

**Соловьев Иван Павлович,** Студент,  
ф. ВУНЦ ВВС «ВВА» в г. Челябинске

**Терёхин Матвей Евгеньевич,** Студент,  
ф. ВУНЦ ВВС «ВВА» в г. Челябинске

**Ящук Константин Васильевич,** Доцент,  
ф. ВУНЦ ВВС «ВВА» в г. Челябинске

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УГЛОМЕРНЫХ СИСТЕМ ИНОСТРАННЫХ ГОСУДАРСТВ**

**Аннотация.** Рассматриваем достоинства и недостатки современных угломерных систем иностранных государств, а также перспективу их развития в современное время.

**Ключевые слова:** Угломерные системы, угломерные радиотехнические системы, перспектива развития угломерных систем.

Угломерные системы играют ключевую роль в современных технологиях, обеспечивая точные измерения углов в различных областях, включая навигацию, геодезию, а также радиолокацию. С учетом быстрого развития технологий и возрастания потребностей в высокоточных данных, перспектива развития этих систем становится всё более актуальной.

Введение новых алгоритмов обработки данных, расширение функциональности за счет интеграции с другими устройствами, а также использование актуальных беспроводных технологий открывают новые горизонты для улучшения работоспособности угломерных систем. Данный аспект требует глубокого анализа и научных исследований, направленных на внедрение инновационных решений, что, в свою очередь, способствует дальнейшему развитию и адаптации этих систем к нуждам современности [2].

Таким образом, исследование перспектив развития и поиск проблем, связанных с развитием угломерных радиотехнических систем имеет не только научную, но и практическую значимость, что делает эту тему востребованной и актуальной для изучения.

Современные угломерные радиотехнические системы представляют собой высокотехнологичные устройства, которые обеспечивают точные измерения углов и ориентации объектов в пространстве. Эти системы находят широкое применение в различных областях, таких как авиация, морская навигация, геодезия, а также в военных и гражданских радиолокационных системах [3].

Одной из ключевых особенностей современных угломерных систем является использование передовых технологий, таких как цифровая обработка сигналов, алгоритмы машинного обучения и беспроводные коммуникации. Это позволяет значительно повысить точность измерений и скорость обработки данных, что критически важно в условиях динамически меняющейся среды.

Современные угломерные системы также отличаются высокой степенью интеграции с другими устройствами и системами. Например, они могут быть связаны с глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС), что позволяет улучшить точность определения местоположения и ориентации. Кроме того, использование сенсоров и датчиков нового поколения открывает новые возможности для мониторинга и анализа данных в реальном времени [3].



Таким образом, современные угломерные радиотехнические системы представляют собой важный элемент в контексте технологического прогресса, обеспечивая высокую точность и надежность в различных приложениях.

Современные угломерные радиотехнические системы можно классифицировать по различным критериям [4]. Такие как аналоговые угломерные системы

Эти системы основаны на использовании аналоговой электроники для измерения углов. Они способны обеспечить высокую стабильность и точность, но имеют ограничения по количеству функций и возможности автоматизации. Применяются в артиллерийских системах, использующих аналоговые прицелы, например, D-30 с прицелом ПУ-12. Имеющие такие достоинства как простота конструкции и эксплуатации и высокая надежность в сложных условиях. А так же недостатки ограниченная точность по сравнению с цифровыми системами и сложности в обработке данных и их хранении.

В свою очередь цифровые угломерные системы используют цифровую обработку сигналов для измерения углов. Такие системы обладают высокой точностью и могут обрабатывать большие объемы данных. Они также могут быть легко интегрированы с другими цифровыми системами. И применяются на танках Leopard 2 с системой наведения FCS (Fire Control System). Достоинствами являются высокая точность и скорость обработки данных и возможность интеграции с другими системами и технологиями. А недостатки более высокая стоимость по сравнению с аналоговыми системами и зависимость от электроники, что может создавать уязвимости.

Оптические угломерные системы используют световые технологии, такие как лазеры или оптические датчики, для определения углов. Они обеспечивают высокую точность и являются идеальными для измерений на больших расстояниях. Оснащаясь на снайперских винтовках с оптическими прицелами, например, Barrett M82 с прицелом Leupold Mark 4. Достоинствами являются очень высокая точность измерений и не зависят от внешних источников энергии. Недостатками чувствительность к погодным условиям и освещению и необходимость сложного обслуживания и настройки.

Инфракрасные угломерные системы это системы, использующие инфракрасные технологии, применяются для измерения углов в различных условиях, включая ночное время. Что привело к применению данных систем на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) MQ-1 Predator, оснащенные системой MX-15. Достоинства возможность работы в условиях слабой видимости и высокая степень точности при измерениях на больших расстояниях. Недостатки влияние атмосферных условий на результаты и сложность в калибровке и настройке системы.

Радиолокационные угломерные системы используют радиоволны для определения угла наклона и ориентации объектов. Они обладают хорошей способностью к работе в сложных погодных условиях и могут применяться в морской навигации на фрегатах Атланта ВМС НАТО с радаром CAPTAS 4 [1]. Достоинства способность работать в любых погодных условиях, включая дождь и снег, высокая скорость получения данных о положении объектов. Недостатки ограниченная точность на малых расстояниях и возможны направления радиоволн, что может привести к ложным данным.

Гирокомпьютерные угломерные системы основаны на гирокомпьютерах и используются для измерения углов поворота и ориентации объектов. Они широко применяются в системах навигации, включая авионику и морские навигационные системы. И применяется на подводных лодках U-212 с гирокомпьютерной системой SINS (Ship Inertial Navigation System) [1]. Достоинства высокая стабильность и точность измерений углов и не зависят от внешних факторов. Недостатки сложность в производстве и высокие затраты и возможные кумулятивные ошибки при длительном использовании.



Системы на основе глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) могут определять углы и координаты объектов с высокой точностью. Используются на боевых самолетах F-35 с системой GPS/INS (Global Positioning System/Inertial Navigation System). Достоинства высокая точность определения местоположения и возможность глобального охвата. Недостатки зависимость от работы спутниковых систем и возможные сбои в условиях сильного электромагнитного излучения.

Комбинированные углеродные системы эти системы объединяют несколько технологий, таких как оптические, радиолокационные и гирокопические, что позволяет достигать максимальной точности и надежности в различных условиях эксплуатации. Применяется на многофункциональных боевых машинах Boeing P-8 Poseidon с комбинированной системой Multi-Static Active Coherent (MACE) [1]. Достоинства сочетают преимущества разных технологий, что повышает точность и надежность и эффективны в многофункциональных системах вооружения. Недостатки сложность в интеграции различных компонентов и более высокая стоимость и требования к обслуживанию.

Каждый из этих видов углеродных радиотехнических систем имеет свои особенности и преимущества, что позволяет выбирать наиболее подходящее решение в зависимости от конкретных задач и условий применения.

Развитие углеродных радиотехнических систем связано с несколькими ключевыми направлениями [2]:

Совершенствование цифровых технологий углеродных систем становится более точными и эффективными благодаря новейшим технологиям, таким как цифровая обработка сигналов, что позволяет улучшить точность измерений и уменьшить время отклика.

Интеграция с другими радиотехническими и информационными системами, что позволяет расширить их функциональные возможности и повысить общую эффективность.

Использование беспроводных технологий в беспроводных сетях, что упрощает их использование в полевых условиях и придает больше мобильности.

Автоматизация процессов и сборов, обработки данных из углеродных систем становится стандартом, что позволяет значительно сократить время на анализ и повысить точность результатов.

Разработка новых алгоритмов кодирования, которые улучшают продуктивность и точность углеродных систем, что особенно актуально в сложных условиях эксплуатации.

В общем, углеродные радиотехнические системы находятся на этапе активного развития, происходят значительные изменения, способные улучшить их работу и применимость в различных областях.

С внедрением передовых технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и интеграция с беспилотными системами, существует значительный потенциал для улучшения точности углеродных радиотехнических систем. Ожидается, что следующее поколение этих технологий предоставит более глубокую интеграцию данных и позволит принимать решения в реальном времени, что в свою очередь повысит оперативную эффективность.

В заключение, можно сказать, что перспектива развития углеродных радиотехнических систем выглядит многообещающей, предоставляя новые возможности и инструменты для обеспечения безопасности и успеха военных операций в будущем.

*Список литературы:*

1. Чернов В.С., Верба В.С., Меркулов В.И., Ильчук А.Р., Загребельный И.Р. "Углеродные двухпозиционные пассивные системы радиомониторинга воздушного базирования. Методы и алгоритмы оценивания и управления". Москва. 2022.



**РАЗДЕЛ:** Инженерное дело, технологии и технические науки

Направление: Технические науки

---

2. Кузнецов, В. И. "Основы угломерных технологий". Санкт-Петербург, 2020.
3. Романов, И. П. "Современные угломерные устройства". Екатеринбург, 2019.
4. Johnson, L. & Brown, R. "Precision Angle Measurement in Engineering". Лондон, 2021.

