

Рисунок 2 – Зависимость напряжения автодинного отклика от угла между центральной осью излучателя и контролируемой поверхностью

Следует отметить высокую чувствительность радиоволнового преобразователя на основе автодинного модуля с длиной волны 5мм и по этой причине целесообразно использовать данные преобразователи для контроля перемещений не более 1 мм, во избежание выхода рабочей точки модуля за границы прямолинейного участка характеристики, представленной на рисунке 1, и возникновения неоднозначности измерений.

#### Список использованных источников

1. Данилин, А. И. Бесконтактные измерения деформационных параметров лопаток в системах контроля и управления турбоагрегатами / А. И. Данилин. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2008. – 218 с.
2. Грецков А.А., Результаты экспериментального исследования доплеровского преобразователя перемещений / А.А. Грецков, У.В. Бояркина, А.Р. Вахитов // Материалы Всероссийской науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций» (г. Самара, 18-20 мая 2016 г.). – Самара: ООО «Офорт», 2016. – С. 61-63.

Грецков Андрей Александрович, к.т.н., доцент каф. РЭС, greckov.aa@ssau.ru.

Бояркина Ульяна Викторовна, к.т.н., доцент каф. РЭС, boyarkina.uv@ssau.ru.

Елизаров Антон Олегович, студент гр. 6561-110501D, antonelizarovinbox.ru@gmail.com.

УДК 62.519.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАПРАВЛЕННЫХ АНТЕНН ДЛЯ СВЯЗИ С БЕСПИЛОТНЫМ ВОЗДУШНЫМ СРЕДСТВОМ

А.О. Елизаров, Д.А. Ворох

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

**Ключевые слова:** направленные антенны, диаграмма направленности, беспилотное воздушное средство, антенная решетка.

Каждый шаг в направлении увеличения дальности связи с беспилотным воздушным средством (БВС) играет ключевую роль в повышении его эффективности и функциональности.

Увеличение дальности связи с БВС помимо введения ретранслятора сигналов между пультом управления и БВС, можно осуществить введением антенны с узкой диаграммой направленности. Для такой реализации может быть использована направленная антенна, расположенная на подвижной платформе, которая меняет свое положение в пространстве за счет поворота шаговых двигателей.

Также возможна реализация достижения максимума направленности в сторону БВС на основе антенной решетки, направленность которой изменяется путем электронной настройки.

В обоих случаях актуально, сравнивая сигналы местоположения БВС (получаемые в формате телеметрии с GPS/ГЛОНАСС трекера на борту БВС) с местоположением ретранслятора или пульта управления (также с GPS/ГЛОНАСС трекера), корректировать направление максимума диаграммы направленности антенны поворотом шаговых двигателей в первом случае и электронной настройкой во втором. Удержание максимума диаграммы направленности по направлению к БВС позволит увеличить дальность связи.

Направленная антенна на шаговых двигателях имеет фиксированную диаграмму направленности, вращающуюся в пространстве за счет поворота платформы с антенной. За счет механической части такая система подвержена износу. По сравнению с антенной решеткой, временные задержки выше, то есть время реакции меньше. При меньших габаритах имеет более высокую дальность приема/передачи сигналов. Относительно проще программировать, легче поиск готовой антенны, есть возможность рассчитать антенну.

Антенная решетка имеет электронно-настраиваемую диаграмму направленности, что повышает износоустойчивость за счет отсутствия механических частей, а также более высокую степень реакции. При малых габаритах обладает сильно ограниченной направленностью (чем меньше излучателей, тем шире диаграмма направленности), как следствие – меньше дальность связи. В программировании сложнее, также сложнее поиск готовой антенны, но существуют методики для расчета собственной антенны.

Структурная схема системы направленных антенн на шаговых двигателях (без схемы питания) изображена на рисунке 1.

Сигналы коррекции, поступающие от микроконтроллера, через драйвер управления двигателями позволяют управлять шаговыми двигателями, поворот последних сказывается на смещении платформы в нужном направлении и, как следствие, максимум диаграмм направленности антенн направляется на БВС. В данной работе для приема видеосигналов БВС используется приемник частотой 2,4 ГГц, а для сбора телеметрии БВС и передачи сигналов управления – приемопередатчик частотой 433 МГц.

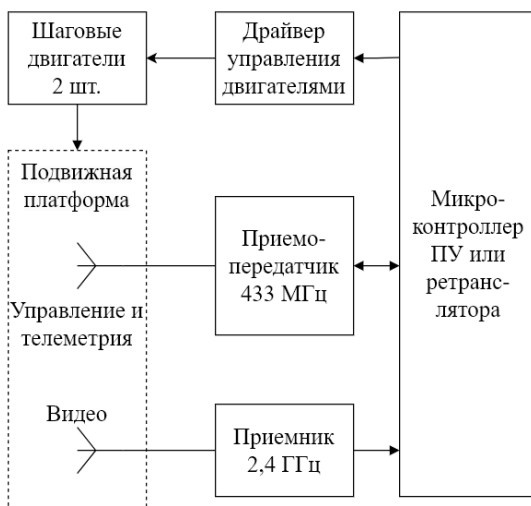


Рисунок 1 - Структурная схема системы направленных антенн на шаговых двигателях

Структурная схема системы на антенной решетке (без схемы питания) для сбора телеметрии и передачи сигналов управления изображена на рисунке 2.

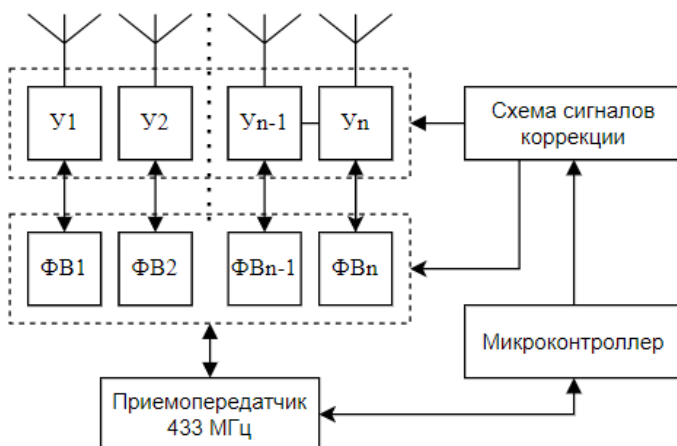


Рисунок 2 - Структурная схема системы на антенной решетке

Сигналы коррекции, поступающие от микроконтроллера, через схему сигналов коррекции позволяют управлять усилителями  $У1...У_n$  и фазовращателями  $ФВ1...ФВ_n$ , тем самым воздействуя на излучатели (на структурной схеме – антенны) и формируя общую диаграмму направленности.

### Список использованных источников

1. А. О. Елизаров, В. С. Федорова, Д. А. Ворох, тезисы доклада «Алгоритм работы системы спасения модели атмосферного аппарата», АПРИТ, материалы всероссийской научно-технической конференции 25-28 апреля 2023 г., 55-57 с.

2. А. О. Елизаров, В. С. Федорова, Д. А. Ворох, тезисы доклада «Радиоэлектронное оснащение системы спасения атмосферной измерительной аппаратуры», АПРИТ, материалы всероссийской научно-технической конференции 19-22 апреля 2022 г., 44-46 с.

Елизаров Антон Олегович, студент гр. 6561-110501D, antonelizarovnbx.ru@gmail.com.

Ворох Дмитрий Александрович, к.т.н., доцент каф. РЭС, fallout2s@yandex.ru.

УДК 531.781.2(079.4)

## **ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УГЛОВЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ**

С.А. Данилин, Д.С. Аброськин

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

В настоящее время приборы этого типа методически и технически устарели, так как имеют ряд недостатков, ограничивающих их применение в машиностроении. В частности, отсутствует возможность выделения информативных компонент из суммарного сигнала, содержащего шумовые составляющие, обусловленные внешними и внутренними дестабилизирующими факторами, что существенно повышает погрешности измерения и не позволяет контролировать сложные по форме поверхности. Тем самым ограничиваются возможности по обеспечению контроля качества поверхности деталей.

В представленных материалах приводится описание оригинального устройства бесконтактного контроля углового положения поверхности различных изделий машиностроения. Прототипом предлагаемого оптоэлектронного преобразователя является устройство, выполненное на основании патента [1]. Принцип работы этого устройства построен на отражении излученного зондирующего светового потока от контролируемой поверхности, приеме и регистрации отраженной световой волны, преобразовании принятого потока в электрический сигнал, определении момента максимального значения полученного импульса и измерении временного интервала между зарегистрированным и опорным импульсами. Определенный таким образом временной интервал пропорционален угловому положению локальной точки контролируемой поверхности. Недостатком известного устройства является наличие вращающейся оптической насадки. Нестабильность частоты вращения оптической насадки снижает точность измерений, а стабилизация частоты вращения приводит к дополнительным аппаратным затратам.