

*Толкушкин Владимир Александрович,  
аспирант*

*Национальный исследовательский Томский государственный  
университет  
Россия, г. Томск*

## **РАДИОЧАСТОТНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА БЛИЖНЕГО ПОЛЯ**

***Аннотация:** В работе описана радиочастотная (РЧ) система используемая при измерении антенных характеристик в измерительном комплексе ближнего поля (ИКБП).*

***Ключевые слова:** измерительный комплекс ближнего поля, радиочастотная система.*

***Annotation:** The paper describes the radio frequency (RF) system used to measure antenna characteristics in the near-field measuring system (NFMS).*

***Key words:** near field scanner test complex, RF system.*

При разработке антенных систем космического аппарата (КА) связи перед разработчиками обычно встает задача измерения энергетических характеристик полезных нагрузок разрабатываемого изделия. Для измерения энергетических характеристик антенн может быть использован измерительный комплекс ближнего поля, состоящий из механической системы, системы управления, радиочастотной системы и программного обеспечения сбора, и обработки данных [1]. Радиочастотная система разрабатываемого ИКБП способна поддерживать два основных варианта измерения антенных характеристик:

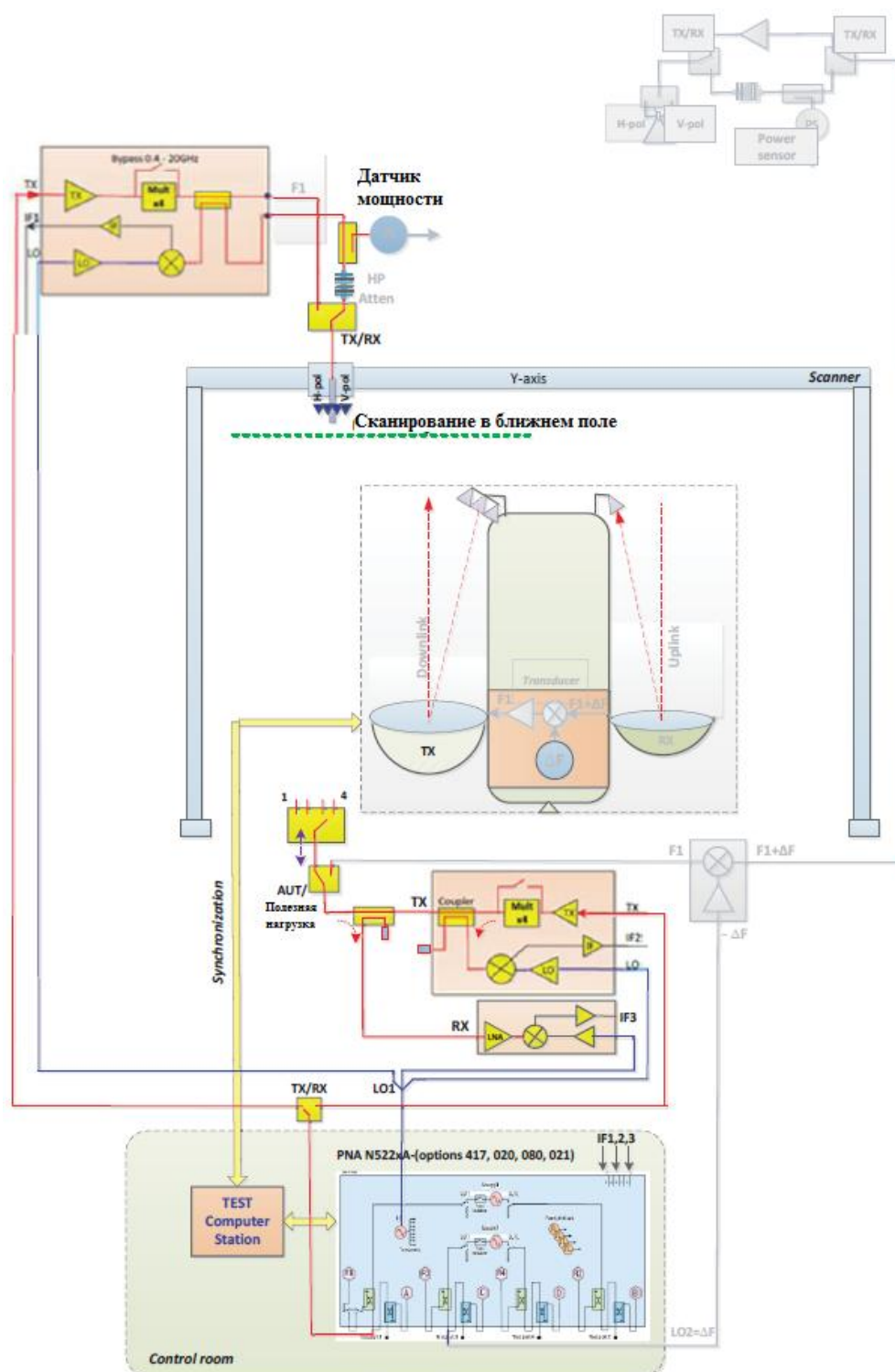
а) измерение пассивных и активных параметров антенны. При измерении характеристик, антенны могут быть установлены как отдельно, так и непосредственно на корпусе спутника;

б) измерения основных характеристик полезной нагрузки [2], таких как эффективная изотропно излучаемая мощность (ЭИИМ), коэффициент усиления (КУ), диаграмма направленности антенны (ДНА) и другие.

Разрабатываемая РЧ система обеспечивает измерение характеристик антенн при следующих параметрах:

- а) измерение в режиме сканера ближнего поля;
- б) работа в диапазоне частот 1–40 ГГц с возможностью перехода на более высокие полосы частот;
- в) режим передачи (TX) и приема (RX) телеметрии;
- г) импульсный и многопортовый режимы измерения;
- д) схожие радиочастотные конфигурации как в диапазоне низких, так и высоких частот;
- е) возможность легкой замены радиочастотных блоков в зависимости от диапазона рабочих частот;
- ж) низкие потери в РЧ кабельной системе;

Часть блок-схемы радиочастотной системы, предназначенная для измерений антенны, показана на рис. 1.



**Рисунок 1. Блок-схема радиочастотной системы (механическая система позиционирования антенны и полезной нагрузки, система управления не показаны)**

Ядром измерительной РЧ системы являются векторный анализатор цепей (VNA), РЧ источники и приемники, которые используются для создания измерительных систем для испытаний внутри помещений [3]. Система может работать либо в режиме передачи (TX), либо в режиме приема (RX). Переключение между режимами TX и RX происходит автоматически (дистанционно) с помощью программного обеспечения сбора, и обработки данных.

В режиме RX требуется максимальный динамический диапазон системы [4] (система будет обеспечивать указанный пользователем динамический диапазон ближнего поля на уровне, превышающем 60 дБ), в режиме TX предполагается излучение с высокими уровнями мощности. В этом случае система RX будет защищена:

- а) мощными аттенуаторами;
- б) экранированием радиочастотных блоков от чрезмерного излучения и токов утечки.

Большая часть РЧ блоков будет расположена в испытательной камере, в то время как предполагается, что VNA находится в удаленной комнате управления оператора.

Чтобы обеспечить достаточный динамический диапазон системы, предлагаемая РЧ-система (состоящая из низкочастотных и высокочастотных устройств) будет основана на схеме преобразования частоты вверх-вниз от рабочих РЧ-частот до промежуточной ПЧ-частоты. Гармонические смесители для преобразования частоты расположены как можно ближе к измеряемой антенне и датчику сканера ближнего поля, что обеспечивает максимально возможный динамический диапазон.

Таким образом, разработанная РЧ система ИКБП позволяет проводить измерения энергетических характеристик полезных нагрузок КА связи. За счет примененных технических решений РЧ система отличается высокой производительностью, возможностью работы в диапазоне частот 1–40 ГГц и переключения между режимами TX и RX.

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Иванов А.С. и др. Диагностика линзовых антенн с использованием сканера ближнего поля // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – №. 1 (35).

2. Ерохин Г.А., Кочержевский В.Г., Петровский А.А. Структура ближнего поля проволочных антенн // Журнал радиоэлектроники. – 1999. – №. 3. – С. 2.

3. Мухин А.В., Доманов С.К., Коньшев И.В. Определение возможности измерения радиотехнических характеристик контурных антенн в составе космического аппарата методом ближнего поля // ISBN 978-5-7638-2687-6 © Сибирский федеральный университет, 2014 © Институт инженерной физики и радиоэлектроники СФУ, 2014. – 2014. – С. 342.

4. Пономарёв М.Ю., Платонов О. Ю., Шубников В. В. Особенности измерения коэффициента усиления на планарном и сферическом стендах ближнего поля // Вестник Концерна ВКО Алмаз-Антей. – 2015. – №. 3 (15).