Разработка и создание « Стенда АФУ»

При проектировании самолета антенны бортового радиоэлектронного оборудования должны быть размещены из условий получения необходимых диаграмм направленности для каждого типа антенн с максимально возможными антенными развязками между антеннами БРЭО, работающих в одном частотном диапазоне или на близких частотах, и с учетом функциональных особенностей радиоэлектронного оборудования.

При разработке общей схемы размещения на самолете большого количества штатных и вновь устанавливаемых антенн необходимо рационально использовать конструктивные особенности фюзеляжа для сохранения технических параметров антенн штатного оборудования базового самолета и выполнения функциональных задач, решаемых вновь устанавливаемым оборудованием.

К важнейшим критериям оценки качества размещения антенн на самолете относятся формирование требуемых диаграмм направленности антенн и обеспечение максимально возможных развязок между антеннами.

Для обеспечения выполнения требований нормативной документации в части АФС при проектировании, строительстве и испытаний ЛА проводится оптимальное размещение АФС на моделях, макетах реальных ЛА, измерение диаграмм направленности, КСВН, коэффициента усиления, поляризационных характеристик, антенных развязок, затухания фидеров, входного сопротивления и емкости КВ антенн, наземные, заводские и летно-конструкторские испытания АФС.

Для измерения требуемых характеристик АФС и их оптимального размещения на ЛА требуется дорогостоящее измерительное оборудование или измерительный стенд. В России такие стенды поставляются на базе готовых измерительных центров зарубежного призводства.

В условиях действующего в отношении ОАК санкций приобретение такого оборудования ПАО «ТАНТК им. Г.М. Бериева» невозможно, а предприятий способных выполнить измерение ДН АФУ в составе ВС с

помощью автоматизированной системы по имеющейся у специалистов ПАО «ТАНТК им.Г.М.Бериева» информации в настоящее время в России нет.

Для решения таких задач на базе ПАО «ТАНТК им. Г.М. Бериева» был создан «Стенд АФУ», который позволяет значительно сократить трудозатраты при проектировании и испытании АФУ. Данный стенд является уникальным для нашей промышленности и не имеет аналогов в стране.

Стенд состоит:

-поворотно опорный стол разработки ПАО «ТАНТК им.Г.М.Бериева»;

-измерительное и излучающее оборудование;

-программно-аппаратный комплекс для управления разработки ПАО «ТАНТК им.Г.М.Бериева» для управления работой стенда, регистрации и обработки результатов испытаний – «АСИДНА».(см рис.1.)

Основные задачи, которые решает Стенд АФУ:

1) Отработка оптимального размещения АФС на моделях, макетах реальных ЛА, измерение диаграмм направленности в трех плоскостях: горизонтальной, вертикально-продольной и вертикально-поперечной, КСВН, коэффициента усиления, поляризационных характеристик на соответствие требованиями ОТТ ВВС, АП-25, АП-23, ГОСТ Р50860-2009.

Система управления вращением обеспечивает автоматический режим измерения ДН.

Автоматизированная система измерения диаграмм направленности антенн (АСИДНА) предназначена для исследования диаграмм направленности антенн на масштабных моделях самолетов и натурных макетах частей самолета. АСИДНА позволяет в реальном масштабе времени регистрировать и протоколировать ДН антенн.

Основные возможности АСИДНА:

1. Угол при измерении ДН отсчитывается с точностью 1°;

2. Преобразователь «угол-код» нормально функционирует в диапазоне температур от -20° до $+50^{\circ}$ С.

3.Управление вращением модели осуществляется со скоростью один оборот за 60 секун.

4. Предусмотрена возможность отображения до четырех диаграмм одновременно разными цветами(задается оператором)

5. При вводе до четырех ДН нормирование производится относительно максимального значения сигнала, выбранного из выводимых диаграмм

6. Предусмотрена возможность отображения ДН в координатах «угол-напряжение» в полярных координатах в микрвольтах(милливольтах) с индикацией на мониторе и принтере

7. Предусмотрена возможность отображения ДН на мониторе и принтере в полярных координатах в дБ в нормированном виде на равномерной логарифмической шкале с динамическим диапазоном не менее 40дБ и погрешностью измерения в динамическом диапазоне 20 дБ не хуже 0,5 дБ.

8. Предусмотрена возможность проверки логарифмической шкалы ДН с помощью внешнего эталонного аттенюатора

9. Расстояние между датчиком угла и измерительной системой до 30 м.

10. Обеспечена возможность измерения ДН при вращении моделей, как по часовой, так и против часовой стрелки.

Использование при проведении измерений технологии временной обработки сигнала позволило свести к минимуму влияния помех переотражений.

Взаимодействие между излучающей и измерительной частью проводится через ВОЛС, что исключает их взаимовлияние.

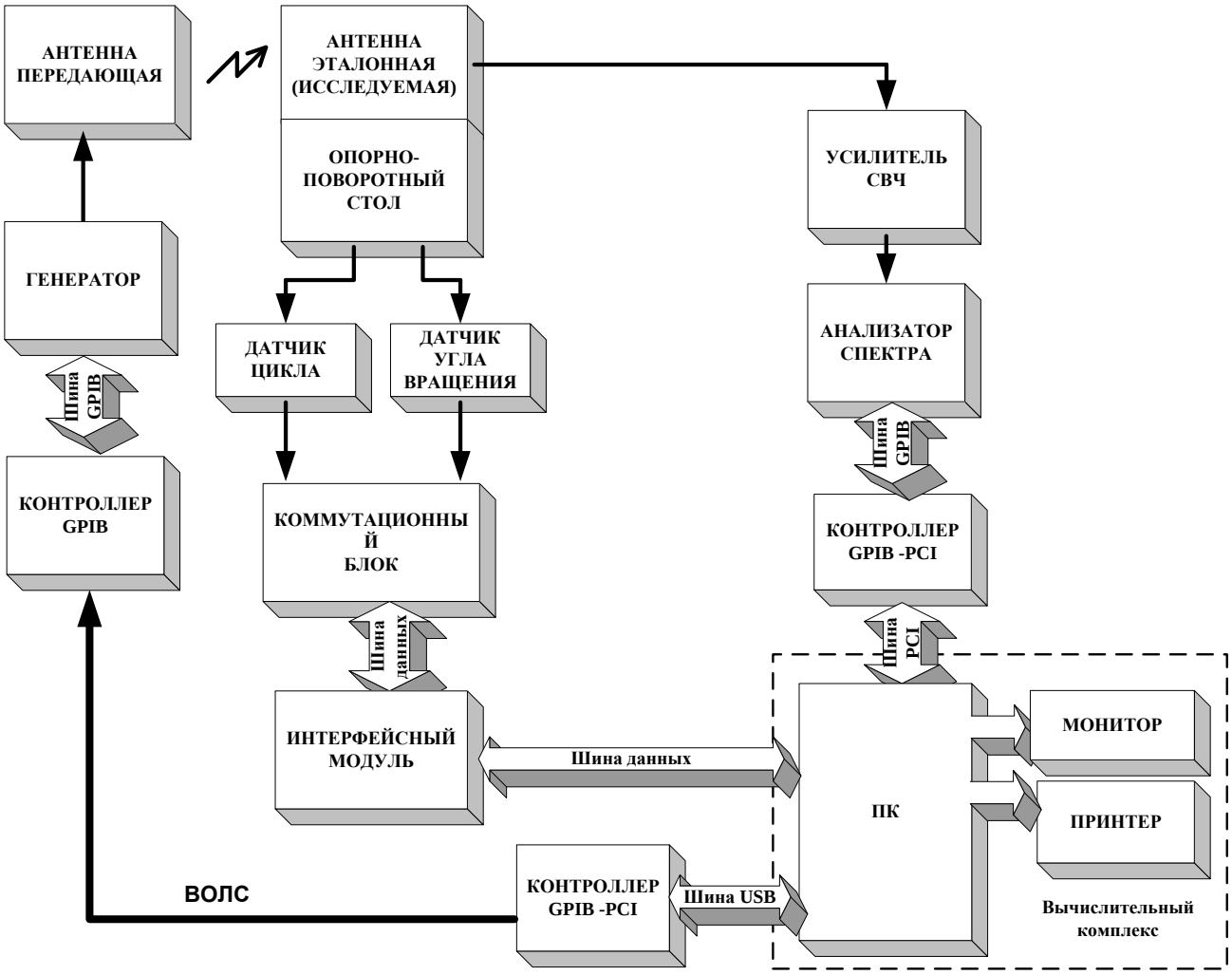

Рис. 1 Структурная схема стенда АФУ

Предусмотрена возможность введения на ДН служебных отметок с клавиатуры: модель, тип антенны, плоскость, поляризация, частота, примечания. Результаты измерений ДН сохраняются в виде таблицы в текстовом файле и графика в полярных координатах в графическом файле.

Наименование параметра	Характеристика
Диапазон частот, ГГц	От 0,1 до 18
Динамический диапазон измерения ДН, дБ	40
Динамический диапазон измерения КУ, дБ	От – 20 до 20
Диапазон изменения углового положения измеряемой антенны в азимутальной плоскости	От 0° до 360°
Диапазон изменения углового положения измеряемой антенны в вертикально-поперечной плоскости	От 0° до 360°
Диапазон изменения углового положения измеряемой антенны в вертикально-продольной плоскости	От 0° до 360°
Дискретность отсчета угла вращения в азимутальной плоскости и горизонтально-поперечной плоскости	1°
Минимальное время полного оборота, с	60
Диапазон изменения углов крена и тангажа	От -60° до $+60^{\circ}$
Дискретность установки углов крена и тангажа	5°
Пределы измерительной базы, м	От 4 до 20 м
Высота подъема антенны над землей, м	От 4 до 5 м
Допустимая масса испытуемых моделей и макетов, кг	100
Напряжение эл. питания	переменное 220 В, 50 Гц
Потребляемый ток, А, не более	16

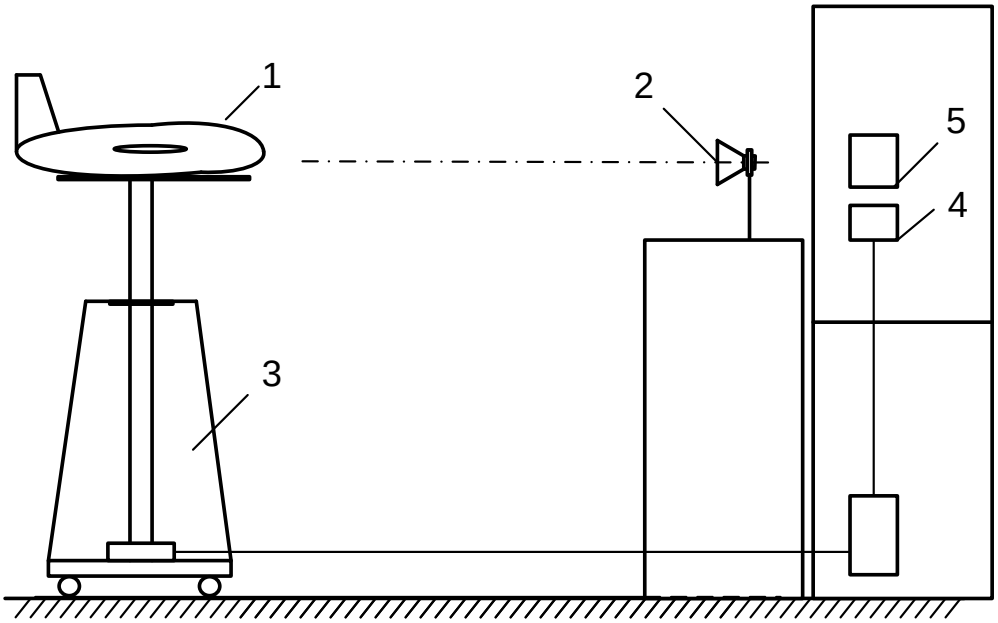

Рис. 2 Схема измерений параметров антенн на макете самолета

1- Макет самолета, 2- излучающая антенна, 3- передвижная платформа, 4- пульт управления, 5- измерительная аппаратура

2) Измерение характеристик антенны на соответствие требованиям ОТТ ВВС, АП-25, АП-23, ГОСТ Р50860-2009.

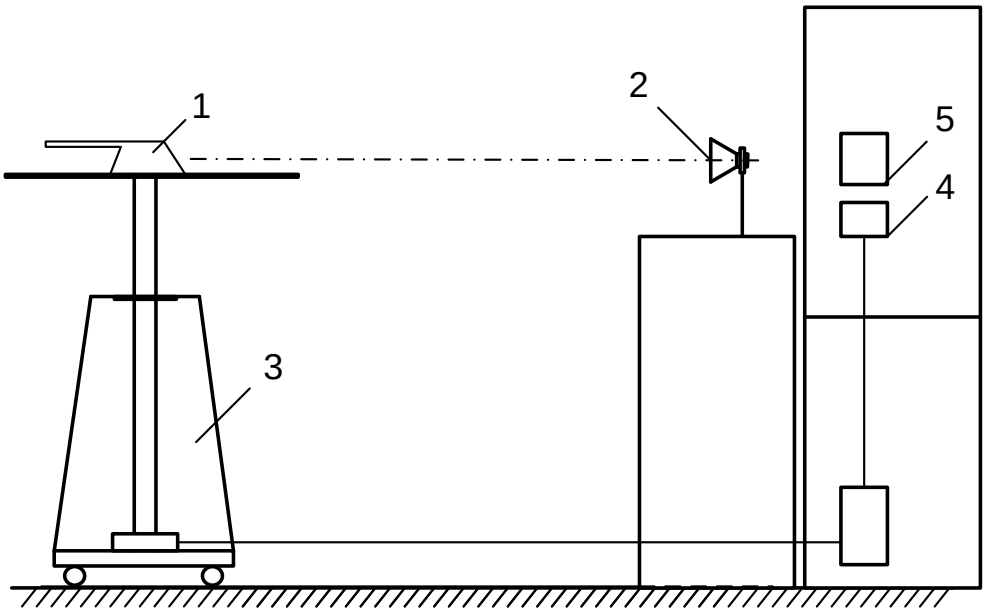

Рис. 3 Схема измерений параметров антенн на металлическом диске

1- Измеряемая антенна, 2- излучающая антенна, 3- передвижная платформа, 4- пульт управления, 5- измерительная аппаратура

3) Измерение характеристик измерения параметров антенн и антенно-фидерных устройств (АФУ) радиосвязи диапазонов МВ, МВ-2 и дециметровых волн, посадки, навигации, управления воздушным движением (УВД), госопознавания, бортовой системы предупреждения столкновения (БСПС), спутниковой связи и навигации на соответствие требованиям ОТТ ВВС, АП-25, АП-23, ГОСТ Р50860-2009, ЕНЛГ-С, РИАТ на реальном самолете. Измерения можно проводить через каждые 5^0 сразу на нескольких частотах, что значительно сокращает время работ.

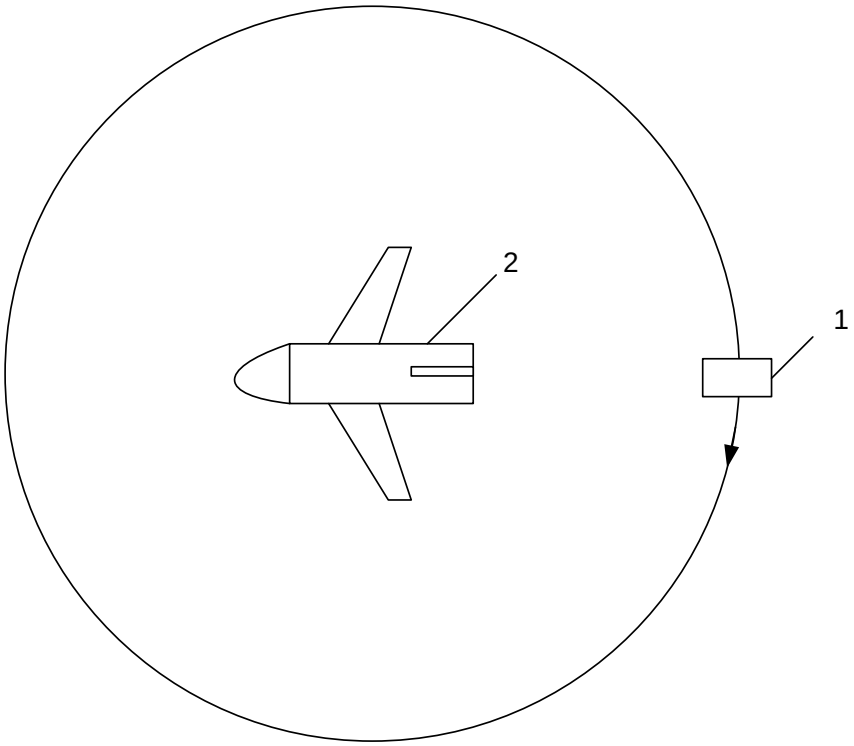

Рис.4 Схема измерений характеристик АФС реального самолета на площадке
1-передвижная платформа с измерительным оборудованием
2- самолет

Примеры диаграмм направленности АФУ, измеренные на модели ЛА приведены на рисунках 5 - 7.

Пример диаграмм направленности АФУ, измеренные в полевых условиях на реальном ЛА на 4 частотах через 10 градусов приведены на рисунке 8

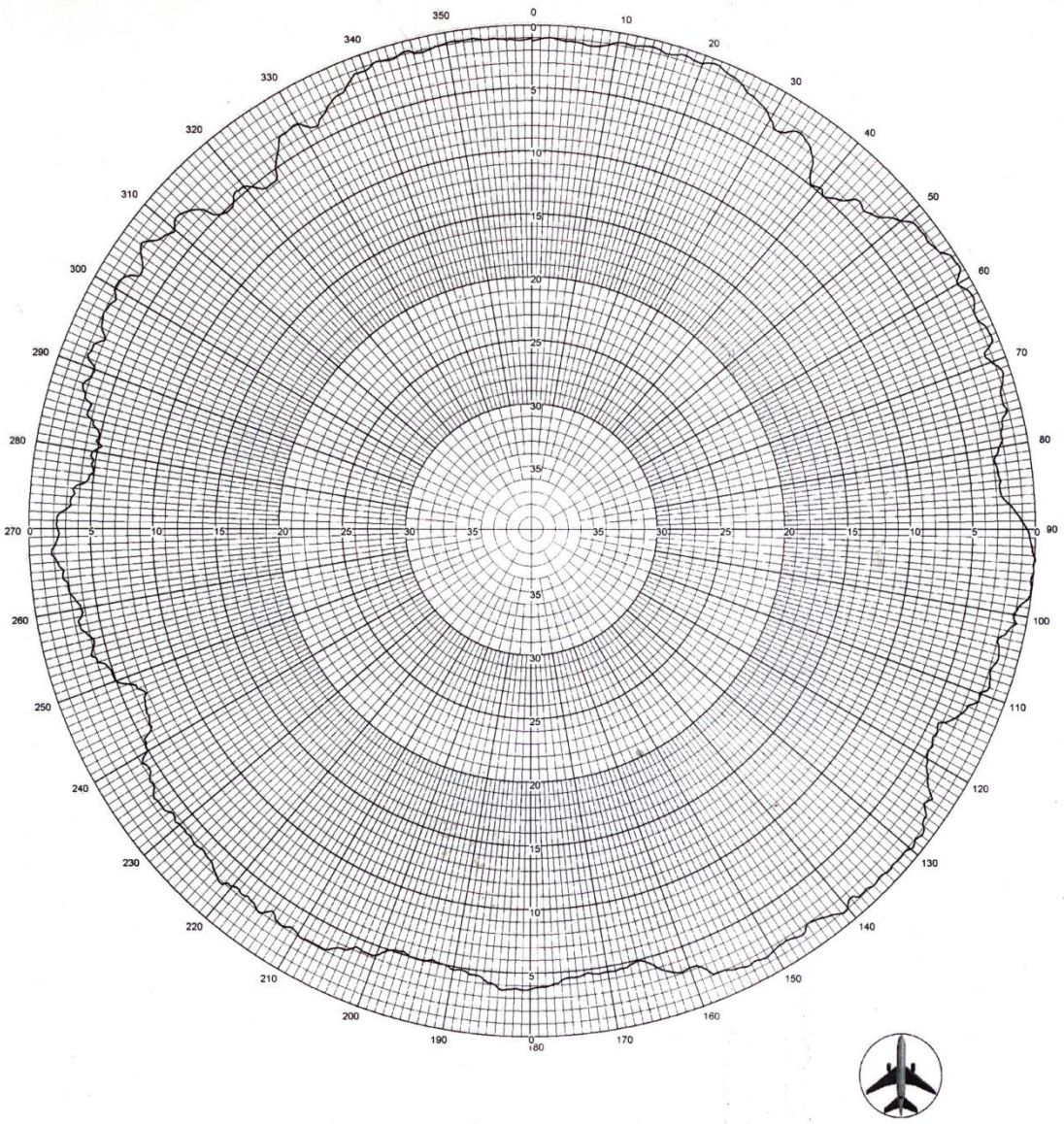

Диаграмма направленности передающей антенны командной радиостанции № 2 (обтекатель киля, шп. 10-11, поз. 2) VHF/UHF диапазона в горизонтальной плоскости, частота F=300 МГц

Рис.5

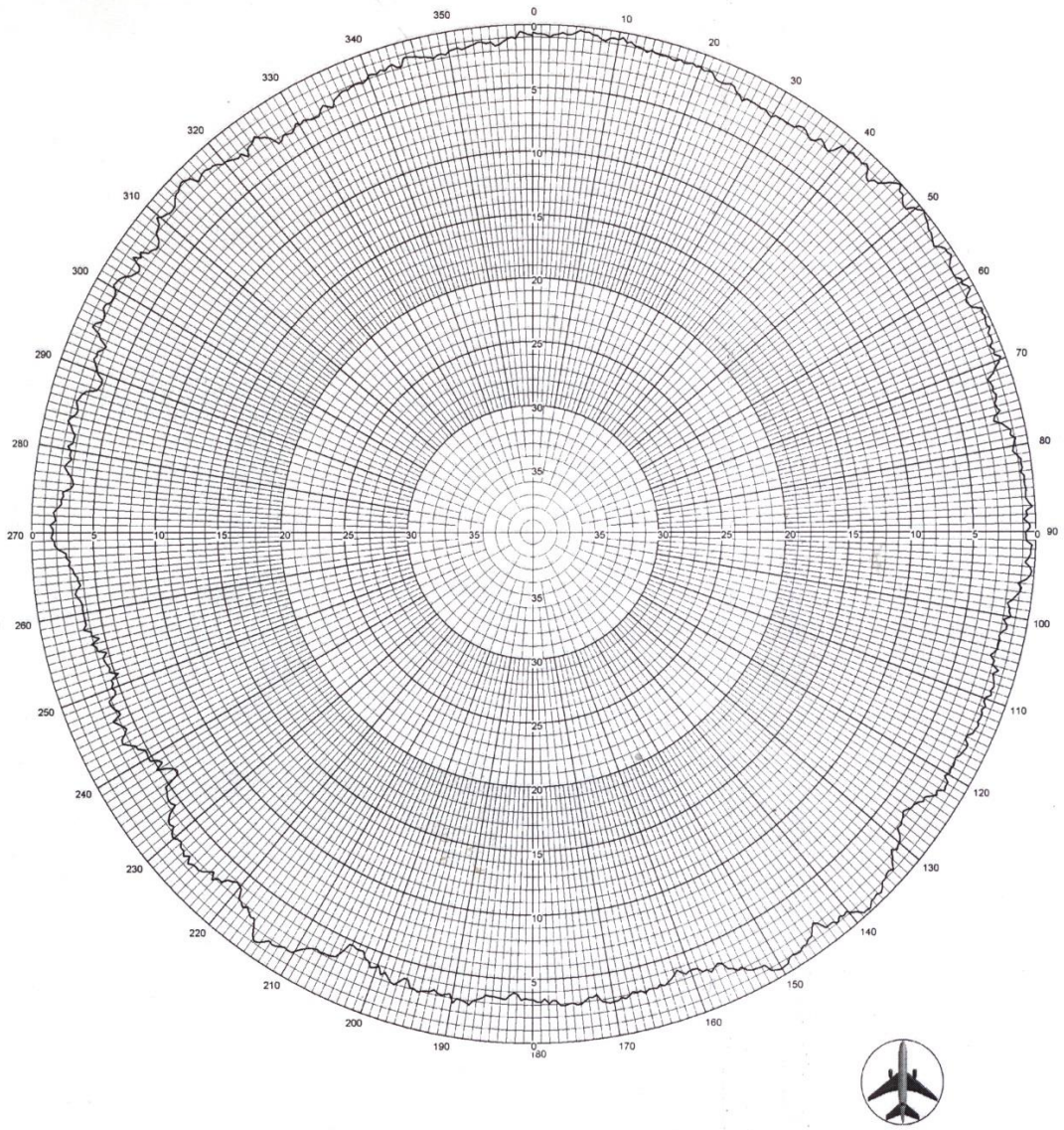

Диаграмма направленности передающей антенны командной радиостанции № 2 (обтекатель киля, шп. 10-11, поз. 2) VHF/UHF диапазона в горизонтальной плоскости, частота F=400 МГц

Рис.6

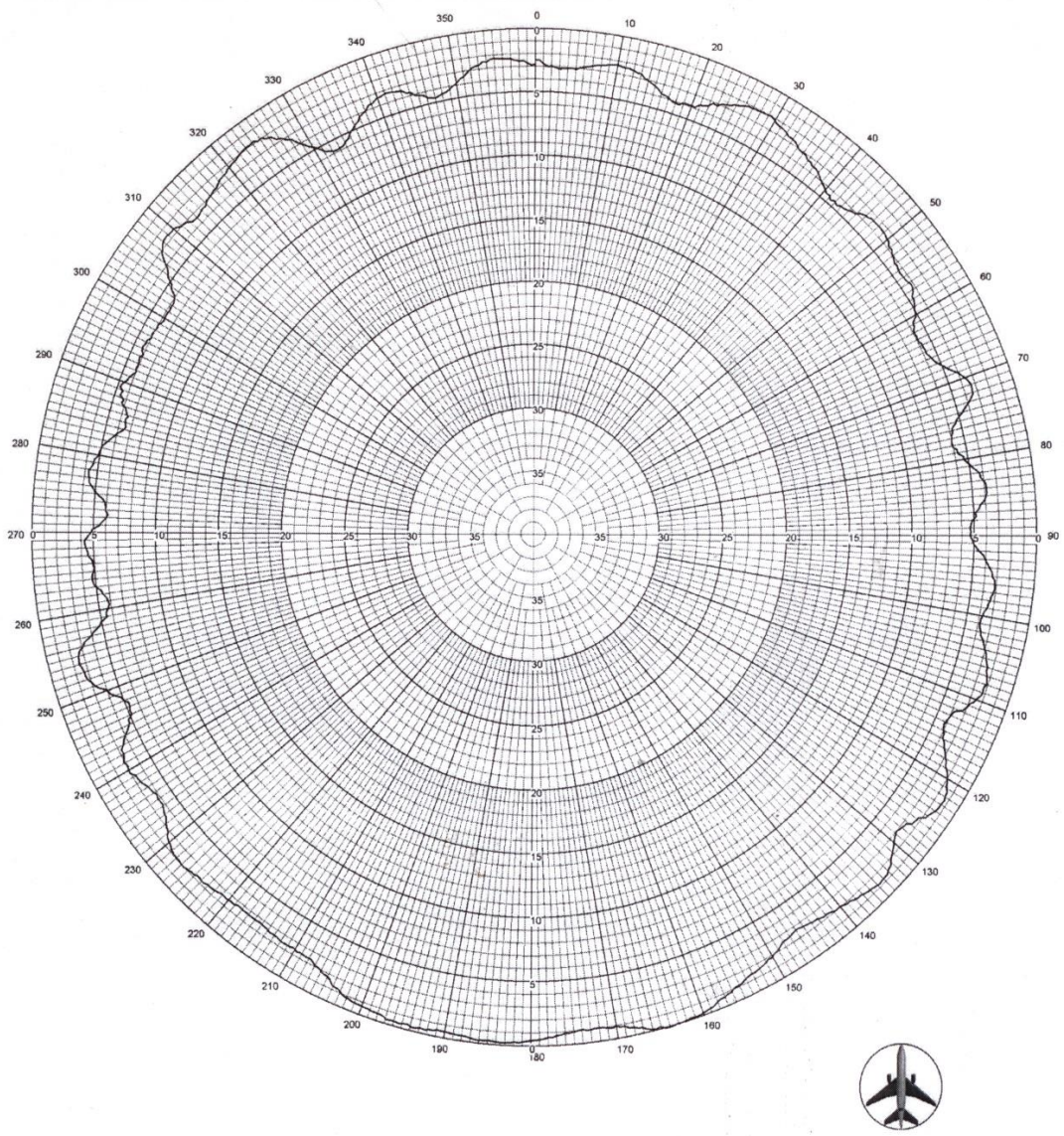

Диаграмма направленности приемной антенны командной радиостанции № 2 (снизу, слева шп. 57-58, поз. 4) VHF/UHF диапазона в горизонтальной плоскости, частота F=100 МГц

Рис.7

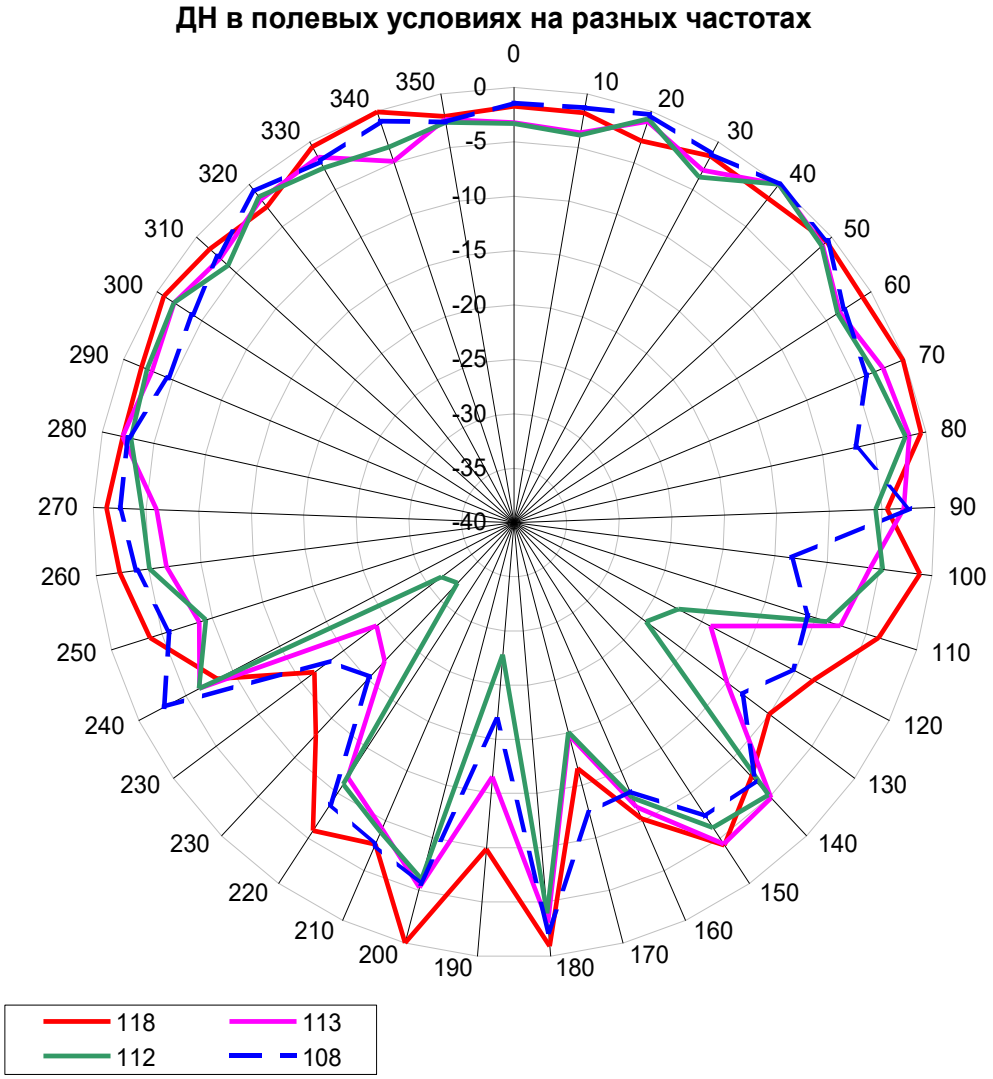
ДН в полевых условиях на разных частотах
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200
210
220
230
230
240
250
260
270
280
290
300
310
320
330
340
350
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
118
113
112
108

Рис. 8

В соответствии с ГОСТ Р50860-2009, РИАТ при сходимости результатов полученных при измерениях диаграмм направленности антенн на масштабных моделях самолетов, натурных макетах частей самолета и наземных и летных испытаниях, проводятся летные испытания только на одной частоте, что не менее, чем 3 раза сокращает время лётных испытаний и соответственно трудозатраты.

На стенде АФУ в 2017 году были проведены следующие работы:

- измерение диаграмм направленности антенн на модели самолета А100 в различных плоскостях при различных кренах и тангажах;
- оценка пригодности площадки для измерения диаграмм направленности на самолете А100;
- измерение диаграмм направленности антенны АП-023 (курсовой канал) на самолете А100 для оценки влияния рядом расположенной кольцевой антенной решетки.

В 2018 году после выкатки самолета А-100 на ЛИК планируется комплекс измерений параметров антенн и антенно-фидерных устройств (АФУ) радиосвязи диапазонов МВ, МВ-2 и дециметровых волн, посадки, навигации, управления воздушным движением (УВД), госопознавания и навигации на соответствие требованиям ОТТ ВВС, АП-25, АП-23, ГОСТ Р50860-2009, ЕНЛГ-С, РИАТ.