Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Конструирование и производство радиоаппаратуры»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____Н.И. Войтович
«___»_____2018 г.

Разработка конструкции контрольно-выносного пункта КРМ изделия ПРМГ-76УМ, работающего в отечественном и международном диапазонах частот

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

ЮУрГУ-11.03.03.2018.240.00.00.ПЗ ВКР

Руководитель работы

_____Серба А.В.
_____ 2018 г.

Автор работы
студент группы КЭ-480
_____Пальченко А.П.
_____2018 г.

Нормоконтролёр
_____
_____2018 г.

Челябинск 2018 г.

АННОТАЦИЯ

Пальченко А.П., Разработка конструкции контрольно-выносного пункта КРМ изделия ПРМГ-76УМ – Челябинск: ЮУрГУ, ВШЭКН; 2018, 28 с.,21 ил., библиогр. список – 3 наим., 6 прил.,

В данной выпускной квалификационной работе выполнена модернизация системы выносного контроля курсового радиомаяка (КРМ), связанная с необходимостью приема дополнительных сигналов международного диапазона частот. Эта система КВП-К выполняет функцию контроля работоспособности курсового КРМ.

В ходе работы был предложен вариант контрольно-выносного пункта, заключающегося в введении двух дополнительных металлических шкафов для размещения комплекта навесного оборудования. Проведено моделирование при ветровых нагрузках.

Эти шкафы крепятся на антенных стойках и обеспечивают размещение в них устройств и их защиту от внешних воздействий.

ОГЛАВЛЕНИЕ

4.1 ВВЕДЕНИЕ...……7

4.2 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ……..…….9

4.2.1 Изучение нормативных документов и литературы……...……...9

4.2.2 Принцип работы контрольно-выносного пункта КРМ изделия ПРМГ-76УМ…….....10

4.2.3 Рассмотрение конструкторских решений…….……....10

4.3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ……14

4.3.1. Разработка конструкции контрольно-выносного пункта КРМ изделия ПРМГ-76УМ…….....14

4.3.2. Проектирование 3D моделей деталей в САПР Autodesk inventor…….…….....15

4.4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….……...24

4.5 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК…….……...25

4.6 ПРИЛОЖЕНИЯ……...26

4.6.1.ПРИЛОЖЕНИЕ А……26

4.6.2.ПРИЛОЖЕНИЕ Б……27

4.6.3.ПРИЛОЖЕНИЕ В……28

4.6.4.ПРИЛОЖЕНИЕ Г……29

4.6.5.ПРИЛОЖЕНИЕ Д……30

4.6.6.ПРИЛОЖЕНИЕ Е……31

4.1 ВВЕДЕНИЕ

ЧРЗ «Полет» получил задание на модернизацию ПРМГ-76УМ для работы курсового радиомаяка в двух частотных диапазонах :

- от 927,5 до 932,4 МГц - отечественный диапазон частот (ОД);
- от 990,0 до 994,8 МГц - международный диапазон частот (МД);

Курсовой радиомаяк (КРМ), предназначен для указания самолету, оборудованному самолетной аппаратурой систем РСБН-2С или её модификациями, курса посадки в сложных метеорологических условиях днем и ночью.

Основная терминология используемая в данной работе :

Линия курса – геометрическое место точек, ближайшее к оси ВПП, в любой заданной горизонтальной плоскости, в которых коэффициент разнослышимости равен нулю.

Сектор курса - сектор в любой заданной горизонтальной плоскости в градусах, содержащий линию курса и ограниченный геометрическими местами точек ближайших к линии курса, где коэффициент разнослышимости равен 33,3 %.

Коэффициент разнослышимости –(информационный параметр) выраженное в процентах отношение разности напряжений первых гармоник частот модуляции (U1, U2) к сумме напряжений первых гармоник частот модуляции:

$$\text{КРС}=\frac{U1-U2}{U1+U2}\ 100\ \%,$$

где U1, U2 – амплитуды первых гармоник частот модуляции 2100 и 1300 Гц, в В.

Крутизна характеристики КРМ – отношение приращения коэффициента разнослышимости в процентах к приращению углового отклонения в градусах:

$$S_{КРМ} = \frac{\Delta КРС}{\Delta \alpha}, \ \frac{\%}{Град},$$

Зона действия радиомаяка - область пространства, в которой обеспечивается нормальный прием сигналов радиомаяка на борту самолета стандартным приемником со стандартной бортовой антенной.

Контрольно-выносной пункт КРМ (КВП-К) комплект оборудования, включающий антенну на стойке, приемник, кабели питания и трансляции измеренных сигналов. В существующих КРМ комплект КВП-К содержал 4 антенны и 4 приемника , установленные на расстоянии 57м. от передатчика.

Рис. 1 – Размещение аппаратуры при работе на отечественном диапазоне частот.

S1 и S2 – «крутизна» - контролируемый параметр для 1 и 2 комплекта аппаратуры. Одновременно задействована аппаратура 1 и 2 комплектов.

В аппаратуру 1 комплекта поступают сигналы «0» КРС от центральной антенны A_{01} и S_1 от левой антенны, в аппаратуру второго комплекта поступают сигналы «0» крс от второй центральной антенны и S_2 от правой антенны.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

4.1.1 Изучение нормативных документов и литературы

Целью данной ВКР является модернизация конструкции выносного пункта КРМ изделия ПРМГ-76У.

В техническом задании выданы комплекты конструкторской документации на все детали, из которых состоит выносной пункт и инструкция по эксплуатации курсового радиомаяка.

Необходимо выбрать конструкторское решение которое сможет обеспечить размещение дополнительного комплекта оборудования, настроенного на работу в международном диапазоне частот и соответствовать следующим требованиям:

1) Требования стойкости к внешним воздействиям:

- Работа радиомаяка обеспечивается в условиях температуры окружающего воздуха;
- Для устройств, размещенных вне аппаратной - от 223 до 323 К (от минус 50 до +50°С);
- Антенны должны иметь исполнение (О) группы 1.10 ГОСТ РВ 20.39.304-98.
- Антенно-мачтовое устройство должно выдерживать ветровые нагрузки 30 м/с и 50 м/с (условно).

4) Конструктивные требования:

Антенно-мачтовое устройство состоит из мачты, размещаемой на основании, сваренном из труб.

На вершине мачты располагается приемная антенна и приемное устройство («устройство-контроль-зоны»).

Требования к маркировке:

5) На мачте устройства должна быть нанесена следующая маркировка:

– обозначение изделия;
– заводской номер изделия;
– место подключения кабеля и заземления;

4.2.2. Принцип работы контрольно-выносного пункта КРМ изделия ПРМГ-76УМ

Антенно-фидерная система КРМ формирует попеременно две диаграммы направленности.

Одна диаграмма создается несущей частотой, модулированной по амплитуде сигналом ”МЕАНДР” с частотой 2100 Гц, другая создается той же несущей частотой, модулированной по амплитуде сигналом ”МЕАНДР” с частотой 1300 Гц. Перекрытие диаграмм обеспечивает получение равносигнального направления – линии курса, причем по одну сторону от линии курса преобладает напряженность поля одной частоты модуляции, а по другую сторону – другой частоты модуляции. Сравнение амплитуд полей обеспечивает указание на борту самолета линии курса, стороны и величины отклонения от неё в зоне действия радиомаяка и характеризуется величиной информационного параметра КРС.

Справа от линии курса, в направлении захода на посадку, преобладает сигнал, модулированный частотой 1300 Гц, а слева – частотой 2100 Гц.

КРС линейно возрастает при угловом отклонении в горизонтальной плоскости от линии курса, где он равен 0 % КРС, до углов, где он равен 38 % КРС.

4.2.3. Рассмотрение конструкторских решений.

Необходимо построить КВП-К в двухчастотном режиме.

Рис. 2 – Функциональная схема существующего КВП-К

Контрольно-выносной пункт двухчастотного радиомаяка должен обеспечить контроль «0» КРС и «S» в МД и ОД для 1 и 2 комплектов аппаратуры. Классическим решением данного вопроса могло быть

размещение еще 4 дополнительных антенн, предназначенных для работы в международном диапазоне.

Рис. 3 – Возможное размещение аппаратуры с введением международного диапазона.

Но поскольку данное решение будет слишком громоздкое (6 мачт и 8 антенн), затратное в экономическом плане, то необходимо разработать более простой вариант с размещением всего необходимого оборудования на существующих 3 мачтах.

Этим решением, могло стать размещение 2 дополнительных УКЗ на мачте, закрепленных с помощью хомутов, при этом должно быть использована двухдиапазонная антенна, преселектора в УКЗ и делитель мощности. (Рис.3).

Рис. 4 – Размещение УКЗ (устройство контроля зоны) и УКЗ с делителями и преселекторами при работе в двух диапазонах. (1 – двухдиапазоная антенна, 2 – УКЗ (МД) с делителем, 3- УКЗ (ОД))

Однако пришлось бы разместить на мачтах 8 блоков УКЗ + 4 делителя мощности. Это также довольно громоздкое решение и была проблема защиты от внешних воздействий.

Рис. 5 – Функциональная схема двухдиапазонного КВП-К

Но было вероятность неудобства при обслуживании данных устройств. Поэтому было решено рассмотреть еще одно решение.

Для его реализации необходим шкаф, который бы обеспечивал оборудованию дополнительную защиту от воздействия климатических и

механических факторов, удобство размещение, и обладал бы сравнительно небольшими габаритами и массой.

4.3 Конструкторская часть

4.3.1. Разработка конструкции контрольно-выносного пункта КРМ изделия ПРМГ-76УМ

В ходе работы для реализации решения был выбран покупной металлический корпус ЩМП-3-0 У2 IP54 , фирмы IEK (Рис.4)

Рис. 6 – Иллюстрация внешнего вида ЩМП-3-0 У2 IP54

Данные шкафы используются для сборки разнообразных электрощитов: силовых, управления, автоматики. Позволяют производить монтаж аппаратуры как модульного, так и обычного исполнения.

Сварной металлический корпус со съемной монтажной панелью. Корпуса со степенью защиты IP54, имеют на дверце уплотнение из двухкомпонентного герметика и пылевлагонепроницаемый замок. [3]

По расчетам размеров, все УКЗ и УКЗ с оборудованием должны разместиться внутри двух шкафов. Также необходимо подобрать крепления шкафа к стойке.

4.3.2. Проектирование 3D моделей деталей в САПР Autodesk inventor

Для проектирования размещения была взята модель шкафа ЩМП-3-0 У2 IP54 в Autodesk Inventor.

Рис. 7 – Модель шкафа в Autodesk Inventor.

Далее была создана упрощенная модель внешнего вида УКЗ с соблюдением всех габаритов, для проверки размещения.

Рис. 8 – Упрощенная модель УКЗ.

Также , в шкафу необходимо было разместить делители мощности.

Делитель мощности — общее название группы многополюсников СВЧ, осуществляющих разделение потока мощности электрического колебания, поступающего на вход, между несколькими выходами и (или) объединяющего такие потоки мощности с нескольких входов в одном выходе [2] .

Рис. 9 – Упрощенная модель делителя.

Далее, модели УКЗ были размещены в модели шкафа.

Рис. 10 – Размещение моделей УКЗ в шкафу.

Такое размещение не подошло по причинам размещения над блоками УКЗ делителей мощности. Монтажные отверстия для ВЧ-кабелей , в таком случае закрыты, и провода невозможно подвести к делителям.

Поэтому возникло решение закрепить блоки УКЗ на стенке шкафа. В таком случае есть подвод для ВЧ-кабелей , и через незанятую глубину шкафа можно выполнить разводку кабелей

Для закрепления УКЗ понадобились 3 специальных металлических планки , которые были прикреплены к стенкам шкафа.

Рис. 11 – Планки для крепления

Делители мощности невозможно просто прикрепить к стенкам шкафа, так как в этом случае невозможно подвести к ним кабель, поэтому между монтажным отверстием и стенкой должна быть бобышка.

Рис. 12 – Бобышка

Окончательный вариант размещения оборудования в шкафе оказался следующим:

Рис. 13 – Размещение оборудования в шкафу.

Рис. 14 – Размещение оборудования в шкафу.

Следом была начата работа над созданием модели самой КРМ

Рис. 15 – Создание стойки КВП-К

Мачта на модели без антенны, так как на предприятии еще не разработана ее конструкция.

Рис.16 – Мачта КВП-К

Рис. 17 – Прикрепление мачты к стойке

Шкаф был закреплен на мачте упрощенной моделью хомутов, которыми ранее УКЗ крепились к мачте. Для крепления шкафа взяты 2 хомута.

Рис. 18 – Модель хомута

Рис. 19 – Расположение шкафа на мачте.

Далее, был проведен расчет на воздействие ветровых нагрузок на конструкцию мачты и шкафа. Конструкция антенны предполагается в виде проволочного вибратора с небольшим ветровым сопротивлением и ее влиянием мы пренебрежем. Расчет выполнялся в программе Autodesk Inventor. Сила ветра была 30 м/с.

На рисунке показано направление воздействия силы.

Рис. 20 – Направление силы

Расчет смещения показал, что смещение по оси действия силы был 2 мм у верхней части мачты, где расположен шкаф. Основание осталось неподвижным. Из чего можно сделать вывод что при ветровых нагрузках 50 м/с мачта не опрокинется.

Рис. 21 – Расчет смещения

4.4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы была выбрана конструкция нового контрольно-выносного пункта КВП-К, работающего в двух частотных диапазонах.

Было предложена конструкция на базе существующего трехмачтового КВП-К, при этом было предложено использовать 2 покупных шкафа, в которых размещались навесные элементы : 8 блоков УКЗ + 4 делителя мощности. Такое размещение обеспечивает необходимую защиту от внешних воздействий и облегчает обслуживание.

После этого был смоделирован расчет ветровых нагрузок на шкаф, по результатам которого можно сделать вывод, что ветровые нагрузки (при скорости 50 м/с) не смогут опрокинуть мачту и серьезно повредить шкаф с оборудованием.

4.5 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1) ТБИС.461512.004 РЭ. Радиомаяк дальномерно-курсовой. Руководство по эксплуатации.

2) Конин В. В. Полосковые делители мощности СВЧ / В кн.: Проектирование фазированных антенных решёток / Под ред. Д.И. Воскресенского. 4-е изд. М.: Радиотехника, 2012. – 619с.

3) Корпус металлический ЩМП-3-0 У2 IP54. - https://www.iek.ru/products/catalog/shkafy_boksy_i_prinadlezhnosti_k_nim/obolochki_metallicheskie/korpusa_metallicheskie_shchmp/shchmp_nastennye/shchmp_nastennye_ip54/korpus_metallicheskiy_shchmp_3_0_u2_ip54?sphrase_id=2045266

Приложение А.

Сборочный чертеж АМУ КВП-К

Приложение Б.

Сборочный чертеж шкафа с оборудованием

Приложение В.

Чертеж планки для шкафа

Приложение Г.

Чертеж бобышки

Приложение Д.

Спецификация на АМУ КВП-К

Приложение Е.

Спецификация на шкаф с оборудованием