

## THE IMPROVEMENT OF METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF RADIONAVIGATION DEVICES

**Dilshod Elmuradovich ESHMURADOV**

Associate Professor, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

**Ma'mura Orifovna YODGOROVA**

Assistant, Bukhara engineering technological institute

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7422192>

**Abstract.** Nowadays reactive aircraft can fly at supersonic speeds, fly along a complex route with access to a given point and perform an automatic landing approach in any weather and at any time of the day due to the widespread use of radio electronics, automation, computer technology, control and recording equipment on aircraft.

At the same time, the expansion of the range of tasks to be solved led to the complication of on-board aviation and radio navigation devices and put forward new problems of operation, maintenance and ensuring its reliability.

The paper considers the main characteristics and classifications of radio navigation devices. The classification of radio navigation devices according to the basic principles of their operation, as well as lists are presented in the article. In addition, the article describes the main metrological characteristics of radio navigation devices.

**Keywords:** navigation, navigation safety, radio navigation devices, radio navigation systems, qualimetric analysis.

## УЛУЧШЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ ПРИБОРОВ

**Аннотация.** Благодаря широкому применению на воздушных судах устройств радиоэлектроники, автоматики, вычислительной техники, контрольной и регистрирующей аппаратуры сегодня реактивные самолеты могут летать со сверхзвуковыми скоростями, осуществлять полеты по сложному маршруту с выходом в заданную точку и производить автоматический заход на посадку в любую погоду и в любое время суток.

В то же время расширение круга решаемых задач привело к усложнению устройств бортовых авиационных и радионавигационных приборов и выдвинуло новые проблемы эксплуатации, обслуживания и обеспечения его надежности.

В работе рассмотрены основные характеристики и классификации радионавигационных приборов. В статье представлена классификация радионавигационных приборов по основным принципам их работы, а также перечислены и описаны основные метрологические характеристики радионавигационных приборов.

**Ключевые слова:** навигация, навигационная безопасность, радионавигационные приборы, радионавигационные системы, квалиметрический анализ.

## ВВЕДЕНИЕ

Навигационные технологии в современном мире находятся на таком уровне развития, который, прежде всего, позволяет их использовать в разных областях и сферах деятельности [1, с. 121]. На сегодняшний день достаточно широким считается спектр использования радионавигационных приборов и систем. Радионавигационные приборы и

системы в мировой практике нашли собственное применение в гражданской и военной авиации, управлении наземным транспортом, судоходстве и т.д. [10, с. 21].

На протяжении десятилетий основным направлением развития навигационной науки являлось совершенствование технических средств навигации, повышение их точности, надежности и функциональных возможностей [5, с. 12].

В последние годы развитие методов и средств радионавигационного обеспечения осуществляется в повышенной интенсивности, усилении требований к надежности, точности и объему сведений, а также оперативности обработки таких сведений [6, с. 39]. Именно поэтому требуется выбор наиболее эффективных радионавигационных приборов и систем, который возможен благодаря квалиметрическому анализу их характеристик.

## **МЕТОДЫ И МЕТОДОЛОГИЯ**

Для проведения в рамках настоящего исследования квалиметрического анализа характеристик радионавигационных приборов на основе показателей качества радионавигационных приборов первоначально использовались теоретические методы исследования, которые были направлены на обзор литературных источников по проблеме исследования. Кроме того, в научной статье использовались методы анализа и классификации выявленных характеристик.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

По мнению О.В. Болотова, навигация осуществляется с непосредственным использованием разных радионавигационных средств и приборов, которые могут быть классифицированы с помощью их метрологических характеристик и физическими принципами работы, используемыми ими [2, с. 346].

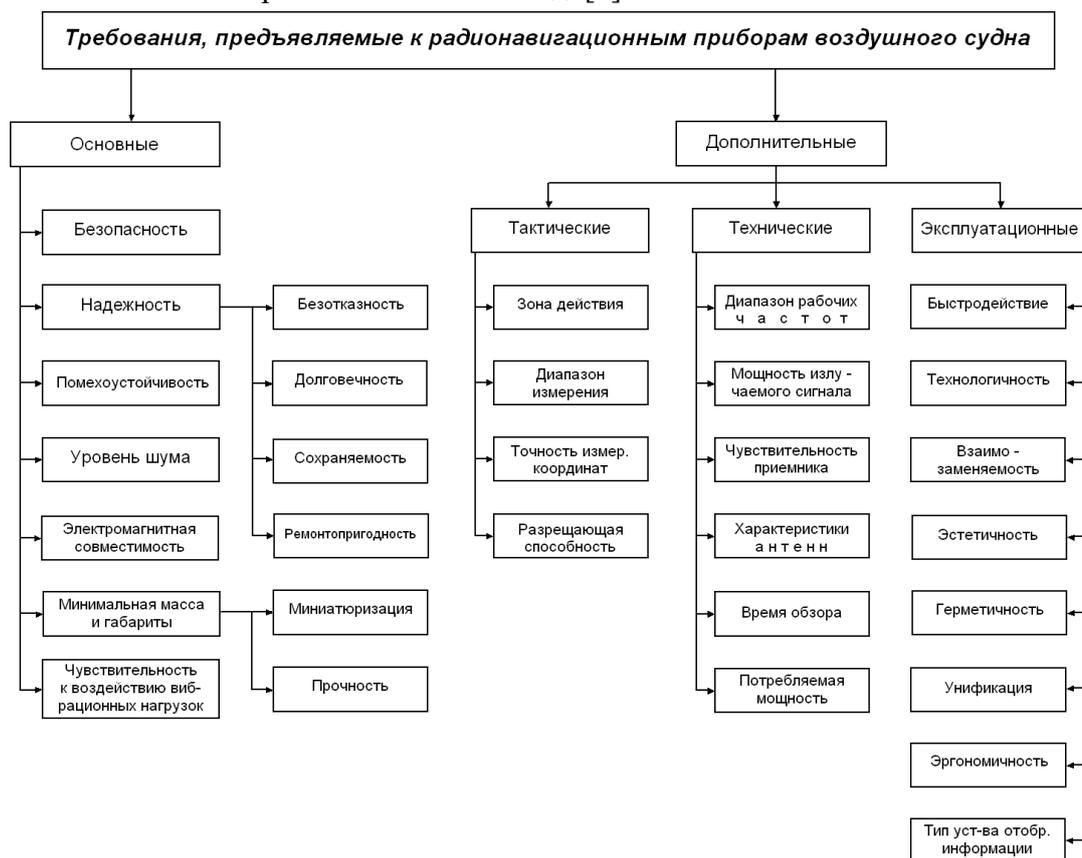
Классификация требований к радионавигационным приборам воздушных судов представлена схематически на рисунке 1.

И.Н. Карцан и Р.А. Гаишаев пишут в собственных научных исследованиях, что для радионавигационных приборов в основу классификации могут быть заложены определенные признаки отличительного характера, основными из которых являются метод измерения РНП, метод определения местоположения, назначение системы [3, с. 294].

Функциональные возможности тех или иных радионавигационных приборов определяют метрологические характеристики, которые принято считать тактическими характеристиками [9, с. 124]. Среди основных метрологических характеристик радионавигационных приборов современные ученые выделяют следующие [4, с. 17]:

- надежность;
  - рабочая зона, заданная сектором поиска по параметрам объекта;
  - помехозащищенность;
  - скорость обзора или время поиска заданного сектора;
  - пропускная способность;
  - разрешающая способность;
  - точность измерения, количество определяемых координат.
- Выделенные параметры составляют техническую и тактическую характеристику радионавигационных приборов.

Помехоустойчивость зависит от сочетания большого числа факторов: формы полезного сигнала, вида (формы) помехи, ее интенсивности, структуры приемника, применяемых способов борьбы с помехами и т.д. [8].



**Рис. 1.** Классификация требований к радионавигационным приборам воздушных судов

К радионавигационным приборам технические и тактические требования различны, но основные их параметры могут быть практически одинаковы, так как составляют тактико-техническую характеристику радионавигационного прибора. Более подробное описание выделенных метрологических характеристик радионавигационных приборов представлено в таблице 1.

**Таблица 1**

Метрологические характеристики радионавигационных приборов  
Metrological characteristics of radio navigation devices

№	Наименование	Описание
1	Надежность	Данная характеристика, прежде всего, отражает вероятность того, что радионавигационный прибор будет в течение необходимого временного интервала работать безотказно
2	Рабочая зона, заданная сектором поиска по параметрам объекта	В первую очередь, данная характеристика отражает наибольшее расстояние в пределах рабочей зоны радионавигационного прибора, то есть наибольшее расстояние между радионавигационным прибором и подвижным объектом. Во многом, данная характеристика находится в зависимости от технических характеристик

		радионавигационного прибора и основных условий распространения радиоволн
3	Помехоустойчивость	Данная характеристика, прежде всего, отражает способность радионавигационных приборов выполнять надежно собственные функции в условиях воздействия помех организованного и непреднамеренного характера
4	Скорость обзора или время поиска заданного сектора	В первую очередь, данная характеристика отражает время, которое требуется радионавигационному прибору для осуществления однократного обзора заданной зоны. Как следует подчеркнуть, выбор времени обзора, прежде всего, связан с маневренностью управляемых или наблюдаемых объектом, уровнем помех и сигнала, объемом пространства обзора, рядом характеристик технического и тактического характера радионавигационного прибора
5	Пропускная способность	Данная характеристика, прежде всего, отражает количество объектов, которые радионавигационным прибором обслуживаются в конкретную единицу времени или одновременного
6	Разрешающая способность	В первую очередь, выделенная характеристика отражает возможность радионавигационного прибора разделять полезный сигнал и мешающие сигналы, которые не содержат об объекте достоверной информации, но по форме подобны полезному сигналу
7	Точность измерения	Данная характеристика, прежде всего, отражает основную погрешность при определении параметров и координат движения объекта. Как следует подчеркнуть, основными причинами погрешностей считаются несовершенство аппаратуры и метода измерения, субъективные качества оператора, воздействие условий внешнего характера
8	Количество измеряемых координат	В первую очередь, данная характеристика определяет основные возможности радионавигационных приборов при ее использовании на практике

Таким образом, определение выделенных в таблице метрологических характеристик радионавигационных приборов достаточно трудоемкий и сложный процесс, актуальность их точного определения обусловлена тем, что человеческие жизни находятся в непосредственно зависимости от отсутствия серьезных погрешностей.

Для проведения квалитетического анализа характеристик радионавигационных приборов были выбраны автоматические радиоконпасы АРК, используемые в гражданской авиации. Данные радионавигационные приборы устанавливаются на самолете. Основным предназначением автоматического радиоконпаса считается:

- работа в качестве средневолнового приемника в диапазоне соответствующих частот;
- выполнение по системе ОСП захода на посадку совместно с другими приборами;
- определение по 2-м и более радиостанциям местонахождения самолета;
- выполнение полета на радиостанцию с визуальной индикацией курса по указателю, а также от нее.

Основные характеристики автоматических радиоконпасов, используемых в гражданской авиации, представлены в таблице 2.

**Таблица 2**

**Table 2**

Основные характеристики автоматического радиоконпасов

Main characteristics of automatic radio compasses

№	Наименование	АРК-35-1	АРК-32 / АРК-40	АРК-25	АРК-15М	АРК-У2	АРК-УД
1	Диапазон частот, кГц	150-1750	150-1750	150-1750	150-1799,5	100-150	100-250
2	Число поддиапазонов	Нет данных	Нет данных	6	5	-	-
3	Дальность действия, км	180-350	180-350	180-350	180-350	120-230	120-230
4	Характерные частоты, МГц	-	-	-	-	114,166; 114,333; 114,583; 121,5	114,166; 114,333; 114,583; 121,5; 123,1; 124,1; 243,0
5	Точность измерения КУР, град.	2,0	2,0	1,0	2,0	3,0	3,0
6	Время перестройки, с	1	1	2	4	-	-
7	Чувствительность в режиме «Компас», мкВ/м	35	35	Нет данных	25	-	-
8	Чувствительность в режиме «Антенна», мкВ/м	70	50	Нет данных	50	-	-
9	Среднее время наработки на отказ, ч	4000	7000	Нет данных	300	-	-
10	Масса, кг	5,4	5,2	Нет данных	15,7	10	Нет данных

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе исследования была представлена классификация радионавигационных приборов по основным принципам их работы. В результате были выделены навигационные, астрономические, радионавигационные, автономные бортовые и светотехнические, инерциальные средства навигации. Как свидетельствуют результаты анализа, метрологические характеристики радионавигационных приборов составляют их техническую и тактическую характеристику. В качестве таких метрологических характеристик радионавигационных приборов выделяют: надежность, рабочую зону, помехозащищенность, скорость обзора, пропускную способность, разрешающую способность и точность измерения. Результаты квалитетического анализа

свидетельствуют о том, что погрешность определения КУР в автоматических радиоконпасах, используемых в гражданской авиации, лежит в пределах от 2,0 до 3 градусов.

## REFERENCES

1. Амиров А.Ж. Анализ существующих современных радионавигационных систем // Молодой ученый. 2015. № 21 (101). С. 120-122.
2. Болотова О.В. Классификация радионавигационных систем и их характеристики // Решетневские чтения. 2014. №18. С. 346-347.
3. Гашишаев Р.А., Карцан И.Н. Радионавигационные системы и их классификация // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2011. №7. С. 293-295.
4. Данилов С.Н., Иванов А.В. Теоретические основы радиолокации и радионавигации. Учебное пособие. — Тамбов: ТГТУ, 2017. - 88 с.
5. Эшмурадов Д. Э. Зональная навигация в Республике Узбекистан // Монография. Т.: ТГТУ. – 2016.
6. Затучный Д.А., Сладь Ж.В. Использование информации об уровне наземного обеспечения полетов ВС для планирования воздушного движения // Научный Вестник МГТУ ГА. 2016. Т. 19, № 05. С. 104-110.
7. Модестов С.Б., Куц К.А. Основы аэронавигации: Учебное пособие/Университет ГА.С-Петербург, 2017. 58 с.
8. U. Attokurov, S. Omorova, D. Eshmuradov АНАЛИЗ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ ПОМЕХ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАБОТУ РЕТРАНСЛЯЦИОННОЙ РАДИОСТАНЦИИ // SAI. 2022. №А6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-naibolee-opasnyh-pomeh-vliyayuschih-na-rabotu-retranslyatsionnoy-radiostantsii> (дата обращения: 04.12.2022).
9. Степаненко А.С. Развитие навигационных систем в гражданской авиации // Научный вестник МГТУ ГА. 2017. №1. С. 123-131.
10. Сурков В.О. Анализ состава существующих систем навигации для подвижных наземных объектов и выбор наиболее перспективного состава, исходя из требований точности и надежности / В. О. Сурков. — Текст : непосредственный // Современные тенденции технических наук : материалы II Междунар. науч. конф. (г. Уфа, май 2013 г.). — Т. 0. — Уфа : Лето, 2013. — С. 20-24.