



ISSN 1609-1817

М. ТЫНЫШБАЕВ атындағы
ҚАЗАҚ КӨЛІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛАР АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

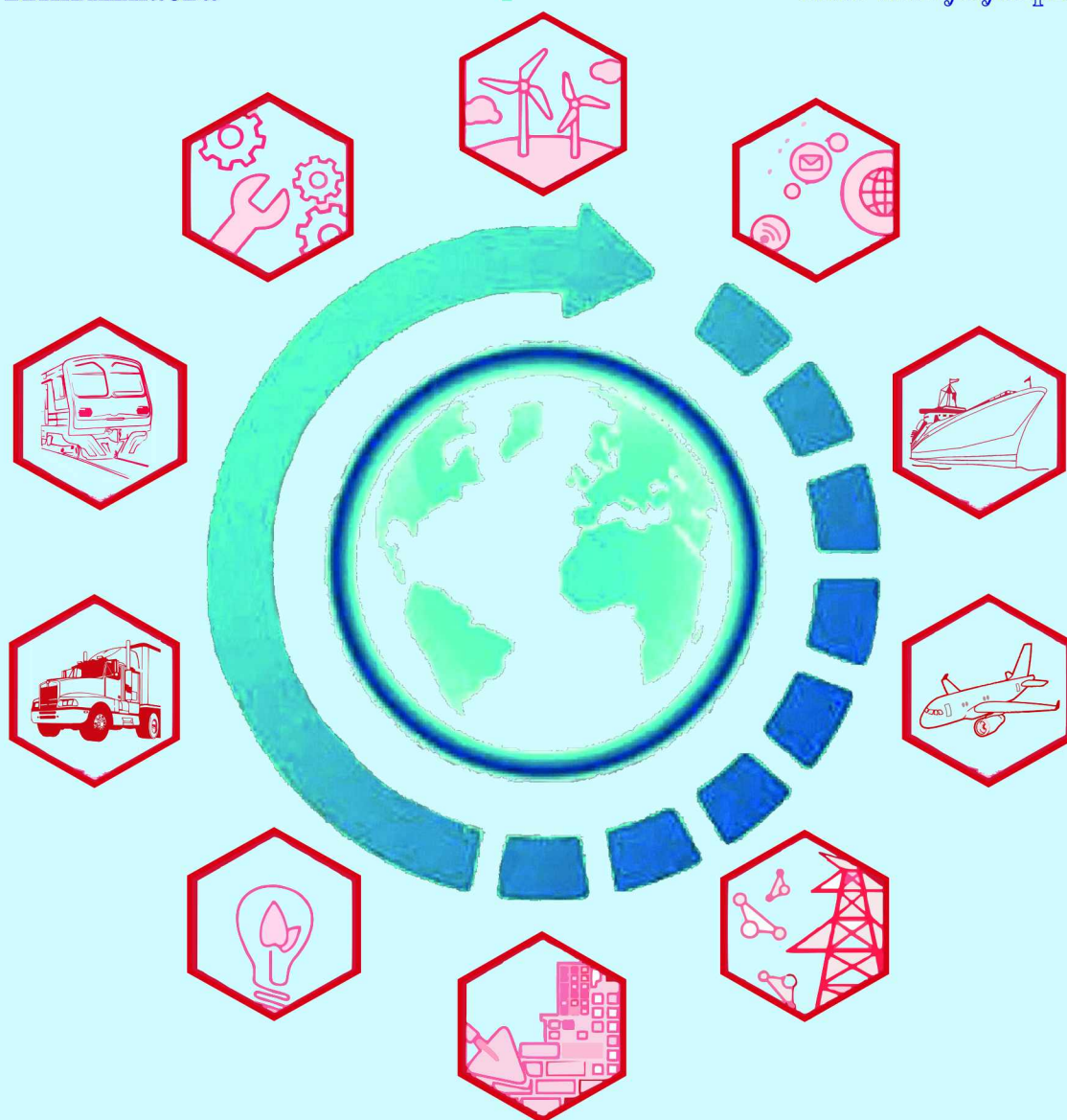
ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Казакской академии транспорта
и коммуникаций имени
М. Тынышпаева

The BULLETIN

of Kazakh Academy of Transport
and Communications named
after M. Tynyshpayev



№ 4 (115) - 2020

**Редакционная
коллегия**

С.Н. Амиргалиева,
главный редактор
С.Е. Бекжанова
(д.т.н., профессор),
зам.главного
редактора
А.К. Ибраимов
(к.т.н., доцент)
Г.С. Мусаева (д.т.н.,
проф.)
В.Г. Солоненко
(д.т.н., проф.)
М.С. Кульгильдинов
(д.т.н., проф.)
С.Е. Бекжанова
(д.т.н., проф.)
М.С. Изтелеуова
(д.т.н., проф.)
Т.К. Койшиев (д.т.н.,
проф.)
А.К. Калтаев (к.э.н.,
доцент)
О.И. Чуркина (к. ф.-
м.н., доцент)
А. Панаева –
технический
редактор

Адрес редакции:

Республика
Казахстан, 050012,
г. Алматы,
ул. Шевченко, 97.

Тел./факс:
+7 (727) 292-49-14,
292-44-85

E-mail:
vestnik@kazatk.kz

Сайт: www.kazatk.kz

Собственник – АО
«Казахская
академия
транспорта и
коммуникаций
имени
М. Тынышпаева»

**Оптимизация движения поездов в координатном методе
управления движением**

М. Н. Айкумбеков, А. Д. Камзина, М. А. Кобдилов.....	130-137
К вопросу обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте	
Н.А. Токмурзина-Коберняк, Л.В. Вахитова, А.К. Урсарова.....	137-144
Концепция развития системы управления безопасностью на железнодорожном транспорте	
Н.А. Токмурзина-Коберняк, О.Г. Киселева, Л.В. Вахитова.....	144-153
Анализ повышения клиентоориентированности компании на рынке	
Ж.К. Кегенбеков, А.Ж. Конгуева, А. Алипова, А.Пейшбек.....	154-162
Разработка мультипликативной модели технической надежности грузовых автомобилей	
Г.Д. Нұғыманова, Н.С. Сабралиев, И.А. Таран, Ж.Г. Жанбирова.....	162-171
Возможности применения фазированных антенных решеток для преодоления аварийных ситуаций в период летных заданий БЛА	
В.В. Семенюк, Е.С. Риттер, Д.В. Риттер.....	172-179
Разработка SCADA-системы на базе микрокомпьютера	
Б.С. Байкенов, Е.А. Искаков, Ж.К. Абдували.....	179-185
Некоторые проблемы оцифровки плана и профиля железной дороги на основе дистанционного зондирования земли и реперных систем	
А.К. Уразбеков, Б.С. Сахариев, К.Ж. Доштаев.....	185-192
Алгоритм действий работника метрополитена при возникновении внештатных ситуаций во время движения поездов в режиме СВТС	
Е. Қ. Сұлтанқұлов, Ж.Ж. Калиев, А.Ж. Тойгожинова.....	192-199
Разработка алгоритма действий при сбойных ситуациях в метрополитене г. Алматы	
Е. Қ. Сұлтанқұлов, Ж.Ж. Калиев, А.Ж. Тойгожинова.....	199-207
Направленность мероприятий по предотвращению нарушений безопасности движения поездов	
А.К. Уразбеков, К.Ж. Доштаев.....	207-212
Разработка интеллектуальной системы отслеживания тормозных башмаков на железнодорожных станциях	
Т.О. Чигамбаев, С.Р. Қизатов.....	213-217
Прикладная компьютерная модель для расчета параметров функционирования нового измельчителя строительных и рудных материалов	
Г.А. Гурьянов, С.Р. Байгереев, О.Ю. Васильева.....	217-225
Влияние передачи данных по сети Internet на пропускную способность канала мультисервисной сети	
П.А. Дунаев, Е.Ж. Сарсикеев, Ж.Ж. Калиев.....	225-233
Экспериментальные исследования качества цифрового телевизионного изображения при использовании технологии подключения ЕТТН	
П.А. Дунаев, Е.Ж. Сарсикеев, Ж.Ж. Калиев.....	233-240
Анализ рисков при динамическом планировании развития Smart City	
К.О. Тогжанова.....	240-245
Метод оценки безопасности автоматизированных систем электронного документооборота	
Б.А. Казангапова, К.К. Бапиев.....	246-253
Анализ моделей и методов автоматической проверки научно- технической документации	
Ж.С.Иксебаева, К.Жетписов, В.Б.Барахнин.....	253-262
Метаэвристические алгоритмы для задач комбинаторной оптимизации	
А.Т. Ахмедиярова, Д.Т. Касымова.....	262-269

**АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА, СВЯЗЬ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА,
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev
ISSN 1609-1817. Vol. 115, No.4 (2020), pp.172-179

**POSSIBILITIES OF USING PHASED ANTENNA LATTICE TO OVERCOME EMERGENCY
SITUATIONS DURING UA FLYING TASKS**

Vladislav Semenyuk, PhD doctor student, M. Kozybayev North Kazakhstan state university,
Petrovsk, Kazakhstan, Evdimid@mail.ru

Ekaterina Ritter, PhD doctor student, M. Kozybayev North Kazakhstan state university,
Petrovsk, Kazakhstan, lubykh@inbox.ru

Dmitry Ritter, Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, M. Kozybayev North Kazakhstan state
university, Petrovsk, Kazakhstan, dritter@mail.ru

Abstract. Various ways of controlling and conducting modern unmanned aircrafts(UAs) are
personalized in the article. Accordingly, it offers its technical solutions based on phased antenna lattices
to improve the ability to overcome obstacles by unmanned aircrafts.

The article considers the conditions of quality functioning of receiving and transmitting nodes on
UAs. Basic requirements for control of directional characteristic of phased antenna lattice are defined. An
approach to transmitter power control and receiver sensitivity are described.

Recommendations for the implementation of microstrip phased antenna lattices based on
metamaterial for a group of unmanned aircrafts were made, including in the form of active re-radiating
systems.

The spheres of using of phased antenna screens based on metamaterial are presented as an
innovative solution in the antenna system of unmanned equipment (geodetic works, construction of
orthophotoplanes, search works in the Ministry of Emergency Situations).

This article proposes one of the options for improving the sensor system for UAV response to
obstacles, since ultrasonic methods of response to dangerous obstacles for UAVs are effective in the
mode of a single flight task, when static objects of space are scanned. If we take into account the future,
when the UAV will be used en masse for the delivery of parcels, in commercial surveys, search
operations, aerial photography, then there will be a possibility of crossing routes in flight missions and the
possibility of a collision of drones. For this reason, this article provides the rationale for improving the
obstacle response system in the direction of reducing the blind corner zone, increasing the range and
scanning speed. This article can serve as a reference material for scientific research on radar methods for
identifying obstacles in the path of UAVs. A convenient application for modeling the antenna unit of such
systems, according to the author, is ANSYS HFSS.

Key words: unmanned aircraft, phased antenna lattice, receiver, transmitter, beam pattern,
sensor.

10.52167/1609-1817-2020-115-4-172-179

УДК 621.372.8: 621.385.6

В.В. Семенюк¹, Е.С. Риттер¹, Д.В. Риттер¹

¹Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева,
г. Петропавловск, Казахстан

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК
ДЛЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ПЕРИОД ЛЕТНЫХ
ЗАДАНИЙ БЛА**

Аннотация. В статье персонализированы различные способы контроля и
управления за современными беспилотными летательными аппаратами (БЛА). В
соответствие с этим предлагаются свои технические решения на основе фазированных

антенных решеток для повышения способности к преодолению препятствий беспилотными летательными аппаратами.

В статье рассмотрены условия качественного функционирования приемо-передающих узлов на БЛА. Определены основные требования к управлению характеристикой направленности фазированной антенной решетки. Описан подход к управлению мощностью передатчика и чувствительность приемника.

Выработаны рекомендации по реализации микрополосковых фазированных антенных решеток на основе метаматериала для группы беспилотных летательных аппаратов, в том числе в виде активных переизлучающих систем.

Представлены сферы использования фазированных антенных решёток на основе метаматериала как инновационное решение в антенной системе беспилотной техники (геодезические работы, построение ортофотопланов, поисковые работы в МЧС).

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, фазированная антенная решетка, приемник, передатчик, диаграмма направленности, датчик

В настоящее время беспилотные летательные аппараты открывают новую сферу использования: транспортировка легких грузов согласно полетным заданиям, разработанными операторами отделений почты, а также физическими лицами в режиме личного пользования с учетом оптимальных решений эксплуатации дрона (время полета, с учетом климатических факторов и пр.). Подобную прорывную технологию можно внедрить и в отделения Казпочты, реализуя принцип «Идти перешагивая» государственной программы «Цифровой Казахстан»: курс на внедрение именно самых совершенных технологий, не опасаясь игнорировать проверенные решения в пользу инноваций послезавтрашнего дня [1].

Применение вышеотмеченной технологии сталкивается с довольно большими рисками аварийных ситуаций в процессе эксплуатации дронов. К наиболее явным причинам можно отнести следующие примеры:

- столкновение дронов с препятствиями в виде стен, деревьев и др.;
- коллизии дронов друг с другом вследствие возникновения перекрестных маршрутов при массовом использовании.

Ремонт дронов или тотальная поломка стоят больших бюджетных затрат, для снижения риска таких пагубных последствий. На мой взгляд, довольно

респектабельными являются следующие проектные решения по данной проблеме:

- разработка системы позиционирования маршрутов полетных заданий дронов в рамках города;
- проектирование системы для идентификации и преодоления преград через захват управления автопилотом.

В ходе статьи в дальнейшем будем акцентироваться на антенной решетке, но при этом без адекватной системы позиционирования деятельность беспилотных летательных аппаратов уже с готовыми программно-аппаратными комплексами преодоления препятствий не гарантирует защиту от пагубного фактора инерции при торможении в условиях относительно высокой скорости полета. Поэтому целесообразно совместить два проектных решения для минимизации аварийных происшествий.

Разработкой системы преодоления препятствий беспилотными летательными аппаратами занимается американская компания Panoptes Systems. В структуру системы включены 4 ультразвуковых датчика: 2 – по бокам, 1 – спереди и еще один расположен сверху. Дальность действия датчиков составляет 4,6 метра. Сборка данного комплекса с габаритами около 150 грамм на дрон занимает не более 20 минут. В системе имеются ограничения в форме отказа работы из-за превышения взлетной массы, предусмотренной производителем, согласно техническим

характеристикам. С целью повышения качественных показателей работы системы в рамках исследования в диссертационном проекте «Проектирование алгоритмов использования беспилотных летательных аппаратов в СКО для реализации государственной программы «Цифровой Казахстан» в сфере сельского хозяйства, строительства» предлагается произвести внедрение пассивных фазированных антенных решеток микрополосковой технологии. R_{max} равное 4,6 метров характерной для системы с ультразвуковыми датчиками не достаточно для адекватного реагирования на динамичные препятствия, в связи с этим для компенсации данного пробела ретрофит-комплект на основе ФАР должен увеличить этот показатель до приемлемого уровня. В данном случае нельзя обойти без математического анализа расчет дальности антенной системы, работающей в радиолокационном режиме.

$$R_{max} = \frac{P_t \cdot G_a \cdot A_e \cdot S_{эфф} \cdot N}{(4 \cdot \pi)^2 \cdot P_r \cdot L_s}, \quad (1)$$

где P_t – пиковая мощность ЛЧМ-импульса;

G_a – коэффициент усиления антенны;

A_e – эффективная площадь антенны;

λ – длина волны (для частоты ЛЧМ-сигнала 5,8 ГГц);

$S_{эфф}$ – эффективная отражающая площадь цели;

$N = n \cdot Ei(n) = 1024$ – параметр накопления;

n – количество импульсов;

$Ei(n)$ – показатель эффективности операции сложения n импульсов вместе;

Pr – чувствительность приёмника;

Ls – коэффициент системных потерь.

С целью детерминации компромиссных значений между мощностью передатчика и чувствительность приемника необходимо произвести расчет и второго параметра:

$$P_r = k \cdot T_0 \cdot F_n \cdot B \cdot \left(\frac{S}{N}\right), \quad (2)$$

где $k \cdot T_0$ – тепловой шум;

B – ширина частотной полосы приёмника;

F_n – коэффициент шума приёмника;

(S/N) – отношение сигнал/шум.

Согласно вышеотмеченным формулам, можно выявить графики зависимости дальности от мощности передатчика (рис.1), дальность от чувствительности приемника (рис. 2) для разной длины волны зондирующего сигнала ФАР. Согласно рисунку 2, кривая «1» характерна для длины волны 3 мм, кривая «2» - 8 мм, кривая «3» - 30 мм, кривая «4» - 50 мм. Для выбора оптимального соотношения мощности передатчика и чувствительности приемника (при $Q = R_{max}/P_r$) разработана таблица 1.

Таблица 1 – Зависимость параметра мощности передатчика от чувствительности приемника

Table 1 - Dependence of the transmitter power parameter on the receiver sensitivity

R_{max}/P_r	Мощность передатчика R_{max} , Вт	Чувствительность приемника P_r , пВт
$Q=10^{12}$	1	1
$Q=10^{13}$	1	0,1
	10	1
$Q=10^{14}$	1	0,01
	10	0,1
	100	1
$Q=10^{15}$	10	0,01
	100	0,1

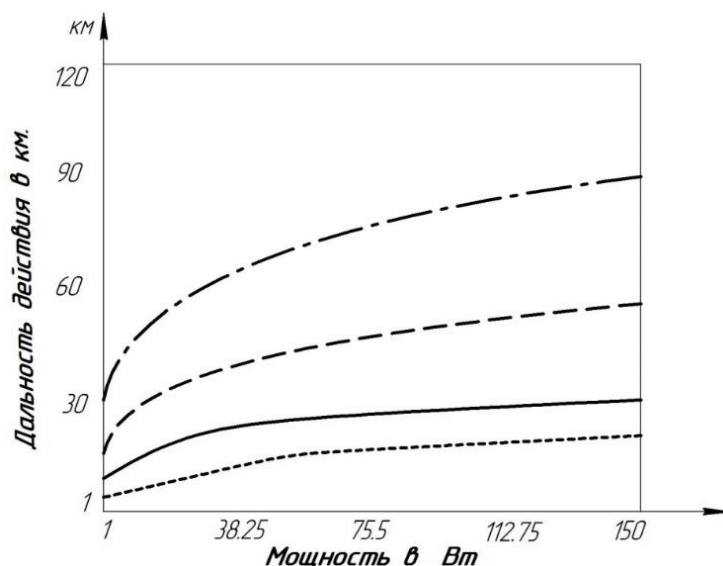


Рис 1 – График зависимости мощности передатчика от дальности действия ФАР
Fig 1 – The graph of the dependence of the transmitter power on the range phased antenna lattice

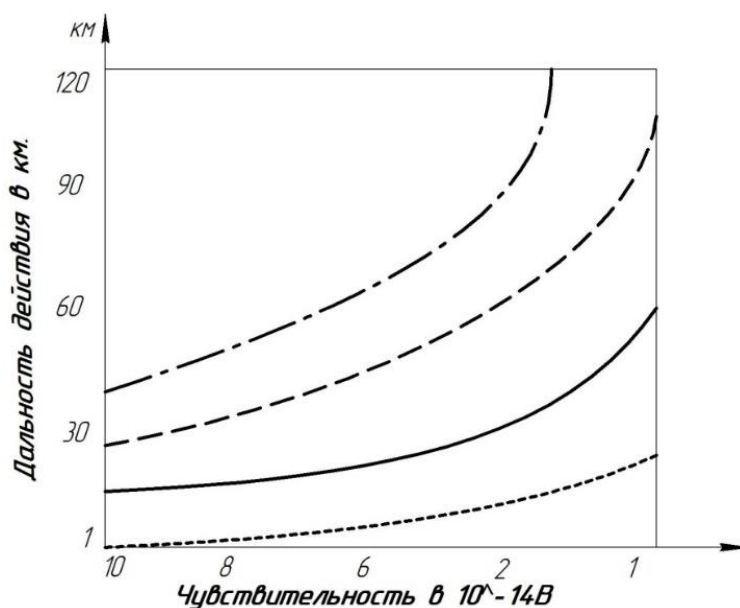


Рис 2 – Графики зависимости чувствительности приемника от дальности действия ФАР
Fig 2 – Graphs of receiver sensitivity versus phased antenna lattice range

На основе математического анализа, проведенного согласно формулам 1-2, можно подобрать приемник-передатчик с мощностью $R_{max} = 1 \text{ Вт}$ и чувствительностью $P_r = 1 \text{ нВт}$ для обеспечения дальности обнаружения препятствий на расстоянии 500 метров с частотой излучения ФАР 5,8 ГГц.

Для обеспечения улучшения качественных параметров по угловым координатам выбрано поле зрения ФАР в

азимутальной плоскости $\theta = 30^\circ$ градусов. Далее диаграммой направленности заданной ФАР с шириной главного лепестка $F(\theta)$ до 30° градусов производится сканирование пространства. После полного прохода луча формируются две противоположные плоскости пеленгования $F(\theta)$ и $F(-\theta)$, которые согласно формуле 3, определяют пеленгационную характеристику (рис. 3).

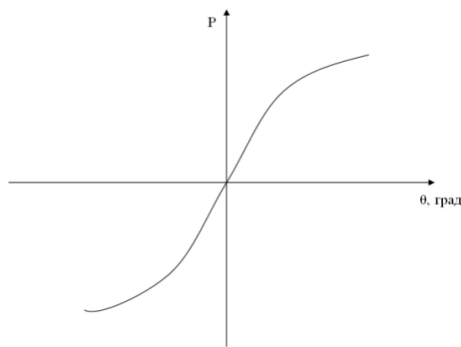


Рис 3 – Пеленгационная характеристика ФАР
Fig 3 – Direction finding characteristic of phased antenna lattice

$$P = \frac{F(\theta) - F(-\theta)}{F(\theta) + F(-\theta)} \quad (3)$$

Подобная коррекция параметров угловых координат сканирования комплекса преодоления препятствия дроном позволит снизить угол слепых зон с 50 градусов до 1°.

Но полная замена ультразвуковых датчиков на ФАР все же не производится без учета довольно весомых минусов новой аппаратной части:

- высокая стоимость;
- большие габариты.

Последний показатель поддается корректировки при введении метаматериалов в конструкцию микрополосковой фазированной антенной решетки.

Метаматериалы в технике антенн сегодня в основном применяются для:

- изготовления подложек и излучателей в печатных антеннах для достижения широкополосности и уменьшения размеров антенных элементов;

- компенсации реактивности электрически малых антенн в широкой полосе частот, в том числе превышающей фундаментальный предел;

- достижения узкой пространственной направленности элементарных излучателей, погруженных в метасреду;

- изготовления антенн поверхностной волны;

- уменьшения взаимного влияния между элементами антенных решеток;

- согласования рупорных и других типов антенн [2].

Структура метаматериала, формирующего подложку, может быть однородной либо композитной, образованной из нескольких типов сред. Например, на рисунке 4 представлена μ -негативная MNG-подложка (магнитная проницаемость имеет отрицательное значение), сформированная из погруженных в диэлектрическую подушку вертикальных разрезных квадратных рамок.

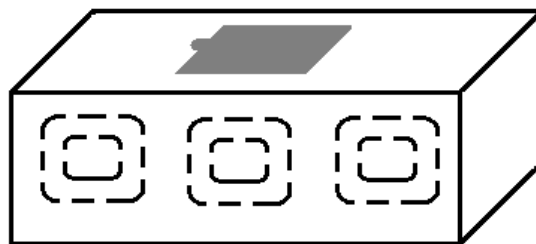


Рис 4 – μ -негативная MNG-подложка
Fig 4 – μ -negative MNG substrate

Структура пассивной фазированной антенной решетки беспилотного летательного аппарата включает следующие слои:

- излучатель, состоящий из металлического экрана;
 - диэлектрической подложки, расположенной на металлическом экране;
 - металлической накладки, расположенной на диэлектрической подложке;
 - фидерной линии для подачи питания, электрически соединенной через отверстие в металлическом экране и диэлектрической подложке с металлической накладкой;
- диэлектрическую опору, расположенную на излучателе, а также метаматериал,

расположенный на диэлектрической опоре, при этом метаматериал выполнен в виде слоистой структуры с идентичными поперечными размерами с излучателем и диэлектрической опорой, не превышающими длину волны [3].

Микрополосковая фазированная антенная решетка на основе метаматериала, спроектированная для беспилотного летательного аппарата, представлена на рисунке 5. Модель разработана в приложении ANSYS HFSS.

Габариты антенны: $4,16 \text{ см} \times 10,4 \text{ см} \times 0,16 \text{ см}$ в плоскости электрического поля и $4,16 \text{ см} \times 9,8 \text{ см} \times 0,16 \text{ см}$ в плоскости магнитного поля. В качестве излучателей приняты прямоугольные патч-антенны с взаимным расстоянием $2,6 \text{ см}$.

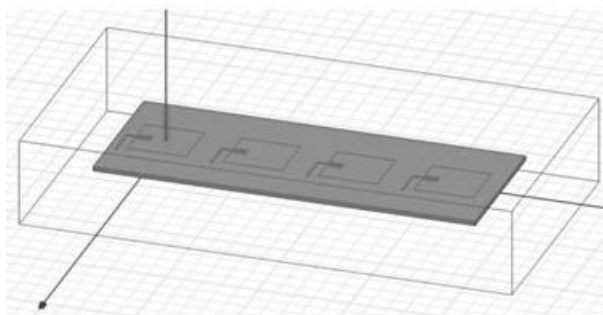


Рис. 5 – ФАР беспилотного летательного аппарата в приложении ANSYS HFSS

Fig. 5 – Phased antenna lattice of an unmanned aerial vehicle in the application ANSYS HFSS

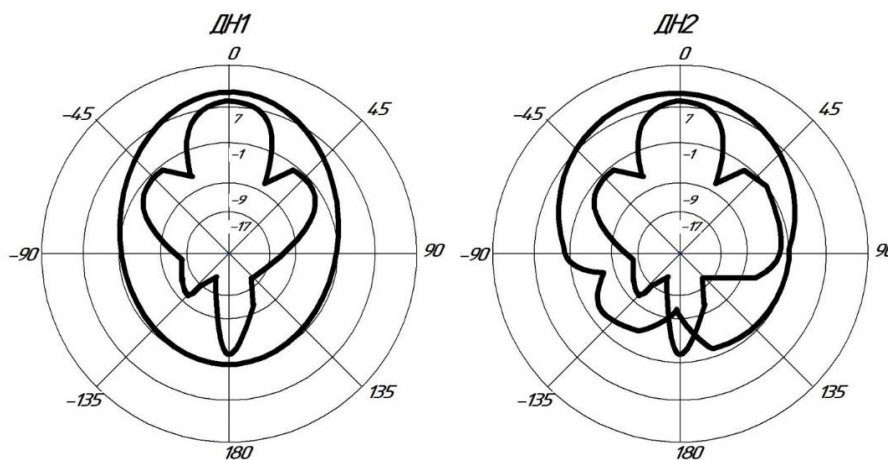


Рис. 6 – ФАР беспилотного летательного аппарата в приложении ANSYS HFSS

Fig. 6 – Phased antenna lattice of an unmanned aerial vehicle in the application ANSYS HFSS

На рисунке 6 представлены диаграммы направленности пассивной фазированной антенной решетки беспилотного летательного аппарата в меридианальной и азимутальной плоскостях.

Представленную модель ФАР можно применить в модернизации антенного комплекса преодоления препятствий следующих дронов:

- Geoscan 201;
- Geoscan 101
- DJI Inspire;
- DJI Agro

ФАР микрополосковой технологии за счет выигрыша по дальности, скорости и углам сканирования позволит вышеотмеченным БЛА выполнять полетные задания в сфере лесного хозяйства (построение ортофотопланов, выявление нормализованного индекса растительности NDVI). В сфере поисковых работ МЧС (антенная система позволит заблаговременно выявить препятствия на пути дрона), доставки грузов от почтовых отделений к адресатам (предостерегает от столкновений друг с другом), в геодезической деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Государственная программа «Цифровой Казахстан», утвержденная постановлением Правительства РК № 827 от 12.12.2017.
- [2] Слюсар В.В. Метаматериалы в антенной технике: история и основные принципы // Электроника НТБ. – 2009, № 7. – С. 70 – 79.
- [3] Веселяго В.Г., Жуков А.А., Бредихин Н.Ю. Малогабаритная СВЧ-антенна на основе метаматериала // Патент Российской Федерации RU 2473157C1H01Q901. – 21.01.2013.
- [4] Кисмерешкин В.П., Лобова Г.Н. Всенаправленная антенная решетка на основе открытого волновода // Проектирование и технология электронных средств. – 2004, № 4. – С.12 – 15.

REFERENCES

- [1] Gosy'darstvennai'a programma «Tsi'frovoi' Kazahstan», y'tverjdennai'a postanovleni'em Pravi'telstva RK. [in Russian: The state program "Digital Kazakhstan", approved by the Government of the Republic of Kazakhstan] № 827 ot 12.12.2017.
- [2] Sli'y'sar V.V. Metamateri'aly v antennoi' tehni'ke: i'stori'i'a i' osnovnye pri'ntsi'py // Elektroni'ka NTB. [in Russian: Metamaterials in antenna technology: history and basic principles // Electronics science science technology business]. – 2009, № 7. – pp.70 – 79.
- [3] Veseli'ago V.G., Jy'kov A.A., Bredi'hi'n N.U. Malogabari'tnai'a SVCH'-antenna na osnove metamateri'ala // Patent Rossi'i'skoi' Federatsi'i' RU 2473157S1N01Q901. [in Russian: Small-sized microwave antenna based on metamaterial // Russian Federation Patent RU 2473157C1H01Q901]. – 01.21.2013.
- [4] Kismereshkin V.P., Lobova G.N. Vsenapravlennoy antennoy reshetke na osnove otkrytogo volnovoda // Proektirovanie i tehnologiya jelektronnyh sredstv. [in Russian: Omnidirectional antenna array based on an open waveguide // Design and technology of electronic means]. – 2004, № 4. – pp.12 – 15.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ПЕРИОД ЛЕТНЫХ ЗАДАНИЙ БЛА

Семенюк Владислав Владимирович, PhD докторант, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан, vsemenyuk@mail.ru

Риттер Екатерина Сергеевна, PhD докторант, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан, lubykh@inbox.ru

Риттер Дмитрий Викторович, к.т.н., доцент, Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан, dritter@mail.ru

ҰҒА ҰШУ ТАПСЫРМАЛАРЫ КЕЗЕҢІНДЕ АВАРИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРДЫ ЖЕҢУ ҮШІН ФАЗАЛАНҒАН АНТЕННА ТОРЛАРЫН ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ

Семенюк Владислав Владимирович, PhD докторант, М. Козыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Петропавл қ., Қазақстан, vsemenyuk@mail.ru

Риттер Екатерина Сергеевна, PhD докторант, М. Козыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Петропавл қ., Қазақстан, lubykh@inbox.ru

Риттер Дмитрий Викторович, т.ғ.к., доцент, М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Петропавл қ., Қазақстан, dritter@mail.ru

Аңдатпа. Мақалада заманауи ұшқышсыз ұшу аппараттарын (ҰҰА) бақылау мен басқарудың әртүрлі тәсілдері дербестендірілген. Осыған сәйкес ұшқышсыз ұшу аппараттарымен кедергілерді еңсеру қабілетін арттыру үшін фазаланған антенналық торлар негізінде өздерінің техникалық шешімдері ұсынылады.

Мақалада балға қабылдау-беру түйіндерінің сапалы қызмет ету шарттары қарастырылған. Фазаланған антенналық тордың бағыттылық сипаттамасын басқаруға қойылатын негізгі талаптар анықталды. Таратқыштың қуатын басқару тәсілі және қабылдағыштың сезімталдығы сипатталған.

Ұшқышсыз ұшу аппараттары тобы үшін метаматериал негізінде, оның ішінде белсенді қайта сәулелендіру жүйелері түрінде микро толқынды фазаланған антенна торларын іске асыру бойынша ұсынымдар әзірленді.

Антенна жүйесіндегі пилотсыз техникадағы инновациялық шешім ретінде (геодезиялық жұмыстар, ортофотоплан құру, ТЖМ іздеу жұмыстары) метаматериал негізінде фазаланған антенна торларын пайдалану салалары ұсынылған.

Түйінді сөздер: ұшқышсыз ұшу аппараты, фазаланған антенна торы, қабылдағыш, таратқыш, бағыт диаграммасы, сенсор.

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev
ISSN 1609-1817. Vol. 115, No.4 (2020), pp.179-185

DEVELOPMENT OF A SCADA SYSTEM BASED ON A MICROCOMPUTER

Bakhytzhan Baikenov, associate professor, Kazakh Academy of transport and communications after named M.Tynyshpaev, Almaty, Kazakhstan; baikenov53@mail.ru

Iskakov Erkebulan, Master student, Almaty University of Energy and Communications named after G.Daukeeva, Almaty, Kazakhstan, erke_first@mail.ru

Abduvali Zhiger, Master student, Kazakh Academy of transport and communications after named M.Tynyshpaev, Almaty, Kazakhstan; Zhiger.abduvali@mail.ru

Annotation. A SCADA system based on the Raspberry Pi-3 microcomputer and a web-based control panel of the compressor station operator was developed and described. The process of installing the Open Source SCADA-system of Russian development - Rapid SCADA, which implements the functions of a Web server, OPC standard, database and operator's workstation, is described in detail and in stages. A Python program was developed in the Linux operating system of a microcomputer located directly on the object, which allows you to receive commands over IP networks from the web page of the dispatcher monitor screen. The process of configuring the software of a single-board Raspberry Pi computer to use it as a programmable logic controller (PLC), as well as to demonstrate the interaction of this PLC with a SCADA system, is considered. A few years ago, an open-source open source Russian-designed SCADA system, Rapid SCADA, was installed for installation in a single-board Raspberry Pi computer. The Raspberry Pi is a miniature, about the size of a credit card, computer worth about \$ 35. Given the satisfactory power, low power consumption and low cost, Raspberry Pi can be used to create a personal mini-server. One of the main features of the Raspberry Pi is the presence on the board of hardware GPIO input / output ports (General Purpose Input / Output, general-purpose input / output interface), which opens up prospects for its use in robotic projects and smart home devices. But with its help, this mini-computer can be used as a full-fledged programmable logic controller with discrete and analog I / O ports. The development of a program for it is carried out in one of the languages of the IEC 61131-3 standard (ST, IL, LD, SFC, FBD). Software development for the implementation of software PLC (Soft PLC) is carried out in the environment of Rapid SCADA, which is an integrated component of the SCADA system. In addition, Rapid SCADA can be used to develop a human-machine interface for the control system to verify the operation of the created PLC.

Keywords: microcomputer, web page, module, panel, LED, protocol, browser.