

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕНН ДЛЯ ОАО «ТОПАЗ»

**Челюк Н.А., Жукова Н.В.**

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

кафедра автоматике и телекоммуникаций

E-mail: [chool@ukr.net](mailto:chool@ukr.net), [zhnatka@mail.ru](mailto:zhnatka@mail.ru)

### *Abstract*

*Chelyuk N.A., Zhukova N.V. The task of process engineering measurements control of antennas is considered. The two-level structure of a control system is offered. The primal problems of control are designated.*

**Общая постановка проблемы.** В последние годы ОАО «Топаз» занимается разработкой собственных образцов нового класса конусно-параболических антенн. В процессе разработки инженеры столкнулись с некоторыми трудностями, связанными с тем, что физические особенности этого класса антенн не позволяют проводить испытания образцов в условиях существующего оборудования. Поэтому возникает необходимость разработки новых технических решений для модернизации существующего стенда с целью обеспечения возможности работы его с конусно-параболическими антеннами.

**Постановка задач исследования.** Для проведения измерений в специальном конструкторском бюро (СКБ) существует стенд, состоящий из принимающей и излучающей станций. В состав принимающей станции входит:

– опорно-поворотное устройство, предназначенное для размещения на нем исследуемой антенны и вращения ее по азимуту;

– устройство управления и анализа (УУА), необходимое для управления стендом;

– штатив, на котором размещается эталонная принимающая антенна.

В состав излучающей станции входит:

– генератор высокой частоты;

– штатив, на котором размещается эталонная излучающая антенна.

Как видно из рис. 1., существующий стенд способен осуществлять управляемое вращение исследуемой антенны при помощи контура, в который входят следующие элементы:

– электродвигатель (МИ31);

– датчик азимута (ДА);

– плата управления (ПДА1);

– блок – «усилитель» (УВ12);

– блок антенных ограничителей (БАО).

Однако данная структура имеет ряд недостатков, которые обеспечивают слишком большие затраты времени и труда на подготовку стенда к испытаниям и на сами испытания. Для приготовления стенда к работе необходимо обеспечить сопоставление осей всех трех антенн. При работе с существующим стендом позиционирование антенн проводится вручную. Время, затрачиваемое на ручное позиционирование антенн, колеблется в пределах от четырех до шести часов, поэтому, перед проведением испытаний затрачивается один рабочий день на приготовления. Причем в случае вынесения антенн П.-23А за пределы станции в условиях сильного ветра соосность может нарушаться и позиционирование необходимо проводить заново, что сильно затягивает длительность проведения испытаний.

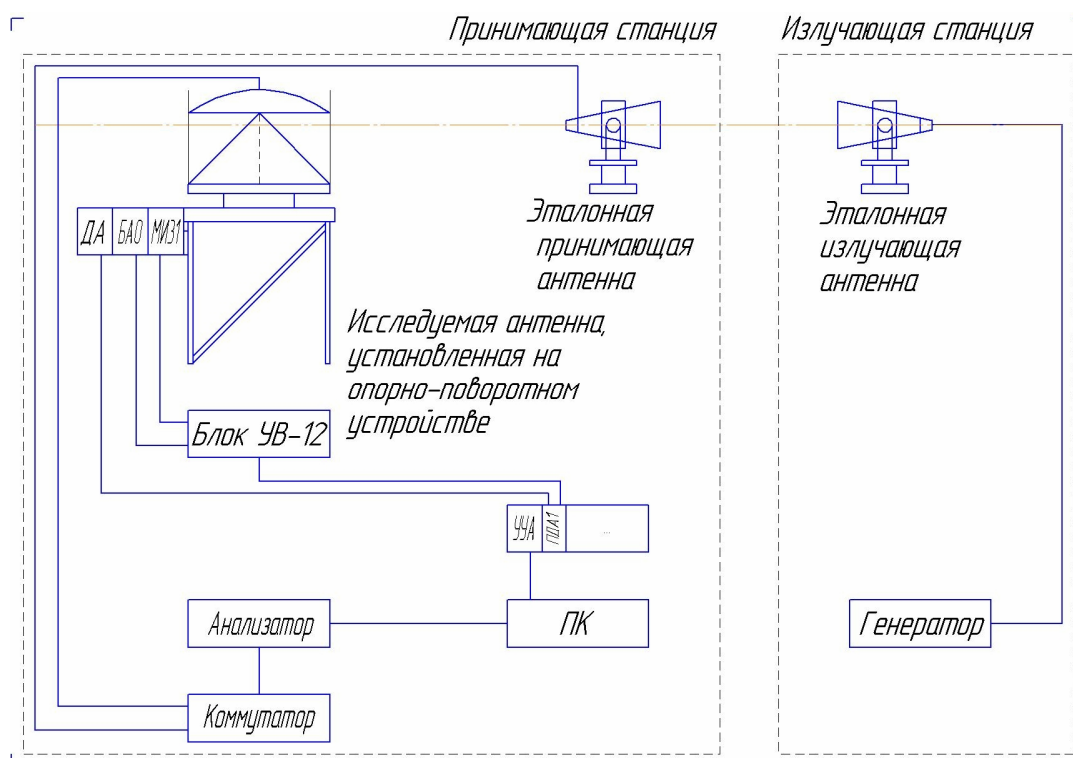


Рисунок 2. - Структурная схема модернизированного стенда

Для измерения диаграмм направленности используются эталонная излучающая и эталонная принимающая рупорные антенны П6-23А. Вследствие того, что при отражении от конусной поверхности исследуемой антенны волна имеет различную поляризацию по азимуту, при ее вращении необходимо изменять и поляризацию эталонных антенн. Это необходимо для того, чтобы регистрировался максимальный уровень сигнала по каждому азимутальному направлению. Манипулировать поляризацией эталонных антенн возможно путем вращения их вокруг своей оси. На данный момент манипуляции проводятся вручную с остановом исследуемой антенны через каждый градус поворота по азимуту. Вследствие этого на измерение одной диаграммы направленности конусно-параболической антенны затрачивается 8 часов рабочего времени двух инженеров. Таким образом, необходимо разработать систему автоматического управления юстировкой эталонных антенн и контроля уровня рассогласования поляризации передающей и принимающей антенн.

**Решение задач и результаты исследований.** Разрабатываемая система имеет двухуровневую структуру. Исполнительным устройством САУ нижнего уровня является система наведения антенны, обеспечивающая перемещение оси антенны по азимуту и углу места с возможностью изменения поляризации. Для вращения антенн в трех плоскостях можно применить три двигателя с использованием трех датчиков координат или трехкоординатные привода. Задача САУ нижнего уровня – обеспечение управление электродвигателями с целью установления положения антенны согласно полученным данным от САУ верхнего уровня.

Система управления верхнего уровня предназначена для управления процессом измерения технических характеристик антенн. Основной ее задачей является коррекция поляризации передающей антенны с целью сведения к минимуму падение уровня приема сигнала, вызванное рассогласованием поляризации передающей антенны.

Особенность управления заключается в отсутствии прямых возможностей измерения поляризации принимающей (исследуемой) антенны. Единственными информационными параметрами являются уровни приема и излучения сигнала. Уровень излучения является постоянным, а уровень приема колеблется, причем по двум причинам: как вследствие

расхождения поляризации принимающей и излучающей антенн, так и вследствие наличия механических дефектов принимающей антенны, которые и необходимо выявить.

Общее падение сигнала вычисляется по формуле [1]:

$$\Delta S = \Delta S_{\text{ант}} + \Delta S_{\text{мех}} + \Delta S_{\text{поляр}}, \quad (1)$$

где,  $\Delta S_{\text{ант}}$  - падение уровня приема сигнала вследствие наличия механических дефектов конусной поверхности антенны, а также других ее физических свойств;

$\Delta S_{\text{мех}}$  - падение уровня приема сигнала вследствие наличия потерь в пространстве и оборудовании;

$\Delta S_{\text{поляр}}$  - падение уровня приема сигнала вследствие наличия разности углов поляризации излучающей и принимающей антенн;

Величина  $\Delta S_{\text{мех}}$  является постоянной и не изменяется при повороте исследуемой антенны по азимуту, поэтому ей можно пренебречь:  $\Delta S = \Delta S_{\text{ант}} + \Delta S_{\text{поляр}}$ .

Нашей задачей является, имея информацию о  $\Delta S$ , вычислить  $\Delta S_{\text{ант}}$ :

$$\Delta S_{\text{ант}} = \Delta S - \Delta S_{\text{поляр}}. \quad (2)$$

Величину  $\Delta S_{\text{поляр}}$  можно свести к минимуму, устранив расхождение поляризации принимающей и излучающей антенн, тогда  $\Delta S_{\text{ант}} = \Delta S$ . Однако, для сведения к минимуму расхождение поляризации принимающей и излучающей антенн необходимо вычислить падение сигнала, вызванное этим расхождением. И поскольку другой формулы мы не имеем, то для определения  $\Delta S_{\text{поляр}}$ , переставим местами элементы формулы (2):

$$\Delta S_{\text{поляр}} = \Delta S - \Delta S_{\text{ант}} \quad (3)$$

Таким образом, в (3) две неизвестные величины  $\Delta S_{\text{мех}}$  и  $\Delta S_{\text{поляр}}$ , из которых первый необходимо вычислить с целью построения диаграммы направленности, а второй – с целью сведения его к минимуму.

Для выхода из затруднительного положения предлагается, манипулируя поляризацией отслеживать результат. В случае увеличения падения сигнала система должна принять решение об изменении направления вращения плоскости поляризации. Т.е. антенна должна постоянно совершать колебательные движения около нуля, сдерживая падение сигнала, вызванное расхождением поляризации двух антенн. Для точного управления кроме  $\Delta S$  также необходимо фиксировать скорость изменения падения сигнала  $\Delta S'$ . Тогда по значению  $\Delta S'$  можно выработать требуемое управляющее воздействие. Поэтому в условиях отсутствия прямых зависимостей, но имея опыт ручного управления и правила действия, возможно применить в управлении теорию нечетких множеств Fuzzy Logic. Система с fuzzy logic управлением может обеспечить высокую точность и качество регулирования при относительно простой настройке fuzzy – регулятора.

В виду того, что ранее отсутствовало автоматическое управление эталонной излучающей антенной, в испытаниях антенн были задействованы два человека. Первый работал на принимающей станции, а второй – на излучающей. Поэтому настройки параметров сигнала на генераторе осуществлялись вторым инженером вручную. С учетом модернизации имеет смысл соединить генератор сигнала с ПК, находящимся в принимающей станции, и осуществлять настройки генератора дистанционно. В конструкцию генератора заложена возможность подключения его к ПК, поэтому остается выбрать кабель с учетом повышенных требований к его надежности. Также необходимо установить средства дистанционного управления стендом через радиоканал посредством Wi-Fi интерфейса с использованием антенн собственного производства. Это позволит инженерам осуществлять испытания антенн, не выходя из своего кабинета. Структурная схема модернизированного стенда представлена на рис. 2.

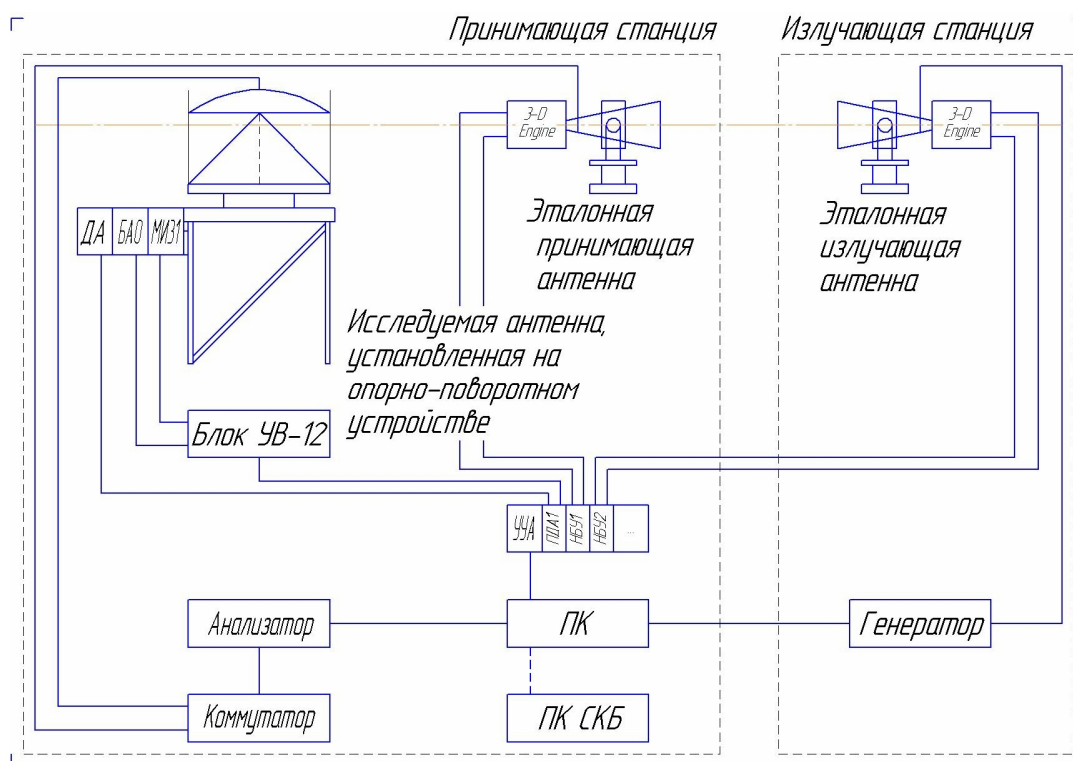


Рисунок 2. - Структурная схема модернизированного стенда

Как видно из рис. 2. эталонные антенны теперь оборудованы трехкоординатными приводами (3-D Engine), соединенными с платами управления (НБ1 и НБ2), ПК стенда соединен с генератором сигнала и другим ПК в локальную сеть через радиоканал. Теперь для запуска стенда необходимо нажать кнопку на ПК, находящемся в СКБ и имеющим доступ к ПК стенда. Стенд автоматически проведет позиционирование антенн и запустит процесс измерений. Результаты можно будет получить через локальную сеть с ПК стенда.

**Выводы.**

1. В процессе разработки нового класса конусно-параболических антенн возникают трудности, связанные с проведением испытаний образцов в условиях существующего оборудования (стенда). При работе с существующим стендом позиционирование антенн проводится вручную, что сильно затягивает длительность проведения испытаний.

2. Поставлена задача на разработку системы автоматического управления юстировкой эталонных антенн и контроля уровня рассогласования поляризации передающей и принимающей антенн.

3. Разрабатываемая система имеет двухуровневую структуру. САУ нижнего уровня обеспечивает управление электродвигателями с целью установления положения антенны согласно полученным данным. Задачей САУ верхнего уровня является коррекция поляризации передающей антенны с целью сведения к минимуму падение уровня приема сигнала, вызванное рассогласованием поляризации передающей антенны.

4. В виду отсутствия прямых возможностей измерения поляризации принимающей (исследуемой) антенны, но при наличии интуиции и опыта ручного управления, позволяющих четко сформулировать систему правил для выработки управляющих воздействий на САУ нижнего уровня, решено применить для управления теорию нечетких множеств Fuzzy Logic. Система с fuzzy logic управлением может обеспечить высокую точность и качество регулирования при относительно простой настройке fuzzy – регулятора.

**Список литературных источников.**

1. Покрас А.М., Цирлин В.М., Кудеяров Г.Н. Системы наведения антенн земных станций спутниковой связи. – М.: Связь, 1987. – 152с.