able to transmit information within sight at an incredible speed and without interference. For example, in space, the infrared range is used to provide communication between spacecraft over vast distances. The purpose of this article is to convey to readers that in various fields the use of this type of radiation is simply irreplaceable and necessary.

Ключевые слова: Инфракрасный (ИК), ИК-диапазон, ИК-излучение, особенности применения.

Keywords: Infrared (IR), IR-range, IR-radiation, application features.

Инфракрасное (ИК) излучение – это вид электромагнитного излучения, которое занимает спектральную область между видимым светом и микроволновым излучением. Оно было открыто в 1800 году британским астрономом Уильямом Гершелем, который обнаружил, что за красной границей видимого спектра существует излучение, вызывающее нагрев. С тех пор инфракрасное излучение нашло широкое применение в науке, технике, медицине и повседневной жизни. В данной статье рассмотрим основные особенности ИК-излучения, его свойства, источники, методы регистрации и применения.

Инфракрасное излучение является формой электромагнитной волны, длина которой находится в диапазоне от 0,74 мкм до 1–2 мм. Оно делится на три основные области:

- 1) Ближний ИК-диапазон (0,74–2,5 мкм);
- 2) Средний ИК-диапазон (2,5–50 мкм);
- 3) Дальний ИК-диапазон (50–2000 мкм).

Основной особенностью ИК-излучения является его тепловая природа. Любое тело, температура которого выше абсолютного нуля ($-273,15$ °C), испускает инфракрасное излучение. Интенсивность и спектр излучения зависят от температуры объекта. Например, человеческое тело излучает в диапазоне 9–10 мкм, что соответствует дальнему ИК-диапазону. Данное излучение обладает способностью проникать через некоторые материалы, такие как дым, туман и пыль, что делает его полезным для наблюдения в условиях плохой видимости. Однако оно поглощается стеклом и водой, что ограничивает его применение в некоторых средах. Источники ИК-излучения можно разделить на естественные и искусственные. К естественным источникам относятся:

- 1) Солнце, которое излучает значительную часть энергии в ИК-диапазоне;

2) Планеты, звёзды и другие космические объекты;

3) Живые организмы, включая человека, которые испускают тепло в виде ИК-излучения.

Искусственные источники ИК-излучения широко используются в технике и быту. К ним относятся:

1) Лампы накаливания, которые излучают значительную часть энергии в ИК-диапазоне;

2) Лазеры, работающие в инфракрасном спектре;

3) Нагревательные элементы, такие как электрические обогреватели и печи;

4) Светодиоды, излучающие в ближнем ИК-диапазоне.

Для обнаружения и измерения ИК-излучения используются специальные приборы – детекторы. Они делятся на два основных типа:

Тепловые детекторы, которые реагируют на изменение температуры при поглощении ИК-излучения. Примеры таких детекторов – болометры и термомпары.

Фотонные детекторы, которые преобразуют фотоны ИК-излучения в электрический сигнал. К ним относятся фотодиоды и фоторезисторы.

Современные технологии позволяют создавать высокочувствительные ИК-камеры, которые могут визуализировать тепловое излучение объектов. Такие камеры используются в системах ночного видения, тепловизионной диагностике и астрономии. Инфракрасное излучение нашло широкое применение в различных областях:

Медицина: ИК-излучение используется для физиотерапии, прогревания тканей и улучшения кровообращения. Тепловизоры применяются для диагностики заболеваний, таких как воспаления и опухоли.

Промышленность: В производственных процессах ИК-излучение используется для сушки, нагрева и пайки материалов. Тепловизионные камеры помогают контролировать температуру оборудования и выявлять перегрев.

Астрономия: ИК-телескопы позволяют изучать объекты, которые не видны в оптическом диапазоне, такие как холодные звёзды, пылевые облака и далёкие галактики.

Военная техника: Системы ночного видения и тепловизоры используются для наблюдения в условиях плохой видимости и обнаружения целей.

Бытовая техника: ИК-излучение применяется в пультах дистанционного управления, обогревателях и системах безопасности.

Инфракрасное излучение оказывает как положительное, так и отрицательное воздействие на живые организмы. С одной стороны, оно

способствует улучшению кровообращения, снятию мышечного напряжения и ускорению заживления ран. С другой стороны, длительное воздействие интенсивного ИК-излучения может привести к ожогам кожи и повреждению глаз. Особое внимание уделяется безопасности при работе с ИК-лазерами, которые могут вызвать серьёзные повреждения тканей. Поэтому при использовании ИК-излучения в медицине и промышленности важно соблюдать меры предосторожности. Стоит отметить, что ИК-излучение нашло своё применение ИК-связи, данная связь, в свою очередь, является технологией беспроводной передачи данных, принцип которой основан на модулирование ИК-сигнала. Примерами обеспечения такой связи являются пульты дистанционного управления для различных видов техники.

Инфракрасное излучение – это уникальное явление, которое играет важную роль в природе и технологиях. Его способность передавать тепло, проникать через непрозрачные среды и взаимодействовать с материалами делает его незаменимым инструментом в науке и технике. Понимание особенностей ИК-излучения позволяет разрабатывать новые технологии и улучшать качество жизни. В будущем можно ожидать дальнейшего расширения областей применения инфракрасного излучения, особенно в медицине, энергетике и космических исследованиях.

Список литературы:

1. Гоголева, Е.М. Прикладная оптика : учебное пособие / Е.М. Гоголева, Е.П. Фарафоновта. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 184 с.
2. Борейшо А.С., Ивакин С.В. Б 82 Лазеры: устройство и действие: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 304 с.: ил. (+вклейка, 8 с.). – (Учебники для вузов. Специальная литература).
3. Современные информационные каналы и системы связи : учебник / В.А. Майстренко, А.А. Соловьев, М.Ю. Пляскин, А.И. Тихонов . – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2017 . – 454 с.
4. Санников, В.Г. Цифровая передача непрерывных сообщений на основе дифференциальной импульсно-кодовой модуляции : учеб. пособие для вузов / В.Г. Санников . – Москва : Горячая линия – Телеком, 2016 . – 98 с.
5. Сардак, Л.В. Компьютерная математика : учеб. пособие для вузов / ред. Б.Е. Стариченко; Л.В. Сардак . – Москва : Горячая линия – Телеком, 2016 . – 265 с.

ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ РЭС

Жуков Андрей Денисович

курсант,
Военная академия воздушно-космической обороны,
РФ, г. Тверь

Ганин Иван Александрович

курсант,
Военная академия воздушно-космической обороны,
РФ, г. Тверь

Григоров Никита Анатольевич

курсант,
Военная академия воздушно-космической обороны,
РФ, г. Тверь

Никольский Никита Романович

курсант, Военная академия воздушно-космической обороны,
РФ, г. Тверь

IMPROVING THE NOISE-IMMUNITY OF ELECTRONIC SYSTEMS

Andrei Zhukov

Cadet,
Military Academy of Aerospace Defense,
Russia, Tver

Ivan Ganin

Cadet,
Military Academy of Aerospace Defense,
Russia, Tver

Nikita Grigorov

Cadet,
Military Academy of Aerospace Defense,
Russia, Tver

Nikita Nikol'skiy

*Cadet,
Military Academy of Aerospace Defense,
Russia, Tver*

Аннотация. В статье рассматривается разработка и внедрение методов повышения помехоустойчивости, которые обусловлены растущими требованиями к качеству передачи данных и точности работы радиосистем. В эпоху цифровизации и интернета вещей (IoT) даже незначительные искажения сигнала могут привести к сбоям в работе сложных сетей, что чревато серьезными последствиями. Повышение помехоустойчивости РЭС – это не только техническая, но и социально-экономическая задача.

Abstract. The article discusses the development and implementation of methods to improve noise immunity due to the growing demands on the quality of data transmission and the accuracy of radio systems. In the era of digitalization and the Internet of Things (IoT), even minor signal distortions can lead to disruptions in complex networks, with serious consequences. Increasing the noise immunity of Radio-electronic systems is not only a technical, but also a socio-economic task.

Ключевые слова: радиолокационная станция, помехозащищенность, радиоэлектроника, искусственный интеллект.

Keywords: radar station, noise immunity, radio electronics, artificial intelligence.

Методы повышения помехоустойчивости радиотехнических систем (РЭС) являются одной из ключевых задач современной радиоэлектроники. В условиях стремительного развития технологий и увеличения количества устройств, работающих в радиочастотном спектре, проблема электромагнитных помех становится все более острой. Помехи могут возникать как от естественных источников, таких как атмосферные явления или космическое излучение, так и от искусственных – например, от других радиосистем, промышленного оборудования или даже бытовых приборов. Это создает серьезные вызовы для обеспечения надежной работы РЭС, особенно в критически важных областях, таких как авиация, космонавтика, военная техника и системы связи.

Современные методы повышения помехоустойчивости включают как аппаратные, так и программные решения. К аппаратным относятся, например, использование сложных антенных систем с адаптивными характеристиками, внедрение фильтров и экранов для подавления помех,

а также применение современных материалов с улучшенными электромагнитными свойствами. Программные методы, в свою очередь, основаны на алгоритмах цифровой обработки сигналов, которые позволяют выделять полезный сигнал на фоне шумов и искажений. Особое внимание уделяется методам машинного обучения и искусственного интеллекта, которые способны адаптироваться к изменяющимся условиям и динамически улучшать параметры системы [1, с. 45].

В условиях глобальной конкуренции и технологической гонки разработка эффективных методов повышения помехоустойчивости РЭС становится стратегически важной задачей для многих стран. Это не только вопрос технологического превосходства, но и обеспечения национальной безопасности, поскольку современные военные и разведывательные системы в значительной степени зависят от радиотехнических комплексов. Таким образом, исследования в этой области имеют не только научное, но и практическое значение, способствуя развитию новых технологий и укреплению позиций на международном рынке.

Важную роль в повышении помехоустойчивости играют методы цифровой обработки сигналов (ЦОС). Современные РЭС оснащаются мощными процессорами, которые позволяют реализовать сложные алгоритмы, такие как адаптивная фильтрация или спектральный анализ. Например, в спутниковой связи для борьбы с многолучевым распространением сигналов, вызванным отражениями от поверхности Земли, используются алгоритмы, которые анализируют задержки и фазы сигналов, чтобы выделить полезный компонент. Это позволяет поддерживать стабильную связь даже в сложных условиях, таких как горная местность или городская застройка.

Не менее важным является экранирование и заземление элементов РЭС. Это особенно актуально для устройств, работающих в условиях сильных электромагнитных помех, таких как промышленные предприятия или медицинские учреждения. Например, в медицинских томографах, где чувствительное оборудование должно работать в непосредственной близости от мощных источников излучения, используются специальные экраны и фильтры, которые предотвращают проникновение помех в электронные цепи. Это позволяет получать высококачественные изображения без искажений, что критически важно для точной диагностики.

Наконец, в последние годы все большее внимание уделяется использованию искусственного интеллекта (ИИ) для повышения помехоустойчивости РЭС. ИИ-алгоритмы способны анализировать большие объемы данных в реальном времени, выявлять закономерности в помехах и адаптировать параметры системы для их подавления. Например,

в беспилотных автомобилях ИИ используется для фильтрации помех, возникающих от других транспортных средств или городской инфраструктуры, что позволяет обеспечить надежную работу систем навигации и связи.

Методы повышения помехоустойчивости радиотехнических систем (РЭС) представляют собой комплексный подход, направленный на минимизацию влияния внешних и внутренних помех на работу устройств. Одним из наиболее распространенных методов является использование частотной избирательности. Например, в системах сотовой связи применяются узкополосные фильтры, которые пропускают только сигналы, соответствующие определенным частотам, а остальные подавляют. Это позволяет значительно снизить влияние помех от других устройств, работающих в том же радиочастотном спектре, таких как Wi-Fi-роутеры или Bluetooth-гаджеты.

Другим эффективным методом является пространственная фильтрация, которая реализуется с помощью адаптивных антенных систем. Такие системы, например, фазированные антенные решетки (ФАР), способны динамически изменять диаграмму направленности, усиливая сигналы, приходящие с определенного направления, и подавляя помехи с других направлений. Это особенно актуально в военных РЛС, где необходимо выделять слабые сигналы от целей на фоне мощных помех, создаваемых противником.

Важную роль в повышении помехоустойчивости играют методы цифровой обработки сигналов (ЦОС). Современные РЭС оснащаются мощными процессорами, которые позволяют реализовать сложные алгоритмы, такие как адаптивная фильтрация или спектральный анализ. Например, в спутниковой связи для борьбы с многолучевым распространением сигналов, вызванным отражениями от поверхности Земли, используются алгоритмы, которые анализируют задержки и фазы сигналов, чтобы выделить полезный компонент. Это позволяет поддерживать стабильную связь даже в сложных условиях, таких как горная местность или городская застройка [2, 12]. Еще одним перспективным направлением является применение методов кодирования и модуляции, которые повышают устойчивость сигналов к помехам. Например, в системах цифрового телевидения (DVB-T2) используется кодирование с коррекцией ошибок (FEC), которое позволяет восстанавливать искаженные данные даже при значительном уровне шумов. Не менее важным является экранирование и заземление элементов РЭС. Это особенно актуально для устройств, работающих в условиях сильных электромагнитных помех, таких как промышленные предприятия или медицинские учреждения. Наконец, в последние годы все большее

внимание уделяется использованию искусственного интеллекта (ИИ) для повышения помехоустойчивости РЭС. ИИ-алгоритмы способны анализировать большие объемы данных в реальном времени, выявлять закономерности в помехах и адаптировать параметры системы для их подавления [3, 10]

Таким образом, методы повышения помехоустойчивости РЭС продолжают развиваться, интегрируя передовые технологии и обеспечивая высокую надежность устройств в самых сложных условиях.

Список литературы:

1. Иванов А.А., Петров В.В., Сидоров С.С. Методы повышения помехозащищенности радиотехнических систем в условиях сложной электромагнитной обстановки // Радиотехника и связь. – 2020. – № 5. – С. 45-52.
2. Кузнецов Д.И., Михайлов А.В. Применение искусственного интеллекта для повышения помехозащищенности радиотехнических систем // Информационные технологии в радиотехнике. – 2021. – № 3. – С. 12-20.
3. Сидоров, А.И. Квантовые технологии: состояние, перспективы и вызовы / А.И. Сидоров, Е.В. Петрова, М.Г. Кузнецов // Российский журнал квантовых технологий. – 2023. – Т. 10, № 2. – С. 10-35.

ДАЛЬНОСТЬ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЛЯ ИДЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН

Зайцев Ефим Николаевич

курсант

Военная академия воздушно-космической
обороны имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова,
РФ, г. Тверь

Югов Роман Андреевич

курсант

Военная академия воздушно-космической
обороны имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова,
РФ, г. Тверь

Гусейнов Дионис Сергеевич

младший сержант,

Военная академия воздушно-космической
обороны имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова,
РФ, г. Тверь

Никольский Никита Романович

курсант

Военная академия воздушно-космической
обороны имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова,
РФ, г. Тверь

FACTORS INFLUENCING THE PROPAGATION OF RADIO WAVES IN SPACE

Yefim Zaitsev

Cadet

Military Academy of Aerospace
Defense named after Marshal
of the Soviet Union G.K. Zhukov,
Russia, Tver

Roman Yugov*Cadet**Military Academy of Aerospace
Defense named after Marshal
of the Soviet Union G.K. Zhukov,
Russia, Tver***Dionis Huseynov***Lance sergeant**Military Academy of Aerospace
Defense named after Marshal
of the Soviet Union G.K. Zhukov,
Russia, Tver***Nikita Nikolski***Cadet**Military Academy of Aerospace
Defense named after Marshal of the Soviet
Union G.K. Zhukov,
Russia, Tver*

Аннотация. В условиях проведения специальной военной операции, применение противником различных средств воздушного нападения (СВН) является не только частым, но и осуществляющимся на постоянной основе: днем и ночью, в любое время года, в дождь и туман. При этом спектр применяемого вооружения является невероятно широким и смертельно опасным. Именно поэтому, вместе с постоянным развитием и совершенствованием “Игрушек дьявола”, разрабатываются и распространяются средства для борьбы с таковыми. Основным типом вооружения для противовоздушной обороны являются зенитно-ракетные комплексы (ЗРК), включающие в себя множество элементов, организуемых в единую систему: зенитные управляемые ракеты (ЗУР), пусковая установка, средства заряжания и многие другие- однако такие установки не работают вслепую: требуются средства обнаружения воздушных целей, способных засечь их движения на как можно большем удалении от ЗРК. Для решения этих задач применяются РЛС, обнаруживающие цели за счет излучения и приема радиоволн.

Abstract. In the context of a special military operation, the enemy's use of various means of air attack is not only frequent, but also occurs on an ongoing basis: day and night, at any time of the year, in rain and fog. At the same time, the range of weapons used is incredibly wide and deadly. That is

why, along with the constant development and improvement of the “Devil's Toys”, tools are being developed and distributed to combat them. The main type of weapons for air defense are anti-aircraft missile systems, which include many elements that form a single system: anti-aircraft guided missiles, a launcher, loading devices, and many others. However, such installations do not work blindly: they require means of detecting aerial targets capable of detecting their movements as far away from anti-aircraft targets as possible. missile systems. To solve these problems, radar stations are used that detect targets by emitting and receiving radio waves.

Ключевые слова: обнаружение; рлс; сигнал; эмв; антенна, дальность.

Keywords: detection; radar; signal; emv; aerial; range.

Весь процесс радиолокационного наблюдения за воздушным пространством заключается в обнаружении цели (определения ее координат), расчета параметров ее движения: скорости, направления, высоты полета. Засекая местоположение цели, РЛС излучает детерминированный сигнал (с заранее известными параметрами волны: амплитудой, частотой, фазой), фильтрацией из всех внешних помех и флюктуациях шумов приемника. Закономерно, что с учетом этих “погрешностей” цель определяется не достоверно, а с некоторой вероятностью. При этом, зона, в которой возможно обнаружение называется **зоной обнаружения** (ЗО) – условно ограниченной областью пространства, в котором выявление происходит с заданной вероятностью.

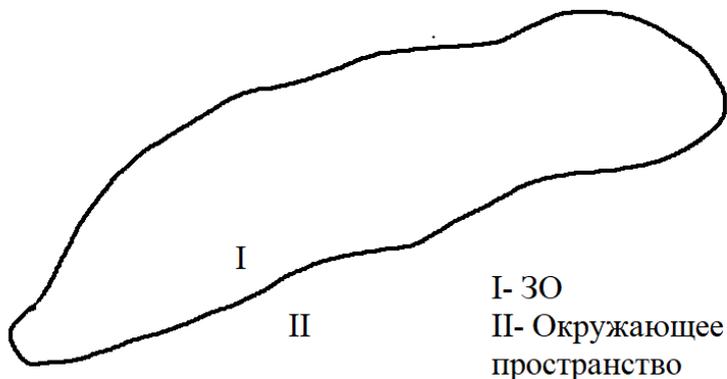


Рисунок 1. Схематичное изображение зоны обнаружения

Существуют области пространства, которые определяют возможности использования РЛС: минимальная и максимальная зоны обнаружения РЛС. Минимальной зоной называют радиус мертвой зоны, в котором обнаружение происходит на наименьшем расстоянии от РЛС, на котором может быть обнаружена цель и измерены ее координаты. Максимальная зона – наибольшее расстояние между РЛС и целью, при котором соблюдаются заданные вероятности точного обнаружения

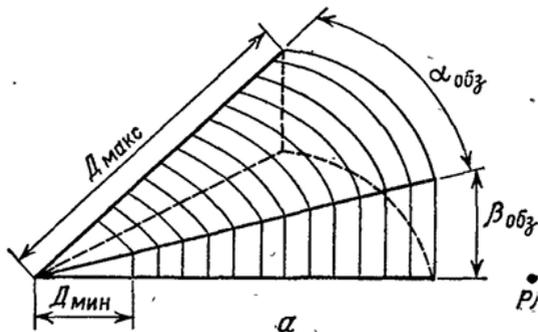


Рисунок 2. Соблюдение заданных вероятностей точного обнаружения

Задачей радиолокационного наблюдения является обнаружение целей и измерение параметров их положения и движения. Обнаружение представляет собой операцию, связанную с отражением от цели сигналов.

Дальность до цели определяется не только наличием искусственных или естественных помех, но и рядом факторов, характеризующих процесс излучения и принятия энергии антеннами: коэффициента усиления антенны, мощности, передаваемой от генератора к антенне, эффективной площади рассеивания и др.

$$R_{\text{св макс}} = \sqrt[4]{\frac{P_{\Sigma}}{P_{\text{пр мин}}} \frac{D_{\text{прд}} D_{\text{пр}} \lambda^2 \sigma_{\text{ц}}}{(4\pi)^3}},$$

где P_{Σ} – мощность излучаемых колебаний;

$P_{\text{пр мин}}$ – чувствительность приемника;

$D_{\text{прд}}$ – коэффициент направленного действия передающей антенны;

$D_{\text{пр}}$ – коэффициент направленного действия принимающей антенны;

$\sigma_{\text{ц}}$ – эффективная площадь рассеяния цели.

Так, данное уравнение применимо как в случае со станциями с разделенными составляющими, так и для станций с общими антеннами для передачи и приема, а соответствующие параметры позволяют нам рассчитать дальность обнаружения цели в идеализированных условиях (атмосфера однородная и отсутствуют затухания волн). Рассмотрим процесс обнаружения цели подробнее.

Передающая антенна, получая от генератора определенную **мощность**, излучает в окружающее пространство электромагнитные волны (зондирующие), которые, достигая объекта, отражаются от него и эта волна (отраженная), отражаясь от земной поверхности и ионосферы (учитывая допустимые углы излучения волн), возвращается обратно на принимающую антенну, сигнал от которой поступает на приемник, где он и обрабатывается.

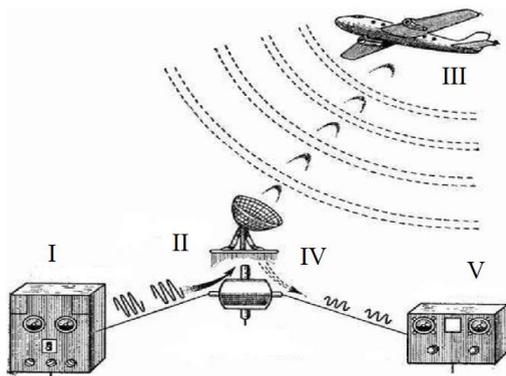


Рисунок 3. Процесс обнаружения цели

Чувствительность приемника – это способность принимать очень слабые сигналы от цели на фоне помех, то есть определяется соотношением между мощностью принимаемого сигнала и мощностью помехи. Если внешние помехи отсутствуют, то чувствительность станции определяется отношением:

$$\frac{\text{сигнал}}{\text{шум}} = \frac{P_{\text{пр}}}{P_{\text{ш}}}$$

Коэффициент направленного действия (КНД) – это коэффициент, который показывает, во сколько раз необходимо уменьшить мощность излучения, если ненаправленную антенну заменить на направленную, при тех же показателях напряженности поля в основном направлении. Этот коэффициент равен отношению квадрата напряженности поля, создаваемой направленной антенной, к квадрату напряженности поля, создаваемой ненаправленной антенной при одинаковой подводимой мощности.

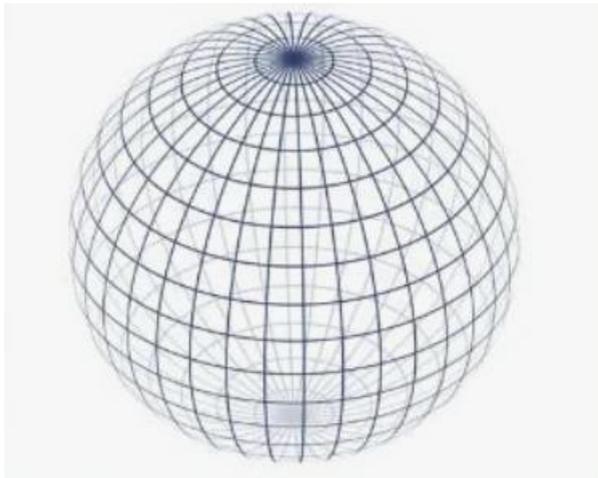


Рисунок 4. Пространственная диаграмма направленности антенны

КНД абсолютно ненаправленной равно единице. Физически пространственная диаграмма направленности такой антенны выглядит как идеальная сфера.

Отражающие свойства цели характеризуются **эффективной площадью рассеяния** – фиктивной плоской поверхностью, расположенной нормально к направлению падающей волны. Она создает в месте расположения антенны станции такую же плотность потока мощности, что и реальная цель. На эту величину влияет множество факторов, среди которых:

- а) геометрические формы и размеры цели;
- б) рабочая частота локатора;
- в) электрические свойства материала, из которого выполнена цель.

Таким образом, дальность обнаружения в идеальных условиях зависит от рассмотренных в статье параметров. Однако при расчете дальности обнаружения необходимо учитывать многие факторы: метеорологические условия, состояние слоев атмосферы, неровности поверхности Земли

Список литературы:

1. Изображения антенн РЛО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: warball.ru (дата обращения: 16.01.2025).
2. Теоретические основы радиолокации: учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов] / под ред. В.Е. Дулевича. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Сов. радио, 1978. – 607 с.

ВИДЫ ПОМЕХ В РАДИОЛОКАЦИИ

Марков Константин Иванович

курсант,
Военная академия воздушно-космической
обороны имени Маршала
Советского Союза Г.К. Жукова,
РФ, г. Тверь

Проворов Владислав Николаевич

Курсант
Военная академия воздушно-космической
обороны имени Маршала
Советского Союза Г.К. Жукова,
РФ, г. Тверь

Григоров Никита Анатольевич

Курсант
Военная академия воздушно-космической
обороны имени Маршала
Советского Союза Г.К. Жукова,
РФ, г. Тверь

TYPES OF INTERFERENCE IN RADAR

Konstantin Markov

Cade
Military Academy of Aerospace Defense
named after Marshal of the Soviet
Union G.K. Zhukov,
Russia, Tver

Vladislav Provorov

Cadet
Military Academy of Aerospace Defense
named after Marshal of the Soviet
Union G.K. Zhukov,
Russia, Tver

Nikita Grigorov

Cadet

Military Academy of Aerospace Defense

named after Marshal of the Soviet

Union G.K. Zhukov,

Russia, Tver

Аннотация. В современных вооруженных конфликтах сейчас повсеместно применяются средства радиолокации для обнаружения вражеской техники. Но противник знает об этом и может применять средства для создания помех при обнаружении. В данной статье даются основы о видах помех и их подробным анализом для дальнейшего познания данной темы.

Abstract. In modern armed conflicts, radar equipment is now widely used to detect enemy equipment. But the enemy knows about this and can use means to interfere with detection. This article provides the basics about the types of interference and their detailed analysis for further understanding of this topic.

Ключевые слова: помеха; излучение ;частота ;сигнал; рлс; диапазон; шумовые; активные.

Keywords: interference; radiation ;frequency ;signal; radar; range; noise; active.

Помехи при работе радиолокационных станций можно разделить на две большие группы: умышленные (организованные) и естественные. К естественным помехам относятся сигналы различных мешающих отражений: гидрометеоров, земной и водной поверхности, различных предметов и сигналы, образующиеся за счет грозовых разрядов, космических радиоизлучений, излучение радиоволн земной поверхностью и т. п. . Умышленные помехи создаются противником с помощью специальных технических средств. Кроме этих двух основных групп помех на радиолокационные станции могут воздействовать мешающие сигналы, поступающие от соседней радиотехнической аппаратуры, работающей в том же диапазоне волн.

В зависимости от способа образования помехи разделяются на пассивные и активные. Естественными пассивными помехами являются сигналы, отраженные от облаков, дождя, леса, кустов и других местных предметов. Пассивные помехи могут маскировать полезный сигнал либо создавать отметки ложных целей.

Умышленные пассивные помехи создаются с помощью искусственных отражателей, сравнительно интенсивно переизлучающих энергию падающих радиоволн. Для создания организованных пассивных помех используются дипольные полуволновые отражатели, изготовленные из лент фольги или металлизированного стекловолокна, уголкового и биконические отражатели, линзы Лüneберга и т. п.

Дипольные отражатели используются, главным образом, для маскировки воздушных целей. Степень маскировки полезного сигнала зависит от эффективной площади рассеяния каждого отражателя, количества отражателей в единице объема и величины отражающего объема. Различные типы уголкового отражателей используются для создания ложных наземных, надводных и воздушных целей и для изменения очертаний наземных предметов, например береговой линии, конфигураций городов и т. д.

Активные помехи создаются источниками электромагнитной энергии. Активными естественными помехами являются грозовые разряды, шумы атмосферы, космическое радиоизлучение и тепловое излучение радиоволн земной поверхностью.

Естественные активные помехи

Существует два основных вида источников естественных активных помех: распределенные и дискретные. К распределенным источникам помех относятся галактические шумы (шумы Янского), излучение атомарного водорода и шумы атмосферы. Дискретными источниками помех являются Солнце, Луна и радиозвезды.

Интенсивность внешних естественных шумов принято оценивать яркостью **V** или яркостной температурой **T**. Под яркостью понимают плотность потока энергии шумов, которая принимается на поверхности Земли антенной, имеющей ширину луча в 1 стгр (предполагается, что **V** остается постоянной в пределах ширины диаграммы направленности).

Яркостная температура **T** является температурой абсолютно черной поверхности, имеющей такую же яркость, как рассматриваемая область неба. Величина **T** измеряется в градусах Кельвина. Яркость и яркостная температура связаны между собой соотношением Релея-Джинса

$$V = \frac{2kT}{\lambda^2}$$

где k – постоянная Больцмана, равная $1,38 \cdot 10^{-23}$;

λ – длина волны.

Распределенные космические шумы наблюдаются при приеме сигналов со всех направлений, но наиболее интенсивны они в плоскости Галактики, особенно в направлении на ее центр, находящийся в районе созвездия Стрельца. Вблизи галактического центра мощность космических шумов возрастает в 10-20 раз по сравнению со средним уровнем излучения остальной части Галактики.

Эффективная температура космического радиоизлучения уменьшается с увеличением частоты по закону $\frac{\alpha}{f^n}$, где n для большей части радиочастотного диапазона лежит в пределах от 2 до 2,7. На частотах свыше 2000 МГц уровень галактических шумов становится небольшим и преобладающим источником внешних естественных помех является собственное тепловое излучение атмосферы.

Земная атмосфера содержит кислород и пары воды, которые поглощают и излучают радиоволны, количество кислорода в атмосфере относительно постоянно во времени и он определяет постоянный шумовой фон. Количество водяных паров и величина вызываемых ими шумов изменяются в зависимости от местоположения и времени года.

Графики, характеризующие зависимость среднего уровня космических атмосферных шумов от частоты, приведены на рис. 1, а. Влияние относительной влажности на интенсивность атмосферного излучения характеризуется графиками, изображенными на рис. 1, б.

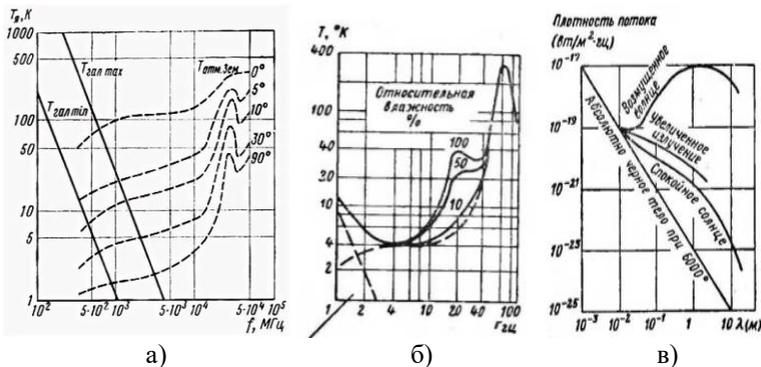


Рисунок 1. Графики, характеризующие зависимость среднего уровня космических атмосферных шумов от частоты

Указанные графики позволяют определить диапазон частот с наименьшим уровнем естественных активных помех. Нижняя граница этого диапазона примерно равна $(2 \div 3) \cdot 10^3$ МГц, а верхняя доходит до

$(10 \div 15) \cdot 10^3$ МГц. Средняя температура шумов в этом диапазоне не превышает $10 \div 20$ °К (для углов возвышения антенного луча более $25 \div 300$).

К распределенным источникам шумов относится также монохроматическое излучение межзвездного водорода ($\lambda=21$ см). Интенсивность этого излучения значительно превосходит мощность шумов Галактики, однако излучение водорода происходит только на одной частоте, поэтому как источник помех для РЛС, работающих на других волнах, оно не имеет значения.

Кроме распределенных источников космических шумов имеется большое количество источников радиоизлучения со сравнительно небольшими угловыми размерами, Подобные источники называют радиозвездами. Самые мощные радиозвезды расположены в плоскости Галактики. Как правило, плотность потока энергии излучения радиозвезд уменьшается с увеличением частоты.

Наиболее интенсивными радиозвездами являются Кассиопея-А, Лебедь-А и Телец-А. Плотность потока излучения самой яркой радиозвезды Кассиопея-А составляет 10^{-23} на частоте 1 ГГц и около $6 \cdot 10^{-23}$ на частоте 10 ГГц. Шумовое излучение радиозвезд невелико и им можно пренебречь по сравнению с распределенными галактическими шумами даже в случае достаточно узких диаграмм направленности антенны. Так, например, на частоте 100 МГц плотность потока от Кассиопея-А составляет $2 \cdot 10^{-22}$, а яркость Галактики в направлении радиозвезды равна $5 \cdot 10^{-21}$. Антенна с эффективной площадью $A = 100$ м² будет принимать от Кассиопея-А мощность $2 \cdot 10^{-20}$. Луч антенны при этом составит пространственный угол около 0,1 стгр и антенна будет воспринимать излучение галактического фона $5 \cdot 10^{-20}$.

Среди дискретных источников космического шума практическое влияние на работу радиолокационных станций СВЧ диапазона могут оказывать только Солнце и в меньшей степени Луна. Радиочастотный спектр солнечного излучения имеет сложный характер и в сильной степени зависит от состояния Солнца, В миллиметровом диапазоне волн излучение Солнца соответствует излучению абсолютно черного тела при температуре 6000° К. На более длинных волнах интенсивность излучения спокойного Солнца значительно больше. В диапазоне 2-60 см интенсивность радиоизлучения в достаточно сильной степени зависит от величины и количества солнечных пятен. Периодичность появления пятен приводит к периодическому увеличению радиоизлучения Солнца.

В метровом диапазоне воли средний уровень излучения остается приблизительно постоянным в течение значительного времени, однако

существуют сильные возмущения «шумовые бури», состоящие из серий вспышек, продолжающихся в течение нескольких часов или дней, причем излучение при вспышках обладает резко выраженной круговой поляризацией.

Солнечные факелы вызывают кратковременное резкое повышение энергии излучения как в сантиметровом, так и в метровом диапазонах волн. Длительность таких возмущений составляет несколько минут, а интенсивность радиоизлучения в эти моменты времени может увеличиваться на несколько порядков.

Характеристика интенсивности радиоизлучения Солнца изображена на рис. 1, в. Для сравнения показан уровень излучения абсолютно черного тела при $t = 6000^\circ \text{K}$. Кривая возмущенного Солнца характеризует наиболее вероятный уровень излучения при возмущении. Максимальные вспышки могут давать значительно больший поток электромагнитной энергии. Так, например, зарегистрированы вспышки с плотностью потока, равной 10^{-15} .

Радиоизлучение Луны имеет значительно меньшую интенсивность и проявляется только в диапазоне СВЧ, где плотность потока примерно составляет 10^{-21} .

С Солнцем и Луной как источниками внешних помех РЛС следует считаться только в том случае, когда основной или наиболее интенсивные боковые лепестки диаграммы направленности антенны РЛС ориентированы на них. Галактические и атмосферные шумы проявляются повсеместно и они являются наиболее серьезным видом естественных активных помех.

Для полноты изложения следует упомянуть о возможных помехах со стороны излучения, вызываемого грозowymi разрядами. Максимум излучения атмосферных разрядов лежит в диапазоне длинных волн ($\lambda \approx 1 \text{ км}$), но заметную величину могут иметь гармоники на метровых и дециметровых волнах. Например, на длине волны 50 см поток мощности излучения молний может достигать величины 10^{-18} .

Активные умышленные помехи

Активные умышленные помехи создаются специальными передатчиками помех, которые могут находиться как на самом объекте, за которым ведется радиолокационное наблюдение, так и вне его. В первом случае помеха называется совмещенной, во втором – несовмещенной.

Организованные активные помехи:

- оказывают маскирующее воздействие, подобное действию внутренних шумов приемника;

- вызывают перегрузки приемника, после которых в течение некоторого времени наблюдение за полезными сигналами делается невозможным;
- создают отметки ложных целей, по своему виду аналогичные отметкам реальных целей.

В зависимости от того, создается ли помеха в узкой или широкой полосе частот, различают прицельные и заградительные помехи. Прицельными помехами называют мешающие сигналы, частотный спектр которых значительно меньше ширины диапазона частот, в которых может работать подавляемая радиолокационная станция. Для эффективного воздействия на РЛС передатчик прицельной помехи должен иметь возможность быстро перестраиваться на любую частоту в пределах рабочего диапазона. Заградительными помехами называют мешающие сигналы, частотный спектр которых охватывает весь диапазон частот, в пределах которого необходимо подавлять работу противника. Заградительные помехи в противоположность прицельным могут подавлять работу сразу нескольких радиолокационных станций, работающих на различных частотах.

С энергетической точки зрения прицельная помеха является более выгодной, так как коэффициент использования передатчика помех (отношение суммарной полосы пропускания приемников, подавляемых РЛС, к ширине спектра частот станции помех) у прицельных помех значительно выше, чем у заградительных. Однако непроизводительная затрата мощности при создании широкополосной помехи в ряде случаев может оправдываться оперативностью применения (нет необходимости в точной настройке несущей частоты передатчика помех) и возможностью одновременного подавления целой группы различных РЛС.

Наиболее эффективно воздействовать на РЛС помеха будет в том случае, если она создается на основе знания параметров РЛС. Поэтому для создания максимально эффективной помехи необходимо вначале разведать основные параметры РЛС. Как известно, трудность разведки параметров радиолокационной станции называют скрытностью работы РЛС. Способность радиолокационной станции сохранять свои параметры при воздействии помех называют помехоустойчивостью. Помехоустойчивость и скрытность работы определяют помехозащищенность радиолокационной станции.

Сигналы станций помех могут быть импульсными и непрерывными. Импульсные сигналы применяются, как правило, в качестве прицельных помех. Импульсные помехи, частота следования которых равна или кратна частоте повторения полезных сигналов, называются синхронными импульсными помехами. Синхронные помехи чаще всего

создают путем ретрансляции принимаемого сигнала. Станция помех принимает сигналы, излучаемые РЛС, усиливает их, модулирует, надевая ложной информацией, и практически мгновенно переизлучает точно на такой же несущей частоте. Синхронные помехи образуют на индикаторе РЛС одну или целый ряд ложных неподвижных или подвижных целей, дезинформируя получателя радиолокационной информации.

Несинхронной помехой называется помеха, частота следования импульсов которой находится в произвольном соотношении с частотой F_{Π} . Несинхронные импульсные помехи создают на индикаторе РЛС отметки, перемещающиеся по дальности. Характер движения ложных сигналов зависит от соотношения между частотой помехи и частотой повторения импульсов РЛС. Выделить полезный сигнал на фоне несинхронных помех проще, однако при высокой по сравнению F_{Π} частоте следования импульсов помехи и случайном законе ее изменения полезный сигнал может быть замаскирован быстро и хаотически перемещающимися импульсными отметками.

Непрерывные помехи могут представлять собой незатухающие немодулированные и модулированные по частоте и амплитуде колебания. Непрерывные помехи с узким энергетическим спектром применяются только как прицельные помехи, маскирующие сигнал и вызывающие перегрузку приемного канала РЛС. Непрерывные сигналы с шириной спектра, превышающей полосу пропускания приемника применяются как прицельные и как заградительные помехи.

Наибольшим маскирующим воздействием обладает шумовая помеха, имеющая максимальную энтропию. Такие помехи могут быть созданы путем прямого усиления шумового напряжения или путем шумовой модуляции незатухающего колебания. Мешающее воздействие таких помех подобно действию внутренних шумов приемника, а при большой мощности помех они, кроме того, могут вызывать перегрузки приемного тракта.

Для защиты от активных умышленных помех в радиолокации можно использовать следующие методы:

1. Селекция сигналов. Пространственная, временная, частотная, поляризационная и структурная селекция помогают отделить полезные сигналы от помех. Например, для защиты от прицельной по частоте помехи используют многочастотное излучение и быструю перестройку несущей частоты зондирующего сигнала.

2. Предотвращение перегрузки приёмника. Для этого применяют логарифмические усилители и схемы автоматической регулировки усиления, а также схемы с нелинейной обработкой сигналов.

3. Повышение энергетического потенциала. Этого достигают за счёт увеличения энергии зондирующего сигнала, коэффициента усиления антенны в направлении на цель.

4. Стабилизация уровня ложных тревог. Для этого используют перестраиваемые режекторные фильтры.

5. Использование автокомпенсаторов. Один автокомпенсатор эффективно компенсирует помеху с одного углового направления, для компенсации помех с нескольких направлений используют многоканальные автокомпенсаторы.

6. Применение широкополосных зондирующих импульсов. Расширение спектра сигнала затрудняет создание шумовых маскирующих активных помех.

Список литературы:

1. Теоретические основы радиолокации» – учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов, изданное под редакцией В.Е. Дулевича в 1978 году.
2. Электронная библиотека: [<https://cyberleninka.ru>]
3. Борьба с пассивными и активными помехами: [<https://bstudy.net>]
4. Учебник: "Радиолокационные системы". Бердышева В.П.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Черных Егор Юрьевич

студент,

*Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза*

Г.К. Жукова – ВА ВКО,

РФ, г. Тверь

Чернов Александр Анатольевич

студент,

*Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза*

Г.К. Жукова – ВА ВКО,

РФ, г. Тверь

Петин Руслан Геннадьевич

студент,

*Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза*

Г.К. Жукова – ВА ВКО,

РФ, г. Тверь

Мироненко Иван Сергеевич

студент,

*Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза*

Г.К. Жукова – ВА ВКО,

РФ, г. Тверь

THE ELECTROMAGNETIC FIELD AND ITS EFFECT ON HUMAN HEALTH

Egor Chernykh

Student,

*Military Academy of Aerospace
Defense named after Marshal of the Soviet*

Union G.K. Zhukov VA VKO,

Russia, Tver

Alexander Chernov

*Student,
Military Academy of Aerospace Defense
named after Marshal of the Soviet
Union G.K. Zhukov VA VKO,
Russia, Tver*

Ruslan Petin

*Student,
Military Academy of Aerospace Defense
named after Marshal of the Soviet
Union G.K. Zhukov VA VKO,
Russia, Tver*

Ivan Mironenko

*Student,
Military Academy of Aerospace Defense
named after Marshal of the Soviet
Union G.K. Zhukov VA VKO,
Russia, Tver*

Аннотация. В современном мире электромагнитное излучение окружает нас повсюду. От мобильных телефонов и линий электропередач до микроволновых печей и беспроводного интернета – все эти устройства и системы создают электромагнитные поля (ЭМП), которые могут оказывать влияние на здоровье человека.

Abstract. In the modern world, electromagnetic radiation surrounds us everywhere. From mobile phones and power lines to microwaves and wireless internet, all these devices and systems create electromagnetic fields (EMFs) that can have an impact on human health.

Ключевые слова: электромагнитное поле, здоровье, человек.

Keywords: electromagnetic field, health, human.

Важно отметить, что вопрос о влиянии ЭМП на психику человека остаётся дискуссионным. Некоторые исследования указывают на возможные негативные последствия, в то время как другие не находят связи между электромагнитным излучением и заболеваниями. Однако, учитывая растущее количество устройств и систем, создающих ЭМП, а также отсутствие единого мнения среди учёных, этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Сущность и классификации электромагнитных полей

Электромагнитное поле (ЭМП) – это особый вид материи, возникающий вокруг электрически заряженных тел, находящихся в движении. ЭМП характеризуется наличием электрического и магнитного полей, которые взаимосвязаны и образуют единое целое.

Основные источники ЭМП

Электротранспорт

Транспорт с электрическим приводом, включая поезда метрополитена, троллейбусы, трамваи и другие, является значительным источником магнитного поля в диапазоне частот от 0 до 1000 Гц.

Максимальные значения **магнитной индукции (В)** в пригородных "электричках" достигают 75 микротесла (мкТл) при среднем значении 20 мкТл. Среднее значение **В** для транспорта с электроприводом постоянного тока зафиксировано на уровне 29 мкТл.

Человек, находясь в качестве пассажира, подвергается воздействию электромагнитного поля на короткое время, когда вредные компоненты ещё не проявляются. Однако существуют люди, которые не переносят поездки на электротранспорте.

Работники транспортной сферы подвергаются более длительному воздействию, что негативно сказывается на их здоровье и требует регулярного медицинского наблюдения, а также повышенных требований к состоянию организма при приёме на работу.

Линии электропередач

Провода действующей линии электропередачи создают электрическое и магнитное поля промышленной частоты в окружающем пространстве.

Расстояние, на которое распространяются эти поля от проводов, может достигать десятков метров. Дальность распространения электрического поля зависит от класса напряжения линии (цифра, обозначающая класс напряжения, указана в названии ЛЭП). Чем выше напряжение, тем больше зона повышенного уровня электрического поля.

Электропроводка

Внутри жилых домов источником электромагнитного поля является электротехническое оборудование здания, включая кабельные линии, распределительные щиты и трансформаторы.

В помещениях, прилегающих к этим источникам, обычно наблюдается повышенный уровень магнитного поля промышленной частоты, вызванный протекающим электрическим током.

Сотовая связь является одной из наиболее динамично развивающихся телекоммуникационных систем. В настоящее время в мире

насчитывается более 210 миллионов абонентов, пользующихся этим видом мобильной связи (в России – около 1 миллиона).

Основными элементами системы сотовой связи являются базовые станции (БС) и мобильные радиотелефоны (МРТ).

Базовые станции (БС) поддерживают связь с находящимися в их зоне действия мобильными радиотелефонами и работают в режиме приёма и передачи сигнала.

БС и МРТ являются источниками электромагнитного излучения в УВЧ диапазоне. В зависимости от стандарта, БС излучают электромагнитную энергию в диапазоне частот от 463 до 1880 МГц.

Антенны БС устанавливаются на высоте от 15 до 100 метров от поверхности земли на существующих зданиях (общественных, служебных, производственных и жилых) или на специально сооружённых мачтах.

Радары

Радиолокационные станции обычно оснащены антеннами зеркального типа и имеют узконаправленный луч, направленный вдоль оптической оси.

Увеличение мощности радиолокаторов и использование остронаправленных **антенн кругового обзора** приводит к значительному росту интенсивности электромагнитного излучения СВЧ диапазона и создаёт на местности зоны большой протяжённости с высокой плотностью потока энергии. Наиболее неблагоприятные условия наблюдаются в жилых районах городов, где расположены аэропорты: Иркутск, Сочи, Сыктывкар, Ростов-на-Дону и другие.

Персональные компьютеры

Российские учёные провели исследования функционального состояния пользователей персональных компьютеров и выяснили, что даже кратковременная работа (45 минут) за компьютером вызывает значительные изменения в организме человека. Болезни сердечно-сосудистой системы возникают в 2 раза чаще, болезни верхних дыхательных путей – в 1,9 раза чаще, болезни опорно-двигательного аппарата – в 3,1 раза чаще. С увеличением продолжительности работы на компьютере количество больных среди пользователей резко возрастает.

Замечено, что только у части людей (а это всего 20%) отрицательная реакция не проявляется при работе за ПК менее 1 часа.

Воздействие ЭМП на психическое состояние

Исследования влияния электромагнитных полей на здоровье людей начались ещё в 60-х годах двадцатого века. Они затрагивали в основном работников предприятий промышленности, которые имели контакт с генераторами ЭМ излучения.

Люди, которые в зоне действия ЭМП предъявляют жалобы на раздражительность и слабость. Через пару лет нарушаются память и внимание, возникают жалобы на плохой сон и повышенную утомляемость.

В результате влияния ЭМП на протяжении многих лет изменяется не только центральная нервная система, нарушение которой может привести к психическим заболеваниям, происходит ослабление иммунитета, что является благоприятным фактором для развития как гормональных, так и онкологических заболеваний.

Воздействие ЭМП повышает количество самоубийств. Особенно губительное действие электромагнитные волны оказывают на психическое состояние молодых.

Выделяют несколько основных эффектов, оказывающих влияние на психику человека:

1. Влияние низкочастотного ЭМИ

ЭМИ низких частот (50-60 Гц, характерное для линий электропередач и бытовых приборов) в основном воздействует на центральную нервную систему. Некоторые исследования связывают его с:

- повышенной утомляемостью,
- нарушениями сна,
- повышенной тревожностью,
- головными болями.

Хотя доказательства остаются спорными, считается, что хроническое воздействие может влиять на выработку мелатонина, гормона, регулирующего циркадные ритмы.

2. Влияние радиочастотного ЭМИ (мобильные телефоны, Wi-Fi, 5G)

Радиочастотное излучение (от 300 МГц до нескольких ГГц) может оказывать термическое воздействие (нагрев тканей), но в малых дозах его влияние менее очевидно. Некоторые исследования показывают, что длительное использование мобильных телефонов может:

- вызывать субъективные ощущения дискомфорта (раздражительность, головные боли, снижение концентрации),
- потенциально изменять электрическую активность мозга (например, на электроэнцефалограмме фиксируются изменения в альфа- и бета-ритмах).

Однако Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) пока не нашла убедительных доказательств связи между радиочастотным ЭМИ и нарушениями психики.

3. Электромагнитная гиперчувствительность

Некоторые люди утверждают, что чувствительны к электромагнитным полям и страдают от так называемой электромагнитной гиперчувствительности (ЭГЧ). Симптомы включают:

- бессонницу,
- тревожность,
- депрессию,
- головокружение,

- когнитивные нарушения.

Однако научные исследования не подтвердили прямую связь ЭГЧ с объективными биологическими изменениями, и многие специалисты рассматривают это явление как психосоматическое.

4. Возможные механизмы воздействия

- Изменение работы нейронов: ЭМИ может влиять на потенциал действия нервных клеток, вызывая небольшие, но потенциально значимые эффекты на когнитивные процессы.

- Нарушение циркадных ритмов: Поскольку ЭМИ может подавлять выработку мелатонина, это может приводить к бессоннице и эмоциональной нестабильности.

- Психосоциальные факторы: Страх перед ЭМИ, связанный с тревожными публикациями в СМИ, сам по себе может вызывать психосоматические симптомы.

Заключение

Электромагнитные поля окружают нас повсюду и исходят от различных источников, таких как электропроводка, электроприборы, линии электропередач, радио- и телевышки, бытовые приборы, транспорт, промышленное оборудование, радиолокационные станции, мобильные телефоны и базовые станции сотовой связи.

Длительное воздействие электромагнитных полей может оказывать негативное влияние на психическое состояние человека, особенно на уязвимые группы населения, такие как дети, подростки и беременные женщины. Поэтому важно соблюдать меры предосторожности и ограничивать воздействие электромагнитных полей.

Список литературы:

1. Б.И. Максленников, Г.А. Дмитриев. Взаимодействие физических полей с биологическими объектами. Тверь. 2003г. Стр. 142
2. Абрамов В.А., Венедиктов М.Д., Крапивина Е.Н. Экологические проблемы телерадиовещания // Экология и традиционные религиозно-магические знания: матер. Междунар. интердисциплинарн. науч.-практ. симп., Москва – Абакан – Кызыл, 9-21 июля 2001 г. – М., 2001. – С.87-99.- (Этнологические исследования по шаманству и иным традиционным верованиям и практикам; Т.7, ч.1).
3. Александров В.В. Экологическая роль электромагнетизма: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 736 с. – Библиогр.: 524 назв.
4. Алексеев А.Г., Холодов Ю.А. Электромагнитная безопасность // Вестн. СПбО РАЕН. – 1997. – N 1. – С.49-54.

2.2. ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Ганин Иван Александрович

*курсант,
Военная академия воздушно-космической обороны,
РФ, г. Тверь*

Григоров Никита Анатольевич

*курсант,
Военная академия воздушно-космической обороны,
РФ, г. Тверь*

Никольский Никита Романович

*курсант,
Военная академия воздушно-космической обороны,
РФ, г. Тверь*

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF QUANTUM TECHNOLOGIES IN THE MODERN WORLD

Ivan Ganin

*Cadet,
Military Academy of Aerospace Defense,
Russia, Tver*

Nikita Grigorov

*Cadet,
Military Academy of Aerospace Defense,
Russia, Tver*

Nikita Nikolskiy

*Cadet,
Military Academy of Aerospace Defense,
Russia, Tver*

Аннотация. Статья посвящена актуальным вопросам развития квантовых вычислений и квантовых технологий, которые представляют собой одно из наиболее перспективных направлений современной науки и техники. Также в статье обсуждаются современные достижения в создании квантовых процессоров и систем, включая использование сверхпроводящих кубитов и ионных ловушек. Рассмотрены ключевые вызовы, связанные с декогеренцией, ошибками и масштабируемостью квантовых систем.

Abstract. The article is devoted to topical issues of the development of quantum computing and quantum technologies, which represent one of the most promising areas of modern science and technology. The article also discusses modern advances in the creation of quantum processors and systems, including the use of superconducting qubits, ion traps, and photonic technologies. The key challenges related to decoherence, errors, and scalability of quantum systems are considered.

Ключевые слова: квантовые технологии, кубиты, ионные ловушки, квантовые процессоры.

Keywords: quantum technologies, qubits, ion traps, quantum processors.

Квантовые технологии раскрываются в области вычислений, предлагая принципиально иной подход к обработке информации. Квантовые компьютеры, основанные на кубитах, способны выполнять множество операций за время, недоступное классическим компьютерам. Это особенно актуально для задач, требующих огромных вычислительных ресурсов, таких как моделирование молекулярных структур, оптимизация сложных систем и анализ больших данных. С развитием квантовых технологий возрастает угроза для современных криптографических систем, поскольку квантовые компьютеры потенциально способны взломать многие из используемых сегодня алгоритмов шифрования. Однако это же развитие стимулирует создание новых методов защиты информации, таких как квантовая криптография, основанная на принципах квантовой механики. Квантовое распределение ключей (QKD) обеспечивает абсолютную безопасность передачи данных, что делает его крайне актуальным в условиях растущих киберугроз и необходимости защиты критически важной информации [1, с 78]. Квантовые технологии также находят применение в области искусственного интеллекта и машинного обучения. Квантовые алгоритмы могут значительно ускорить обучение нейронных сетей и обработку больших объемов данных, что делает их перспективными для решения задач, связанных с

анализом изображений, распознаванием речи и прогнозированием. Это открывает новые возможности для развития интеллектуальных систем, которые могут быть использованы в медицине, финансах, транспорте и других сферах. Квантовые технологии обладают огромным потенциалом для революционных изменений в различных областях науки, техники и промышленности. Одним из ключевых преимуществ является их способность решать задачи, которые недоступны для классических компьютеров. Например, квантовые компьютеры могут значительно ускорить моделирование сложных молекулярных структур, что открывает новые возможности в разработке лекарств, создании материалов с уникальными свойствами и оптимизации химических процессов. Это особенно важно для таких отраслей, как фармацевтика, энергетика и нанотехнологии.

Еще одной перспективной областью является квантовая криптография, которая обеспечивает абсолютную безопасность передачи данных благодаря принципам квантовой механики. Это делает её крайне актуальной в условиях растущих киберугроз и необходимости защиты критически важной информации. Кроме того, квантовые технологии могут значительно ускорить развитие искусственного интеллекта и машинного обучения, позволяя обрабатывать огромные объемы данных и решать задачи оптимизации, которые сегодня требуют невероятных вычислительных ресурсов.

Сверхпроводящие кубиты являются одним из наиболее перспективных и широко используемых типов кубитов в разработке квантовых компьютеров. Они основаны на явлении сверхпроводимости, при котором материалы при очень низких температурах теряют электрическое сопротивление, что позволяет создавать квантовые системы с минимальными потерями энергии. Сверхпроводящие кубиты реализуются в виде джозефсоновских переходов – тонких слоев изолятора, разделяющих два сверхпроводника. Эти переходы позволяют управлять квантовыми состояниями с помощью внешних электромагнитных полей, что делает их удобными для создания управляемых и масштабируемых квантовых систем [2, 75]. Одним из ключевых преимуществ сверхпроводящих кубитов является их относительно высокая скорость операций и возможность интеграции в существующие технологии микроэлектроники. Благодаря этому они стали основой для многих современных квантовых процессоров, таких как те, что разрабатываются компаниями IBM, Google* и Rigetti. Однако сверхпроводящие кубиты требуют работы при крайне низких температурах, близких к абсолютному нулю, что делает необходимым использование сложных и дорогостоящих систем охлаждения [3, 10].

Несмотря на значительные успехи, сверхпроводящие кубиты сталкиваются с рядом вызовов, включая декогеренцию – потерю квантовой информации из-за взаимодействия с окружающей средой. Для борьбы с этим активно разрабатываются методы квантовой коррекции ошибок и улучшения изоляции кубитов от внешних шумов.

Таблица 1.

Проблемы развития квантовых технологий

Проблема	Описание	Примеры/Последствия
Декогеренция	Потеря квантовой информации из-за взаимодействия с окружающей средой.	Ограничивает время жизни кубитов и стабильность квантовых состояний.
Ошибки и шумы	Квантовые системы чувствительны к внешним шумам и ошибкам в операциях.	Требуются сложные методы коррекции ошибок, что увеличивает ресурсные затраты.
Масштабируемость	Сложность увеличения числа кубитов при сохранении их качества и управляемости.	Современные квантовые компьютеры имеют ограниченное число кубитов (десятки-сотни).
Технологические ограничения	Необходимость работы при сверхнизких температурах (для сверхпроводящих кубитов).	Требуются дорогостоящие системы охлаждения, такие как разбавленные холодильники.
Отсутствие универсальных алгоритмов	Многие квантовые алгоритмы эффективны только для узкого круга задач.	Ограничивает применимость квантовых вычислений в реальных задачах.

Развитие квантовых технологий представляет собой одно из самых перспективных направлений современной науки и техники, открывая новые возможности в вычислениях, криптографии, моделировании сложных систем и искусственном интеллекте. Однако их внедрение сталкивается с рядом серьезных вызовов, включая декогеренцию, ошибки, масштабируемость и другие проблемы (таблица 1). Несмотря на эти трудности, активные исследования, междисциплинарное сотрудничество и инвестиции в квантовые технологии позволяют постепенно преодолевать барьеры, приближая эру практического применения квантовых компьютеров и других квантовых систем. Будущее квантовых технологий обещает революционные изменения в науке, промышленности и повседневной жизни, но для их реализации потребуются время, инновации и глобальная координация усилий.

Список литературы:

1. Иванов, П.С. Квантовые вычисления: алгоритмы, архитектуры и приложения / П.С. Иванов, В.К. Смирнов // Журнал прикладной физики. – 2022. – Т. 25, № 3. – С. 78-95.
2. Васильев, Д.А. Квантовые сенсоры и их применение в точных измерениях / Д.А. Васильев, О.Н. Новикова // Современные методы измерений и контроля. – 2024. – № 1. – С. 45-62.
3. Сидоров, А.И. Квантовые технологии: состояние, перспективы и вызовы / А.И. Сидоров, Е.В. Петрова, М.Г. Кузнецов // Российский журнал квантовых технологий. – 2023. – Т. 10, № 2. – С. 10-35.

** По требованию Роскомнадзора информируем, что иностранное лицо, владеющее информационными ресурсами Google является нарушителем законодательства Российской Федерации – прим. ред.*

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

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

№ 2 (82)
Февраль 2025 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 06.02.25. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 6,5. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: tech@nauchforum.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 1



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru