

# ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

Публикации для студентов, молодых ученых и научно-преподавательского состава на [www.t-nauka.ru](http://www.t-nauka.ru)

ISSN 2500-1132    Издательский дом "Плутон"    [www.idpluton.ru](http://www.idpluton.ru)

## Выпуск №148

Кемерово 2023

13 ноября 2023 г.  
ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431  
ISSN 2500-1132  
УДК 378.001  
Кемерово

Журнал выпускается ежемесячно, публикует статьи по естественным наукам. Подробнее на [www.idpluton.ru](http://www.idpluton.ru)

За точность приведенных сведений и содержание данных, не подлежащих открытой публикации, несут ответственность авторы.

Редкол.:

Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала

Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей

Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей

Зими́на Мария Игоревна - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей

Нормирзаев Абдукаюм Рахимбердиеви - кандидат технических наук, Наманганский инженерно-строительный институт (НамМПИ)

Безуглов Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор кафедры математики и математического моделирования, Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова,

Наджарян Микаел Товмасович - кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении

Шушлебін Игорь Михайлович - кандидат физико-математических наук, кафедра физики твёрдого тела Воронежского государственного технического университета

Равшанов Дилшод Чоршанбиевич - кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология, машины и оборудования полиграфического производства», Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Крутякова Маргарита Викторовна – доцент, кандидат технических наук, Московский политехнический университет

Гладков Роман Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации вооружения и военной техники Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища

Моногаров Сергей Иванович - кандидат технических наук доцент Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГОУ ВО КубГТУ

Шевченко Сергей Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры СЭУ, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота РФ

Отакулов Салим - Доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики Джизакского политехнического института

А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Естественнонаучный журнал «Точная наука», входящий в состав «Издательского дома «Плутон», был создан с целью популяризации естественных наук. Мы рады приветствовать студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников. Надеемся подарить Вам множество полезной информации, вдохновить на новые научные исследования.

Издательский дом «Плутон» [www.idpluton.ru](http://www.idpluton.ru) e-mail: [admin@idpluton.ru](mailto:admin@idpluton.ru)

Подписано в печать 13.11.2023 г. Формат 14,8×21 1/4. | Усл. печ. л. 2.2. | Тираж 500.

Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку).

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.

Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна.

Содержание

1. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ TCAS.....	2
<b>Водолазкин С.Ю., Вендиктов Ф.И., Соколов О.А.</b>	
2. КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	7
<b>Генералов Д.Д.</b>	
3. НЕЙТРИНО. ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ПОЛЕ ФЕРМИОНОВ.....	10
<b>Ломашевич С.А.</b>	
4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОГНЕЙ АЭРОДРОМА «FOLLOW THE GREENS».....	17
<b>Дмитриева А.А., Ян А.Е., Соколов О.А.</b>	



**Водолазкин Семён Юрьевич****Vodolazkin Semyon Yurievich**

студент 105 группы

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А.  
НОВИКОВА»

**Венидиктов Филипп Ильич****Venidiktov Philip Iyich**

студент 105 группы

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А.  
НОВИКОВА»

**Соколов Олег Аркадьевич****Sokolov Oleg Arkadevich**

Научный руководитель. Кандидат технических наук кафедры №13

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А.  
НОВИКОВА»

УДК 004

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ TCAS**

### **PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE TCAS SYSTEM.**

**Аннотация.** Ежедневное использование устройств и систем для обеспечения безопасности воздушного движения делает изучаемую тему актуальной. Она представляет как теоретический, так и практический интерес, являясь важным элементом управления воздушным движением. Затрагиваемая тема является дискуссионной не только в России, но и в других странах, так как авиация широко распространена по всему миру и использование соответствующего оборудования происходит на каждом аэродроме непрерывно.

В данной работе мы сосредоточены на акцентировании внимания будущих специалистов на важности изучения и понимания работы оборудования и процессов, которые обеспечивают точную и эффективную работу каждого элемента. Это крайне необходимо для выполнения задач, таких как постоянное развитие научно-технического прогресса и выявление новых данных и изобретений в изучаемой области.

Предметом нашего исследования являются перспективы развития системы TCAS. Объектом исследования является сама же система TCAS.

Для написания данной работы были применены различные методы исследования: метод анализа, системный подход, метод классификации и метод сравнения. TCAS - это система, разработанная для предотвращения столкновений воздушных судов в воздухе. Она использует радиосвязь и обмен данных между самолетами, чтобы определить и предотвратить возможные столкновения. TCAS работает на основе сигналов, полученных от транспондеров на борту самолетов, и предоставляет пилотам информацию о других самолетах вблизи.

Технология TCAS непрерывно прогрессирует и эволюционирует с целью повышения безопасности воздушного движения и сокращения риска коллизий. За последние годы были представлены некоторые уникальные концепции и перспективы для улучшения системы TCAS.

**Annotation.** The daily use of devices and systems to ensure air traffic safety makes the topic being studied relevant. It is of both theoretical and practical interest, being an important element of air traffic control. The topic raised is controversial not only in Russia, but also in other countries, since aviation is widespread

throughout the world and the use of relevant equipment occurs continuously at each airfield.

In this paper, we focus on emphasizing to future professionals the importance of learning and understanding the equipment and processes that ensure each element operates accurately and efficiently. This is essential for carrying out tasks such as the constant development of scientific and technological progress and the identification of new data and inventions in the field of study.

The subject of our research is the prospects for the development of the TCAS system. The object of study is the TCAS system itself.

To write this work, various research methods were used: analysis method, systematic approach, classification method and comparison method. TCAS is a system designed to prevent mid-air aircraft collisions. It uses radio communications and data exchange between aircraft to detect and prevent possible collisions. TCAS operates based on signals received from transponders on board aircraft and provides pilots with information about other aircraft in the vicinity.

TCAS technology is continuously progressing and evolving to improve air traffic safety and reduce the risk of collisions. In recent years, some unique concepts and perspectives for improving TCAS have been presented.

**Ключевые слова:** авиация, TCAS, система, принцип, развитие.

**Key words:** aviation, TCAS, system, principle, development.

### Глава 1. Основные принципы TCAS.

TCAS - это бортовая электронная система, которая использует радиосигналы для наблюдения за находящимися поблизости воздушными судами и при опасности возникновения угрозы нарушения интервалов эшелонирования предупреждает пилота воздушного судна с помощью дисплеев кабины и звуковых сигналов тревоги и при опасных сближениях дает конфликтующим ВС команды по расхождению. В случае выдачи системой предупреждения столкновения воздушных судов в воздухе команд на расхождение, одному из ВС дается команда на набор, другому на снижение, команды TCAS имеют приоритет над командами диспетчера.

Чтобы обнаружить присутствие поблизости воздушного судна, TCAS передает запросы с постоянной скоростью, номинально один раз в секунду, и использует приемник для обнаружения ответов на эти запросы от ретрансляторов на ближайших воздушных судах.

Результатирующее наблюдение состоит из трех компонентов.

Дальность действия, или расстояние между двумя воздушными судами, определяется временем между передачей запроса и получением ответа.

Высота другого воздушного судна определяется путем считывания кода высоты, включенного в ответ. Высота измеряется барометрически на борту другого воздушного судна и передается цифровым кодом на воздушное судно TCAS.

Азимут, или пеленг другого воздушного судна относительно носовой части воздушного судна TCAS, определяется с помощью пеленгационной антенны на воздушном судне TCAS.

TCAS использует метод запроса/ответа для обнаружения присутствия и измерения местоположения всех воздушных судов в радиусе 15 миль. Однако вся эта информация не всегда отображается пилоту. TCAS активизирует дисплей только в опасной ситуации, например, когда рядом находится другой самолет или когда удаленный самолет быстро приближается. Если столкновение продолжит становиться более опасным, TCAS посоветует пилоту начать маневр с вертикальным расхождением, такой как набор высоты. Предупреждение будет отображено с сопровождающим его звуковым сигналом тревоги, и записанный голос произнесет команду. Если другое воздушное судно также оснащено системой TCAS, два подразделения TCAS будут обмениваться координационными сообщениями, чтобы убедиться в совместимости рекомендаций по маневрированию, выданных на каждом воздушном судне. Эта стратегия не позволяет обоим самолетам TCAS одновременно набирать высоту или снижаться.

Технология TCAS постоянно развивается и улучшается, чтобы улучшить безопасность воздушного движения и снизить риск столкновений. В последние годы были представлены некоторые новые концепции и перспективы для развития системы TCAS.

Одной из перспектив является внедрение TCAS с новыми возможностями обнаружения и прогнозирования столкновений. Некоторые исследования и разработки фокусируются на использовании более точных датчиков и алгоритмов для определения позиции и скорости других

самолетов, а также прогнозирования их траекторий. Это позволяет предупреждать о возможных столкновениях на более ранних стадиях и принимать соответствующие меры.

Другая перспектива развития системы TCAS связана с улучшением коммуникаций между самолетами. Вместо классической радиосвязи можно использовать новые технологии, такие как сети обмена данными (Data Communications Network), чтобы обмениваться информацией о позиции, курсе и скорости самолетов в режиме реального времени. Это способствует более быстрому и точному определению возможных столкновений и принятию соответствующих мер.

Также стоит отметить, что с развитием беспилотных авиационных систем (UAS) и автоматизации воздушного движения, системы TCAS должны адаптироваться и интегрироваться в новые режимы работы. Появление беспилотных воздушных судов создает новые вызовы и требует разработки новых алгоритмов и протоколов для обеспечения безопасности и совместной работы с пилотируемыми самолетами.

## **Глава 2. Этапы развития системы TCAS.**

Сначала появилась пассивная система наблюдения, которая не анализировала воздушное пространство вокруг, а основывалась на использовании сигналов, которые выдавались на запросы с земли.

Далее система развивалась и была разработана система TCAS-1. Её особенностями были:

- Анализ воздушной обстановки в радиусе 30 миль (48 км)
- Выдача информации о координатах ВС: высота и направление
- Выдача сигнала предупреждения о близком расположении других ВС (Traffic advisory- TA).

Впоследствии была разработана система TCAS-2, которая способна обнаруживать воздушные суда на расстоянии до 40 миль (64 км). Кроме того, она может отслеживать одновременно до 30 воздушных судов. А также способна выдавать команды по разрешению потенциально конфликтных ситуаций сразу трём ВС.

Экипаж воздушного судна получает информацию от TCAS визуально (на индикаторе), также через звуковое сопровождение (через динамики или наушники самолётного переговорного устройства).

### **КОМПЛЕКТАЦИЯ:**

Оборудование системы предупреждения столкновений воздушных судов в воздухе состоит из: компьютерного блока, приёмо-передающих антенн, отдельных антенн для S-транспондеров, дисплей-индикатор.

Компьютерный блок необходим для просчётов всех возможных вариантов развития событий, и определяет выдаваемые команды.

Приёмо-передающие антенны располагаются на конструкции ВС следующим образом-направленная антенна устанавливается сверху фюзеляжа, а всенаправленная снизу. Эти антенны предназначены для получения и передачи сигналов.

Дисплей-индикатор визуально информирует экипаж о перемещении близко летящих воздушных судах, а также выдает визуальные команды для предотвращения столкновений.

Дисплей TCAS-2 совмещает три прибора: указатель вертикальной скорости и прибор обзора воздушной обстановки, командный прибор. Командный прибор выдает рекомендательные команды к действию.

### **РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРАНСПОНДЕРА:**

1) В случае если транспондер работает в режиме А, то в ответном сигнале закодирован только сквок, то есть на индикаторе будет только отметка но никаких других данных.

2) В режиме С же ответный сигнал несет в себе информацию о высоте полёта. Поэтому TCAS может функционировать в этом режиме.

3) В совмещенном режиме RBS (A+C) на индикаторе отображается следующая информация: метка, идентификатор и высота полета.

4) Селективный режим работы транспондера (Режим S) идеально подходит для TCAS, избирательно предоставляя системе информацию (по запросу) о: скорости, высоте, позывном; а также gps-координаты.

### **ВИДЫ КОМАНД**

1) консультативные TA (Traffic Advisory)

Консультативные команды представляют собой предупредительный сигнал о нарушении защитного объема воздушного судна. Это просто информирование, никаких активных действий от ЭВС не требуется.

2) для непосредственных немедленных действий по предотвращению столкновений RA (Resolution Advisory)

В этом случае важно строгое выполнение предписанных действий. Команды TCAS в данном случае имеют приоритет над командами диспетчера.

Компьютер при выдаче определенных команд (при выборе того или иного маневра) учитывает характеристики конфликтующих ВС

Для решения проблемы предотвращения столкновения введено понятие «точки наибольшего сближения» CPA (Closest Point of Approach)

- компьютер берет во внимание не расстояние до CPA, а время до ее достижения
- для зоны TA 35-48 секунды, для зоны RA 20-30 секунд
- ЭВС вне зависимости от скорости сближения всегда имеет определенный запас времени для осуществления необходимого маневра.

### **Глава 3. Перспективы развития.**

Одной из главной перспективой дальнейшего развития системы TCAS, по нашему мнению, является внедрение такого компонента, как ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast). В нашей стране носит название АЗН-В (Автоматическое зависимое наблюдение вещательного типа).

Одно из главных преимуществ ADS-B заключается в его способности обеспечивать не только точный обмен информацией о местоположении воздушных судов, но и передачу других важных данных. Например, ADS-B может предоставлять информацию о скорости воздушного судна, его вертикальном и горизонтальном курсе, а также о назначенном бортовом номере и других характеристиках. Эти данные не только помогают контролю воздушного движения определить положение и траекторию каждого судна, но и позволяют авиационным организациям более эффективно планировать и управлять полетами.

Кроме того, ADS-B обеспечивает возможность установки приемников не только на земле, но и на самом воздушном судне. Таким образом, каждый самолет может получать информацию о других судах вблизи и принимать соответствующие решения для обеспечения безопасности и избежания столкновений. Это особенно важно на перегруженных аэропортах или в зоне высокого воздушного трафика, где множество самолетов находятся в непосредственной близости друг от друга.

ADS-B также открывает новые возможности для разработки различных приложений и услуг, основанных на этой технологии. Например, ADS-B может использоваться для создания системы предупреждения столкновения самолётов в воздухе (TCAS), предупреждения о погоде, оповещая пилотов о потенциально опасных метеорологических условиях на их маршруте. Это важно для обеспечения безопасности полетов и позволяет пилотам принимать информированные решения, основанные на актуальной и достоверной информации о погоде. Кроме того, ADS-B может использоваться для создания системы автоматической идентификации и контроля самолетов, что повышает безопасность и облегчает проверку соответствия всех летательных аппаратов нормативным требованиям.

Коммерческие аспекты использования ADS-B также играют важную роль в авиационной индустрии. Например, операторы авиакомпаний могут использовать данный метод для определения наилучшей пути и режима полета, что помогает снизить расход топлива и уменьшать воздействие авиации на окружающую среду. ADS-B обеспечивает точные данные о полетных параметрах каждого самолета, что позволяет авиакомпаниям оптимизировать режим полета для достижения наилучшей производительности и экономии топлива. Это также позволяет улучшить экологическую устойчивость авиации, сократив выбросы вредных веществ и воздействие на климат.

Однако, несмотря на все преимущества, переход на полное использование ADS-B воздушного движения требует масштабных инвестиций и согласованности между различными участниками авиационной отрасли. Это включает в себя не только внедрение инфраструктуры ADS-B на земле и на борту самолетов, но и разработку и внедрение стандартов и протоколов, чтобы обеспечить совместимость и эффективное использование системы. В данное время страны по всему миру активно работают над внедрением этой передовой технологии, а в некоторых регионах ADS-B уже стала обязательной для всех коммерческих самолетов.

В целом, ADS-B представляет собой революционный шаг в области наблюдения и управления

воздушным движением. С его помощью можно существенно повысить безопасность и эффективность авиационных операций, а также реализовать новые возможности для улучшения пассажирского опыта и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Полный переход на ADS-B воздушного движения требует согласования и сотрудничества всей индустрии, но его реализация принесет значительные выгоды для авиации в целом.

**Библиографический список:**

1. Шатраков, Ю.Г. Автоматизированные системы управления воздушным движением. Учебное пособие. В 11.2. Радиотехнические средства ОВД. Система АЗН. Политехника, 2014 г. 452с.
2. <http://avia-simply.ru/sistema-tcas/>
3. <https://www.ll.mit.edu/sites/default/files/publication/doc/tcas-system-preventing-midair-collisions-harman-ja-6399.pdf>



Генералов Даниил Дмитриевич  
Generalov Daniil Dmitrievich  
РОСБИОТЕХ

УДК 004

## КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### COMPUTER VISION IN THE FOOD INDUSTRY

**Аннотация.** Компьютерное зрение много лет применяется в целях автоматизации многих видов человеческой деятельности. Одной из главных преимуществ данной технологии является способность получать информацию из невидимых для человеческого глаза областей. Однако для того, чтобы внедрять технологию на промышленном уровне необходимо объединить компьютерное зрение с передовыми инструментами искусственного интеллекта, такими как машинное или глубокое обучение. Целью данной работы является обзор последних достижений в области систем компьютерного зрения, применяемых к продуктам питания.

**Annotation.** Computer vision has been used for many years to automate many types of human activities. One of the main advantages of this technology is the ability to obtain information from areas invisible to the human eye. However, in order to implement the technology at an industrial level, it is necessary to combine computer vision with advanced artificial intelligence tools such as machine learning or deep learning. The purpose of this work is to review recent advances in computer vision systems applied to food products.

**Ключевые слова:** компьютерное зрение, цифровые изображения, машинное обучение, глубокое обучение, искусственный интеллект, пищевая промышленность.

**Keywords:** computer vision, digital images, machine learning, deep learning, artificial intelligence, food industry.

В последнее время растет интерес потребителей к качеству и безопасности пищевых продуктов, прежде всего, за счет международной торговли продуктами питания, которая требует быстрых и неразрушающих методов контроля. Кроме того, прогнозирование параметров качества, выявление фальсификаций разновидностей и происхождения также представляют интерес для оценки агропродовольственных продуктов, которые в настоящее время основаны на автономных и деструктивных методах.

Системы компьютерного зрения (CV) распознают и анализируют изображения, полученные с помощью фото- или видеокамер, что в сочетании с искусственным интеллектом (ИИ) и машинным обучением позволяет машинам различать и понимать реальный мир [1]. ИИ – это технология, которая сочетает наблюдение, интерпретацию, объяснение и решение проблем одновременно. Это означает, что машины, получая внешние данные и соответствующим образом адаптируя свою деятельность, становятся «умными».

Процесс компьютерного зрения включает в себя классификацию и сегментацию изображений, обнаружение объектов, распознавание лиц (предметов) или изучение сходства, оптическое распознавание символов, отслеживание движения, реконструкцию изображения и создание подписей к нему. Приложения компьютерного зрения – это неразрушающие методы определения параметров качества, механических свойств, состава, внешнего вида, выявления дефектов и классификации пищевых продуктов, а также их трехмерная (3D) реконструкция [2].

Для компьютерного зрения широко используют цветные камеры, поскольку они захватывают изображения, аналогичные тем, которые воспринимаются человеческим глазом. Цвет является важной качественной характеристикой для принятия решений потребителем – он связан с эстетическими или функциональными атрибутами (а также стадией обработки) продукта. В природе воспринимаемый цвет в первую очередь определяется различными типами пигментов, таких как хлорофиллы, каротины, ксантофиллы и антоцианы, которые несут информацию о типе и состоянии растений и их плодов.

Например, цвет используется для оценки спелости или некоторых внутренних показателей качества фруктов. Тем не менее, поскольку это субъективное человеческое восприятие, необходимы инструменты для измерения, количественной оценки и сравнения цветов – своеобразные цветовые

пространства в виде математических моделей, представляющих цвета. Часто в цифровых изображениях выбирается цветовое пространство RGB, которое используется в камерах и компьютерах. Однако могут использоваться и другие цветовые пространства, такие как CIELAB (оттенок), насыщенность и значение (HSV), поскольку они также пытаются передать человеческое восприятие [3].

Изображения необходимо обработать для получения полезной информации. Эта задача требует разработки эффективных, надежных, повторяемых, быстрых и точных алгоритмов обработки. Анализ изображений дает информацию о цвете, текстуре или внешних свойствах, а также о дефектах объектов.

Важнейшим этапом этого процесса является сегментация, которая состоит из разделения изображений на интересующие области (ROI) и извлечения характеристик для получения желаемой информации. Сегментация может выполняться с использованием различных подходов, некоторые из которых основаны на обнаружении областей путем поиска текстур, границ или цветов, в то время как другие классифицируют отдельные пиксели, пройдя предварительное обучение.

Так, среди основных характеристик, важных при проверке качества фруктов и овощей, наиболее изучены размер и цвет. Для их определения применяют электронные сортировщики, где плоды распределяются по соответствующей категории, определенной программным обеспечением проверки. Однако при этом остаются незаметными внутренние повреждения или специфические органолептические характеристики. Знание состава или внутренних свойств плодов (а также предупреждение внутренних повреждений) увеличивает добавленную стоимость и исключает дефектную продукцию из производственной цепочки, повышая общее качество партии [4].

Среди передовых технологий оптического обнаружения в первую очередь необходимо отметить гиперспектральную визуализацию (HSI), которая стала инструментом неразрушающего анализа внутреннего качества и безопасности агропродовольственной продукции. Технология сочетает в себе преимущества спектроскопии для определения химического состава с преимуществами визуализации для получения пространственной информации, кроме того она является прорывом в пищевой микробиологии, позволяя лабораториям быстро и качественно проводить исследования для обеспечения безопасности пищевой продукции [5]. Еще одним важным преимуществом технологии HSI является ее способность получать информацию из спектральных областей, которые человеческий глаз не может видеть, таких как ультрафиолет, ближний ИК-диапазон и инфракрасное излучение.

Среди нестандартных систем компьютерного зрения можно отметить биоспекл – это неинвазивный метод, который широко используется для оценки биологических систем. Данная техника основана на интерференции когерентных электромагнитных волн после отражения от поверхности, на которой они происходят в динамическом процессе. Если этот процесс происходит в растительной или животной ткани, биохимические реакции будут влиять на наблюдаемые результаты.

Для получения информации с помощью биоспекла используются различные методы обработки изображений (некоторые алгоритмы возвращают числовые результаты, такие как момент инерции и разность абсолютных значений). Биоспекл применяется, в частности, для выявления нарушений охлаждения или замерзания апельсинов. Однако он имеет ряд проблем, таких как отсутствие стандарта в приложениях и потребность в коммерческом оборудовании для специального использования. Также существует проблема проникновения лазера, который нельзя использовать для оценки внутренних частей сельскохозяйственной продукции.

Развитие алгоритмов глубокого обучения привело к появлению глубоких сверточных нейронных сетей (DCNN), что является новейшим достижением в приложениях компьютерного зрения. До появления моделей глубоких нейронов многослойные модели с более чем двумя скрытыми слоями считались бесполезными (требовалась инициализация параметров и переобучение). Сегодня DCNN – это гибкие алгоритмы, которые успешно используются в задачах проверки обработанных пищевых продуктов.

Как сказано выше, основной целью выявления дефектов является предоставление потребителю высококачественной продукции и обеспечение приемлемых цен на рынке. Наиболее часто встречающимися дефектами являются механические повреждения. Например, вмятины – типичное повреждение, возникающее во время сбора урожая и послеуборочных манипуляций. Их обнаружение в основном осуществляется с помощью ручного контроля, который требует много времени и подвержен ошибкам.

Традиционное компьютерное зрение и ранее использовалось для обнаружения вмятин, однако имело ограниченное применение. Чтобы повысить способность компьютерного зрения выявлять вмятины на плодах можно объединить новые методы визуализации, такие как биоспекл, флуоресцентная визуализация, визуализация структурного отражения освещения, гиперспектральная/мультиспектральная визуализация, рентгеновская визуализация. Система компьютерного зрения также может включать в себя методы глубокого обучения (при этом особое внимание следует уделить снижению стоимости оборудования и миниатюризации).

Отдельно необходимо отметить преимущества внедрения искусственного интеллекта и компьютерного зрения в приготовление блюд в промышленных масштабах:

- снижение человеческого фактора повышает гарантию точного отбора и взвешивания ингредиентов;
- искусственный интеллект помогает пищевым компаниям прогнозировать тенденции, происходящие в отрасли (готовить востребованные блюда);
- помогает поддерживать соответствующий уровень гигиены на пищевых производствах.

Приложения компьютерного зрения в сфере розничной торговли и общественного питания пока еще находятся в зачаточном состоянии, но их потенциал неоспорим. Поставщики решений, готовые изучить эту технологию, сформировать стратегическое партнерство и расширить свои предложения, включив в них решения компьютерного зрения, могут создавать уникальные комбинации, решающие болевые точки розничных продавцов и рестораторов.

Таким образом, новые разработки в области науки о данных и искусственного интеллекта оказывают решающее влияние на компьютерное зрение. Машины могут получать полную информацию о материалах неинвазивным и неразрушающим способом, что способствует снижению материальных и физических затрат на получение и анализ пищевых продуктов.

#### **Библиографический список:**

1. Горячкин Б.С., Китов М.А. Компьютерное зрение // E-Scio. 2020. №9 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternoe-zrenie-1> (дата обращения: 08.11.2023)
2. Иванов К.В., Астафьев Н.Д. Преимущества компьютерного зрения. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49964020> (дата обращения: 08.11.2023)
3. De-la-Torre M.; Zatarain O.; Avila-George H.; Muñoz M.; Oblitas J.; Lozada R.; Mejía J.; Castro W. Multivariate Analysis and Machine Learning for Ripeness Classification of Cape Gooseberry Fruits. *Processes*. 2019, 7, 928.
4. Печерский Д. К. Использование методов компьютерного зрения для улучшения качества продукции пищевых предприятий / Д. К. Печерский, Н. А. Забенкова. – 2021. – № 6 (348). – С. 27-29. URL: <https://moluch.ru/archive/348/78414/> (дата обращения: 08.11.2023)
5. Курбанова М.Н., Самойлов А.В. Перспективные направления в пищевой микробиологии. методы выявления и идентификации микроорганизмов. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47213422> (дата обращения: 08.11.2023)

Ломашевич Святослав Александрович

Lomashevich Svyatoslav Aleksandr

Начальник Теор. Отдела. к ф-м.н Направление - математическая физика.

Исследовательский Центр Харитоново.

E – mail: [lamaswet1@yandex.ru](mailto:lamaswet1@yandex.ru)

УДК 530.1

**НЕЙТРИНО. ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ПОЛЕ ФЕРМИОНОВ****POTENTIAL FIELD FERMIONS**

**Аннотация.** В сравнении с бозонами исследовано потенциальное поле фермионов. Вычислены формулы, представлены графики. Предположительно, нейтринное поле может быть использовано как потенциальное поле фотонов.

**Summary.** The potential field of fermions has been studied in comparison with bosons. Formulas are calculated and graphs are presented. Presumably, the neutrino field can be used as a potential field of photons.

**Ключевые слова:** потенциальная энергия, энергия фотона, статистика бозонов, фермионы, эфир.

**Key words:** potential energy, photon energy, boson statistics, fermions, ether.

1. Необоснованно упразднённый в начале 20 века эфир, в настоящее время определён как потенциальное поле  $\theta$  – квантов [1], заполняющих Пространство в результате распада фотонов. Это поле, определяемое бозонной сущностью фотонов, подобно гравитационному полю, также является потенциальным и также не экранируется. Перспективы извлечения энергии из такого поля рассмотрены в [2,6], в настоящей работе, следуя логике энергетической структуризации явлений тождественных частиц, рассмотрим нейтрино – частицу (?), обладающую рядом уникальных свойств, главным из которых для настоящего исследования, является загадочная способность пронизывать материальные преграды.

2. Энергия обменного взаимодействия тождественных частиц представляется формулой [4]:

$$U(r) = -\frac{1}{\beta} \ln(1 + (-) \exp(-\frac{2}{R_0^2} r^2)), \quad (1)$$

Знак \*+\* относится к фермионам (нейтрино) при  $\beta = \frac{1}{kT}$ ,  $kT = \theta$  [2], (подробно см. [6]),  $R_0^2 = \frac{2h^2}{\theta m}$ ,  $m$  – масса нейтрино. Коэффициент  $B = 2(R_0^2)^{-1} = 10^{10}$  при  $m = 10^{-36}$  кг. Для сравнения -  $A = 10^{10}$  для бозонов.

Подставляя обозначенные величины в (1) и с учётом формулы потенциальной энергии для фотонов [1] - частиц, подчиняющихся статистике Бозе [4], получаем:

$$U(r) = -\theta \ln(1 + \frac{+}{-} \exp(-(A \cdot B)r^2)),$$

\* + \* и A - для фотонов, \* --- \* и B - для нейтрино.

На рис. 1 представлены графики этих полей потенциальной энергии в зависимости от  $r$ .

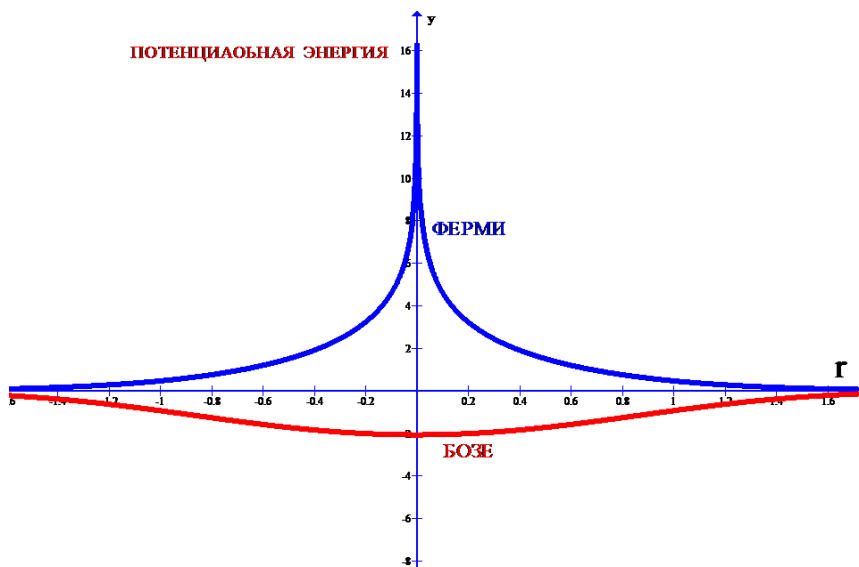


Рис.1 Потенциальные поля нейтрино и фотонов.

Влияние потенциального поля (ПП) на фотоны и  $\theta$  – кванты исследовано в [ 3 ]. Доказано, что сила ПП осуществляет ускорение инжектированного кванта в эфир и является силой, производящей накачку низкоэнергетичных фотонов при замедлении их скорости в среде – эффект, позволяющий извлекать энергию из эфира [ 2 ].

Рассмотрение нейтринного поля – положительного во всей области переменной  $r$  и силы  $(\frac{dU}{dr})$  - в отрицательной - с бесконечной величиной при  $r = 0$  (рис.2) приводит к заключению : подобный характер силы согласуется с принципом Паули и направлен на отталкивание фермионов, их разъединение на расстояние  $\Delta r$ , оценить которое можно из формулы (2) при значении  $U(r) = 0$ , что достоверно соответствует равенству  $\exp(-Ar^2) = \exp(-10)$  при :  $\ln(1 - \exp(-(Br^2))) = 1$ . В результате -  $\Delta r = 10^{-5} \text{ м}$

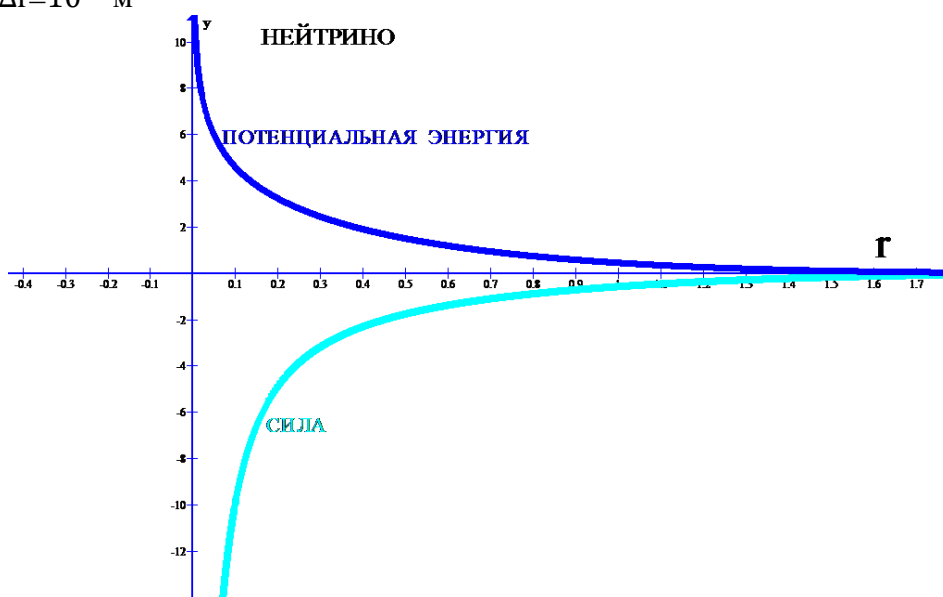


Рис.2. Характеристики нейтринного поля.

3. Из потенциального характера поля нейтрино следуют выводы : проникающая способность нейтринного поля, подобного гравитационному, объясняет отсутствие захвата и столкновений нейтрино с ядрами, атомами и др. частицами, если принять постулат: нейтрино не являются частицами в смысле отдельных образований, распространяющихся в пространстве, но в сущности есть волновой процесс в нейтринном ПП, полностью заключённым в этом поле и распространяющийся как колебательный цуг возмущения среды – ПП, в соответствии со всеми свойствами этого поля и главное с сохранением проникающей способности, определяемой ПП. К этому приведём пример противоположной ситуации, связанной с ПП бозонов - там фотон, квант с энергией более  $10^{-22}$  Дж., является солитоном [ 3 ] и распространяется в поле со скоростью, определяемой свойствами ПП бозонов - эфиром [ 6 ], что, собственно и объясняет предельное значение скорости света.

Какова значимость нейтринного поля в эфире и его корреляция с полем фотонов подлежит



исследованию. Однако, можно предположить, что рассмотренные ПП фотонов и нейтрино, вероятно объединяются в общую полевую сущность, в сумме полностью объясняющие эфир.

4 Представленные на рис .3 графики ПП с периодом 3 ед. служат иллюстрацией формирования поля множеством частиц и показывают различие в этих полях.

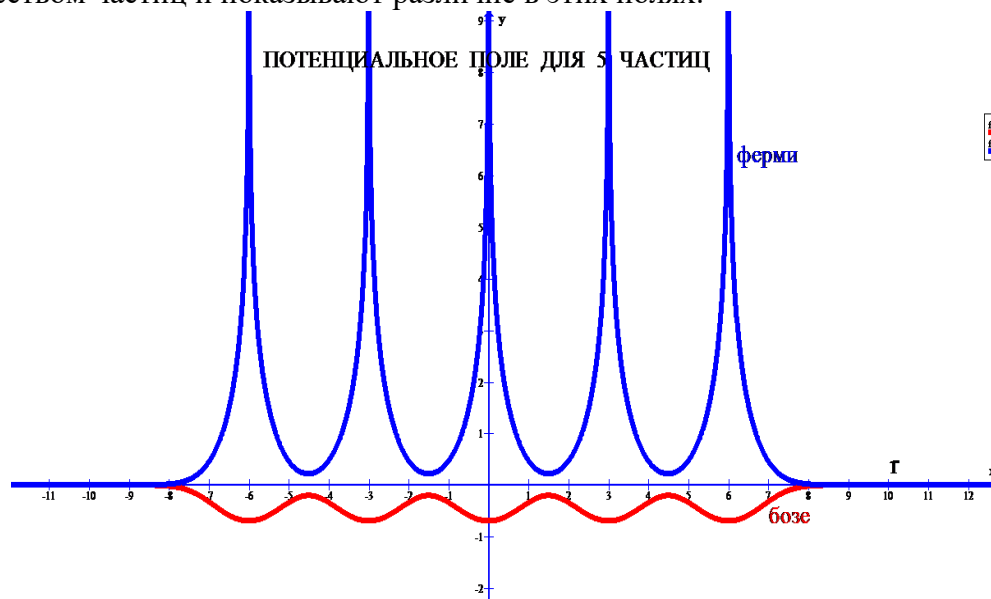


Рис. 3. Фотонное и нейтринное ПП.

5 В настоящее время появилась полная определённости в возможности подключения к энергии эфира, эфира, определяемого ПП  $\theta$  – квантов, частиц продуктов распада фотонов [ 7, 8, 9, ].

Исследование нейтринного поля в подобном алгоритме соответствует проделанным работам по фотону [ 1,5,6 ] и дополнительно включает задачу определения вклада нейтринного поля в поле эфира, либо доказательства его независимости от ПП фотонов. В любом варианте открываются практически важные перспективы энергетической революции уже с учётом мощности нейтринного пространства.

#### Библиографический список:

- 1 С.А.Ломашевич . Фотон. Уравнение и теория распада. – СПб изд. ‘Культ Информ Пресс’ , 2015. ISBN 978-5-8392-0553-6.
- 2 С.А. Ломашевич. К проблеме микроволнового фона и извлечения энергии из Космоса. . Точная наука. № CXLV, 2023., 19. 06. 23. Изд. \*ПЛУТОН\*.
- 3 С.А. Ломашевич. Уравнение солитона в потенциальном поле эфира. Точная наука. № 141, стр. 12-16, 2023., Изд. \*ПЛУТОН\*.
- 4 В.Г. Левич, Ю.А. Вдовин, В.А.Мямлин. Курс теоретической физики, т.2, стр. 264-267, 600 - 607, изд. «Наука». М.: 1971 г.,
- 5 С.А. Ломашевич . Распад фотона, изд. LAP, 2022, ISBN 9786205510674
- 6 С.А. Ломашевич. Энергия и энтропия Космоса . Изд. LAP. 2023. ISBN 9786206789871.
- 7 С.А. Ломашевич. СТАНЦИЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ЭНЕРГИИ КОСМОСА ( $\theta$  –МАШИНА). Роспатент . Заявка № 2023100189. 09 01 23.
- 8 С.А. Ломашевич. СТАНЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ КОСМОСА ( $\theta$  – СТАНЦИЯ). ЕАРО. Заявка № 202300024. 03 04 23.
- 9 S. Lomashevich. J. Hauenstein. SPACE ENERGY CONVERSION STATION ( $\theta$  STATION), EP. Application № 23 000116, 31 07 23.

**Дмитриева Алина Александровна**

**Dmitrieva Alina Alexandrovna**

Студентка, 4 курс

ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. А.А. Новикова

**Ян Анастасия Евгеньевна**

**Yan Anastasia Evgenievna**

Студентка, 4 курс

ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. А.А. Новикова

**Соколов Олег Аркадьевич**

**Sokolov Oleg Arkadevich**

Научный руководитель, кандидат техн. наук, доцент кафедры 13

ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. А.А. Новикова

УДК 681.5

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОГНЕЙ АЭРОДРОМА «FOLLOW THE GREENS»**

### **USE OF THE AUTOMATED LIGHTING SYSTEM OF THE AERODROME “FOLLOW THE GREENS”**

**Аннотация:** Аэродромы являются жизненно важными элементами воздушного транспорта, и эффективное управление движением воздушных судов на аэродроме является ключевым фактором для обеспечения безопасности, пунктуальности и эффективности полетов. Одним из важных аспектов управления на аэродроме является руление воздушных судов по рулежным дорожкам и взлетно-посадочным полосам.

Однако, руление воздушных судов может быть сложным и требовать точной координации между диспетчерами УВД и пилотами, чтобы избежать потенциальных столкновений. В этом контексте автоматизированная система "Follow the Greens" (Следовать зеленым огням) представляет собой инновационное решение, которое облегчает и оптимизирует руление воздушных судов.

**Abstract:** Aerodromes are vital elements of air transport, and effective management of aircraft movement at the aerodrome is key to ensuring safe, punctual and efficient flight operations. One of the important aspects of airport control is the taxiing of aircraft along taxiways and runways.

However, taxiing aircraft can be complex and require precise coordination between air traffic controllers and pilots to avoid potential collisions. In this context, the automated Follow the Greens system is an innovative solution that facilitates and optimizes aircraft taxiing.

**Введение:** Автоматизированные системы управления играют важную роль в эффективном функционировании аэродромов. «Follow the Greens» является одной из ключевых систем автоматизации, используемых для управления наземным движением воздушных судов. В данной работе рассмотрим проблему загруженности авиадиспетчеров в крупных аэропортах и роль системы специальных знаков и огней в ее решении.

Также цель данной научной статьи - исследовать и оценить эффективность и надежность огней «Follow the Greens» в контексте управления огнями на аэродроме. Мы также сосредоточимся на изучении влияния огней на пропускную способность аэродрома, снижение задержек и общую эффективность работы аэродрома.

В заключении мы обсудим практическую значимость результатов исследования и возможные направления для дальнейших исследований в области автоматизации и оптимизации работы аэродромов.

**Основная часть:** В крупных аэропортах с высоким объемом воздушного движения авиадиспетчеры сталкиваются с огромным количеством задач, требующих их внимания и принятия оперативных решений. Они отвечают за координацию прибытия и отправления воздушных судов, обеспечивая их безопасное движение на рулежных дорожках и по взлетно-посадочным полосам.

Интенсивность воздушного движения и сложность ситуаций могут привести к перегрузке авиадиспетчеров, что может негативно сказаться на безопасности и эффективности работы аэропорта.

Автоматизация процессов управления воздушными судами на аэродроме является эффективным решением проблемы загруженности авиадиспетчеров. Системы «Follow the Greens» позволяют автоматически управлять движением воздушных судов на рулежных дорожках и по взлетно-посадочным полосам, основываясь на интегрированных датчиках и программных алгоритмах.

Автоматизированная система "Follow the Greens" - это система управления движением воздушных судов на аэродроме, использующая перемещающиеся огни для указания пути следования. Основным принцип работы этой системы заключается в том, что воздушные суда следуют за цветными огнями, которые отображаются на указателях на рулежных дорожках и по взлетно-посадочным полосам. Огни на аэродроме имеют строго определенное значение и цветовую кодировку, которая указывает на различные зоны и инструкции для пилотов.

Система "Follow the Greens" состоит из нескольких ключевых компонентов:

1. Указатели и огни: На аэродроме устанавливаются специальные указатели, оснащенные светодиодными огнями различных цветов. Обычно используются зеленые огни, которые используются для указания основного пути следования воздушного судна. Они могут быть также дополнены желтыми, красными или белыми огнями для указания дополнительной информации, такой как повороты, остановки или изменение скорости.

2. Датчики и контроллеры: Система "Follow the Greens" основывается на использовании датчиков, которые расположены вдоль рулежных дорожек и взлетно-посадочных полос. Датчики регистрируют положение воздушного судна и передают эту информацию контроллеру, который затем управляет отображением соответствующих огней на указателях.

3. Алгоритмы и программное обеспечение: Для эффективной работы системы "Follow the Greens" необходимы специальные алгоритмы и программное обеспечение. Они определяют логику перемещения огней в зависимости от положения воздушного судна, его скорости и других факторов. Алгоритмы также могут учитывать другие переменные, такие как погодные условия или наличие других воздушных судов на аэродроме, чтобы обеспечить безопасное и эффективное движение.

С математической точки зрения, процессы в автоматизированной системе "Follow the Greens" могут быть описаны следующим образом:

1. Моделирование аэродрома: Для начала, необходимо создать математическую модель аэродрома, включающую в себя его геометрические параметры, такие как размеры рулежных дорожек, взлетно-посадочных полос, расположение различных зон и инфраструктуры. Эта модель может быть представлена в виде графа или сети, где узлы представляют собой определенные точки на аэродроме, а ребра - пути перемещения между ними.

2. Определение путей движения: Далее, определяются пути движения для каждого воздушного судна в зависимости от его текущего положения, направления и назначения. Это может быть решено с использованием алгоритмов поиска пути, таких как алгоритм Дейкстры или A\*.

3. Оптимизация потока воздушных судов: Целью автоматизированной системы "Follow the Greens" является оптимизация потока воздушных судов на аэродроме. Для этого применяются алгоритмы оптимизации, которые учитывают критерии, такие как минимизация задержек, максимизация пропускной способности и соблюдение безопасности. Эти алгоритмы могут быть основаны на методах линейного программирования, динамического программирования или эволюционных алгоритмах.

4. Генерация инструкций и коммуникация: После определения оптимальных путей движения, система "Follow the Greens" генерирует инструкции для пилотов, которые указывают на оптимальный маршрут и направление движения. Эти инструкции могут быть представлены в виде текстовых сообщений, графических дисплеев или других средств коммуникации между системой и пилотами.

5. Обновление и адаптация: Автоматизированная система "Follow the Greens" должна постоянно обновляться и адаптироваться к изменяющимся условиям на аэродроме, таким как изменение погоды, появление новых воздушных судов или изменение расписания. Для этого могут использоваться методы машинного обучения или адаптивного управления.

Математические модели, алгоритмы и методы, применяемые в автоматизированной системе "Follow the Greens", помогают оптимизировать движение воздушных судов на аэродроме. Они основаны на анализе данных, включая прогноз погоды, объемы трафика и другие параметры, чтобы

предоставить оптимальные маршруты и расписания для каждого воздушного судна.

Математические модели позволяют определить оптимальные пути и время для перемещения воздушных судов, учитывая ограничения и условия на аэродроме. Алгоритмы и методы обеспечивают точное и быстрое вычисление оптимальных решений, учитывая различные факторы, такие как безопасность, эффективность и приоритеты.

Автоматизированная система «Follow the Greens» обладает рядом преимуществ, значительных для обеспечения эффективного и безопасного наземного движения воздушных судов и оптимизации производства полетов на аэродроме в целом.

Автоматизация процессов управления позволяет авиадиспетчерам сосредоточиться на более сложных задачах, требующих принятия оперативных решений, в то время как простые задачи перемещения воздушных судов могут быть автоматизированы, что уменьшает рабочую нагрузку диспетчеров УВД.

Также такая система снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, и обеспечивает точное и надежное перемещение самолетов по аэродрому, повышая уровень безопасности полетов.

«Follow the Greens» позволяет оптимизировать использование рулежных дорожек и взлетно-посадочных полос, что приводит к увеличению пропускной способности аэродрома и сокращению задержек. Благодаря точному планированию и координации движения воздушных судов, «Follow the Greens» способна оптимизировать использование имеющихся ресурсов аэродрома. Путем вычисления оптимальных маршрутов и расписаний для каждого воздушного судна, система обеспечивает более эффективное использование площади маневрирования аэродрома.

Увеличение пропускной способности аэродрома имеет ряд преимуществ. Во-первых, это позволяет сократить время ожидания для воздушных судов, что в свою очередь снижает задержки и улучшает пунктуальность полетов. Более быстрое и эффективное движение воздушных судов также способствует экономии топлива и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Во-вторых, увеличение пропускной способности аэродрома повышает его конкурентоспособность и привлекательность для авиакомпаний. Аэродром, способный обеспечить более эффективное и быстрое обслуживание воздушных судов, может стать предпочтительным выбором для авиакомпаний, что может привести к увеличению числа рейсов и пассажиров, а также к развитию экономического потенциала региона.

В-третьих, увеличение пропускной способности аэродрома способствует улучшению опыта пассажиров. Короткие очереди на регистрации и контроле безопасности, а также более пунктуальные рейсы, сделают путешествие более комфортным и удобным для пассажиров. Это может повысить уровень удовлетворенности клиентов и привлечь новых пассажиров.

Более того, система "Follow the Greens" предоставляет пилотам ясные и однозначные указания по движению на аэродроме. Это помогает улучшить коммуникацию между пилотами и авиадиспетчерами, а также снизить нагрузку на пилотов, особенно в условиях высокой интенсивности воздушного движения. Пилоты могут полагаться на систему для точного следования пути и, таким образом, освободиться от необходимости постоянно запрашивать инструкции у диспетчеров УВД, тем самым не загружая радиоэфир.

В целом, автоматизированная система "Follow the Greens" способствует улучшению эффективности работы аэродрома путем оптимизации ресурсов, сокращения времени руления, улучшения координации и коммуникации, а также предоставления более предсказуемых расписаний. Это приводит к более гармоничной и эффективной работе всей авиационной системы на аэродроме.

Несмотря на множество преимуществ, система "Follow the Greens" также имеет некоторые недостатки, которые следует учитывать:

Реализация системы "Follow the Greens" требует значительных инвестиций в оборудование, программное обеспечение и обучение персонала. Это может стать значительным финансовым бременем для аэродромов, особенно для тех, которые уже имеют сложную инфраструктуру и требуют больших изменений для внедрения новой системы.

Также, система "Follow the Greens" полностью основана на технической функциональности. В случае сбоев или неполадок в оборудовании, система может быть недоступной или давать неправильные инструкции. Это может создать проблемы и повысить риск возникновения аварийных ситуаций, особенно если пилоты полностью полагаются на систему без ведома авиадиспетчеров.

И конечно, внедрение системы "Follow the Greens" требует дополнительного обучения

диспетчеров УВД и пилотов, а также привлечение нового персонала для технического обслуживания данной системы. Это может потребовать времени и ресурсов для освоения новой системы, а также привыкания к новым процессам и процедурам.

Однако, в случае нестандартных ситуаций, таких как аварии, пожары или экстренные посадки, система "Follow the Greens" может предоставлять ограниченные возможности. В таких случаях требуется оперативное вмешательство диспетчеров и пилотов для принятия быстрых решений и обеспечения безопасности.

Несмотря на эти недостатки, система "Follow the Greens" все равно предлагает значительные преимущества в управлении движением на аэродроме и повышении безопасности операций.

*Вывод:* Автоматизированная система "Follow the Greens" играет важную роль в обеспечении безопасности и эффективности работы на аэродроме. Она позволяет автоматически контролировать и управлять огнями и сигнальными огнями, что способствует обеспечению правильной навигации воздушных судов и предотвращает возможные аварии.

Кроме того, использование "Follow the Greens" на аэродроме способствует улучшению операционной эффективности и сокращению времени между посадками и взлетами. Система может автоматически управлять огнями и сигнальными огнями, оптимизируя их работу и уменьшая задержки в воздушном движении.

Благодаря "Follow the Greens" можно повысить надежность и точность работы огней на аэродроме. Система оснащена датчиками и алгоритмами, которые позволяют мониторить и контролировать работу огней в реальном времени, а также обнаруживать и устранять возможные сбои или неисправности.

Несмотря на значительные достижения в разработке автоматизированной системы "Follow the Greens" для огней на аэродроме, еще остается много возможностей для совершенствования и улучшения. Дальнейшие исследования и разработки в этой области могут привести к разработке более интеллектуальных и эффективных систем управления огнями на аэродроме.

#### **Библиографический список:**

1. Reduce taxi time with Follow the Greens // Текст: электронный // URL: <https://adbsafegate.com/interactive-airport/>
2. Follow the Greens Airfield lighting controls, ALCMS, ILCMS // Текст: электронный // URL: <https://tm3airports.com/follow-the-greens/>
3. Follow the greens - International Airport Review // Текст: электронный // URL: <https://www.internationalairportreview.com/article/16997/follow-the-greens/>
4. (PDF) The feasibility of Follow-the-Greens for 4-dimensional trajectory based airport ground movements // Текст: электронный // URL: [https://www.researchgate.net/publication/341054688\\_The\\_feasibility\\_of\\_Follow-the-Greens\\_for\\_4-dimensional\\_trajectory\\_based\\_airport\\_ground\\_movements](https://www.researchgate.net/publication/341054688_The_feasibility_of_Follow-the-Greens_for_4-dimensional_trajectory_based_airport_ground_movements)



**Гладков Роман Викторович**  
**Gladkov Roman Viktotrovich**

канд. техн. наук, доцент

Доцент военного учебного центра Кубанского государственного аграрного университета

E-mail: [ladkov-80@mail.ru](mailto:ladkov-80@mail.ru)

**Троший Олег Викторович**  
**Troschiy Oleg Viktotrovich**

Заместитель начальника военного учебного центра Кубанского государственного аграрного университета

**Сметанников Александр Павлович**  
**Smetannikov Aleksandr Pavlovich**

Начальник цикла военного учебного центра Кубанского государственного аграрного университета

УДК 623

## **ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И АТМОСФЕРЫ НА КОРРОЗИОННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

### **INFLUENCE OF OPERATIONAL MATERIALS AND ATMOSPHERE ON CORROSION DAMAGE OF MILITARY AUTOMOTIVE PARTS**

**Аннотация:** в работе рассмотрены основные причины коррозионных повреждений деталей военной автомобильной техники с учетом влияния эксплуатационных материалов и атмосферы.

**Abstract:** the paper considers the main causes of corrosion damage to parts of military vehicles, taking into account the influence of operational materials and the atmosphere.

**Ключевые слова:** эксплуатационные материалы, коррозия, химическая активность, металл.

**Keywords:** operational materials, corrosion, chemical activity, metal.

Как правило, в природе встречаются в чистом виде только благородные металлы (платина, золото, серебро и т.д.), остальные же - в виде соединений с неметаллами (минералы, руда). Причина этого - большая химическая активность металлов по отношению к кислороду и другим неметаллическим соединениям (сере, хрому, фосфору и т.д.). Металлические руды образуются самопроизвольно и представляют собой естественные соединения металлов с неметаллами, содержащимися в земной коре или атмосфере. Следовательно, в большинстве случаев состояние металлов в виде окислов намного более стабильно, чем в чистом виде. Затрачивая свободную энергию металлургического топлива или электрическую энергию, можно разорвать химические связи и отделить от неметаллов. Но как только металлы выходят из металлургической печи, они вновь возвращаются в среду, содержащую те же вещества, которые однажды уже перевели его в окисленное состояние [1].

Все эксплуатационные материалы: топливо, масла, смазки, амортизаторные, тормозные и специальные охлаждающие жидкости (за исключением воды) – сами по себе практически не обладают коррозионным действием. Неактивные сернистые соединения практически не корродируют металлы при обычных условиях. Однако, в определенных условиях (например, при повышенных температурах) они в результате распада могут образовывать активные соединения-меркаптаны, сероводород и даже свободную серу. Эти продукты особенно коррозионно активны при наличии воды. Наибольшее влияние на развитие коррозионных процессов в металлах оказывают продукты сгорания топлива и, в первую очередь, дизельного. При сгорании одной тонны дизельного топлива, имеющего в своем составе 0,2% неактивных сернистых соединений, в двигателе образуется 4 кг сернистого ангидрида, из которого может получиться более 5 кг сернистой кислоты. Пары сернистой кислоты, насыщая масляную пленку на поверхности гильз, проникают в металл гильзы и разрушают ее, увеличивая коррозионный износ при работе двигателя и нанося коррозионные поражения при хранении.

После остановки двигателя коррозионные язвы обнаруживаются на поверхности гильз

цилиндров через 15-20 суток. Этим объясняется требование обязательной консервации двигателя при перерыве в эксплуатации свыше 15 суток. Интенсивность коррозии от продуктов сгорания топлива может резко возрасти, если материал деталей является особо чувствительным к некоторым коррозионно-активным веществам. Так, сталь 38ХМЮА, из которой выполнены гильзы цилиндров двигателя типа В-2, оказалась особо чувствительной к продуктам сгорания, в которых находится сернистая и серная кислоты.

Использование в качестве эксплуатационного материала воды делает систему охлаждения двигателей весьма уязвимой для коррозии. Коррозия развивается наиболее интенсивно в незаправленных системах, когда охлаждающая жидкость не полностью удалена из системы. Коррозии подвергаются пружины паровоздушных клапанов, перепускные трубопроводы системы охлаждения из блоков цилиндров в головки блоков, наружные поверхности гильз цилиндров, полости подогревателей и другие детали. Таким образом, из эксплуатационных материалов непосредственную опасность для деталей машин с точки зрения коррозии представляют топлива (точнее продукты их сгорания) и вода, как охлаждающая жидкость.

Окружающая атмосфера является постоянно действующим носителем агрессивных коррозионных реагентов. В общем случае она включает в себя атмосферный воздух, состоящий из азота, кислорода, водорода, углекислого и инертного газов, паров воды, а также аэрозоли морских солей, промышленные газы и твердые частицы (пыль). Почти все компоненты атмосферы оказывают свое влияние на протекание коррозионных процессов.

В процессе хранения машин, кроме воздействия на черные металлы, атмосфера оказывает также неблагоприятное влияние на неметаллические материалы: резину, пластмассы, лакокрасочные покрытия и ГСМ. В наибольшей степени изменяют свои свойства резиновые изделия.

Старение резины (ухудшение ее механических и диэлектрических свойств) происходит в результате окисления. При поглощении 0,5% (по весу) кислорода резина снижает свою прочность на 30%, а при 2% - полностью теряет свою эластичность и прочность. На скорость старения влияют температура и солнечная радиация. Пластичные материалы стареют под воздействием тех же факторов. В результате старения происходит изменение массы и размеров деталей, ухудшение диэлектрических свойств и прочности. Это является основной причиной потери работоспособности радиостанций и других электронных устройств при хранении.

Интенсивность коррозии возрастает, если поверхность детали покрыта пылью (рисунок 1.1).

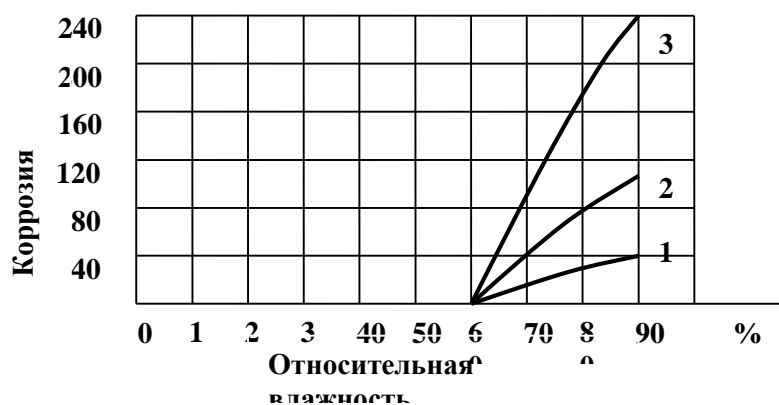


Рисунок 1.1 – Влияние загрязненной атмосферы на интенсивность коррозии стали:  
1 – влажная атмосфера; 2 – влажная атмосфера с содержанием 0,01% SO<sub>2</sub>; 3 – влажная атмосфера с содержанием 0,01% SO<sub>2</sub>, поверхность детали покрыта пылью.

Главными причинами разрушения лакокрасочных материалов является ультрафиолетовая часть спектра солнечной радиации и атмосферная влага. Разрушение окрашенных поверхностей происходит за счет снижения качества самой пленки и в результате разрушающего действия продуктов коррозии металла под окраской. Изменение физико-химических параметров ГСМ в первую очередь связано с воздействием кислорода. Чаще всего металлы подвергаются одновременно нескольким видам коррозии. В сухом воздухе проявляется химическая коррозия вследствие окисления металлов кислородом, она протекает относительно медленно. Увеличение относительной влажности приводит к возникновению электрохимической коррозии. Ее развитие начинается при относительной влажности более 60%, т.к. только в этом случае возможно выпадение росы на поверхностях деталей

из-за суточного колебания температуры.

Твердые частицы пыли, оседая на металлических поверхностях, способствуют образованию пленки влаги при влажности менее 100% вследствие капиллярной, абсорбционной или химической конденсации. Вследствие этого скорость коррозии увеличивается. Количество твердых частиц, выпадающих из атмосферы, колеблется от 50 (сельская местность) до 300-400 т/км<sup>2</sup> (промышленные центры). Скорость атмосферной коррозии зависит также от температуры [2].

При низкой температуре коррозия практически прекращается, а с повышением температуры возрастает на 1-3% на каждый градус. Большое влияние на коррозионную агрессивность атмосферы оказывают географические условия и время года (Рисунок 1.2).

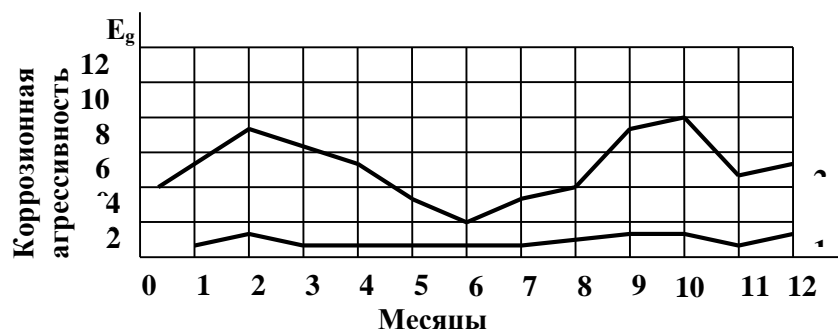


Рисунок 1.2-Зависимость коррозионной агрессивности атмосферы от географических условий и времени года:  
1 – в Московской области; 2 – в Москве.

Таким образом, разрушение атмосферных поверхностей происходит за счет снижения качества самой пленки и в результате разрушающего действия продуктов коррозии под краской. Изменение физико-химических параметров ГСМ в первую очередь связано с воздействием кислорода.

#### Библиографический список:

1. Никифоров В.М. Технология металлов и конструкционные материалы. – М.: Высшая школа, 1980.
2. Улиг Г.Г. Коррозия и борьба с ней. – Л.: Химия, 1989.







Научное издание

Коллектив авторов

ISSN 2500-1140

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2023