

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники

УДК 621.317.74

Булавко
Дмитрий Геннадьевич

Многоканальный приемник измерительной системы
микроволнового диапазона

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

специальности 1-38 80 01 Приборостроение, метрология и информационно-
измерительные приборы и системы

Научный руководитель
Гусинский А. В.
кандидат технических наук,
доцент

Минск 2019

Нормоконтроль

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время обладание материальными средствами и информацией является основой любой человеческой деятельности, причем в последнее время обладание информацией становится решающим фактором успеха. Сложность и объемность выполняемых задач, их комплексный характер привели к необходимости сбора информации в глобальном масштабе, т.е. обо всех процессах, происходящих на земле и в космическом пространстве. Появился термин «глобальный мониторинг» (разведка), подразумевающий сбор информации непрерывно, независимо от времени суток, погодных и других условий в масштабе всего земного и околоземного пространства.

Среди технических средств разведки выделяются многоканальные измерительные системы, под которыми обычно понимаются активные радиолокационные станции (РЛС) воздушного, наземного и космического базирования. Это позволяет получать с их помощью радиолокационные данные не зависимо от метеоусловий и естественной освещенности, на значительном удалении и одновременно в широкой зоне обзора, в том числе объектов невидимых в оптическом диапазоне длин волн.

При использовании микроволнового диапазона длин волн в системах измерения происходит линейное уменьшение всех конструкторских размеров. В связи с этим целесообразно использовать последние достижения в микроэлектронике. Основная цель данной магистерской работы – это разработка многоканального приемника измерительной системы микроволнового диапазона.

Таким образом разработка и производство многоканального приемника измерительной системы является весьма важной и актуальной задачей.

Целью данной магистерской диссертации является разработка и исследование параметров многоканального приемника измерительной системы микроволнового диапазона длин волн.

Для достижения этой цели были поставлены и решены следующие задачи:

- анализ современных методов и технических средств построения измерительных систем микроволнового диапазона;
- моделирование многоканального приемника измерительной системы;
- разработка структурных схем, принципиальных схем блоков многоканального приемника измерительной системы;
- экспериментальные исследования параметров и характеристик многоканального приемника измерительной системы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В настоящее время обладание материальными средствами и информацией является основой любой человеческой деятельности, причем в последнее время обладание информацией становится решающим фактором успеха. Сложность и объемность выполняемых задач, их комплексный характер привели к необходимости сбора информации в глобальном масштабе, т.е. обо всех процессах, происходящих на земле и в космическом пространстве, непрерывно, независимо от времени суток, погодных и других условий в масштабе всего земного и околоземного пространства.

Среди технических средств разведки выделяются многоканальные измерительные системы, под которыми обычно понимаются активные радиолокационные станции (РЛС) воздушного, наземного и космического базирования. Это позволяет получать с их помощью радиолокационные данные независимо от метеоусловий и естественной освещенности, на значительном удалении и одновременно в широкой зоне обзора, в том числе объектов невидимых в оптическом диапазоне длин волн.

Проектирование измерительных систем микроволнового диапазона длин волн позволяет линейно уменьшать все массогабаритные параметр. Последние достижения в микроэлектронике микроволнового диапазона длин волн позволяют достигать характеристики соответствующие требованиям современности. Следовательно, разработка многоканального приемника измерительной системы микроволнового диапазона является важной и актуальной задачей.

Целью данной магистерской диссертации является разработка и исследование параметров многоканального приемника измерительной системы микроволнового диапазона длин волн.

Для достижения этой цели были поставлены и решены следующие задачи:

- анализ современных методов и технических средств построения измерительных систем микроволнового диапазона;
- моделирование многоканального приемника измерительной системы;
- разработка структурных схем, принципиальных схем блоков многоканального приемника измерительной системы;
- экспериментальные исследования параметров и характеристик многоканального приемника измерительной системы.

Новизна работы определяется следующими основными результатами:

- предложены, обоснованы и исследованы модели каналов приемника т передатчика измерительной системы;

– разработаны и обоснованы структурные и принципиальные схемы блоков многоканального приемника измерительной системы микроволнового диапазона;

– предложены и обоснованы методики определения параметров и характеристик многоканального приемника измерительной системы микроволнового диапазона;

Практическая ценность заключается в том, что разработанный и изготовленный многоканальный приемник измерительной системы микроволнового диапазона используется при разработке и изготовлении систем определения координат объектов в центре 1.9 НИЧ БГУИР.

Все основные результаты работы получены самостоятельно и внедрены в Центре 1.9 НИЧ БГУИР.

Результаты работы апробированы на 54-й Научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Инфокоммуникации» - БГУИР (Минск, 23-27 апреля 2018г.) и опубликованы в материалах этой конференции.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **первой главе** приводится анализ современных способов построения радиолокационных и радиоинформационных измерительных систем микроволнового диапазона. Рассмотрены преимущества и недостатки различных диапазонов длин волн. Выделены такие преимущества микроволнового диапазона как: обеспечение большей дальности обнаружения, функционирования в условиях тумана, сильной запыленности, густой облачности (например, в тумане с видимостью в инфракрасном (ИК)- и оптическом диапазонах затухание возрастает до 100 дБ/км и более, в тоже время затухание миллиметровых волн порядка единиц дБ/км), на условия распространения волн миллиметрового диапазона не влияет смена суток и сезонов года.

Для миллиметровых волн характерно интенсивное поглощение электромагнитной энергии в атмосфере, а также наличие резонансного поглощения кислородом на длинах волн 5,0, 2,5 и 1,7 мм.. Таким образом, в миллиметровом диапазоне атмосфера имеет ряд окон прозрачности и пиков поглощения. Средние частоты и длины волн соответствующие пикам прозрачности и поглощения представлены в таблице 1.

Таблица 1.1 – Средние частоты и длины волн соответствующие окнам прозрачности и поглощения

Поддиапазон	Окно прозрачности		Участок поглощения	
	Средняя частота, ГГц	Средняя длина, мм	Средняя частота, ГГц	Средняя длина, мм
30-51,4	35	8,6	-	-
51,4-66	-	-	60	5
66-105	94	3,2	-	-
105-134	-	-	120	2,5
134-170	140	2,1	-	-
170-190	-	-	180	1,7
190-275	230	1,3	-	-

Была выбрана частота из окна прозрачности со средней длиной волны 3,2 мм.

Рассмотрены способы и технические средства построения многоканальных приемников измерительных систем. Показано что для измерительной системы достаточно наличие трех каналов.

Во второй главе составлена модель приемного и передающего каналов измерительной системы рисунок 1 и 2.

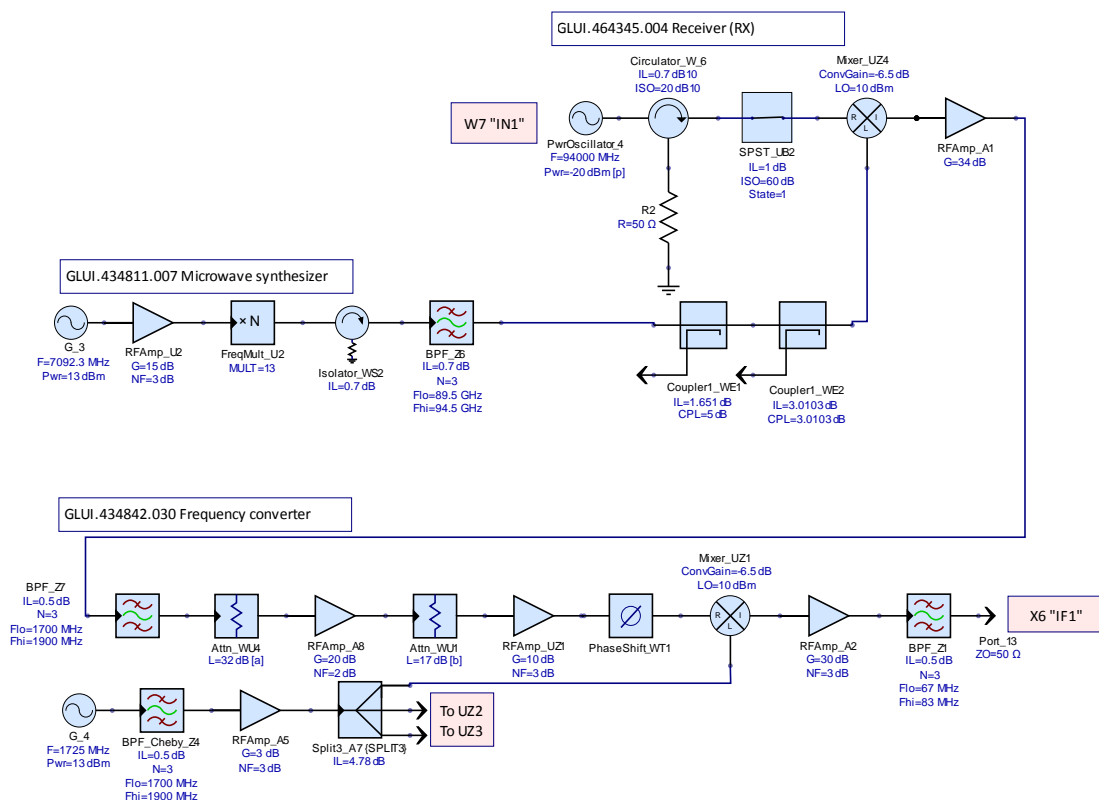


Рисунок 1 — Модель канала приемника

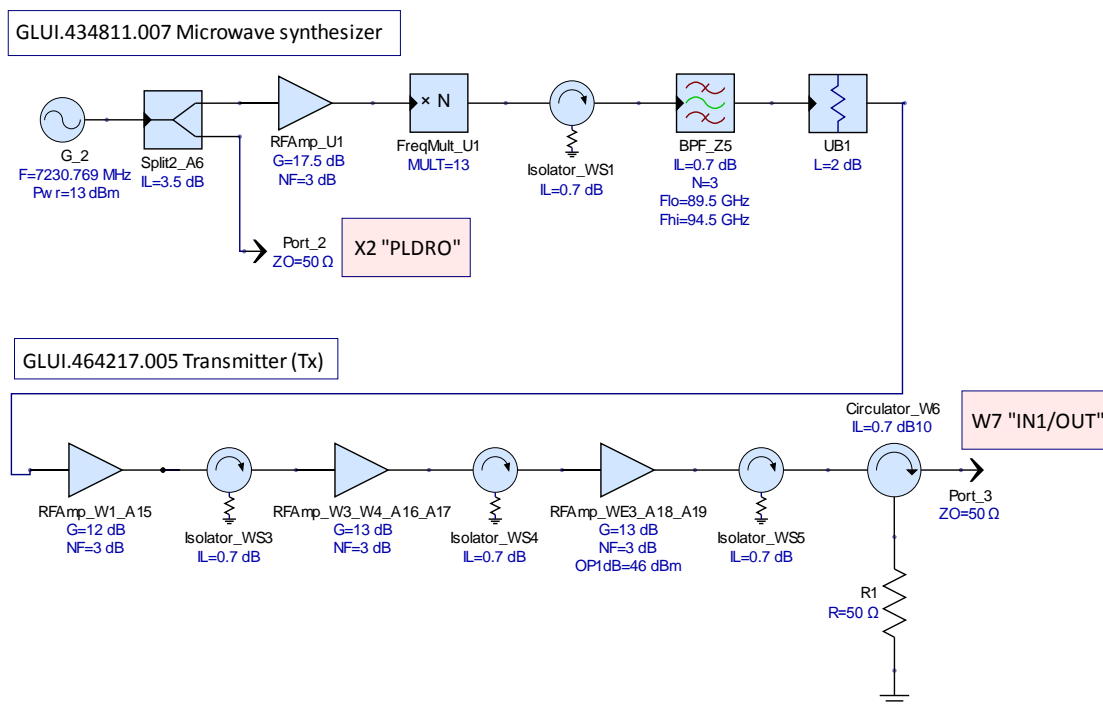


Рисунок 2 — Модель канала передатчика

Полученные результаты моделирования представлены на рисунках 3-7.

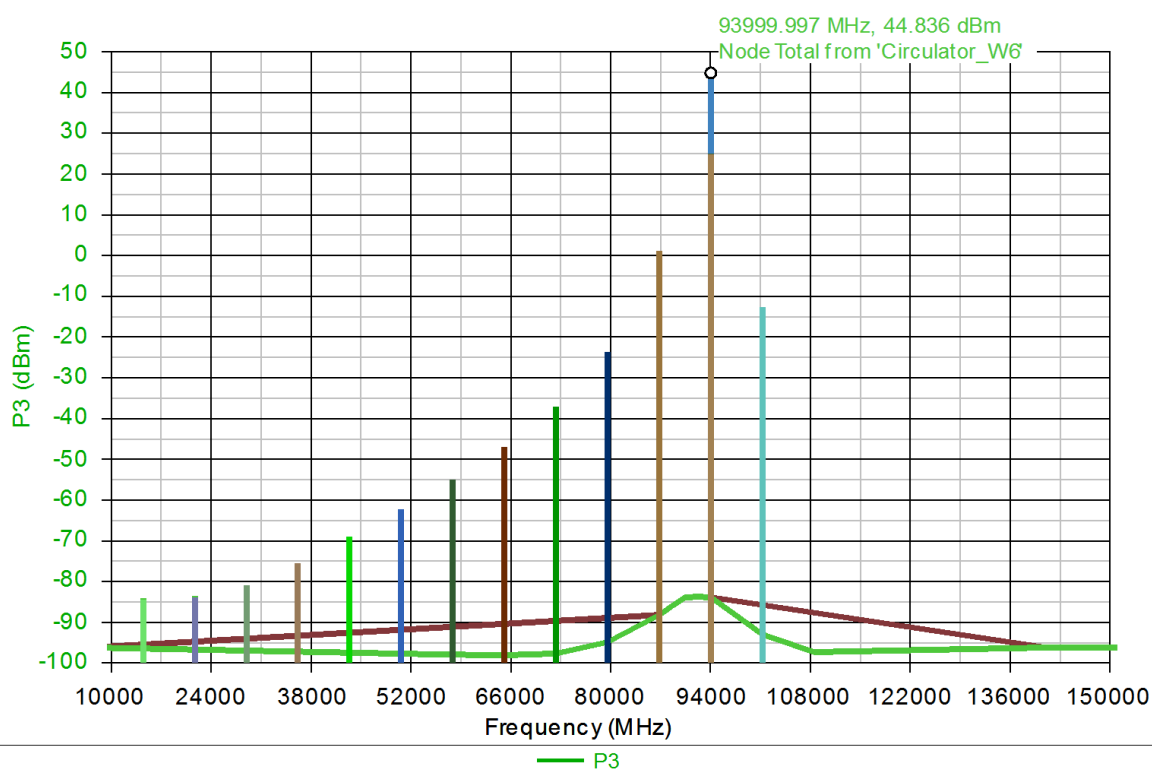


Рисунок 3 — Спектр выходного сигнала передатчика (94 ГГц, 45.8 дБм)

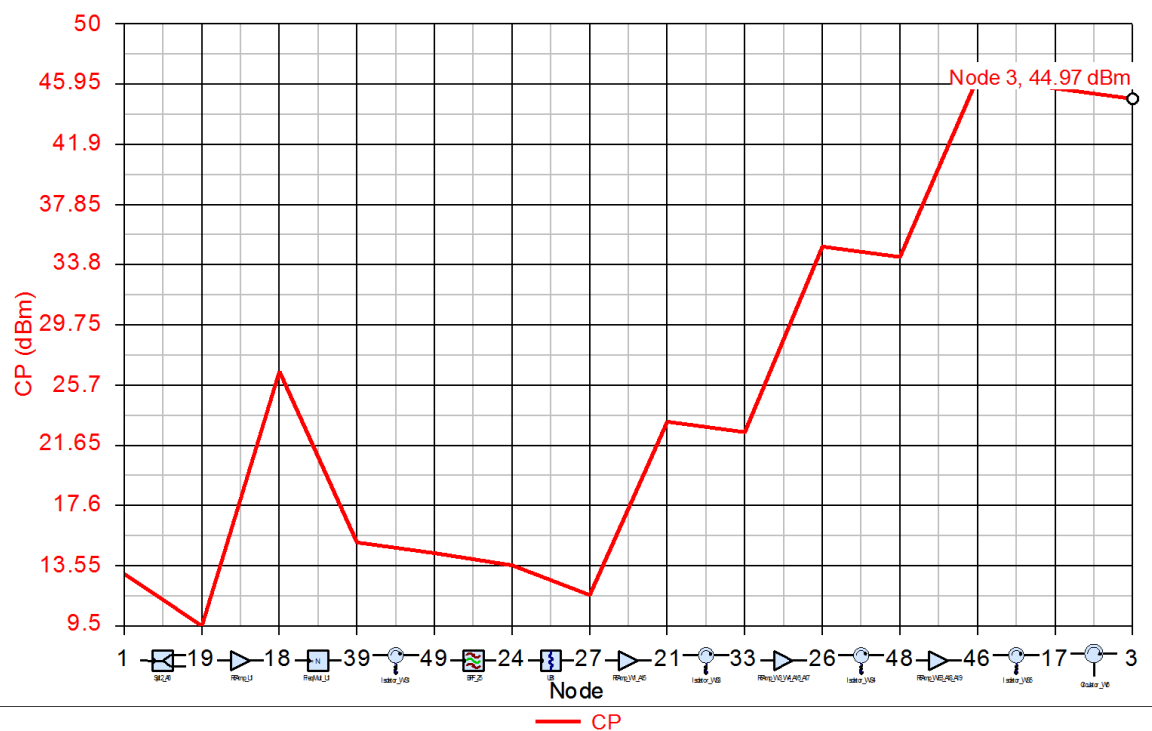


Рисунок 4 — Распределение мощности по передающему каналу.

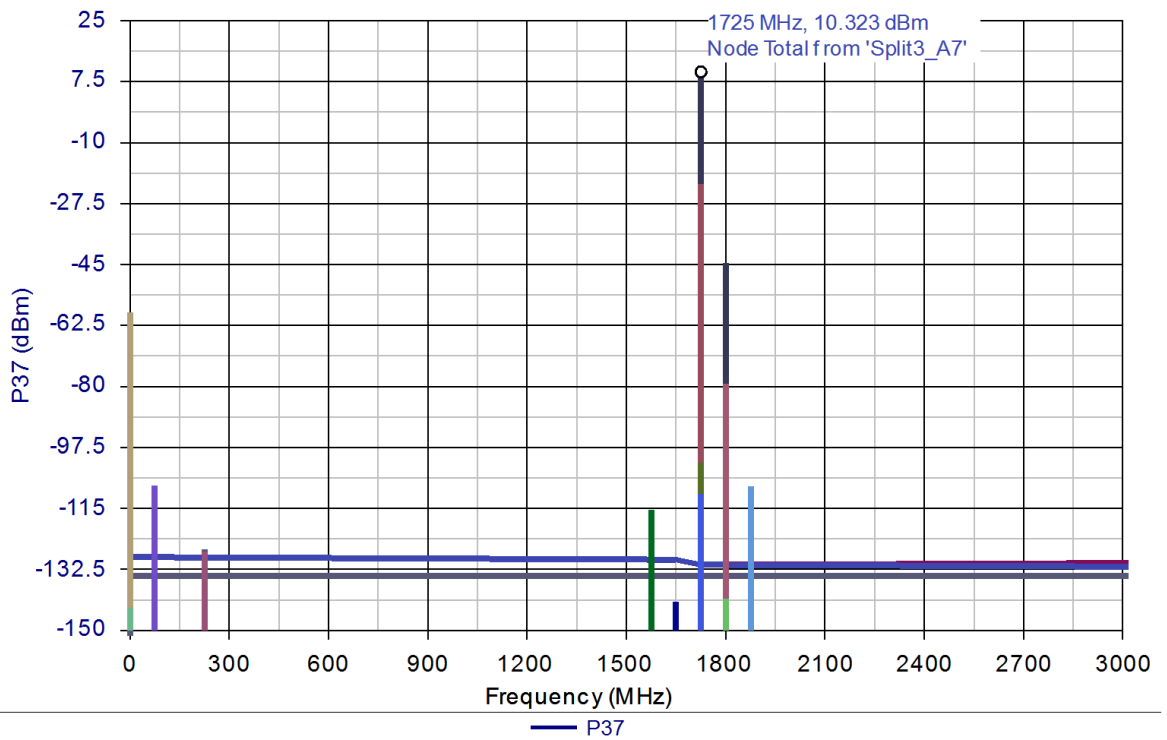


Рисунок 5 — Уровень сигнала гетеродина на входе смесителя

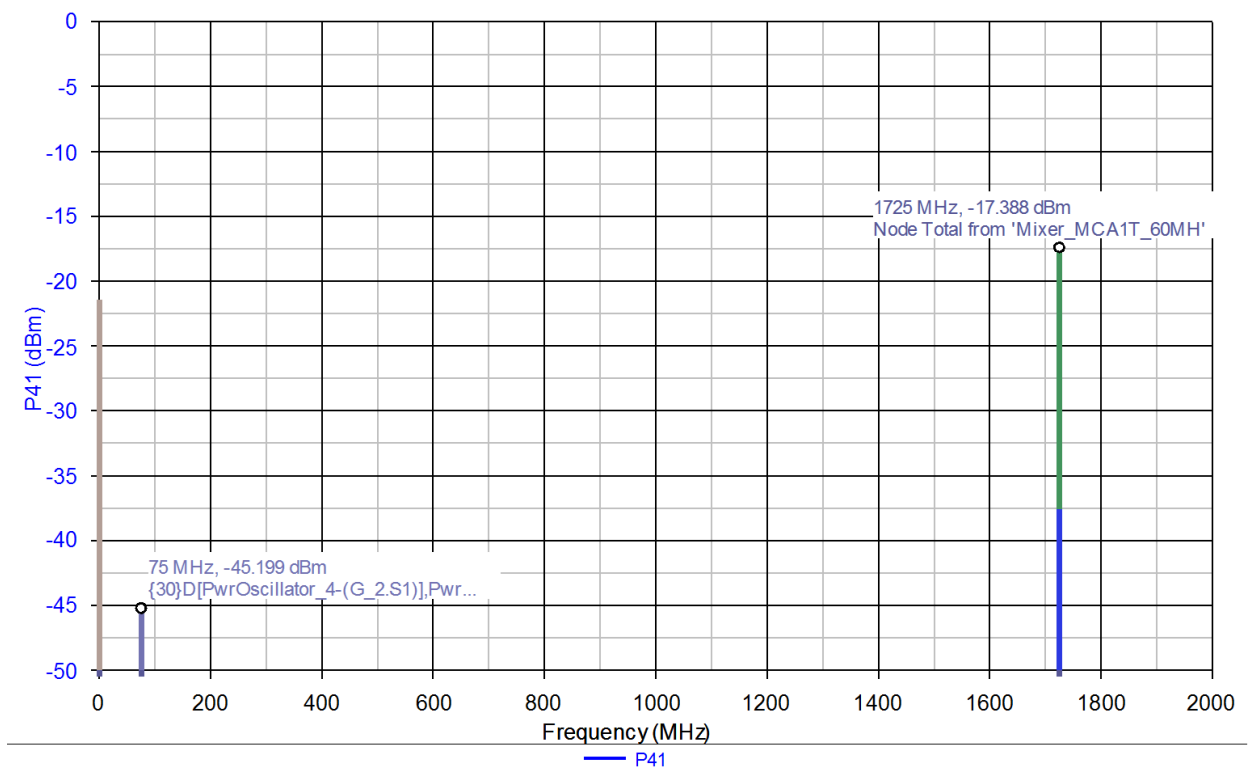


Рисунок 6 — Уровень сигнала промежуточной частоты с выхода смесителя

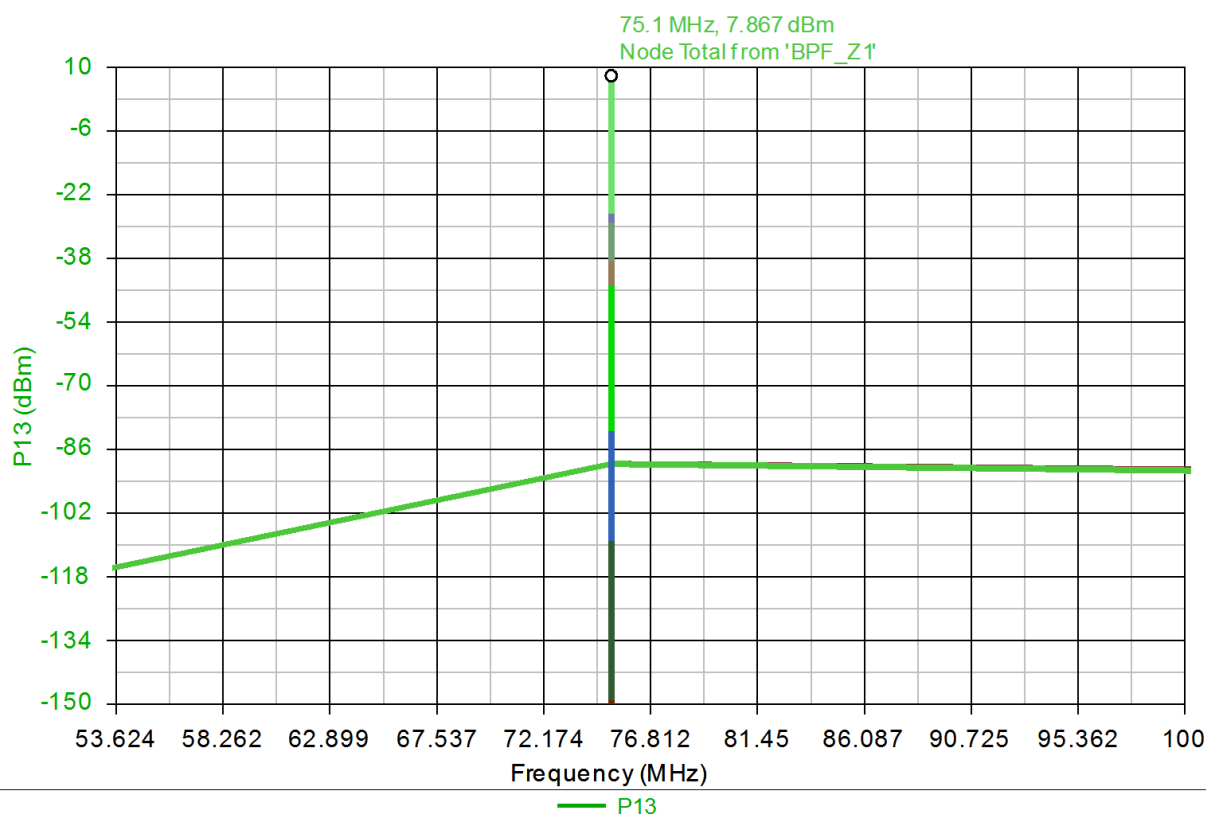


Рисунок 7 — Уровень сигнала промежуточной частоты с выхода прямо-передающего модуля

Таким образом, в результате моделирования, показана возможность работы разработанной схемы прямо-передающего модуля. Промоделирован принимаемый сигнал с частотой 94000 МГц и мощностью минус 100 дБм, сигнал гетеродина с частотой 1800 МГц и мощностью 13 дБм, показано что мощность сигнала достаточна для смесителя после деления на 3. Разность сигналов после смесителя может быть выделена из шума и других гармоник и усилена до приемлемого уровня.

В **третьей главе** приводятся результаты разработки структурных и принципиальных схем многоканального приемника измерительной системы микроволнового диапазона. Структурная схема представлена на рисунке 8. Разработаны принципиальные схемы Переносчика частоты ГЛЮИ.434842.030, Синтезатора 1725 МГц ГЛЮИ,434811, Блока питания ГЛЮИ.436121.005.

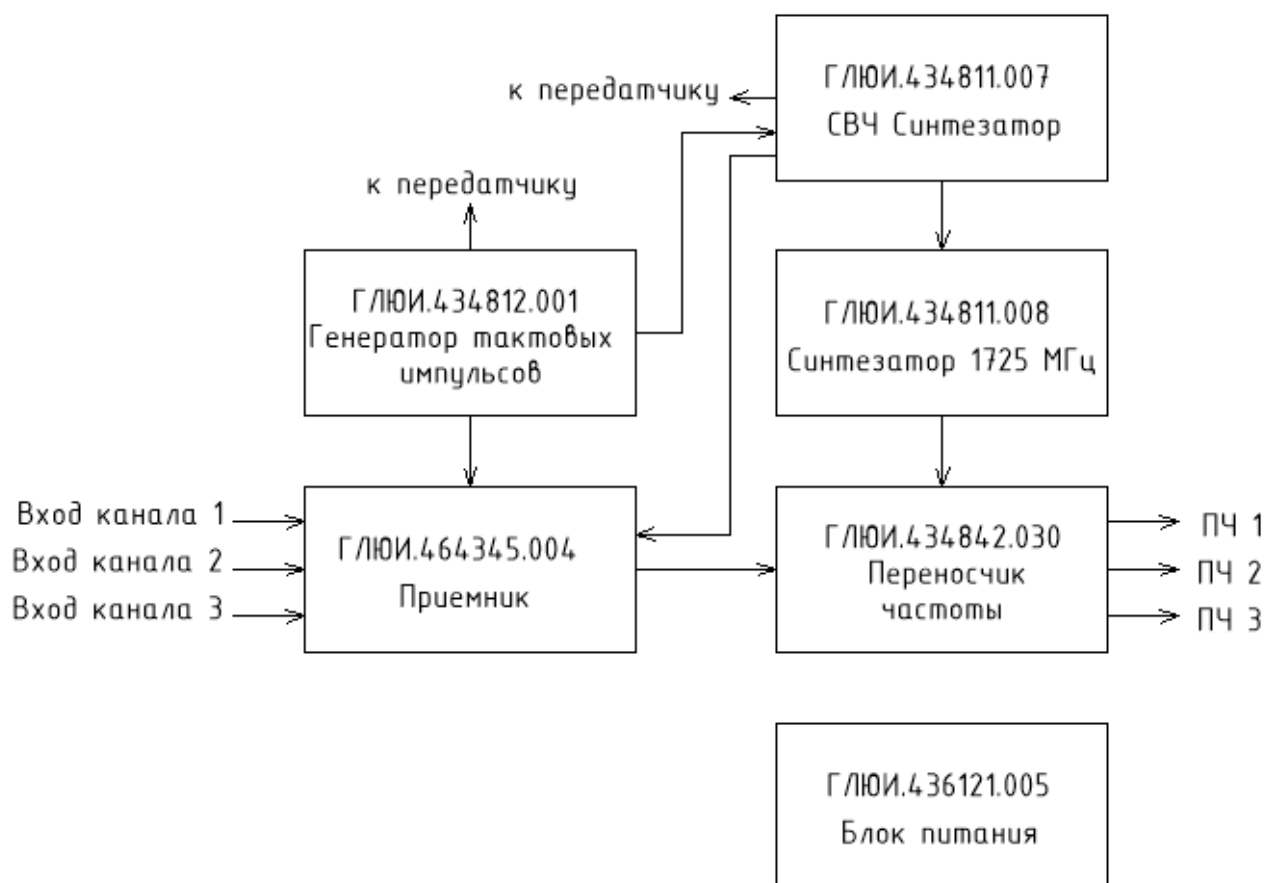


Рисунок 8 – Структурная схема многоканального приемника

Как видно из схемы многоканальный приемник состоит из нескольких блоков:

- 1) СВЧ синтезатор
- 2) Приемник
- 3) Синтезатор 1725 МГц
- 4) Переносчик частоты

В **четвертой главе** разработаны методики определения параметров многоканального приемника измерительной системы микроволнового диапазона. И проведены экспериментальные исследования параметров и характеристик многоканального приемника измерительной системы. Внешний вид изготовленного образца представлен на рисунке 9.

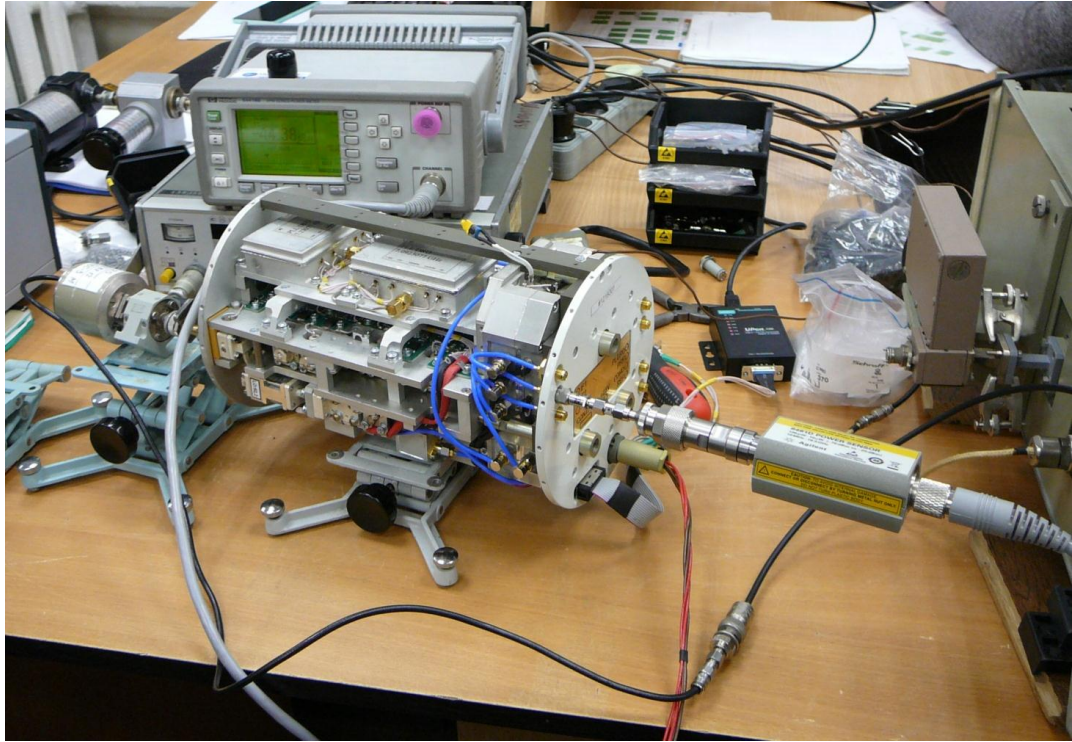


Рисунок 9 – Внешний вид изготовленного образца

Измеренная рабочая частота многоканального приемника равна 94.000.008.512 ГГц.

Частота конечной промежуточной частоты равняется 75.00 МГц.

Ширина канал конечной промежуточной частоты до 16 МГц.

Максимальная измеренная разность фаз равна 2.2° .

Максимальная разница между каналами 0,6 дБ.

Коэффициент усиления первого канала 61,51 дБм.

Коэффициент усиления второго канала 60,91 дБм.

Коэффициент усиления третьего канала 61,17 дБм.

Измеренный диапазон входной мощности находится в пределах минус 115 до минус 15 дБм.

Коэффициент шума первого канала 8,65 дБ.

Коэффициент шума второго канала 7,61 дБ.

Коэффициент шума третьего канала 7,76 дБ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе проведен анализ современные способы и технические средства построения измерительных систем микроволнового диапазона.

Проведено моделирование многоканального приемника измерительной системы микроволнового диапазона, показана возможность работы данной разработки.

Разработаны структурные и принципиальные схемы многоканального приемника измерительной системы микроволнового диапазона

Проведены экспериментальные исследования параметров и характеристик многоканального приёмника измерительной системы микроволнового диапазона с использованием разработанных методик, сделаны выводы по полученным данным.

Практическая ценность заключается в том, что разработанный и изготовленный многоканальный приемник измерительной системы микроволнового диапазона используется при разработке и изготовлении систем определения координат объектов в центре 1.9 НИЧ БГУИР.

Результаты работы внедрены в практическую деятельность Центра 1.9 НИЧ БГУИР, апробированы на 54-й Научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. Инфокоммуникации: Тезисы докл. – Минск, БГУИР, 2018, и опубликованы в материалах конференции.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1 Булавко, Д. Г. Многоканальный приемник измерительной системы микроволнового диапазона / Д. Г. Булавко, Д. А. Лисов, М. С. Свирид // Инфокоммуникации: материалы 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 23–27 апреля 2018 г. – Минск: БГУИР, 2018. – С. 125

2 А Лисов, Д. А. Приемо-передающий модуль измерительной системы определения координат объектов / Д. А. Лисов, Д. Г. Булавко // Инфокоммуникации: материалы 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 23–27 апреля 2018 г. – Минск: БГУИР, 2018. – С. 124.

3 Особенности конструкции и технология сборки радиовысотомера миллиметрового диапазона / А. В. Гусинский и другие // Электронная техника. - 2017, Вып. 4(535).– С. 22–27.