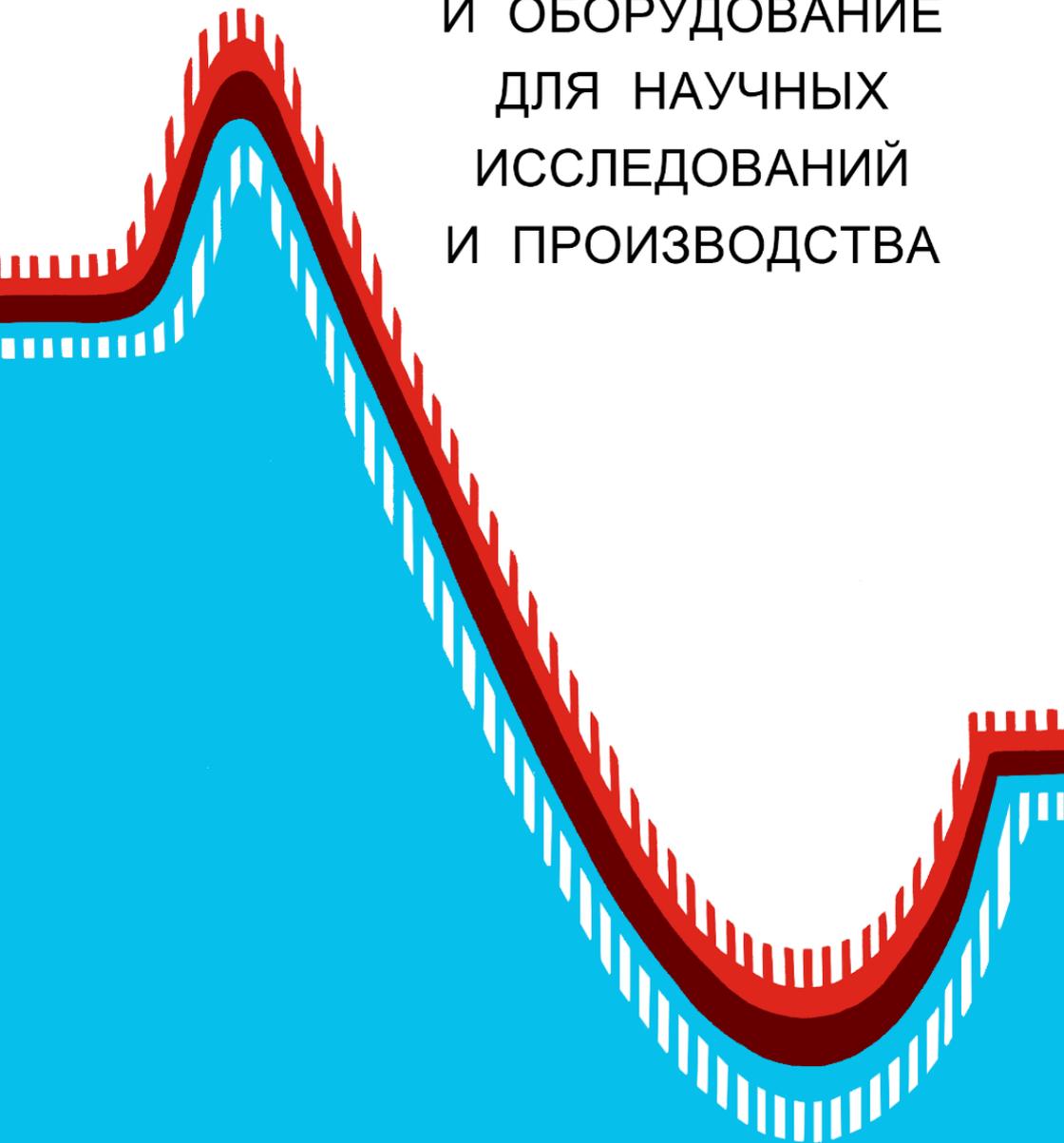




ПРИБОРЫ

И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
И ПРОИЗВОДСТВА



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
ИНСТИТУТА РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ПРОИЗВОДСТВА**

**Под общей редакцией
В.В. Абрамова**

**Фрязино
2018**

Редакционная коллегия:

А.В. Щербаков (председатель)

В.В. Сафронов

С.Я. Сотников

Ответственный за выпуск ***С.Я. Сотников***

ПОСВЯЩАЕТСЯ
60 - летию
ФГУП СКБ ИРЭ РАН
1958 – 2018

Дан краткий обзор развития основных направлений деятельности предприятия.

Излагаются результаты выполнения опытно-конструкторских работ и создания приборов для космических исследований, радиометрических приёмников сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн, радиолокаторов сантиметрового и дециметрового диапазонов волн, СВЧ устройств и элементов миллиметрового диапазона волн, стендов для проверки и испытания СВЧ приборов, генераторов шума для маскировки побочных электромагнитных излучений вычислительной техники, средств для беспроводной связи в диапазоне частот 2,4 – 6,8 ГГц, вакуумного и сверхвысоковакуумного технологического оборудования, вакуумной арматуры, специального электротермического оборудования с максимальной рабочей температурой до 2500 °С.

Приводятся технические характеристики, назначение и внешний вид отдельных изделий.

Для инженерно-технических работников научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, промышленных предприятий.

Предисловие



Федеральное государственное унитарное предприятие Специальное конструкторское бюро Института радиотехники и электроники Российской академии наук (ФГУП СКБ ИРЭ РАН) создано распоряжением Президиума Академии Наук СССР № 8-1582 от 21 августа 1958 года для разработки и изготовления опытных образцов уникальной и специальной радиотехнической и электронной аппаратуры, аппаратуры для экспериментальных исследований в области высоких и сверхвысоких частот, а также для разработки технологии изготовления новых элементов электронной техники.

В соответствии с распоряжением Правительства РФ от 30.12.2013 № 2591-р предприятие было передано в ведение ФАНО России. Распоряжением Правительства РФ от 30.05.2018 № 1055-р предприятие передано в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

В настоящее время основной задачей ФГУП СКБ ИРЭ РАН является удовлетворение потребностей научных организаций, промышленных предприятий и предприятий оборонного комплекса в разработке, производстве и внедрении новых приборов, оборудования и технологий.

Руководителями предприятия в разные годы были: Сехин Василий Ефимович (1958-1959 гг.), Дмитраченко Виктор Максимович (1959-1962 гг.), Киселев Михаил Иванович

(1962 г.), Базарный Евгений Михайлович (1962-1988 г.), Абрамов Владимир Валентинович с 1988 г. по настоящее время.

Местонахождение: Россия, Московская область, г. Фрязино, площадь имени академика Б.А. Введенского, дом 4.

Имущество, закреплённое за ФГУП СКБ ИРЭ РАН, является федеральной собственностью и передано ему на праве хозяйственного ведения.

На балансе ФГУП СКБ ИРЭ РАН находится пять объектов недвижимости с общей площадью 10500 м². Общая площадь земельного участка, на котором расположено предприятие, составляет 20000 м². Численность работающих – 230 человек.

В ФГУП СКБ ИРЭ РАН разработана и внедрена Система менеджмента качества, отвечающая требованиям ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ РВ 0015-002, а также имеются лицензии для выполнения работ в соответствии с тематическим планом предприятия.

Основные направления деятельности

Приборы для космических исследований

Приёмно-передающая аппаратура для связи с космическими объектами в сантиметровом и дециметровом диапазонах волн, специальные радиолокаторы метрового диапазона, бортовые радиометры в сантиметровом и миллиметровом диапазонах волн.

Радиофизические приборы сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн

Высокочувствительные радиометры, приборы для медицинских исследований, средства связи, аппаратура для исследования распространения радиоволн, антенны, отдельные узлы и элементы миллиметрового, сантиметрового и дециметрового диапазонов волн. Наиболее освоенными диапазонами являются W, V, U, Ka, K и L.

Ближняя радиолокация

Георадары, приборы для обнаружения людей за стенами, радиолокационные датчики уровня, системы радиолокационной диагностики вибраций.

Стенды для проверки и испытания СВЧ приборов

Разработка и изготовление стендов для контроля параметров и испытаний на вибро- и термоустойчивость, а также безотказность вакуумных и твердотельных СВЧ приборов.

Средства защиты информации

Генераторы шума, предназначенные для маскировки побочных электромагнитных излучений и наводок персональных компьютеров, рабочих станций, компьютерных сетей и комплексов на объектах вычислительной техники путём формирования и излучения в окружающее пространство электромагнитного поля шума в широком диапазоне частот.

Оборудование для беспроводной связи в диапазоне 2,4 ГГц, 5,2 ГГц, 6,8 ГГц

Антенные усилители «МАНУС», конвертеры, усилители мощности, делители мощности, грозозащитники.

Вакуумное оборудование

Вакуумные технологические и исследовательские установки для электронной промышленности, научно-исследовательских учреждений, университетов, институтов, лабораторий. Компоненты вакуумных систем: средства вакуумной откачки, устройства ввода движения в вакуум, электрические вводы в вакуум, запорно-регулирующая арматура, вакуумные фланцы и камеры, блоки питания и управления.

Специальное электротермическое оборудование

Вакуумные и газо-водородные печи с максимальной рабочей температурой до 2500 °С, предназначенные для проведения опытных и промышленных термических процессов (обезгаживание, отжиг, спекание, пайка и др.).

В структуре предприятия имеются шесть специализированных конструкторских отделов и опытное производство, включающее в себя:

– механосборочный цех в составе:

механический участок, слесарный участок, сварочный участок, шлифовальный участок, заготовительный участок;

– гальванический цех в составе:

гальванический участок, участок порошковой окраски, участок трафаретной печати, химическая лаборатория.

На предприятии имеется участок механических и климатических испытаний, оснащенный специальным оборудованием.

Основные виды выпускаемой продукции

Приборы для космических исследований.

Радиометрические приёмники сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн.

Радиолокаторы сантиметрового и дециметрового диапазонов волн.

Стенды для проверки и испытания СВЧ приборов.

Антенны сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн.

Оборудование для беспроводной связи в диапазоне 2,4...6,8 ГГц.

Генераторы шума для маскировки побочных электромагнитных излучений вычислительной техники.

Вакуумное и сверхвысоковакуумное технологическое оборудование.

Специальное электротермическое оборудование.

Директор-главный конструктор

В.В Абрамов

Приборы для космических исследований

Свою первую разработку в области создания аппаратуры для исследования космического пространства – многочастотный дисперсионный интерферометр, предназначенный для исследования космической плазмы, то есть ионосфер планет Солнечной системы, межпланетной и околосолнечной плазмы, – наше предприятие (тогда еще Специальное конструкторское бюро ИРЭ АН СССР) совместно с учёными ИРЭ АН СССР начало в 1964 году. Первый запуск этого прибора состоялся в 1968 году на космическом аппарате (КА) «Луна-14», а затем он устанавливался на КА «Марс-2» в 1971 году, КА «Луна-19» в 1972 году. Прибор модернизировался и устанавливался на КА «Марс» и «Венера» до 1982 года.

Фундаментальные исследования космической плазмы были выполнены во многом благодаря именно этому прибору.

Конструкторами нашего предприятия совместно с учёными ИРЭ, ФИАН, ИКИ был разработан ряд приборов сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн для дистанционного зондирования Земли с борта искусственных спутников Земли (ИСЗ) и орбитальных станций. Среди этих приборов – многочисленный класс радиометрических приёмников, предназначенных для исследования мирового океана, атмосферы Земли, ледников и снежных покровов. Выполнение международной научной программы по исследованию мирового океана обеспечивалось автоматическими радиометрами Р-225, установленными на борту ИСЗ «Интеркосмос-20» и «Интеркосмос-21».

Предприятие выполняло большой комплекс работ по разработке, изготовлению и испытаниям поляризованного автоматического радиометра РП-225, установленного на научный модуль орбитальной станции «Мир». Работа выполнялась в рамках проекта «Природа» по программе «Интеркосмос». Орбитальный комплекс станции «Мир» с моду-

лем «Природа» создавался и эксплуатировался Научно-производственным объединением «Энергия». В 1996 году три радиометра РП-225 были установлены на научный модуль и успешно работали в составе орбитальной станции до 2001 года.

К числу успешных проектов последних лет, выполненных нашим предприятием, следует отнести создание приёмников и облучателей для космического радиотелескопа, установленного на КА «Спектр-Р» (пять лет эксплуатации на орбите), аппаратуры для исследования кристаллизации белков для КА «Фотон-М» № 4, радиометрического комплекса РК-21-8 для Международной космической станции (МКС).

Значительный вклад в разработку приборов для космических исследований внесли следующие сотрудники ФГУП СКБ ИРЭ РАН: директор-главный конструктор Абрамов Владимир Валентинович, главный конструктор проекта Аблязов Владимир Сергеевич, главный конструктор проекта Соснин Валерий Прокопьевич, главный конструктор проекта Турыгин Сергей Юрьевич, начальник отдела Быданцев Валерий Петрович, начальник отдела Халдин Александр Александрович, начальник отдела Благодарный Александр Викторович, начальник сектора Мурзабулатов Кадыржан Тулебаевич, начальник сектора Штерн Давид Яковлевич, начальник сектора Шемшур Сергей Митрофанович, ведущий конструктор Нестеров Валерий Павлович, ведущий конструктор Жуков Арнольд Иванович, ведущий конструктор Локк Елена Михайловна, инженер-конструктор I категории Ковалев Игорь Георгиевич, инженер-конструктор I категории Ларионов Борис Александрович и другие.

**Перечень аппаратуры и приборов,
установленных на космические аппараты**

| Наименование изделия | Космический аппарат | Год запуска |
|--|----------------------------|--------------------|
| Передачик 15П24М | Луна-14 | 1968 |
| Передачик 15П24М | Марс-2 | 1971 |
| Передачик 15П24М | Луна-19 | 1972 |
| Передачик 15П24Б | Марс, Венера | до 1982 |
| Радиометр Р-225 | Интеркосмос-20 | 1979 |
| Радиометр Р-225 | Интеркосмос-21 | 1981 |
| Радиолокационный комплекс РЛК-84 | Фобос | 1986 |
| Радиолокационный комплекс РЛК-М | Марс-96 | 1996 |
| Радиометр поляризационный РП-225 | Мир | 1996 |
| Радиометрический 8-ми канальный комплекс L-диапазона РК-21-8 | МКС | 2011 |
| Приёмник 2-х канальный П-КРТ- 1,35М Приёмник 2-х канальный П-КРТ-6М | Спектр-Р | 2011 |
| Длиноволновый планетный радар ДПР | Фобос-Грунт | 2011 |
| Радиометрический 2-х канальный комплекс L-диапазона «ЗОНД-ПП» | МКА-ПН1 | 2012 |
| Научная аппаратура «КРИСТАЛЛ» | Фотон-М №4 | 2014 |

Радиометрический 8-ми канальный комплекс L-диапазона (РК-21-8)



РК-21-8 на Международной космической станции

Предназначен для получения карт влажности почв, карт солёности Мирового океана, исследования природных ресурсов Земли в интересах народного хозяйства.

16 февраля 2011 года установлен на МКС. Работа выполнялась по проекту «МКС-наука».

Полученные экспериментальные данные показали работоспособность созданного СВЧ радиометрического комплекса и принципиальную возможность получения новых данных о характеристиках поверхности Земли в перспективном дециметровом диапазоне электромагнитных волн.



Радиометрический комплекс РК-21-8

Технические характеристики

| | |
|--|-----------|
| Центральная частота, ГГц | 1,415 |
| Чувствительность при постоянной времени 1 с, К | 0,3 |
| Диапазон измеряемых яркостных температур, К | 5...400 |
| Количество лучей, шт. | 8 |
| Высота полёта, км | 350...400 |
| Полоса обзора, км | 400...500 |
| Пространственное разрешение, км | около 50 |
| Размеры антенной системы (ФАР), мм | 1920×1200 |
| Потребляемая мощность, Вт | 105 |

Радиометр 2-х канальный П-КРТ-1,35М



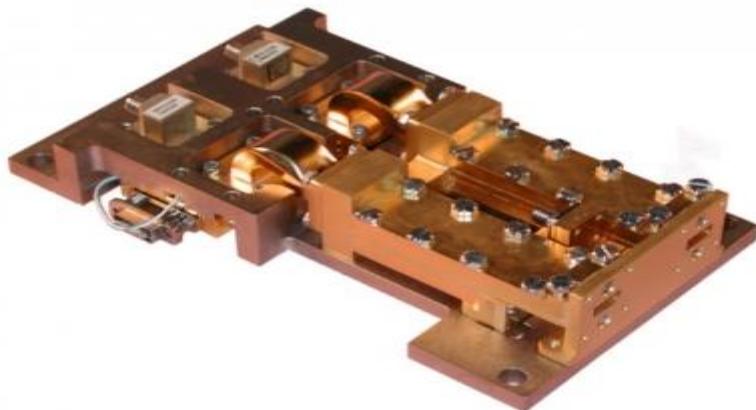
Предназначен для работы в составе радиоинтерферометра со сверхдлинной базой при исследовании галактических и внегалактических источников радиоизлучения. Принимает сигнал на двух поляризациях в 11 частотных полосах.

Установлен на КА «Спектр – Р18» в июле 2011 года. Работа выполнялась по проекту «Радиоастрон».

Технические характеристики

| | |
|--|--------|
| Принимаемые частоты, ГГц | 18,392 |
| | 19,352 |
| | 20,312 |
| | 21,272 |
| | 22,136 |
| | 22,168 |
| | 22,200 |
| | 22,232 |
| | 23,192 |
| | 24,152 |
| | 25,112 |
| Ширина радиометрической полосы частот, МГц | 300 |
| Ширина интерферометрической полосы частот, МГц | 50 |
| Шумовая температура, К | 500 |
| Потребляемая мощность, Вт | 22 |

Малозумящий усилитель с калибратором для радиометра П-КРТ-1,35М



Малозумящий усилитель (МШУ) предназначен для усиления сигнала с антенного облучателя радиометра.

Калибратор предназначен для измерения коэффициента шума и коэффициента передачи МШУ в процессе работы радиометра.

Технические характеристики

| | |
|--|---------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 18...26 |
| Шумовая температура, К | 30 |
| Усиление, дБ | 30 |
| Ответвление, дБ | 22 |
| Уровни шумового сигнала калибратора, К | 5 и 15 |
| Рабочая температура, К | 100 |

Радиометр 2-х канальный П-КРТ-6М



Предназначен для работы в составе радиоинтерферометра со сверхдлинной базой при исследовании галактических и внегалактических источников радиоизлучения.

Принимает сигнал на двух поляризациях на частоте 4,832 ГГц, обеспечиваемой синтезированным гетеродином.

Установлен на КА «Спектр - Р 18» в июле 2011 года. Работа выполнялась по проекту «Радиоастрон».

Технические характеристики

| | |
|--|-------|
| Центральная частота, ГГц | 4,832 |
| Полоса принимаемых частот, МГц | 60 |
| Количество каналов, шт. | 2 |
| Количество информационных выходов, шт. | 3 |
| Шумовая температура, К | 500 |
| Потребляемая мощность, Вт | 18 |
| Масса, кг | 6,6 |

Малозошумящий усилитель с калибратором для радиометра П-КРТ-6М



Малозошумящий усилитель (МШУ) предназначен для усиления сигнала с антенного облучателя радиометра.

Калибратор предназначен для измерения коэффициента шума и коэффициента передачи МШУ в процессе работы радиометра.

Технические характеристики

| | |
|---|-------|
| Центральная частота, ГГц | 4,832 |
| Усиление, дБ | 30 |
| Шумовая температура входа (при температуре 100 К), К | 30 |
| Шумовая температура входа (при температуре 300 К), К | 90 |
| Встроенный калибратор с направленным ответвителем, дБ | 22 |
| Встроенный фильтр - полоса, МГц | 300 |
| Встроенный фильтр - подавление внеполосных сигналов, дБ | 80 |
| Встроенный ЭМИ фильтр по питанию | есть |
| Потребляемая мощность, мВт | 60 |

Длинноволновый планетный радар ДПР



Предназначен для исследования поверхности и подповерхностной структуры грунта спутника планеты Марс Фобоса с целью оценки диэлектрических свойств грунта и обнаружения литологических слоев на глубинах 1...100 м.

Состоит из антенны и блока электроники, соединяемых коаксиальным кабелем.

Четыре режима импульсного зондирования: три - используют сигналы со сложной внутриимпульсной модуляцией (фазовая манипуляция по закону М-последовательности), один - используется режим коротких радиоимпульсов.

Результаты зондирования передаются на бортовой компьютер КА с целью ретрансляции на Землю для дальнейшей обработки и анализа.

Запуск прибора на космическом аппарате «Фобос-Грунт» осуществлен 9 ноября 2011 года.



ДПР на космическом аппарате «Фобос-Грунт»

Технические характеристики

| | |
|--|-----------------|
| Диапазон рабочих частот, МГц | 125...175 |
| Длительность радиоимпульса, нс | 26,6 |
| Количество подимпульсов в ФКМ последовательности | 8191, 2047, 255 |
| Выходная импульсная мощность передатчика, Вт | 20...25 |
| Мощность входного сигнала, мВт | 5...10 |
| Потребляемая мощность, Вт | 6 |
| Габаритные размеры блока электроники, мм | 195×185×55 |
| Габаритные размеры антенны, мм | 1340×480×408 |
| Масса блока электроники, кг | 1,6 |
| Масса антенны, кг | 1,8 |

Радиометрический 2-х каналный комплекс L-диапазона «ЗОНД-ПП»



Предназначен для определения влажности почв и биомассы растительности, солёности морей при дистанционном зондировании Земли из космоса.

Состоит из приёмника шумового сигнала и антенны. Радиометрические данные могут быть использованы для изучения энергообмена в системе «океан-суша-атмосфера» и прогнозирования изменений климата.

Установлен на малом космическом аппарате для фундаментальных космических исследований «МКА-ПН-1» и запущен в космос 22 июля 2012 года.

Технические характеристики

| | |
|--|---------|
| Центральная частота, ГГц | 1,415 |
| Полоса приема, МГц | 20 |
| Чувствительность при постоянной времени 1 с, К | 0,3 |
| Диапазон измеряемых яркостных температур, К | 5...400 |
| Количество лучей, шт. | 2 |
| Размеры антенной системы (ФАР), мм | 820×510 |
| Потребляемая мощность, Вт | 60 |

Научная аппаратура «КРИСТАЛЛ»



Разработана ФГУП СКБ ИРЭ РАН совместно с Институтом кристаллографии РАН.

Предназначена для получения в космосе высокосовершенных кристаллов белка способом температурного управления процессом кристаллизации.

В результате космического эксперимента были получены кристаллы лизоцима, обладающие высоким совершенством структуры. Все они характеризуются уровнем дифракционного разрешения не хуже $1,54 \text{ \AA}$.

Выращенные кристаллы используются для решения прикладных задач геной инженерии и структурной биологии, а также для разработки новых лекарственных средств. Научная аппаратура «КРИСТАЛЛ» устанавливалась на КА «Фотон-М» № 4 и находилась на орбите с 19.07.2014 по 01.09.2014.

Технические характеристики

| | |
|----------------------------|-------------|
| Количество капилляров, шт. | 6 |
| Объем капилляра, мкл | 10...15 |
| Потребляемая мощность, Вт | не более 40 |
| Масса, кг | 5 |

Радиофизические приборы

Одним из основных направлений деятельности предприятия является создание радиометров СВЧ диапазона, предназначенных для исследования физических сред по их собственному излучению. Работы в этом направлении начались в 60-е годы XX века. В это время было создано большое количество радиометров, работающих в диапазоне волн от субмиллиметровых до дециметровых. Велась разработка теоретических основ по методам оптимального проектирования радиометрической аппаратуры.

Широкое признание в 60-е годы XX века получили наши радиометры СВЧ диапазона среди радиоастрономов страны.

Радиометры СВЧ диапазона, разработанные в 70-е годы XX века на новой элементной базе стали малогабаритными, появилась возможность устанавливать их на летательные аппараты.

В 1974 году радиометрами была оснащена лётная лаборатория на самолёте ИЛ-18. В состав её аппаратурного комплекса вошли радиометры на 0,8; 1,35; 2,25; 10 и 20 см, с помощью которых в последующие годы была выполнена большая программа по исследованию земных покровов.

В 1975 году были разработаны радиометры на 18 и 30 см, предназначенные для измерения шумового излучения. Они могли работать как на наземных станциях, так и в составе самолётной лаборатории.

Радиометры P225, P225-Б, P225-БМ, РП-225, разработанные в 80-х, 90-х годах XX века, устанавливались на КА «Интеркосмос-20», КА «Интеркосмос-21», станцию «Мир». Они предназначались для исследования земных покровов.

В ИРЭ АН СССР были разработаны научные основы дистанционного измерения влажности почв с помощью СВЧ радиометров.

Пять самолётов АН-2 было оборудовано СВЧ влагомерами, с помощью которых проводились измерения влажности почв в интересах сельского хозяйства.

В процессе разработки радиометров СВЧ диапазона конструкторами был найден ряд оригинальных технических решений, которые были признаны изобретениями и на них получены авторские свидетельства.

В 2004-2005 годах были разработаны и изготовлены поляризационные радиометры РП-6,9; РП-18,7 на 6,9; 18,7 ГГц.

В 2007-2008 годах были разработаны и изготовлены поляризационные радиометры РП-37; РП-85 на 37, 85 ГГц.

РП-6,9; РП-18,7; РП-37; РП-85 предназначены для измерения физических параметров снега на двух ортогональных поляризациях дистанционным пассивным методом по собственному излучению снежных покровов. Измеряемые параметры снега: плотность и зернистость, толщина снежного покрова, водозапас.

В 2010 году был разработан и изготовлен «Прецизионный СВЧ радиометрический комплекс», предназначенный для измерения спектра радиояркой температуры облаков с целью определения их влагосодержания, а также для прогнозирования условий радиосвязи и повышения точности позиционирования для систем навигации.

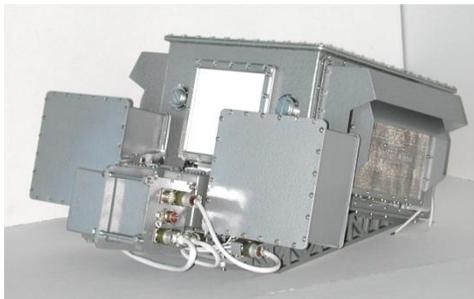
Комплекс состоит из двух радиометров, работающих в диапазонах частот 19...26,2 ГГц (P22) и 29,9...39,5 ГГц (P37), и компьютера, на котором установлена программа управления и отображения спектра радиояркой температуры в полосе рабочих частот.

В 2012 году был разработан и изготовлен «Передвижной комплекс бесконтактного определения снеготзапаса». Предназначен для оценки глубины снега и водозапаса снежного покрова.

В 2010-2013 годах была разработана и изготовлена «Автоматизированная система раннего предупреждения возникновения пожаров».

Значительный вклад в разработку радиофизических приборов внесли следующие сотрудники ФГУП СКБ ИРЭ РАН: директор-главный конструктор Абрамов Владимир Валентинович, главный конструктор проекта Аблязов Владимир Сергеевич, главный конструктор проекта Соснин Валерий Прокопьевич, главный конструктор проекта Турыгин Сергей Юрьевич, начальник отдела Быданцев Валерий Петрович, начальник отдела Халдин Александр Александрович, начальник сектора Мурзабулатов Кадыржан Тулебаевич, ведущий конструктор Нестеров Валерий Павлович, ведущий конструктор Жуков Арнольд Иванович, инженер-конструктор I категории Ковалев Игорь Георгиевич, инженер-конструктор I категории Ларионов Борис Александрович и другие.

64 канальный радиометрический приёмник 3-х миллиметрового диапазона волн



Предназначен для построения радиоярких изображений объектов в системах радиовидения.

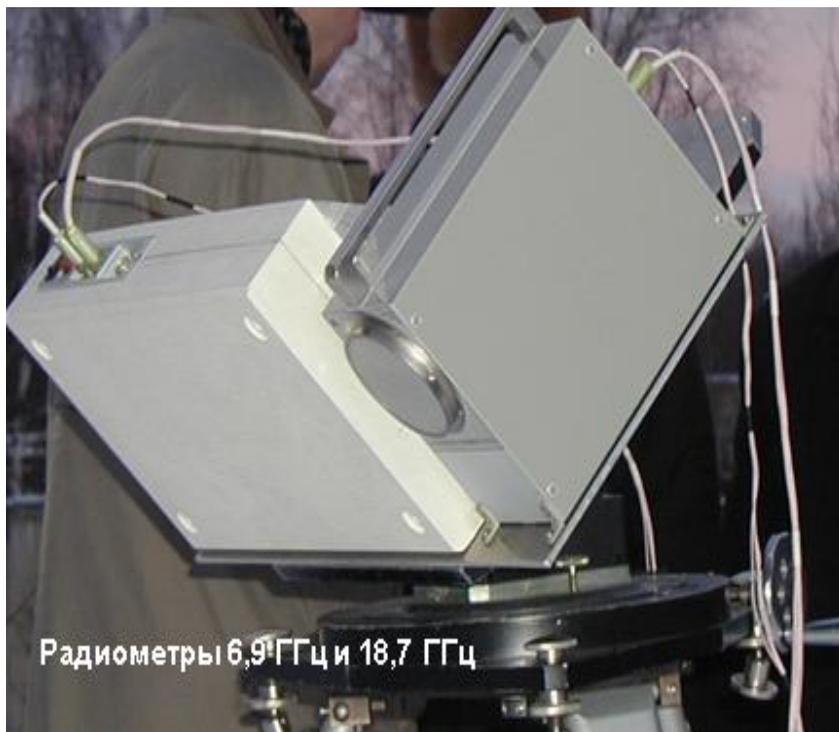
Технические характеристики

| | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Тип радиометров | супергетеродинный, компенсационный |
| Диапазон частот, ГГц | 92...96 |
| Полоса УПЧ, ГГц | 0,1...2 |
| Чувствительность, К | 0,06 |
| Количество приёмных каналов, шт. | 64 |
| Тип приёмного устройства | матрица фокальной плоскости |



Приёмная матрица фокальной плоскости

Комплект поляризационных радиометров для изучения физических параметров снега



Предназначен для измерения физических параметров снега на двух ортогональных поляризациях дистанционным пассивным методом по собственному излучению снежных покровов. Включает четыре радиометра: РП-6,9; РП-18,7; РП-37; РП-85.

Измеряемые параметры снега: плотность и зернистость, толщина снежного покрова, водозапас.



Технические характеристики

| | РП-6,9 | РП-18,7 | РП-37 | РП-85 |
|---|-----------------------------------|---------|-------|-------|
| Центральная частота, ГГц | 6,9 | 18,7 | 37 | 85 |
| Чувствительность при $\tau=1\text{с}$, К | не более 0,15 | | | |
| Диаграмма направленности, градус | 15 | | | |
| Приём | на 2-х ортогональных поляризациях | | | |
| Выходное напряжение, В | от – 5 до +5 | | | |
| Диапазон измеряемых температур, К | 10...330 | | | |
| Запись данных | на компьютер, флэш-карту | | | |
| Время опроса данных, с | 0,1...600 | | | |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть | | | |
| Питание, В | 23...34 | | | |
| Потребляемая мощность, ВА | 300 | | | |
| Диапазон рабочих температур, °С | от –40 до + 40 | | | |

Автоматизированная система раннего предупреждения возникновения пожаров



Автоматизированная система раннего предупреждения возникновения пожаров (АСПП) устанавливается на мачте высотой 80...100 метров. Работает в трёх диапазонах частот: оптическом, инфракрасном и миллиметровом.

В состав АСПП входит: радиометр Р-08, поворотная мультисенсорная система РТР-40А, блок сопряжения, Notebook, внешний калибратор («чёрное тело»), трансиверы, видеокодеры, переходники, комплект кабелей, программное обеспечение.

Радиометр Р-08 предназначен для приёма сигнала в миллиметровом диапазоне длин волн.

Поворотная мультисенсорная система РТР-40А предназначена для приёма сигнала в оптическом и ИК-диапазонах и осуществляет сканирование по азимуту и углу места.

Блок сопряжения обеспечивает напряжением питания РТР-40А и радиометр Р-08.

Notebook управляет опорно-поворотным устройством, тепловизором (ИК-канал), оптическим и радиометрическим каналами, собирает и хранит данные с трёх каналов (радио-

РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

метрического, оптического и инфракрасного) и передает их в систему оповещения.

Внешний калибратор («чёрное тело») излучает сигнал, равный внешней температуре окружающей среды, и находится в луче диаграммы направленности антенны радиометра.

Трансиверы, видеокодеры, переходники служат для согласования выходных сигналов с USB портами Notebook.

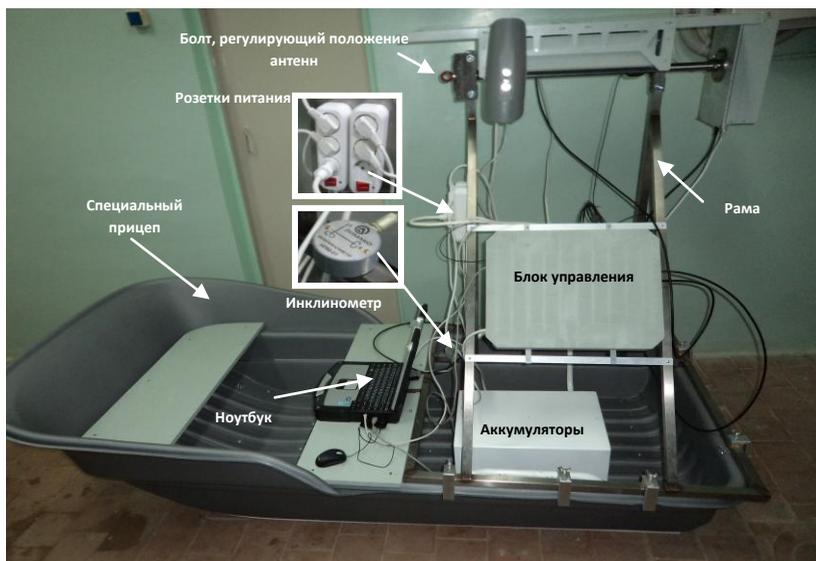
Кабели служат для соединения аппаратуры, расположенной на вышке, с аппаратурой, установленной в помещении.

Программное обеспечение предназначено для управления АСПП, предварительной обработки полученных данных и интеграции комплекса в единую систему оповещения.

Технические характеристики

| | |
|--|-----------------------------|
| Диапазон принимаемых частот: - оптический (оптическое масштабирование) - инфракрасный, мкм - миллиметровый, ГГц | 36х 8...14 36,6±1 |
| Чувствительность: - оптический (минимальная освещенность), лк - инфракрасный, мК -миллиметровый, К | 0,1 100 не более 0,08 |
| Дальность обнаружения пожара, км | до 20 |
| Угол обзора по азимуту, градус | 0...270 |
| Угол обзора по углу места, градус | 0...5 |
| Шаг сканирования, градус | 1 |
| Питание, В | 24 перем. тока |
| Потребляемая мощность, Вт | не более 150 |
| Масса, кг | не более 20 |
| Рабочая температура, °С | ± 40 |

Передвижной комплекс бесконтактного определения снегозапаса



Предназначен для оценки глубины снега и водозапаса снежного покрова.

Состав изделия: радиометр РП-21, радиометр РП-08, блок управления, эталонное устройство калибровки для радиометров, GPS-приёмник с антенной, видеокамера, инклинометр, ноутбук, два аккумулятора с зарядным устройством, снегоход со специальным прицепом.

Технические характеристики радиометров

| Радиометр | РП-21 | РП-08 |
|---|-------|-------|
| Центральная частота, ГГц | 1,415 | 36,7 |
| Флуктуационная чувствительность при $\tau = 1$ с, К | 0,4 | 0,09 |
| Полоса приема, МГц | 20 | 2000 |
| Ширина диаграммы направленности антенны, градус | 31 | 29 |
| Макс. потребляемая мощность, Вт | 58 | 36 |

Прецизионный СВЧ радиометрический комплекс



Предназначен для измерения спектра радиояркой температуры облаков с целью определения их влагосодержания и может использоваться для прогнозирования условий радиосвязи и повышения точности позиционирования для систем навигации.

Комплекс состоит из двух радиометров, работающих в диапазонах частот 19...26,2 ГГц (P22) и 29,9...39,5 ГГц (P37), и компьютера, на котором установлена программа управления и отображения спектра радиояркой температуры в полосе рабочих частот.

Каждый радиометр состоит из антенны, приёмника и блока питания.

Антенна каждого радиометра представляет собой внеосевую зеркально-рупорную систему с низким уровнем боковых лепестков и малым коэффициентом рассеяния.

Радиометр P22 принимает излучение одновременно в четырёх частотных каналах, центральные частоты которых перестраиваются и находятся на частотном расстоянии 1,8 ГГц. Ширина полос устанавливается пользователем и может составлять 0,3 ГГц или 0,17 ГГц в каждом канале независимо.

Радиометр P37 принимает излучение одновременно в четырёх частотных каналах. Ширина полос устанавливается

пользователем и может составлять 0,4 ГГц или 1 ГГц в каждом канале независимо.

Таким образом, каждый радиометр измеряет радиояркостную температуру облаков одновременно в четырёх каналах в разных частотных интервалах с флуктуационным порогом чувствительности 0,05 К.

Спектральные радиометры с такими непрерывными полосами анализа созданы впервые. До сих пор делались радиометры только на отдельные фиксированные частоты. Применение спектрального анализа позволяет значительно повысить точность измерения влагосодержания атмосферы.

Технические характеристики

| Радиометр | P22 | P37 |
|---|---------------|-------------|
| Количество одновременно принимаемых полос, шт. | 4 | |
| Диапазон перестройки, ГГц | 19...26,2 | 29,9...39,5 |
| Диапазон перестройки первой полосы, ГГц | 19...20,8 | 29,9...32,3 |
| Диапазон перестройки второй полосы, ГГц | 20,8...22,6 | 32,3...34,7 |
| Диапазон перестройки третьей полосы, ГГц | 22,6...24,2 | 34,7...37,1 |
| Диапазон перестройки четвёртой полосы, ГГц | 24,2...26,2 | 37,1...39,5 |
| Ширина широкой полосы приёма, МГц | 300 | 1000 |
| Ширина узкой полосы приёма, МГц | 170 | 400 |
| Шаг перестройки полосы приёма, МГц | 50 | 75 |
| Чувствительность при постоянной времени 1 с, К | не более 0,05 | |
| Нестабильность выходных показаний в интервале времени 8 часов, К | не более 0,1 | |
| Нелинейность приёмно-усилительного тракта, % | не более 0,05 | |
| Диапазон установки постоянной времени выходного фильтра в каждом канале независимо, с | 0,01...10 | |

РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

| | | |
|--|------------------------------|----------|
| Частота опроса спектральных каналов, Гц | 0,1...100 | |
| Диапазон измеряемых радиоярких температур, К | 0...4000 | |
| Время формирования спектра, с | 100 | |
| Погрешность измерения радиоярких температур, К | не более 0,5 | |
| Ширина диаграммы направленности антенны, градус | 5,1 | 5,2 |
| Уровень боковых лепестков диаграммы направленности антенны, дБ | минус 30 | минус 34 |
| Интерфейс | Ethernet 10 Base T | |
| Вид выходных данных | текстовый файл в ASCII кодах | |
| Напряжение питания, В | 200...240 | |
| Потребляемая мощность, Вт | не более 80 | |
| Габаритные размеры СВЧ блока с антенной, мм | 700×470×260 | |
| Масса, кг | не более 20 | |
| Диапазон рабочих температур, °С | +5...+40 | |
| Относительная влажность воздуха (при температуре 25 °С), % | не более 80 | |
| Атмосферное давление, кПа | 84...106 | |

Ближняя радиолокация

Работы по созданию радиолокаторов в ФГУП СКБ ИРЭ РАН начались в 1977-1980 годах с разработки радиолокационной станции бокового обзора, предназначенной для исследования и картирования морских акваторий и земных покровов с борта научной самолётной станции.

В 1986 году был разработан и изготовлен радиолокационный комплекс «РЛК-84», предназначенный для подповерхностного импульсного зондирования грунтов космических тел и зондирования верхней ионосферы планет с помощью автоматической межпланетной станции, дрейфующей на небольшой высоте над поверхностью исследуемого космического тела. Устанавливался на космический аппарат «Фобос».

В 1993 году был разработан и изготовлен радиолокационный комплекс «РЛК-М», предназначенный для исследования структуры и электрофизических характеристик грунтов, для зондирования верхней ионосферы и исследования процессов взаимодействия солнечного ветра и атмосферы планеты Марс.

В основу построения радиолокационных комплексов были положены принципы излучения сигнала с линейной частотной модуляцией коротких, наносекундной длительности, радиоимпульсов и приёма отраженного сигнала от подповерхностных неоднородностей грунта планеты.

За истекший период были разработаны и изготовлены георадары различного назначения. «Герад-2» использовался в 2000 году при раскопках курганов в Ставропольском крае. «Герад-3» в 2003 году применялся для обнаружения местоположений погребений на Соборной площади Троице-Сергиевой Лавры.

В 2003-2005 гг. был разработан комплекс, состоящий из шестиканального радиолокатора подповерхностного зондирования (георадара) и четырёхканального акустического тракта для обнаружения мин на железной дороге.

В 2007 году для ООО «ТЕХИНДУСТРИЯ» был изготовлен георадар с широкой полосой подповерхностного обзора железнодорожного полотна.

Разработана система радиолокационной диагностики дефектов турбореактивных двигателей. Совместно со специалистами НТЦ им. А.Люльки разработана методика определения их дефектов.

Разработана методика и технические средства лабораторного исследования взаимодействия электромагнитных волн с ионизованным газом вблизи твёрдой поверхности для ГНЦ ФГУП Центр Келдыша. Создан короткоимпульсный радар, работающий на фиксированных частотах СВЧ диапазона –1500, 3000, 7500 и 10000 МГц.

В 2009 году по заказу НПО «Специальная техника и связь» МВД РФ был разработан радар для обнаружения людей за стенами «Данник-5». Прибор демонстрировался на выставках «Интерполитех» в 2010-2012 годах, а также на выставочных и испытательных мероприятиях МЧС России.

Значительный вклад в разработку радаров внесли следующие сотрудники ФГУП СКБ ИРЭ РАН: начальник отдела Бажанов Анатолий Серафимович, начальник сектора Посошенко Леонид Зиновьевич, ведущий конструктор Местэртон Александр Петрович, ведущий конструктор Прокопенко Валерий Михайлович, ведущий конструктор Кричевский Виктор Исакович, инженер-конструктор II категории Буланцов Сергей Владимирович и другие.

Георадар Герад-3



Предназначен для:

- определения местоположения скрытых под землёй труб, кабелей, коммуникаций (в том числе неметаллических объектов);
- обнаружения арматуры, электропроводки, пустот и каких-либо предметов внутри стен зданий;
- определения толщины кирпичных и бетонных стен;
- обнаружения естественных и антропогенных подпочвенных пустот, а также ранних признаков повреждений структуры грунта;
- использования в археологии при поиске фундаментов старинных построек, захоронений, кладов, тайников и других археологических объектов;
- решения специальных задач силовых ведомств, связанных с обеспечением безопасности;

Состоит из:

- блока управления;
- комплекта антенн (А-250, А-500, А-2000);
- персонального компьютера типа Notebook.

Технические характеристики

| Блок управления | |
|---|-------------|
| Амплитуда зондирующих импульсов, В | 15 ... 250 |
| Частота зондирующих импульсов, кГц | 100 ... 500 |
| Частота передачи, число реализаций в секунду | 25...250 |
| Максимальная скорость перемещения георадара, км/ч | 10 |
| Питание, В/А | 12/0,7 |
| Диапазон рабочих температур, °С | -20 ...+65 |
| Антенна А-250 | |
| Глубина зондирования, м | до 15 |
| Пространственное разрешение, см | 20 |
| Энергетический потенциал приёмопередатчика, дБ | 120 |
| Габаритные размеры, мм | 800×350×200 |
| Масса, кг | 6,2 |
| Антенна А-500 | |
| Глубина зондирования, м | до 4 |
| Пространственное разрешение, см | 10 |
| Энергетический потенциал приёмопередатчика, дБ | 120 |
| Габаритные размеры, мм | 530×220×80 |
| Масса, кг | 3,5 |
| Антенна А-2000 | |
| Глубина зондирования, м | до 1 |
| Пространственное разрешение, см | 2 |
| Энергетический потенциал приёмопередатчика, дБ | 100 |
| Габаритные размеры, мм | 180×200×210 |
| Масса, кг | 1,8 |

Георадарный комплекс для мониторинга состояния балластного слоя и земляного полотна железнодорожного пути



Устанавливается на вагоне-дефектоскопе железнодорожного пути и подключается к внутренней системе сбора и обработки информации вагона или размещается на ином подвижном объекте.

Обеспечивает мониторинг балластного слоя и земляного полотна железнодорожного пути по трём полосам: две по внешним сторонам рельсов и одна между рельсами.

Состоит из трёх модулей и аппаратной части. Модуль состоит из низкочастотного и высокочастотного георадаров. Каждый георадар имеет свою антенную систему.

Аппаратная часть включает блок сумматора информации и блок предварительной обработки записи и отображения информации. Устанавливается в рабочем помещении вагона.

Технические характеристики

| | |
|--|----------------|
| Рабочие частоты георадаров, МГц | |
| -низкочастотный | 300 |
| -высокочастотный | 900 |
| Длительность радиоимпульса, нс | 3...10 |
| Глубина зондирования полотна железной дороги, м | |
| -низкочастотный георадар | 3,5 |
| -высокочастотный георадар | 1 |
| Скорость формирования кадра информации по двум каналам, кадр/с | 400 |
| Разрешение по направлению движения, см | не хуже 5 |
| Разрешение по глубине, см | не хуже 0,5 |
| Питание, В | 24 |
| Потребляемая мощность, Вт | 200 |
| Рабочий диапазон температур, °С | |
| -аппаратной части | 0...+40 |
| -модулей | минус 30...+50 |

Радиолокатор для обнаружения людей за стенами «Данник-5»



Предназначен для обнаружения местоположения живых людей, находящихся за стенами и оптически непрозрачными преградами при проведении мероприятий по борьбе с терроризмом, спасении людей под завалами при стихийных бедствиях, погребённых лавинами, находящихся в задымлённых помещениях при пожарах.

Технические характеристики

| | |
|---|-------------|
| Радиолокатор обнаруживает человека за стеной толщиной, см | |
| - дерево | 40 |
| - бетон | 20 |
| - кирпич | 40 |
| Наибольшее расстояние людей от стены, м | не более 10 |
| Расстояние радиолокатора до стены, м | не более 10 |
| Угол обзора, градус | |
| - по азимуту | 120 |
| - по углу места | 90 |
| Разрешающая способность | |
| - по азимуту, градус | 15 |
| - по расстоянию, м | 0,3 |
| Время обнаружения человека, с | |
| - движущегося | не более 2 |
| - неподвижного | не более 30 |
| Время подготовки к работе, мин | не более 5 |
| Время непрерывной работы, ч | не менее 4 |
| Габаритные размеры, мм | 500×370×130 |
| Масса, кг | 5 |
| Диапазон рабочих температур, °С | - 20... +40 |

Система радиолокационной диагностики работающих механизмов



Предназначена для бесконтактного, дистанционного обнаружения в движущихся деталях и частях механизмов изменений геометрических параметров (загибов, забоин, износа, выработки и т.п.), а также параметров движения (частоты вращения, перемещения, вибраций и биений отдельных элементов и деталей конструкции) методом радиолокационного зондирования. Система легко адаптируется по требованию заказчика для диагностики при смене объекта или параметра контроля.

Состоит из радиоволнового датчика РЛД-1, персонального компьютера, блока питания и соединительных кабелей.

Радиолокационный датчик обеспечивает облучение радиосигналом поверхности объекта диагностики, приём отражённого сигнала, усиление, фильтрацию от помех, преобразование его в цифровую форму и формирование файла данных для передачи его по интерфейсу в блок обработки данных.

БЛИЖНЯЯ РАДИОЛОКАЦИЯ

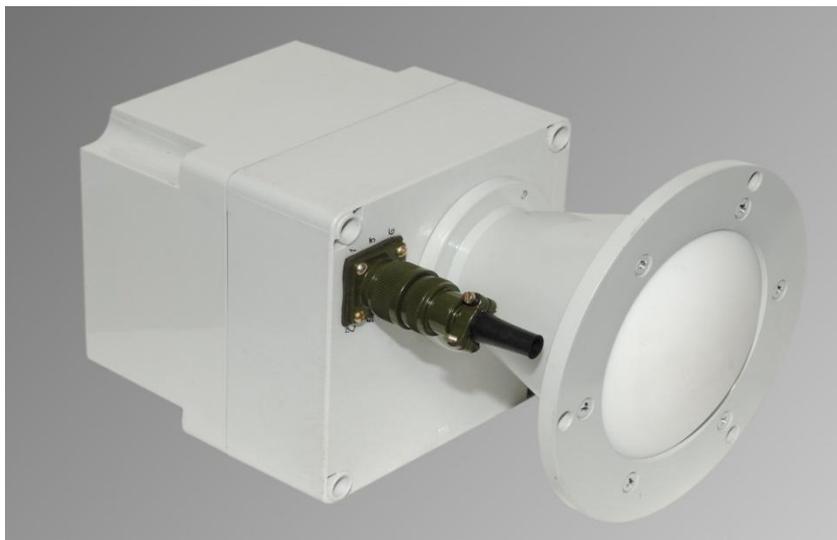
В блоке обработки данных определяется спектр отражённого сигнала. В соответствии с полученным спектром, в блоке выделения диагностических признаков формируется пакет данных, которые сравниваются в блоке сравнения и принятия решения с данными поступающими из базы диагностических признаков.

На основе сравнения выносится решение о наличии дефектов в конкретных узлах и их допустимых величинах.

Технические характеристики

| | |
|--|----------------------------------|
| Рабочая частота зондирования, ГГц | 37 |
| Выходная мощность зондирующего сигнала, мВт | ≤ 10 |
| Диаметр пятна засветки, м | 0,12...0,4 |
| Частотный диапазон измерения вибраций, кГц | 0...25 |
| Разрешающая способность по виброперемещению, мкм | не менее 0,1 |
| Допустимый диапазон расстояний до объекта, м | 1,25...10 |
| Интерфейс | USB |
| Напряжение питания, В/Гц | 220/50 или 12 В постоянного тока |
| Потребляемая мощность, Вт | не более 15 |
| Габаритные размеры датчика, мм | 110×60×50 |
| Масса датчика, кг | 0,8 |

Радиолокационный датчик уровня РДУ-Х2



Предназначен для непрерывного бесконтактного измерения уровня заполнения крупногабаритных ёмкостей с сыпучими пылящими материалами и агрессивными жидкостями, как в автономном режиме, так и в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Принцип действия РДУ-Х2 основан на облучении поверхности материала в резервуаре радиоволнами и приёме отражённых от поверхности радиосигналов. Дальность до поверхности однозначно связана со временем распространения (временем запаздывания) радиоволн от антенны до препятствия и обратно.

В РДУ-Х2 используется частотный метод определения дальности. Время распространения определяется путем измерения разности частот излучаемых колебаний и отражённого сигнала.

РДУ-Х2 состоит из СВЧ приёмопередающего модуля (ППМ), схемы усиления и фильтрации, схемы цифровой обработки сигнала и блока питания.

БЛИЖНЯЯ РАДИОЛОКАЦИЯ

ППМ помещён в термостатическую оболочку (термоизолятор). Постоянство температуры ППМ поддерживают нагреватель и датчик температуры. Работой ППМ управляет микроконтроллер.

Технические характеристики

| | |
|---|-----------------------|
| Диапазон измерения уровней, м | 0...25 |
| Мертвая зона (зона нечувствительности), м | не более 1 |
| Погрешность измерения, см | не более 5 |
| Выходной сигнал постоянного тока, мА | 0...5, 0...20, 4...20 |
| Выходной сигнал цифровой, RS-485 | по заказу |
| Напряжение питания, В | 24 ± 20% |
| Потребляемый ток, А | 1,3 |
| Потребляемая мощность, Вт | 30 |
| Масса, кг | 3 |
| Диапазон рабочих температур, °С | - 30...+ 60 |

СВЧ устройства и узлы миллиметрового диапазона волн



Элементы 3-х миллиметрового диапазона волн

Волномеры.
Направленные ответвители.
Согласованные нагрузки.
Мосты.
Повороты.
Скрутки.
Тройники.
Аттенюаторы.



Элементы 8-ми миллиметрового диапазона волн

Волномеры.

Направленные ответвители.

Согласованные нагрузки.

Мосты.

Повороты.

Скрутки.

Тройники.

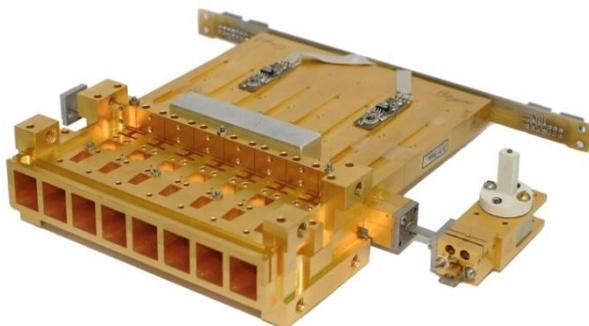
Аттенюаторы.



Разделители поляризации X, K, K_a и W диапазонов частот



Рупорные облучатели X, K, K_a и W диапазонов частот



Линейка из 8 приёмников радиометра на 94 ГГц

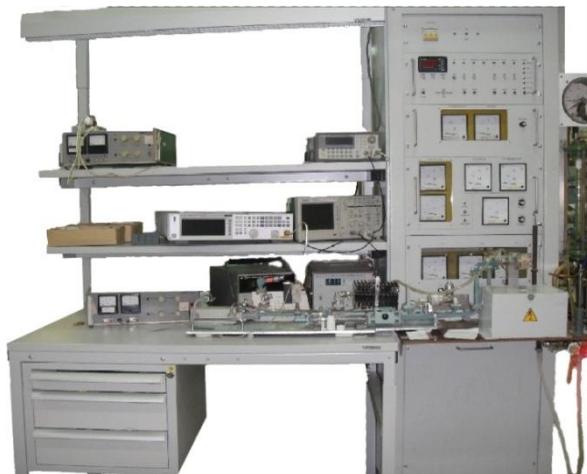


Элементы и узлы
СВЧ трактов X, K, K_a и W диапазонов частот

Стенды

для проверки и испытания СВЧ приборов

Предназначены для контроля параметров и испытаний на вибро- и термоустойчивость, а также безотказность вакуумных и твердотельных СВЧ приборов.



Средства защиты информации

Как известно, работа средств вычислительной техники (СВТ) связана с коммутацией коротких импульсов токов и напряжений в сложных электрических цепях. Длительность, период повторения и фронты коммутируемых сигналов, в зависимости от назначения и принципа действия СВТ, варьируются в широких пределах. Поэтому спектр побочных электромагнитных полей вблизи работающих устройств вычислительной техники и содержащий сведения об обрабатываемой ими информации, простирается от десятков герц до единиц гигагерц. Эти побочные электромагнитные поля и перекрестные наводки могут быть приняты чувствительной приёмной аппаратурой на значительном расстоянии и информация может быть восстановлена потенциальным противником.

Канал побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) является наиболее опасным, так как не связан с несанкционированным доступом в здания вычислительных центров посторонних лиц и может использоваться неопределённо долгое время.

Обострение проблемы информационной безопасности в 1980-х – начале 90-х гг. стимулировало развитие новых методов и средств защиты информации от утечки по каналам ПЭМИН.

В настоящее время для исключения утечки информации по каналам ПЭМИН в основном применяются системы (устройства) активной защиты информации.

Способ и устройство активной радиотехнической маскировки информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники, были впервые предложены в 1981 году сотрудниками ИРЭ АН СССР.

Суть разработанного способа маскировки информации заключалась в формировании сверхширокополосных шумовых колебаний и их излучении в непосредственной близости от работающих СВТ. При этом уровень сформированного

электромагнитного поля или наведенного на токовые коммуникации маскирующего сигнала должен превышать уровень побочных электромагнитных излучений и наводок. Коэффициент превышения определяется нормативными документами ФСТЭК России и зависит от степени секретности защищаемой (маскируемой) информации.

Наибольший вклад в разработку указанного способа маскировки (защиты) информации, а также в научное обоснование необходимых уровней превышения маскирующих сигналов над информационным, в разработку проектов необходимых нормативных документов внесли: сотрудники ИРЭ АН СССР Дмитриев А.С., Залогин Н.Н., Иванов В.П., Калинин В.И., Кислов В.Я., Соколов А.В. Наибольший вклад в конструкторскую проработку устройств маскировки («Шатёр») внесли сотрудники СКБ ИРЭ АН СССР Соснин В.П. и Нищев Г.И.

По разработанной совместно с СКБ ИРЭ АН СССР документации ИРЭ АН СССР в течение нескольких лет изготавливало и поставляло заинтересованным предприятиям оборонных отраслей промышленности средства защиты информации типа «Шатёр», которые полностью исключали утечку информации по каналам ПЭМИН.

За решение важной научно-технической задачи и полученный подтверждённый большой (десятки миллионов рублей) экономический эффект коллективу разработчиков в 1984 году была присуждена Премия Совета Министров СССР.

С 1996 года наработки по активным средствам защиты информации в инициативном порядке были переданы в СКБ ИРЭ АН СССР. После проведённой доработки (модернизации) имеющихся средств защиты информации типа «Шатёр», СКБ ИРЭ АН СССР начало мелкосерийно производить новые средства защиты информации – генераторы шума «ГШ-1000» и «ГШ-К-1000». Указанные средства защиты информации были сертифицированы Гостехкомиссией при Президенте РФ.

Следует отметить, что в 1996 году это были первые и единственные сертифицированные средства защиты от утечки информации по каналам ПЭМИН.

Учитывая требования нормативных документов ФСТЭК России, а также пожелания потенциальных заказчиков (потребителей) средств защиты информации в ФГУП СКБ ИРЭ РАН были разработаны и серийно изготавливались малогабаритные устройства радиомаскировки ПЭМИН различного конструктивного исполнения, различного частотного диапазона.

До ноября 2015 года ФГУП СКБ РАН изготавливало генераторы шума: «ГШ-1000М», «ГШ-К-1000М», «ГШ-1000У», «ГШ-2500», «ГШ-2500М», «ГШ-К-1800», которые поставлялись заинтересованным организациям и ведомствам Российской Федерации, а также поставлялись в Казахстан, Узбекистан, Украину и Белоруссию. Общий объем изготовленных и реализованных устройств активной радиотехнической маскировки ПЭМИН СВТ на конец 2016 года составил более 55 000 штук.

Все указанные устройства радиомаскировки ПЭМИН по требованиям безопасности информации были сертифицированы ФСТЭК России, а уровни формируемых электромагнитных полей удовлетворяли требованиям СанПиН 2.2.4.1191-03 для круглосуточного пребывания обслуживающего персонала в зоне облучения.

Все новые оригинальные технические решения, использованные при разработке и серийном производстве указанных выше средств защиты информации, защищены патентами на полезные модели и изобретения. Патентоладельцем является ФГУП СКБ ИРЭ РАН.

Следует отметить, что указанная выше организация работ является положительным примером плодотворного взаимодействия фундаментальной науки (ИРЭ РАН) и производства (ФГУП СКБ ИРЭ РАН).

В связи с новыми требованиями к средствам защиты информации ФГУП СКБ ИРЭ РАН разработало две новых мо-

дификации генераторов шума «ГШ-2500МС» и «ГШ-К-1800МС». Эти изделия сертифицированы по требованиям безопасности информации в 2016 году.

Значительный вклад в разработку и изготовление генераторов шума внесли следующие сотрудники предприятия: заместитель начальника отдела Лебедев Иван Абрамович, начальник сектора Безруков Виктор Андреевич, начальник сектора Калашников Владимир Семёнович, начальник сектора Соснин Дмитрий Валерьевич, начальник сектора Нищев Геннадий Иосифович, ведущий конструктор Иванов Василий Петрович, ведущий конструктор Квылинский Юрий Феликсович, инженер-конструктор I категории Фролов Евгений Сергеевич, инженер-конструктор I категории Бычков Игорь Анатольевич, инженер-конструктор I категории Служенков Евгений Александрович, инженер-конструктор I категории Жукова Валентина Борисовна, инженер-конструктор II категории Миронова Людмила Викторовна, инженер-конструктор III категории Сафронов Василий Васильевич и другие.

Генератор шума ГШ-2500МС (исполнение ТИДН.464217.010)



ГШ-2500МС (исполнение ТИДН.464217.010), далее по тексту генератор, является техническим средством типа «А» и «Б» активной защиты информации и предназначен для маскировки информативных ПЭМИН персональных компьютеров, рабочих станций на объектах вычислительной техники до 2 категории включительно путём формирования и излучения в окружающее пространство электромагнитного поля шума и путём наведения маскирующего сигнала в отходящие цепи и инженерные коммуникации в широком диапазоне частот.

Генератор выполнен по 2 классу защиты и может применяться в выделенных помещениях до 2 категории включительно.

Состоит из блока генератора с излучающей антенной и блока питания. Конструктивно блок генератора размещён в пластмассовом литом корпусе. Излучающая антенная система состоит из стержня и рамочной антенны, заключённой в пластиковую оболочку и зафиксированной на боковых стен-

ках металлического шасси блока генератора с помощью фигурных гаек. Предусмотрена возможность поворота плоскости рамочной антенны относительно корпуса блока генератора, вокруг проходящей через боковые стенки корпуса оси. При этом антенна может поворачиваться на угол $\pm 180^\circ$ и фиксироваться в этих пределах под любым углом с помощью фигурных гаек на боковых стенках металлического шасси блока генератора.

Один генератор обеспечивает маскировку (защиту) информации устройств вычислительной техники, размещённой в помещении площадью $\sim 40 \text{ м}^2$.

Для защиты информации от утечки за счёт ПЭМИН в больших вычислительных центрах, терминальных залах, мощных вычислительных комплексах рекомендуется использовать несколько генераторов, размещая их по периметру объекта. Максимальное расстояние между соседними генераторами должно быть не более 20 метров.

Электромагнитные поля, создаваемые генератором на расстоянии более 1 м от антенны, не превышают допустимого уровня при восьмичасовом пребывании персонала на рабочих местах и соответствуют ГОСТ 12.1.006, СанПиН 2.2.4.1191, а на расстоянии 10 м удовлетворяют требованиям ГКРЧ № 05-10-03-001 и ГОСТ Р 51318.22.

Технические характеристики генератора соответствуют требованиям нормативного документа «Требования к средствам активной защиты информации от утечки за счёт ПЭМИН» (ФСТЭК России, 2014).

Сертификат соответствия требованиям безопасности информации ФСТЭК РОССИИ № 3545 от 14.04.2016.

Генератор оснащён: системой визуальной и звуковой индикации нормального и аварийного режимов работы, счётчиком времени наработки в режиме формирования маскирующего сигнала, технологическим выходом для контроля и измерения основных эксплуатационных характеристик.

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

В генераторе предусмотрена:

- регулировка интегрального уровня выходной мощности;
- защита органов регулировки от несанкционированного изменения и обнаружения несанкционированного доступа к ним.

Электропитание генератора осуществляется от сети переменного тока напряжением (220+22–33) В и частотой (50±1) Гц через сетевой адаптер напряжением (5±0,4) В, потребляемый ток по цепи 5 В не более 500 мА (возможно подключение к USB порту персонального компьютера).

Технические характеристики

| | |
|---|--|
| Режим работы генератора | непрерывный |
| Потребляемая мощность, Вт | не более 5 |
| Время наработки на отказ, час | не менее 10000 |
| Ресурс, час | не менее 27000 |
| Гарантийный срок эксплуатации, год | 3 |
| Срок службы, лет | 10 |
| Габаритные размеры, мм : - блок генератора с излучающей антенной - блок питания - кронштейн | 700×600×35 110×96×66 122×92×66 |
| Масса, кг : - блок генератора с излучающей антенной - блок питания - кронштейн | не более 0,5 не более 0,52 не более 0,12 |
| Условия эксплуатации: - диапазон рабочих температур, °С - относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % - атмосферное давление, кПа | +5...+40 не более 80 84...106 |

Генератор шума ГШ-2500МС (исполнение ТИДН.464217.010-01)



ГШ-2500МС (исполнение ТИДН.464217.010-01), далее по тексту генератор исполнение 01, является техническим средством типа «А» и «Б» активной защиты информации и предназначен для маскировки информативных ПЭМИН персональных компьютеров, рабочих станций на объектах вычислительной техники до 1 категории включительно путём формирования и излучения в окружающее пространство электромагнитного поля шума и путём наведения маскирующего сигнала в отходящие цепи и инженерные коммуникации в широком диапазоне частот.

Генератор исполнение 01 выполнен по 1 классу защиты и может применяться в выделенных помещениях до 1 категории включительно.

Генератор исполнение 01 включает в себя три независимых генератора шума ГШ-2500МС основного исполнения ТИДН.464217.010.

Для защиты информации от утечки за счёт ПЭМИН на объектах информатизации 1 категории антенные системы генератора исполнение 01 необходимо располагать в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях. Рекомендации по раз-

мещению (установке) генератора исполнение 01 на объектах информатизации приведены в руководстве по эксплуатации ТИДН.464217.010РЭ.

Для защиты информации от утечки за счёт ПЭМИН в больших вычислительных центрах, в терминальных залах, мощных вычислительных комплексах рекомендуется использовать несколько генераторов исполнение 01, размещая их по периметру объекта. Максимальное расстояние между соседними генераторами исполнение 01 должно быть не более 20 метров.

Электромагнитные поля, создаваемые генератором исполнение 01 на расстоянии более 1 м от антенны, не превышают допустимого уровня при восьмичасовом пребывании персонала на рабочих местах и соответствуют ГОСТ 12.1.006, СанПиН 2.2.4.1191, а на расстоянии 10 м удовлетворяют требованиям ГКРЧ № 05-10-03-001 и ГОСТ Р 51318.22.

Технические характеристики генератора исполнение 01 соответствуют требованиям нормативного документа «Требования к средствам активной защиты информации от утечки за счёт ПЭМИН» (ФСТЭК России, 2014). Сертификат соответствия требованиям безопасности информации ФСТЭК РОССИИ № 3552 от 14.04.2016.

**Технические характеристики генератора шума
ГШ-2500МС (исполнение ТИДН.464217.010),
входящего в состав генератора шума ГШ-2500МС
(исполнение ТИДН.464217.010-01)**

| | |
|--|----------------|
| Режим работы генератора | непрерывный |
| Потребляемая мощность, Вт | не более 5 |
| Время наработки на отказ, час | не менее 10000 |
| Ресурс, час | не менее 27000 |
| Гарантийный срок эксплуатации, год | 3 |
| Срок службы, лет | 10 |
| Габаритные размеры, мм : | |
| - блок генератора с излучающей антенной | 700×600×35 |
| - блок питания | 110×96×66 |
| - кронштейн | 122×92×66 |
| Масса, кг : | |
| - блок генератора с излучающей антенной | не более 0,5 |
| - блок питания | не более 0,52 |
| - кронштейн | не более 0,12 |
| Условия эксплуатации: | |
| - диапазон рабочих температур, °С | +5...+40 |
| - относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % | не более 80 |
| - атмосферное давление, кПа | 84...106 |

Генератор шума ГШ-К-1800МС



Генератор шума ГШ-К-1800МС, далее по тексту генератор, является техническим средством типа «А» активной защиты информации и предназначен для маскировки информативных побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) персональных компьютеров, рабочих станций на объектах вычислительной техники до 2 категории включительно путем формирования и излучения в окружающее пространство электромагнитного поля шума в широком диапазоне частот.

Генератор выполнен по 2 классу защиты и может применяться в выделенных помещениях до 1 категории включительно.

Плата генератора устанавливается в один из свободных слотов системного блока персонального компьютера (ПК), при этом разъёмы на материнской плате ПК не задействуются.

ся. Излучающая антенна подключается к плате генератора с помощью разъёма.

На панели генератора размещены: индикатор нормального режима (светодиодный индикатор времени наработки и контроля работоспособности), кнопка оперативного контроля его работоспособности, разъёмы для подключения антенны и внешней исполнительной системы дистанционного контроля, переключатель уровня выходной мощности (на плате).

Один генератор обеспечивает маскировку (защиту) информации устройств вычислительной техники, размещённой в помещении площадью $\sim 40 \text{ м}^2$.

Электромагнитные поля, создаваемые генератором на расстоянии более 1 м от антенны, не превышают допустимого уровня при восьмичасовом пребывании персонала на рабочих местах и соответствуют ГОСТ 12.1.006, СанПиН 2.2.4.1191, а на расстоянии 10 м удовлетворяет требованиям ГКРЧ № 05-10-03-001 и ГОСТ Р 51318.22.

Технические характеристики генератора соответствуют требованиям нормативного документа «Требования к средствам активной защиты информации от утечки за счёт ПЭМИН» (ФСТЭК России, 2014). Сертификат соответствия требованиям безопасности информации ФСТЭК РОССИИ № 3631 от 30.09.2016.

Генератор оснащён:

- системой визуальной и звуковой индикации нормального и аварийного режимов работы, имеется возможность дистанционного контроля нормального режима работы;
- счётчиком времени наработки в режиме формирования маскирующего сигнала;
- технологическим выходом для контроля и измерения основных эксплуатационных характеристик.

В генераторе предусмотрена:

- дискретная регулировка интегрального уровня выходной мощности;
- защита органов регулировки от несанкционированного изменения и обнаружения несанкционированного доступа к ним.

Электропитание генератора осуществляется от блока питания ПК через один из свободных разъемов питания PATA-устройств (Molex 8981) напряжениями $(12 \pm 0,6)$ В (потребляемый ток не более 90 мА) и $(5 \pm 0,25)$ В (потребляемый ток не более 210 мА).

Технические характеристики

| | |
|--|-------------------------------------|
| Режим работы генератора | непрерывный |
| Потребляемая мощность, Вт | не более 5 |
| Время наработки на отказ, час | не менее 10000 |
| Ресурс, час | не менее 27000 |
| Гарантийный срок эксплуатации, год | 3 |
| Срок службы, лет | 10 |
| Габаритные размеры, мм : - плата генератора - диаметр антенны | 140×121×23 600 |
| Масс аплаты генератора с излучающей антенной, кг | не более 0,2 |
| Условия эксплуатации: - диапазон рабочих температур, °С - относительная влажность воздуха при температуре 25°С, % - атмосферное давление, кПа | +5...+40 не более 80 84...106 |

Ответвитель Дух



Предназначен для ввода высокочастотного электрического сигнала в различные токопроводящие проводные коммуникации, инженерные сооружения и съёма высокочастотного электрического сигнала с этих коммуникаций и сооружений в широком диапазоне частот.

Ответвитель состоит из пластины с крепёжными отверстиями, на которой размещены входной разъём и отрезок линии передачи, помещённой в пластмассовый корпус.

Соответствует техническим условиям ШЛ2.243.217ТУ.

Технические характеристики

| | |
|--|--------------|
| Диаметр проводящих объектов, мм | до 30 |
| КСВН в тракте 50 Ом | |
| - в диапазоне частот от 0,1 МГц до 1 ГГц | не более 2 |
| - в диапазоне частот от 1 ГГц до 1,8 ГГц | не более 3 |
| Время наработки на отказ, ч | 10000 |
| Габаритные размеры, мм | 460×86×54 |
| Масса, кг | не более 1,2 |

Средства для беспроводной связи

Антенные усилители и конверторы серии «Манус» предназначены для обеспечения надёжной связи между радиомодемами на расстоянии в несколько десятков километров. Изделия герметичные, устанавливаются на крышах зданий, непосредственно возле приёмопередающей антенны.

В конце 1996 года руководство российско-американской фирмы «Райтек» предложило специалистам ФГУП СКБ ИРЭ РАН разработать и наладить производство одноваттных антенных усилителей для радиомодемов в стандарте IEEE 802.11 для работы на частоте 2,4 ГГц. Условия были жёсткие: срок на разработку и изготовление опытных образцов был дан два месяца, антенные усилители должны эксплуатироваться на открытом воздухе, подача питания и сигналов по коаксиальному кабелю, вся работа выполнялась за счёт средств предприятия. Работу удалось выполнить в срок, и после проведения испытаний пошли заказы от этой фирмы.

В ФГУП СКБ ИРЭ РАН было налажено производство антенных усилителей, количество которых вскоре достигло 100 штук в месяц. Каждый усилитель проверялся на герметичность и испытывался при ударных нагрузках, а также измерялись его характеристики при нагреве до плюс 50 °С и охлаждении до минус 40 °С. Фирма «Райтек» поставляла эту продукцию в США и Канаду.

Затем появились заказчики из России, Украины, Казахстана. Номенклатура изделий расширялась, стали выпускаться антенные усилители на более высокие диапазоны частот, с большей выходной мощностью, для передачи данных с большей скоростью. Появились конверторы частотных диапазонов.

На сегодняшний день, количество выпущенных изделий «Манус», превышает десять тысяч штук.

В настоящее время потребность в антенных усилителях и конверторах серии «Манус» сократилась. Это вызвано тем, что в связи с бурным развитием технологий передачи данных

по радиоканалам, крупным фирмам стало выгодно заниматься этой деятельностью. Были вложены большие средства и налажен серийный выпуск радиомодемов наружного исполнения со встроенными антеннами.

Значительный вклад в разработку и изготовление средств беспроводной связи внесли следующие сотрудники ФГУП СКБ ИРЭ РАН: заместитель начальника отдела Назариков Евгений Алексеевич, начальник сектора Шемшур Сергей Митрофанович, начальник сектора Карманов Вячеслав Михайлович, начальник сектора Новиков Владимир Иванович, главный конструктор проекта Турыгин Сергей Юрьевич, ведущий инженер Рукавицын Андрей Фокеевич, ведущий инженер Алексеенков Владимир Иванович, ведущий конструктор I категории Васин Михаил Владимирович, слесарь 6-го разряда Брюсов Виктор Алексеевич, монтажник РЭАиП Ермаков Николай Михайлович и другие.

Активная антенна Manus- Delta-2400-10-01



Предназначена для работы совместно с радиомодемами стандарта IEEE 802.11b в полудуплексном режиме. Используется для компенсации потерь в кабеле, увеличения дальности связи и повышения её качества. Активная антенна представляет собой плоскую антенну с усилением 10 дБ со встроенным двунаправленным усилителем. Усилитель имеет в своём составе грозозащитник и полосовой фильтр, обеспечивающий подавление внеполосных помех.

Комплект поставки: активная антенна, инжектор питания, блок питания, крепёжные приспособления для монтажа на мачте.

Технические характеристики усилителя

| Общие | |
|--|-------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 2,4...2,483 |
| Мощность переключения на передачу, мВт | 0,4...0,6 |
| Время переключения, мкс | 0,4...0,6 |
| Напряжение питания, В | +4,5...+5,5 |
| Потребляемый ток, А | 0,19...0,2 |
| Режим работы | полудуплекс |

СРЕДСТВА ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

| | |
|---|-----------|
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный грозозащитник | есть |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |
| Передающий канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 13...15 |
| Выходная мощность, мВт | 90...110 |
| Максимальная входная мощность от модема, мВт | 100 |
| Приёмный канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 12...14 |
| Коэффициент шума приёмного усилителя, дБ | 3,0...3,3 |

Технические характеристики антенны

| | |
|--|------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 2,2...2,7 |
| Коэффициент усиления, дБ | 10 |
| Поляризация | линейная |
| Диаграмма направленности, градус | 38×58 |
| Габаритные размеры, мм | 125×115×56 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 0,57 |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

Антенный двунаправленный усилитель Manus-212-01B5



Предназначен для работы совместно с радиомодемами стандарта IEEE 802.11b в полудуплексном режиме. Усилитель обеспечивает компенсацию потерь в кабеле при приёме и передаче сигнала, увеличение дальности связи и повышение её качества. Имеет в своём составе встроенный грозозащитник и полосовой фильтр, обеспечивающий подавление внеполосных помех.

Комплект поставки: усилитель, инжектор питания, блок питания, крепёжные приспособления для монтажа на мачте.

Технические характеристики

| Общие | |
|--|-------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 2,4...2,483 |
| Мощность переключения на передачу, мВт | 0,3...0,5 |
| Время переключения, мкс | 0,4...0,6 |
| Напряжение питания, В | +4,5...+5,5 |

СРЕДСТВА ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

| | |
|--|-------------|
| Потребляемый ток, А | 0,19...0,2 |
| Режим работы | полудуплекс |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный грозозащитник | есть |
| Габаритные размеры, мм | 157×42×20 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 0,2 |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |
| Передающий канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 14...16 |
| Выходная мощность, мВт | 100 |
| Максимальная входная мощность от модема, мВт | 100 |
| Приёмный канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 14...16 |
| Коэффициент шума приёмного усилителя, дБ | 3,0...3,3 |

Антенные двунаправленные усилители Manus-212-05G01/05G02/05GM5

Предназначены для работы совместно с радиомодемами



СРЕДСТВА ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

стандарта IEEE 802.11b/g в полудуплексном режиме. Усилители обеспечивают компенсацию потерь в кабеле при приёме и передаче сигнала, увеличение дальности связи и повышение её качества. Имеют в своём составе встроенный грозозащитник и полосовой фильтр, обеспечивающий подавление внеполосных помех. Могут изготавливаться с заданным усилением по требованию заказчика.

Технические характеристики

| Общие | |
|--|------------------------------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 2,4...2,483 |
| Мощность переключения на передачу, мВт | 0,2...0,4 |
| Время переключения, мкс | 0,4...0,6 |
| Напряжение питания, В | +10,5...+15 |
| Потребляемый ток, А | 0,15...0,9 |
| Режим работы | полудуплекс |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный грозозащитник | есть |
| Габаритные размеры, мм | 175×75×76 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 0,44 |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |
| Передающий канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 22...24 15...17 18...20 |
| Выходная мощность, мВт | 450...500 90...110 190...220 |
| Максимальная входная мощность от модема, мВт | 50 |
| Приёмный канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 14...16 |
| Коэффициент шума приёмного усилителя, дБ | 3,0...3,3 |

Антенный двунаправленный усилитель Manus-212-05BM5



Предназначен для работы совместно с радиомодемами стандарта IEEE 802.11b в полудуплексном режиме. Усилитель обеспечивает компенсацию потерь в кабеле при приёме и передаче сигнала, увеличение дальности связи и повышение её качества. Имеет в своём составе встроенный грозозащитник и полосовой фильтр, обеспечивающий подавление внеполосных помех. Может изготавливаться с заданным усилением по требованию заказчика.

Технические характеристики

| Общие | |
|---|-------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 2,4...2,483 |
| Мощность переключения на передачу, мВт | 0,3...0,5 |
| Время переключения, мкс | 0,4...0,6 |
| Напряжение питания, В | +10,5...+15 |
| Потребляемый ток, А | 0,09...0,9 |
| Режим работы | полудуплекс |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |

СРЕДСТВА ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

| | |
|--|-------------|
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный грозозащитник | есть |
| Габаритные размеры, мм | 175×75×76 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 0,44 |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |
| Передающий канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 23...25 |
| Выходная мощность, Вт | 0,45...0,55 |
| Максимальная входная мощность от модема, мВт | 100 |
| Приёмный канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 20...22 |
| Коэффициент шума приёмного усилителя, дБ | 3,0...3,3 |

Антенный двунаправленный усилитель Manus-212-10GM5



Предназначен для работы совместно с радиомодемами стандарта IEEE 802.11b/g в полудуплексном режиме. Усилитель обеспечивает компенсацию потерь в кабеле при приёме и передаче сигнала, увеличение дальности связи и повышение её качества. Имеет в своём составе встроенный гроозащитник и полосовой фильтр, обеспечивающий подавление внеполосных помех. Может изготавливаться с заданным усилением по требованию заказчика

Технические характеристики

| Общие | |
|--|-------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 2,4...2,483 |
| Мощность переключения на передачу, мВт | 0,3...0,5 |
| Время переключения, мкс | 0,4...0,6 |
| Напряжение питания, В | +10,5...+15 |
| Потребляемый ток, А | 0,15...1,5 |
| Режим работы | полудуплекс |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный гроозащитник | есть |
| Габаритные размеры, мм | 250×95×76 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 1,13 |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |
| Передающий канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 23...25 |
| Выходная мощность, Вт | 0,9...1,1 |
| Максимальная входная мощность от модема, мВт | 50 |
| Приёмный канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 14...16 |
| Коэффициент шума приёмного усилителя, дБ | 3,0...3,3 |

Антенный двунаправленный усилитель Manus-212-10BM5

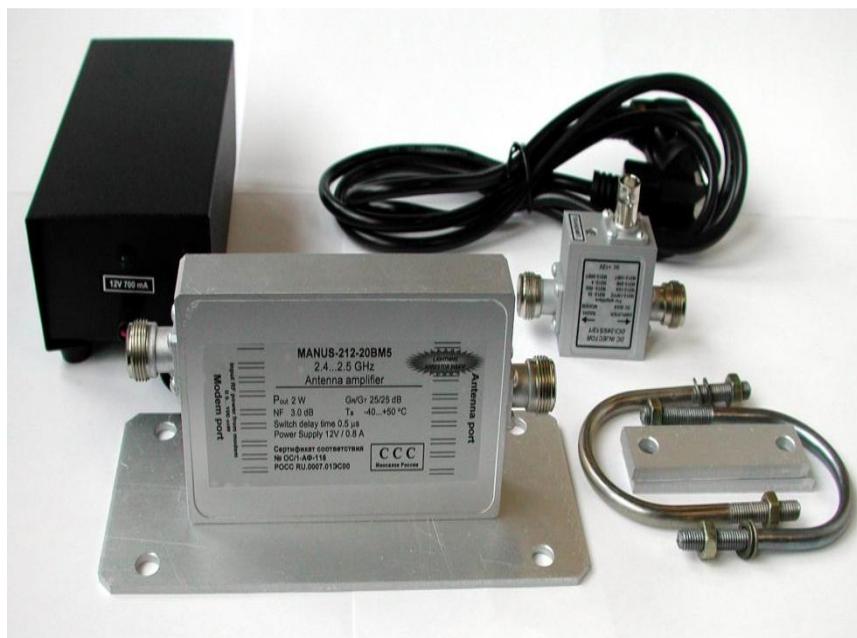


Предназначен для работы совместно с радиомодемами стандарта IEEE 802.11b в полудуплексном режиме. Усилитель обеспечивает компенсацию потерь в кабеле при приёме и передаче сигнала, увеличение дальности связи и повышение её качества. Имеет в своём составе встроенный грозозащитник и полосовой фильтр, обеспечивающий подавление внеполосных помех. Может изготавливаться с заданным усилением по требованию заказчика.

Технические характеристики

| Общие | |
|--|-------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 2,4...2,483 |
| Мощность переключения на передачу, мВт | 0,3...0,5 |
| Время переключения, мкс | 0,4...0,6 |
| Напряжение питания, В | +10,5...+15 |
| Потребляемый ток, А | 0,09...0,9 |
| Режим работы | полудуплекс |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный грозозащитник | есть |
| Габаритные размеры, мм | 175×75×76 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 0,44 |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |
| Передающий канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 23...25 |
| Выходная мощность, Вт | 0,95...1,1 |
| Максимальная входная мощность от модема, мВт | 100 |
| Приёмный канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 20...22 |
| Коэффициент шума приёмного усилителя, дБ | 3,0...3,3 |

Антенный двунаправленный усилитель Manus-212-20BM5



Предназначен для работы совместно с радиомодемами стандарта IEEE 802.11b в полудуплексном режиме. Усилитель обеспечивает компенсацию потерь в кабеле при приёме и передаче сигнала, увеличение дальности связи и повышение её качества. Имеет в своём составе встроенный грозозащитник и полосовой фильтр, обеспечивающий подавление внеполосных помех. Может изготавливаться с заданным усилением по требованию заказчика.

Технические характеристики

| Общие | |
|--|-------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 2,4...2,483 |
| Мощность переключения на передачу, мВт | 0,3...0,5 |
| Время переключения, мкс | 0,4...0,6 |
| Напряжение питания, В | +10,5...+15 |
| Потребляемый ток, А | 0,09...0,9 |
| Режим работы | полудуплекс |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный грозозащитник | есть |
| Габаритные размеры, мм | 175×75×76 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 0,44 |
| Диапазон рабочих температур, °С | - 40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |
| Передающий канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 23...25 |
| Выходная мощность, Вт | 1,95...2,1 |
| Максимальная входная мощность от модема, мВт | 100 |
| Приёмный канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 20...22 |
| Коэффициент шума приёмного усилителя, дБ | 3,0...3,3 |

Антенный двунаправленный усилитель Manus-212-40BM5

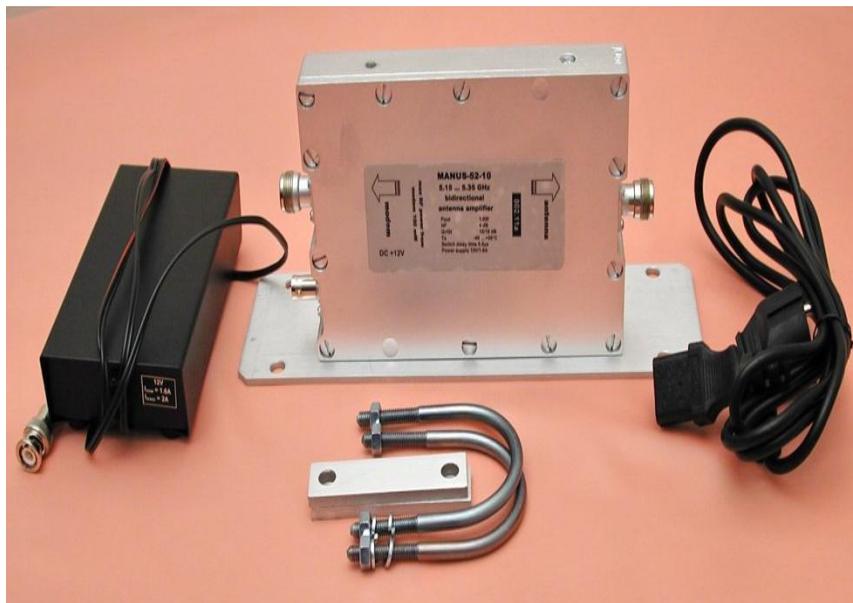


Предназначен для работы совместно с радиомодемами стандарта IEEE 802.11b в полудуплексном режиме. Усилитель обеспечивает компенсацию потерь в кабеле при приёме и передаче сигнала, увеличение дальности связи и повышение её качества. Имеет в своём составе встроенный грозозащитник и полосовой фильтр, обеспечивающий подавление внеполосных помех. Может изготавливаться с заданным усилением по требованию заказчика.

Технические характеристики

| Общие | |
|--|-------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 2,4...2,483 |
| Мощность переключения на передачу, мВт | 0,3...0,5 |
| Время переключения, мкс | 0,4...0,6 |
| Напряжение питания, В | +10,5...+15 |
| Потребляемый ток, А | 0,4...1,6 |
| Режим работы | полудуплекс |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный грозозащитник | есть |
| Габаритные размеры, мм | 245×90×76 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 1,0 |
| Диапазон рабочих температур, °С | – 40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |
| Передающий канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 27...30 |
| Выходная мощность, Вт | 3,8...4,2 |
| Максимальная входная мощность от модема, мВт | 100 |
| Приёмный канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 20...22 |
| Коэффициент шума приёмного усилителя, дБ | 3,0...3,3 |

Антенный двунаправленный усилитель Manus-52-10

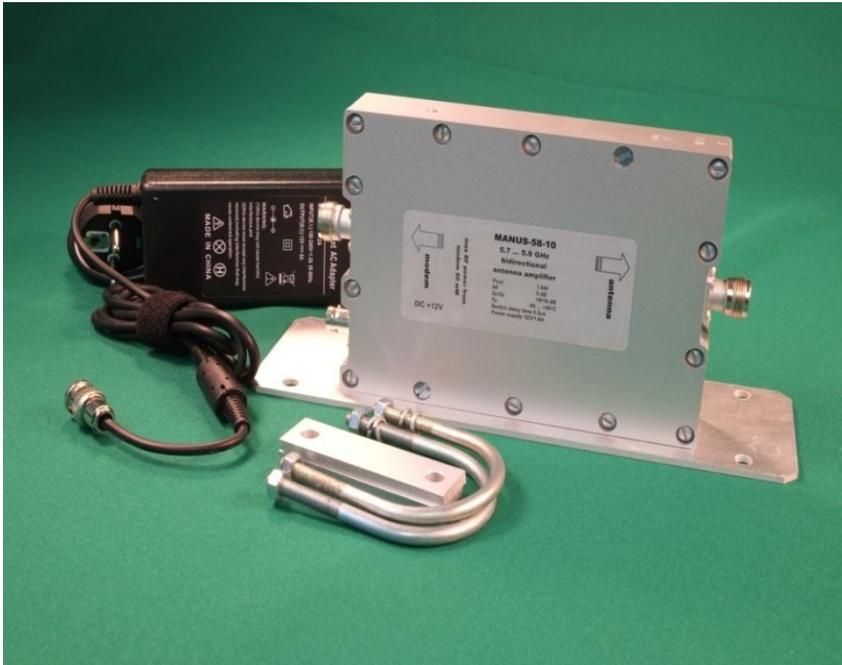


Предназначен для работы совместно с радиомодемами стандарта IEEE 802.11a в полудуплексном режиме. Усилитель обеспечивает компенсацию потерь в кабеле при приёме и передаче сигнала, увеличение дальности связи и повышение её качества. Имеет в своём составе встроенный грозозащитник. Для передачи данных могут быть использованы следующие типы модуляции: BPSK, QPSK, CCK, 16-QAM. Может изготавливаться с заданным усилением по требованию заказчика.

Технические характеристики

| Общие | |
|--|--------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 5,15...5,35 |
| Мощность переключения на передачу, мВт | 0,5...1 |
| Время переключения, мкс | 0,4...0,6 |
| Напряжение питания, В | + 10,5...+15 |
| Потребляемый ток, А | 0,13...1,7 |
| Режим работы | полудуплекс |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный грозозащитник | есть |
| Габаритные размеры, мм | 190×110×76 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 1,2 |
| Диапазон рабочих температур, °С | – 40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |
| Передающий канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 19...21 |
| Выходная мощность, Вт | 0,9...1,1 |
| Максимальная входная мощность от модема, мВт | 100 |
| Интермодуляционные искажения(ИМЗ), дБс | – 30...–35 |
| Приёмный канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 17...19 |
| Коэффициент шума приёмного усилителя, дБ | 3,5...4,2 |

Антенный двунаправленный усилитель Manus-58-10



Предназначен для работы совместно с радиомодемами стандарта IEEE 802.11a в полудуплексном режиме. Усилитель обеспечивает компенсацию потерь в кабеле при приёме и передаче сигнала, увеличение дальности связи и повышение её качества. Имеет в своём составе встроенный грозозащитник. Для передачи данных могут быть использованы следующие типы модуляции: BPSK, QPSK, CCK, 16-QAM. Может изготавливаться с заданным усилением по требованию заказчика.

Технические характеристики

| Общие | |
|--|-------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 5,7...5,9 |
| Мощность переключения на передачу, мВт | 0,5...1 |
| Время переключения, мкс | 0,4...0,6 |
| Напряжение питания, В | +10,5...+15 |
| Потребляемый ток, А | 0,13...1,4 |
| Режим работы | полудуплекс |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный грозозащитник | есть |
| Габаритные размеры, мм | 190×110×76 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 1,2 |
| Диапазон рабочих температур, °С | - 40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |
| Передающий канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 19...21 |
| Выходная мощность, Вт | 0,9...1,1 |
| Максимальная входная мощность от модема, мВт | 100 |
| Интермодуляционные искажения(ИМ3), дБс | - 30...-35 |
| Приёмный канал | |
| Усиление адаптируемое, дБ | 17...19 |
| Коэффициент шума приёмного усилителя, дБ | 4,5...5,2 |

Антенный усилитель Manus-212-BR2



Предназначен для работы совместно с радиомодемами стандарта IEEE 802.11b в дуплексном режиме. Усилитель обеспечивает компенсацию потерь в кабеле и улучшение чувствительности приёмного канала. Имеет в своём составе встроенный грозозащитник и полосовой фильтр, обеспечивающий подавление внеполосных помех.

Технические характеристики

| | |
|--|-------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 2,4...2,483 |
| Усиление адаптируемое, дБ | 21...23 |
| Коэффициент шума, дБ | 2,0...3,0 |
| Напряжение питания, В | +9...+10,5 |
| Потребляемый ток, мА | 65...75 |
| Режим работы | дуплекс |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный грозозащитник | есть |
| Габаритные размеры, мм | 110×37×20 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 0,14 |
| Диапазон рабочих температур, °С | - 40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

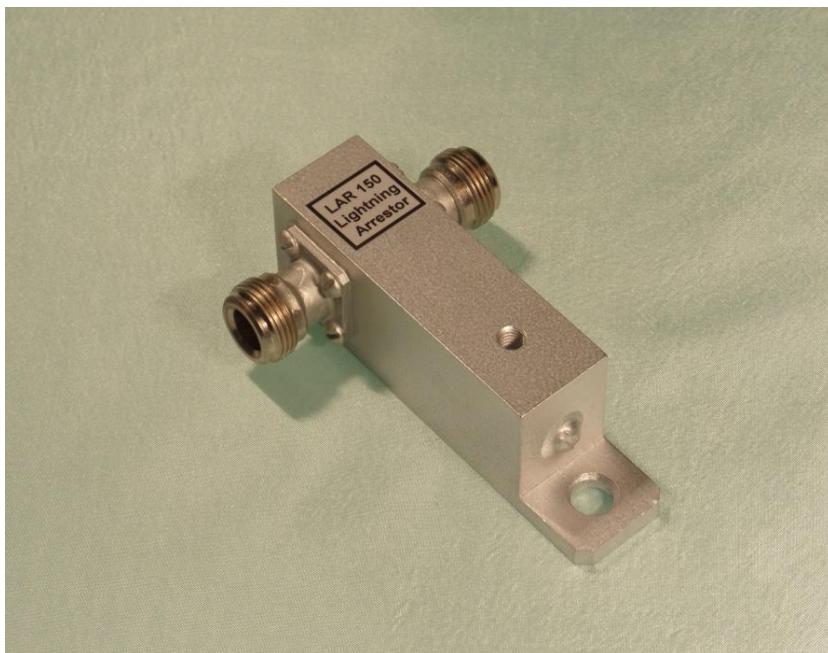
Антенный усилитель Manus-212-10BTM5

Предназначен для работы совместно с радиомодемами стандарта IEEE 802.11b в дуплексном режиме. Усилитель используется для компенсации потерь в кабеле и увеличения дальности связи при передаче сигнала. Имеет в своём составе встроенный грозозащитник.

Технические характеристики

| | |
|--|-------------|
| Диапазон рабочих частот, ГГц | 2,4...2,483 |
| Усиление адаптируемое, дБ | 23...25 |
| Выходная мощность, Вт | 0,95...1,1 |
| Максимальная входная мощность от модема, мВт | 100 |
| Напряжение питания, В | +10,5...+15 |
| Потребляемый ток, А | 0,9 |
| Режим работы | дуплекс |
| Защита от смены полярности напряжения питания | есть |
| Защита от короткого замыкания по питанию | есть |
| Встроенный грозозащитник | есть |
| Габаритные размеры, мм | 175×75×76 |
| Масса (без блока питания, крепежа и инжектора), кг | 0,44 |
| Диапазон рабочих температур, °С | – 40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

Грозозащитник LAR-150



Предназначен для защиты входных сигнальных радиочастотных фидеров и приёмопередающих устройств от атмосферных разрядов. Представляет собой четвертьволновый короткозамыкатель.

Технические характеристики

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 1,4...1,6 |
| Прямые потери, дБ | не более 0,2 |
| КСВН | не более 1,2 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °C | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

ГрозозащитникLAR-245

Предназначен для защиты входных сигнальных радиочастотных фидеров и приёмопередающих устройств от атмосферных разрядов. Представляет собой четвертьволновый короткозамыкатель.

Технические характеристики

| | |
|---------------------------------|---------------|
| Диапазон частот, ГГц | 2,4...2,5 |
| Прямые потери, дБ | не более 0,15 |
| КСВН | не более 1,15 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

Грозозащитник LAR-520



Предназначен для защиты входных сигнальных радиочастотных фидеров и приёмопередающих устройств от атмосферных разрядов. Представляет собой четвертьволновый короткозамыкатель.

Технические характеристики

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 5,0...5,4 |
| Прямые потери, дБ | не более 0,4 |
| КСВН | не более 1,3 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °C | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

ГрозозащитникLAR-560



Предназначен для защиты входных сигнальных радиочастотных фидеров и приёмопередающих устройств от атмосферных разрядов. Представляет собой четвертьволновый короткозамыкатель.

Технические характеристики

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 5,4...5,8 |
| Прямые потери, дБ | не более 0,4 |
| КСВН | не более 1,3 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

ГрозозащитникLAR-58



Предназначен для защиты входных сигнальных радиочастотных фидеров и приёмопередающих устройств от атмосферных разрядов. Представляет собой четвертьволновый короткозамыкатель.

Технические характеристики

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 5,7...5,9 |
| Прямые потери, дБ | не более 0,4 |
| КСВН | не более 1,3 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

Делитель СВЧ мощности SPCOM 2W0-0307

Предназначен для равного деления СВЧ мощности на два канала. Применяется при измерениях параметров СВЧ устройств, настройке и ремонте СВЧ аппаратуры и в приёмо-передающих трактах систем связи.

Комплект поставки: делитель СВЧ мощности, крепёжные приспособления для монтажа на мачте.

Технические характеристики

| | |
|--|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 3,0...6,7 |
| Количество выходных каналов | 2 |
| Добавочные потери в каждом канале (сверх 3 дБ), дБ | не более 0,5 |
| КСВН входа S | не более 1,4 |
| КСВН выходов | не более 1,3 |
| Развязка между выходами, дБ | не менее 20 |
| Максимальная входная мощность, Вт | 10 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

Делитель СВЧ мощности SPCOM 3W-0308



Предназначен для равного деления СВЧ мощности на три канала. Применяется при измерениях параметров СВЧ устройств, настройке и ремонте СВЧ аппаратуры и в приёмо-передающих трактах систем связи.

Комплект поставки: делитель СВЧ мощности, крепёжные приспособления для монтажа на мачте.

Технические характеристики

| | |
|---|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 3,0...8,0 |
| Количество выходных каналов | 3 |
| Добавочные потери в канале в диапазоне частот 3...5 ГГц, дБ | 0,5...1,0 |
| Добавочные потери в канале в диапазоне частот 5...7 ГГц, дБ | 1,0...1,7 |
| Добавочные потери в канале в диапазоне частот 7...8 ГГц, дБ | 1,7...2,0 |
| КСВН входов и выходов в диапазоне частот 3...4 ГГц | не более 1,5 |
| КСВН входов и выходов в диапазоне частот 4...8 ГГц | не более 1,4 |
| Развязка между выходами, дБ | не менее 20 |
| Максимальная входная мощность, Вт | 10 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °С | - 40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

Делитель СВЧ мощности SPCOM 4W-0308

Предназначен для равного деления СВЧ мощности на четыре канала. Применяется при измерениях параметров СВЧ устройств, настройке и ремонте СВЧ аппаратуры и в приёмопередающих трактах систем связи.

Комплект поставки: делитель СВЧ мощности, крепёжные приспособления для монтажа на мачте.

Технические характеристики

| | |
|---|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 3,0...8,0 |
| Количество выходных каналов | 4 |
| Добавочные потери в канале в диапазоне частот 3...5 ГГц, дБ | 0,5...1,0 |
| Добавочные потери в канале в диапазоне частот 5...7 ГГц, дБ | 1,0...1,7 |
| Добавочные потери в канале в диапазоне частот 7...8 ГГц, дБ | 1,7...2,0 |
| КСВН входов и выходов в диапазоне частот 3...4 ГГц | не более 1,5 |
| КСВН входов и выходов в диапазоне частот 4...8 ГГц | не более 1,4 |
| Развязка между выходами, дБ | не менее 20 |
| Максимальная входная мощность, Вт | 10 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

Делитель СВЧ мощности SPCOM-2W0-2,4

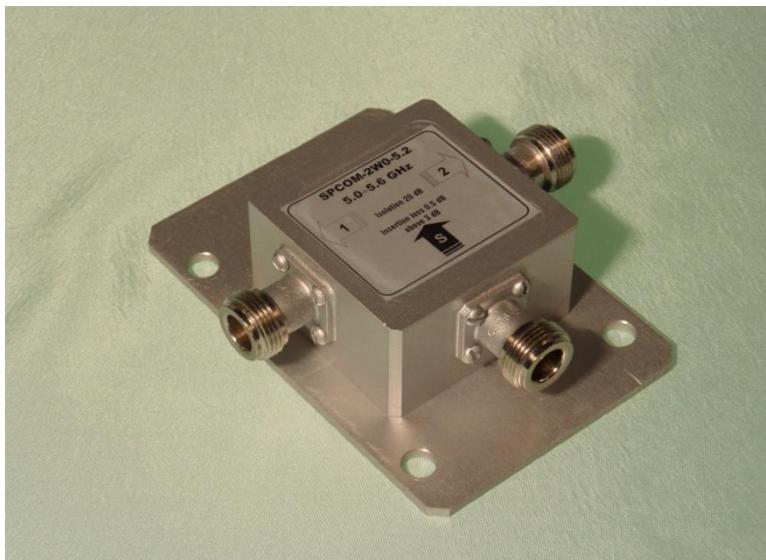


Предназначен для равного деления СВЧ мощности на два канала. Применяется при измерениях параметров СВЧ устройств, настройке и ремонте СВЧ аппаратуры и в приёмопередающих трактах систем связи.

Комплект поставки: делитель СВЧ мощности, крепёжные приспособления для монтажа на мачте.

Технические характеристики

| | |
|--|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 2,0...3,0 |
| Количество выходных каналов | 2 |
| Добавочные потери в каждом канале (сверх 3 дБ), дБ | не более 0,4 |
| КСВН входа S | не более 1,5 |
| КСВН выходов | не более 1,2 |
| Развязка между выходами, дБ | не менее 20 |
| Максимальная входная мощность, Вт | 10 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °С | - 40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

Делитель СВЧ мощности SPCOM-2W0-5.2

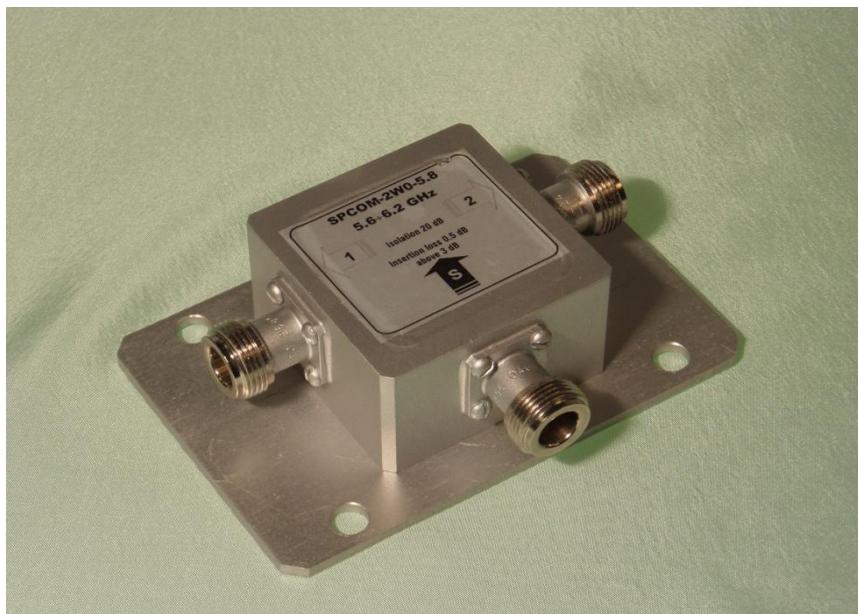
Предназначен для равного деления СВЧ мощности на два канала. Применяется при измерениях параметров СВЧ устройств, настройке и ремонте СВЧ аппаратуры и в приёмо-передающих трактах систем связи.

Комплект поставки: делитель СВЧ мощности, крепёжные приспособления для монтажа на мачте.

Технические характеристики

| | |
|--|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 5,0...5,6 |
| Количество выходных каналов | 2 |
| Добавочные потери в каждом канале (сверх 3 дБ), дБ | не более 0,5 |
| КСВН входа S | не более 1,5 |
| КСВН выходов | не более 1,2 |
| Развязка между выходами, дБ | не менее 20 |
| Максимальная входная мощность, Вт | 10 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °C | -40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

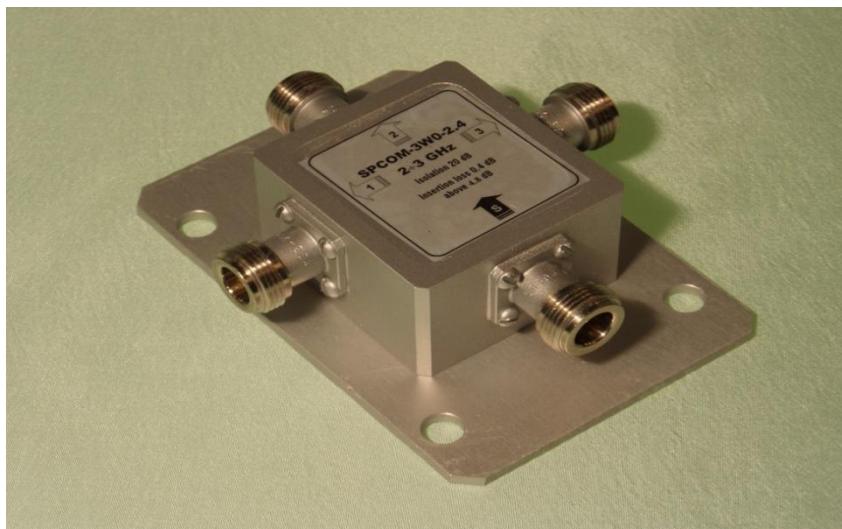
Делитель СВЧ мощности SPCOM-2W0-5.8



Предназначен для равного деления СВЧ мощности на 2 канала. Применяется при измерениях параметров СВЧ устройств, настройке и ремонте СВЧ аппаратуры и в приёмопередающих трактах систем связи.

Технические характеристики

| | |
|--|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 5,6...6,2 |
| Количество выходных каналов | 2 |
| Добавочные потери в каждом канале (сверх 3 дБ), дБ | не более 0,5 |
| КСВН входа S | не более 1,5 |
| КСВН выходов | не более 1,2 |
| Развязка между выходами, дБ | не менее 20 |
| Максимальная входная мощность, Вт | 10 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °С | - 40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

Делитель СВЧ мощности SPCOM-3W0-2,4

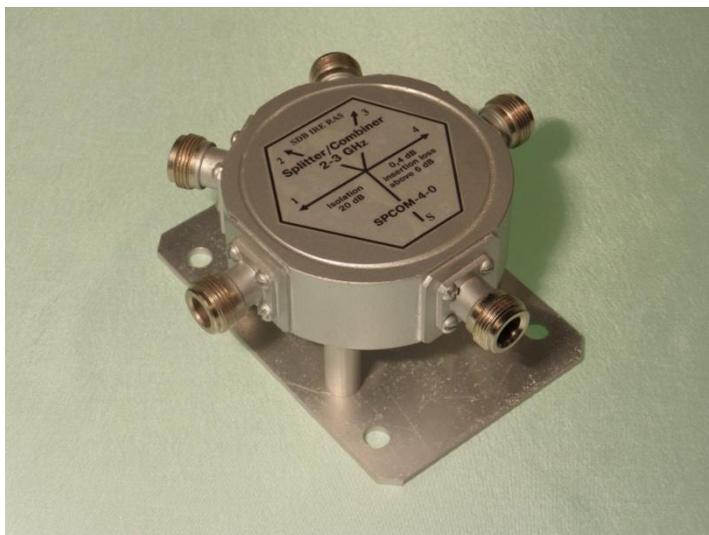
Предназначен для равного деления СВЧ мощности на три канала. Применяется при измерениях параметров СВЧ устройств, настройке и ремонте СВЧ аппаратуры и в приёмо-передающих трактах систем связи.

Комплект поставки: делитель СВЧ мощности, крепёжные приспособления для монтажа на мачте.

Технические характеристики

| | |
|--|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 2,0...3,0 |
| Количество выходных каналов | 3 |
| Добавочные потери в каждом канале (сверх 4,8 дБ), дБ | не более 0,4 |
| КСВН входа S | не более 1,5 |
| КСВН выходов | не более 1,2 |
| Развязка между выходами, дБ | не менее 15 |
| Максимальная входная мощность, Вт | 10 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °C | - 40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

Делитель СВЧ мощности SPCOM-4W0-2,4



Предназначен для равного деления СВЧ мощности на четыре канала. Применяется при измерениях параметров СВЧ устройств, настройке и ремонте СВЧ аппаратуры и в приёмопередающих трактах систем связи.

Комплект поставки: делитель СВЧ мощности, крепёжные приспособления для монтажа на мачте.

Технические характеристики

| | |
|--|--------------|
| Диапазон частот, ГГц | 2,0...3,0 |
| Количество выходных каналов | 4 |
| Добавочные потери в каждом канале (сверх 6 дБ), дБ | не более 0,8 |
| КСВН входа S | не более 1,5 |
| КСВН выходов | не более 1,2 |
| Развязка между выходами, дБ | не менее 15 |
| Максимальная входная мощность, Вт | 10 |
| Тип разъёма | N (розетка) |
| Диапазон рабочих температур, °C | - 40...+50 |
| Степень защиты | IP55 |

Вакуумное и сверхвысоковакуумное оборудование

В области создания вакуумного и сверхвысоковакуумного технологического оборудования ФГУП СКБ ИРЭ РАН начало работы в 1963 году с создания ряда цельнометаллических камер вакуумного напыления КВН-1, КВН-2, КВН-3, КВН-4, КВН-5. В то время основным заказчиком вакуумного оборудования являлся ФИРЭ РАН.

Одновременно разрабатывались и изготавливались насосы и откачные модули для получения сверхвысокого вакуума, безмасляные средства предварительной откачки (передвижные откачные посты и отдельные насосы), вакуумные камеры, узлы и механизмы, предназначенные для выполнения работы в условиях сверхвысокого вакуума, запорно-регулирующая арматура (шиберные затворы, вентили), устройства питания и управления.

По мере возникновения новых научных задач, усложнялись и требования к оборудованию, необходимому для их решения. В 70-х – 80-х годах XX века на предприятии был разработан ряд универсальных сверхвысоковакуумных установок УИФ-1, УСУ-2, УСУ-3, УСУ-4, УСУ-5, УСУ-6, УСУ-7, УСУ-8.

Установки УСУ-4 и УСУ-6 получили довольно широкое распространение на территории СССР, так как производились серийно на заводе ЭЗАН в городе Черноголовка по конструкторской документации, разработанной в ФГУП СКБ ИРЭ РАН.

В конце 80-х годов в ФГУП СКБ ИРЭ РАН была разработана и изготовлена по заказу ФИРЭ РАН установка молекулярно-пучковой эпитаксии для выращивания структур на арсенид-галлиевых подложках.

В 90-х и 2000-х годах в ФГУП СКБ ИРЭ РАН была создана линейка вакуумного технологического оборудования, используемого при производстве электронно-оптических преобразователей (ЭОП). К данному оборудованию относят

ся: вакуумная установка облуживания корпусов ЭОП; вакуумная установка термокомпрессионной сварки полупроводниковых структур со стеклянными подложками, несколько модификаций сверхвысоковакуумной установки финишной сборки ЭОП.

В установках финишной сборки ЭОП реализовано максимальное количество вакуумных устройств и механизмов разной степени сложности, наилучшим образом демонстрирующих конструкторские и производственные возможности предприятия. Предельное остаточное давление в технологических камерах установки финишной сборки ЭОП достигает значений порядка 10^{-9} Па.

В 2010 году разработана установка для термовакуумных испытаний изделий электроники (имитатор открытого пространства). Установка служит для испытаний СВЧ усилителей, предназначенных для обеспечения работы бортового информационно-вычислительного комплекса глобальной навигационной системы «ГЛОНАСС».

Для многих научных и производственных организаций ФГУП СКБ ИРЭ РАН изготавливает отдельные элементы вакуумных систем: средства вакуумной откачки, вводы движения в вакуум, запорно-регулирующую арматуру, специальные и стандартные вакуумные фланцы, переходники и камеры, в том числе, по чертежам и эскизам заказчика.

Большой вклад в разработку и изготовление вакуумного и сверхвысоковакуумного оборудования внесли следующие сотрудники предприятия: главный инженер Щербаков Андрей Валентинович, начальник отдела Панков Владимир Георгиевич, начальник отдела Тарасов Евгений Александрович, начальник отдела Вараксин Геннадий Александрович, заместитель начальника отдела Петрачёнок Николай Иванович, начальник сектора Корольков Николай Сергеевич, ведущий конструктор Григорьев Владимир Васильевич, ведущий конструктор Калинычев Евгений Григорьевич, слесарь механосборочных работ 6 разряда Прокофьев Сергей Михайлович и другие.

Двенадцатипозиционная сверхвысоковакуумная установка финишной сборки ЭОП



Предназначена для осуществления технологических процессов активации фотокатодных узлов и финишной сборки ЭОП поколения 3^+ способом переноса в среде сверхвысокого вакуума.

Состав установки:

- сверхвысоковакуумный модуль загрузки фотокатодных узлов (ФКУ);
- сверхвысоковакуумный модуль активации ФКУ;
- сверхвысоковакуумный модуль герметизации ЭОП;
- печи термического обезгаживания сверхвысоковакуумных модулей;
- шкафы питания и управления (2 шт.).

Каждый из трех сверхвысоковакуумных модулей откачивается при помощи собственного сверхвысоковакуумного откачного модуля (СВОМ), построенного на базе магнито-разрядного насоса, титанового сублимационного насоса и азотной криопанели.

Установка оборудована запорно-регулирующей арматурой и специальными устройствами ввода движения в вакуум, разработанными в ФГУП СКБ ИРЭ РАН с учетом специфики применения в условиях сверхвысокого вакуума.

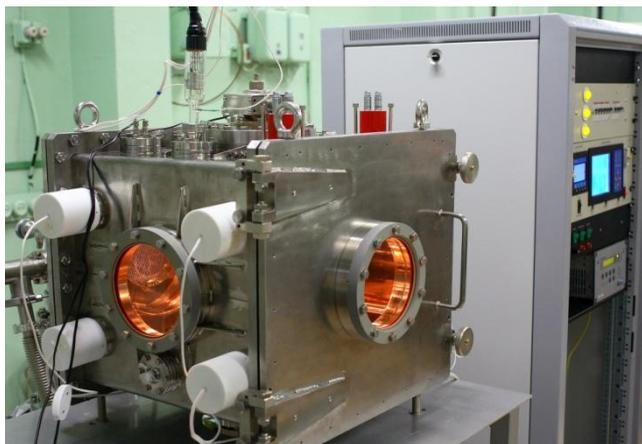
Основные операции, выполняемые на установке:

- термическое обезгаживание и сверхвысоковакуумная откачка модулей установки;
- одновременная загрузка четырёх ФКУ в модуль загрузки;
- предварительное термическое обезгаживание ФКУ в модуле загрузки;
- перенос ФКУ из модуля загрузки в модуль активации в вакууме;
- термическое обезгаживание ФКУ в модуле активации;
- последовательное активирование фотокатодов в модуле активации;
- контроль однородности фотоэлектронной эмиссии фотокатода;
- перенос ФКУ из модуля активации в модуль герметизации в вакууме;
- загрузка на карусель модуля герметизации и термическое обезгаживание двенадцати комплектов изделий (микроканальная пластина – МКП, экран, корпус);
- одновременное электронное обезгаживание четырёх микроканальных пластин (МКП) в модуле герметизации;
- перенос сборок ЭОП с карусели модуля герметизации на позиции герметизации,
- одновременная герметизация двух ЭОП независимо от процесса электронного обезгаживания МКП.

Технические характеристики

| | |
|--|----------------------|
| Предельное остаточное давление в модуле загрузки, Па | $7,5 \times 10^{-9}$ |
| Предельное остаточное давление в модуле активации, Па | $3,5 \times 10^{-9}$ |
| Предельное остаточное давление в модуле герметизации, Па | $7,5 \times 10^{-9}$ |
| Максимальная температура обезгаживания модулей, °С | 250 |
| Максимальная температура прогрева ФКУ в модуле активации, °С | 650 |
| Максимальная температура нагрева комплектов изделий (МКП, экран, корпус) в камере герметизации, °С | 400 |
| Максимальное усилие прессы при герметизации ЭОП, кгс | 500 |
| Наличие автоматических блокировок по температуре и вакууму | есть |
| Обезгаживание модулей в автоматическом режиме | есть |

Установка для термовакуумных испытаний изделий электроники (имитатор открытого пространства)



Предназначена для проведения термовакуумных испытаний изделий электроники. Состав установки: вакуумная камера с термоплитой, система высоковакуумной откачки на основе турбомолекулярного и спирального насосов, криотермостат, стойка питания и управления.

Камера может иметь цилиндрическую форму с горизонтальным расположением.

Установка может комплектоваться криопанелью и системой сверхвысокововакуумной откачки на основе магнито-разрядного насоса.

Технические характеристики

| | |
|--|--------------------|
| Предельное остаточное давление, Па | 1×10^{-6} |
| Объем вакуумной камеры, л | 83 |
| Размеры рабочей зоны, мм | 450×450×300 |
| Размеры термоплиты, мм | 275×125 |
| Температура термоплиты (в зависимости от типа криотермостата), °С | – 100...+100 |
| Максимальная температура обезгаживания камеры, °С | 200 |

Вакуумная установка термокомпрессионной сварки ВУТС 700



Предназначена для термокомпрессионной сварки полупроводниковых структур со стеклянными подложками в вакууме при температурах до 700 °С.

Состав установки:

- вакуумная камера с металлокерамическими нагревателями;
- опорный пьедестал;
- устройство задания усилия термокомпрессии;
- система высоковакуумной откачки на основе турбомолекулярного и мембранного насосов;
- система охлаждения фланцев камеры;
- система линейного перемещения вакуумной камеры над опорным пьедесталом (для загрузки свариваемых изделий);
- система питания и автоматического управления.

Система высоковакуумной откачки работает в автоматическом режиме. Нагрев, остывание и поддержание заданной температуры в камере осуществляются в автоматическом режиме по задаваемой оператором программе.

Технические характеристики

| | |
|--|--------------------|
| Предельное остаточное давление, Па | 1×10^{-5} |
| Рабочее давление, Па | 1×10^{-3} |
| Максимальный диаметр свариваемых изделий, мм | 25 |
| Максимальная температура в зоне нагрева, °С | 700 |
| Максимальное усилие при термокомпрессии, кгс | 25 |

**Вакуумная установка контроля качества
микроканальных пластин ВУК-МКП**



Предназначена для измерения параметров микроканальных пластин (МКП) в среде высокого вакуума.

Состав установки:

- модульная вакуумная измерительная камера со специальной внутренней оснасткой, устройствами ввода движения в вакуум, электрическими вводами в вакуум;
- микроскоп с приводным координатным столиком;
- источник электронов (электронная пушка);
- система высоковакуумной откачки на основе турбомолекулярного и спирального насосов;
- блоки питания, управления и измерения;
- компьютер со специальным программным обеспечением, предназначенным для управления установкой, проведения измерений и их анализа.

Установка позволяет проводить измерения следующих параметров МКП: коэффициент усиления, сопротивление, чистота поля зрения, частотно-контрастная характеристика.

Вакуумная арматура, устройства и компоненты

Фланцы CF, ISO-KF, ISO-K, ISO-F



Изготавливаются фланцы и патрубки стандартов CF, ISO-KF, ISO-K, ISO-F всех типоразмеров из нержавеющей стали и алюминиевых сплавов, а также уплотнительные элементы и нестандартные фланцы по чертежам Заказчика:

- фланцы неподвижные;
- фланцы накидные;
- патрубки;
- заглушки;
- кольца установочные;
- кольца с прокладками центрирующие;
- струбины.

Для фланцев стандарта CF в ФГУП СКБ ИРЭ РАН разработаны специальные прокладки профильного сечения всех типоразмеров из резиновой смеси марки ВА-13Д, предназначенные для многократного использования в высоковакуумных системах. Для фланцев стандартов ISO-KF, ISO-K, ISO-F

изготавливаются прокладки из резиновой смеси марки ВА-13Д, выдерживающие нагрев до 250 °С.

Переходники, кресты, ниппели, адаптеры и прочие изделия



Изготавливаются стандартные элементы вакуумной арматуры с присоединительными фланцами CF, ISO-KF, ISO-K, ISO-F всех типоразмеров и элементы вакуумной арматуры по чертежам Заказчика:

- переходники;
- переходники нулевые;
- переходники конические;
- ниппели;
- неполные ниппели;
- адаптеры;
- колена;
- тройники;
- кресты четырёхпроходные;
- кресты пятипроходные;
- кресты полные;
- мультипорты.

Вакуумные камеры



Изготавливаются вакуумные камеры круглого и прямоугольного сечения по чертежам и эскизам Заказчика. При изготовлении камер для сверхвысоковакуумного применения используется специальная технология обработки внутренних и уплотнительных поверхностей.

Сильфонные развязки и узлы



Изготавливаются сильфонные развязки, предназначенные для соединения и юстировки конструктивных элементов вакуумных систем, и сильфонные узлы по чертежам и эскизам Заказчика.

Электрические вводы в вакуум



Изготавливаются электрические вводы в вакуум на фланцах CF, ISO-KF, ISO-K, ISO-F и других типов по чертежам и эскизам Заказчика. В том числе: мультипиновые вводы, высоковольтные вводы, токовые вводы, вводы с водяным охлаждением и др.

Вентили угловые цельнометаллические



Изготавливаются прогреваемые сверхвысоковакуумные угловые цельнометаллические вентили с ручным приводом.

Технические характеристики

| | |
|--|----------------|
| Условный проходной диаметр | Ду-16 Ду-25 |
| Тип присоединительных фланцев | CF16 CF40 |
| Материал уплотнительного элемента | медь |
| Уплотнение штока | сильфонное |
| Максимальная температура обезгаживания, °С | 250 |

Затворы шиберные



Изготавливаются прогреваемые сверхвысоковакуумные шиберные затворы с ручным приводом.

Технические характеристики

| | |
|---|---------------------------|
| Условный проходной диаметр | Ду-63 Ду-100 Ду-150 |
| Тип присоединительных фланцев | CF63 CF100 CF160 |
| Материал уплотнительного кольца | резиновая смесь ВА-13Д |
| Уплотнение штока | сильфонное |
| Материал уплотнения фланца сильфонного узла | медь |
| Максимальная температура обезгаживания в открытом состоянии, °С | 250 |
| Максимальная температура обезгаживания в закрытом состоянии, °С | 200 |

Окна загрузочные



Изготавливаются смотровые загрузочные окна, предназначенные для быстрого доступа в вакуумный объём после напуска атмосферы и осуществления визуального контроля за происходящими внутри вакуумного объёма процессами.

Допускается применение их в прогреваемых высоковакуумных и сверхвысоковакуумных системах.

Технические характеристики

| | |
|---|---------------------------|
| Тип присоединительного фланца (в стандартном исполнении) | CF100 CF160 |
| Материал уплотнения | резиновая смесь ВА-13Д |
| Максимальная температура обезгаживания, °С | 250 |

Вводы вращения



Изготавливаются прогреваемые сифонные вводы вращения в вакуум.

Технические характеристики

| | |
|--|------|
| Диаметр вала, мм | 8 |
| Тип присоединительного фланца | CF40 |
| Максимальная температура обезгаживания, °С | 250 |

Криопанели



Разрабатываются и изготавливаются азотные криопанели, предназначенные для использования в сверхвысоковакуумных откачных модулях, имитаторах космического пространства, криостатах и др.

Механизмы перехвата и переноса, манипуляторы



Разрабатываются и изготавливаются механизмы, предназначенные для перехвата образцов (или оправок с образцами) внутри вакуумных и сверхвысоковакуумных прогреваемых камер, их поворота на заданные углы и (или) переноса в заданных направлениях на заданные расстояния:

- механизмы перехвата;
- карусельные механизмы;
- реечные механизмы переноса;
- манипуляторы с различным числом степеней свободы;
- механизмы ввода-вывода;
- механизмы подведения электрических контактов.



Линейные магнитные манипуляторы



Изготавливаются линейные магнитные манипуляторы, обеспечивающие ввод поступательного и вращательного движения в вакуум. Линейное перемещение и вращение штока манипулятора осуществляется с помощью наружного постоянного магнита.

Дополнительное оборудование:

- съёмная печь для термического обезгаживания манипулятора;
- штанга для управления магнитом на расстоянии.

Технические характеристики

| | |
|---|----------------------|
| Ход штока (стандартные значения), мм | 600 |
| | 800 |
| | 1000 |
| | 1200 |
| Угол поворота штока, градус | $n \times 360^\circ$ |
| Тип присоединительного фланца | CF40 |
| | CF63 |
| Максимальная температура обезгаживания (при снятом магните), °C | 200 |

Насосы цеолитовые



Изготавливаются цеолитовые насосы, дополнительно комплектуемые трубопроводной арматурой, регулирующими вентилями, печью для регенерации, сосудом Дьюара.

Технические характеристики

| | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Предельное остаточное давление, Па | $1,33 \times 10^{-1}$ |
| Тип присоединительного фланца | KF40 |
| Температура регенерации цеолита, °C | 250 |
| Масса цеолита, кг | 1,5 |

Титановые испарители



Изготавливаются титановые испарители (геттерные сублимационные насосы), которые используются в сверхвысоковакуумных откачных модулях. Титановые испарители хорошо комбинируются с магниторазрядными насосами и азотными криопанелями.

Технические характеристики

| | |
|---|--------------|
| Количество титановых шпилек (в зависимости от типа соединительного фланца), шт. | 3, 6 |
| Тип соединительного фланца | CF40 CF63 |
| Максимальный ток, А | 50 |
| Максимальная температура обезгаживания, °С | 250 |

Передвижные вакуумные посты



Разрабатываются и изготавливаются передвижные вакуумные посты различной производительности на базе турбомолекулярных, мембранных, спиральных и других насосов. В том числе компактные передвижные автоматические откачные системы, в состав которых могут входить:

- вакуумные камеры с требуемым рабочим объёмом и составом присоединительных фланцев;
- байпасные магистрали откачки и магистрали напуска технологических газов;
- устройства нагрева в вакууме и печи обезгаживания вакуумной арматуры;
- механизмы ввода движения в вакуум и электрические вводы;
- дополнительное измерительное и аналитическое оборудование.

Сверхвысоковакуумные откачные модули



Разрабатываются и изготавливаются сверхвысоковакуумные откачные модули (СВОМ) на базе магниторазрядных насосов.

В состав СВОМ входят:

- насос магниторазрядный;
- корпус СВОМ;
- фланец криопанели;
- криопанель;
- титановый испаритель;
- блок питания насоса магниторазрядного;
- блок питания титанового испарителя.

На фланце криопанели предусмотрены патрубки для присоединения датчика вакуума и цельнометаллического вентиля форвакуумной откачки.

Дополнительное оборудование:

- затвор шиберный;
- вентиль цельнометаллический;
- датчик сверхвысоковакуумный с вакуумметром;
- сосуд для заливки жидкого азота в криопанель;
- подрамник;
- печь термического обезгаживания СВОМ;
- блок питания печи СВОМ с автоматическим и ручным управлением нагревом.

Технические характеристики

| | |
|---|----------------------------------|
| Предельное остаточное давление (без азота в криопанели), Па | $2,7 \times 10^{-9}$ |
| Тип присоединительного фланца | CF100 CF160 CF200 CF250 |
| Максимальная температура обезгаживания, °С | 250 |

Специальное электротермическое оборудование

Активное развитие направления специального электротермического оборудования в высокотемпературном сегменте в ФГУП СКБ ИРЭ РАН начинается с 2010 года.

В 2011 году по заказу АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина на предприятии была разработана и изготовлена первая высокотемпературная водородная печь ПГВВ-Г 2100 с максимальной рабочей температурой 2100 °С. Нагреватель печи ПГВВ-Г 2100 был выполнен из современного углерод-углеродного композитного материала.

За короткий период времени на предприятии был разработан широкий ряд вакуумных и водородных печей, предназначенных для проведения различных опытных и промышленных термических процессов. Разработаны печи камерного, колпакового, шахтного и элеваторного типов с нагревателями из углерод-углеродного композитного материала, вольфрама, молибдена и других тугоплавких материалов.

Все печи конструируются на современной элементной базе. Процессы нагрева, поддержания заданной температуры и остывания по выбору оператора могут осуществляться в ручном или автоматическом режимах. Печи в обязательном порядке снабжаются необходимыми системами и блокировками, обеспечивающими безопасность работы оператора и сохранность оборудования при эксплуатации.

Важной особенностью изготавливаемых в ФГУП СКБ ИРЭ РАН высокотемпературных печей является наличие специально разработанной двухконтурной системы охлаждения, которая обеспечивает надежное охлаждение стенок рабочей камеры и тоководов независимо от качества внешней водопроводной воды. Двухконтурная система охлаждения обеспечивает безопасное остывание печи в случае аварийного отключения электропитания или отсутствия водопроводной воды во внешнем охлаждающем контуре.

Водородные печи комплектуются системой форвакуумной откачки для наиболее эффективного удаления кислорода

из рабочей камеры перед началом процесса нагрева. В вакуумных высокотемпературных печах применяются современные высокопроизводительные откачные средства, в том числе безмасляные.

Современная производственная база ФГУП СКБ ИРЭ РАН позволяет изготавливать печи с объёмом рабочих камер до половины кубического метра. В кооперации с надёжными производственными партнерами, такими как Экспериментальный Завод Академии Наук (ФГУП ЭЗАН) в городе Черноголовка, ФГУП СКБ ИРЭ РАН по запросам заказчиков ведёт разработку уникального термического оборудования с объёмом рабочих камер до кубометра и более.

Наибольший вклад в развитие этого направления внесли следующие сотрудники предприятия: Щербаков Андрей Валентинович, Вараксин Геннадий Александрович, Зубков Даниил Николаевич, Листков Тимофей Викторович, Табунов Андрей Валерьевич, Коняшкин Андрей Михайлович, Нестеров Валерий Павловичи другие.

Печь газо-вакуумная водородная ПГВВ-Г 2100

Предназначена для термической обработки изделий в среде водорода и азота при температурах до 2100 °С.

Материал нагревательных элементов – углерод-углеродный композитный материал. Материал теплоизоляции – графит.

Технические характеристики

| | |
|--|------------------------------------|
| Диаметр зоны нагрева, мм | 220 |
| Высота зоны нагрева, мм | 600 |
| Максимальная рабочая температура, °С | 2100 |
| Неоднородность температуры в рабочей зоне, °С | ± 5 |
| Точность поддержания температуры, °С | ± 5 |
| Скорость подъёма температуры, °С/час | 50 ... 700 |
| Предельное остаточное давление в холодной камере, Па | 1×10^{-1} |
| Максимальный вес садки, кг | 70 |
| Температура наружных поверхностей камеры, °С | не более 40 |
| Рабочий газ | азот, водород |
| Управление нагревом | в ручном или автоматическом режиме |
| Система охлаждения | двухконтурная |
| Электропитание, В | $3 \times 380 \pm 10\%$ |
| Максимальная потребляемая мощность, кВт | 50 |

Печь газо-вакуумная водородная ПГВВ-В 2000

Предназначена для термической обработки изделий в среде водорода и азота при температурах до 2000 °С.

Материал нагревательных элементов – вольфрам.

Материал теплоизоляции – вольфрам, молибден.

Технические характеристики

| | |
|--|------------------------------------|
| Диаметр зоны нагрева, мм | 300 |
| Высота зоны нагрева, мм | 600 |
| Максимальная рабочая температура, °С | 2000 |
| Неоднородность температуры в рабочей зоне, °С | ± 10 |
| Точность поддержания температуры, °С | ± 5 |
| Скорость подъёма температуры, °С/час | 50 ... 700 |
| Предельное остаточное давление в холодной камере, Па | 1×10^{-1} |
| Максимальный вес садки, кг | 100 |
| Температура наружных поверхностей камеры, °С | не более 40 |
| Рабочий газ | азот, водород |
| Управление нагревом | в ручном или автоматическом режиме |
| Система охлаждения | двухконтурная |
| Электропитание, В | $3 \times 380 \pm 10\%$ |
| Максимальная потребляемая мощность, кВт | 135 |

Печь газо-вакуумная водородная колпаковая ПГВВК-М 1300



Печь предназначена для термической обработки изделий в среде водорода и азота при температурах до 1300 °С

Материал нагревательных элементов – молибден. Материал теплоизоляции – молибден, нержавеющей сталь.

Технические характеристики

| | |
|--|-----------------------------------|
| Диаметр зоны нагрева, мм | 500 |
| Высота зоны нагрева, мм | 600 |
| Максимальная рабочая температура, °С | 1300 |
| Неоднородность температуры в рабочей зоне, °С | ± 10 |
| Точность поддержания температуры, °С | ± 5 |
| Скорость подъема температуры, °С/час | 50 ... 700 |
| Предельное остаточное давление в холодной камере, Па | $1,3 \times 10^{-1}$ |
| Максимальный вес садки, кг | 100 |
| Температура наружных поверхностей камеры, °С | не более 40 |
| Рабочий газ | азот, водород |
| Управление нагревом | в ручном или автоматическом режим |
| Система охлаждения | двухконтурная |
| Электропитание, В | $3 \times 380 \pm 10\%$ |
| Максимальная потребляемая мощность, кВт | 65 |

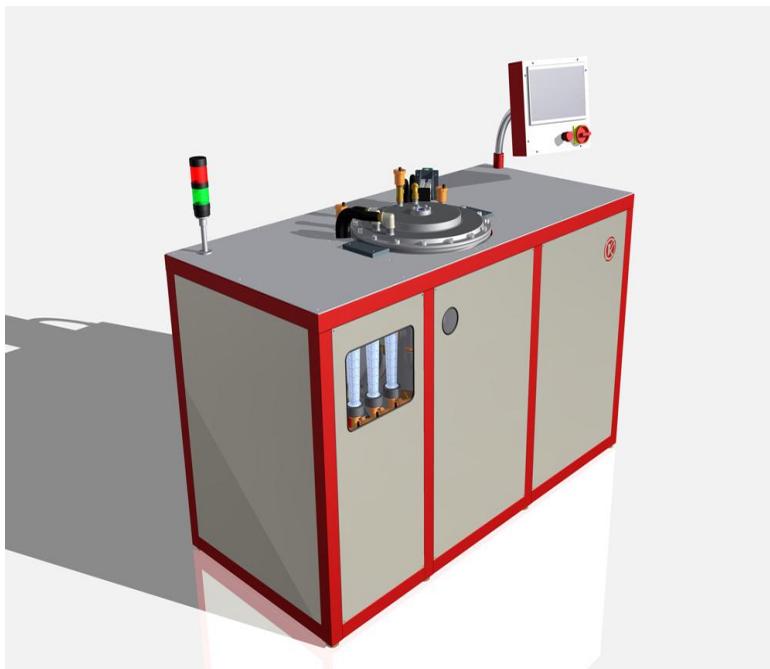
Печь высоковакуумная ПВВ-Г 2500

Предназначена для проведения термических процессов в вакууме при температурах до 2500 °С. Печь элеваторного типа – загрузка осуществляется снизу при помощи системы линейного перемещения.

Материал нагревательных элементов – углерод-углеродный композитный материал. Материал теплоизоляции – графит.

Технические характеристики

| | |
|---|-------------------------------------|
| Диаметр зоны нагрева, мм | 150 |
| Высота зоны нагрева, мм | 200 |
| Максимальная температура нагрева, °С | 2500 |
| Точность поддержания температуры, °С | ± 3 |
| Неоднородность температуры в зоне нагрева, °С | ± 5 |
| Предельное остаточное давление в камере, Па | 1×10^{-7} |
| Температура наружных поверхностей камеры, °С | не более 40 |
| Система откачки | на основе турбомолекулярного насоса |
| Управление нагревом | в ручном или автоматическом режимах |
| Система охлаждения | двухконтурн. |
| Электропитание, В | $3 \times 380 \pm 10$ % |
| Максимальная потребляемая мощность, кВт | 50 |

Печь высоковакуумная ПВВШ-М 1600

Предназначена для проведения термических процессов в вакууме при температурах до 1600 °С. Печь шахтного типа – загрузка осуществляется сверху.

Материал нагревательных элементов – молибден. Материал теплоизоляции – молибден, нержавеющая сталь.

Технические характеристики

| | |
|---|--------------------|
| Диаметр зоны нагрева, мм | 230 |
| Высота зоны нагрева, мм | 350 |
| Максимальная температура нагрева, °С | 1600 |
| Точность поддержания температуры, °С | ± 2 |
| Неоднородность температуры в зоне нагрева, °С | ± 5 |
| Предельное остаточное давление в камере, Па | 1×10^{-7} |
| Температура наружных поверхностей камеры, °С | не более 40 |

| | |
|---|-------------------------------------|
| Система откачки | на основе турбомолекулярного насоса |
| Система охлаждения | двухконтурная |
| Управление нагревом | в ручном или автоматическом режимах |
| Электропитание, В | $3 \times 380 \pm 10\%$ |
| Максимальная потребляемая мощность, кВт | 25 |

Печь высоковакуумная ПВВ-600



Предназначена для проведения технологических процессов отжига и термического обезгаживания изделий электронной техники в высоком вакууме.

Тип нагревательных элементов – галогенные лампы.

Технические характеристики

| | |
|---|-------------------------------------|
| Диаметр зоны нагрева, мм | 50 |
| Длина зоны нагрева, мм | 150 |
| Максимальная рабочая температура, °С | 600 |
| Точность поддержания температуры, °С | ± 2 |
| Неоднородность температуры в рабочей зоне, °С | ± 2 |
| Предельное остаточное давление, Па | 1×10^{-5} |
| Рабочее давление, Па | 1×10^{-3} |
| Управление нагревом | в ручном или автоматическом режимах |
| Электропитание, В/Гц | 220/50 |
| Максимальная потребляемая мощность, кВт | 8,5 |

Печь высоковакуумная ПВВ-700

Предназначена для проведения технологических процессов отжига и термического обезгаживания изделий электронной техники в высоком вакууме.

Тип нагревательных элементов – металлокерамические.

Технические характеристики

| | |
|---|-------------------------------------|
| Диаметр зоны нагрева, мм | 350 |
| Высота зоны нагрева, мм | 50 |
| Максимальная рабочая температура, °С | 700 |
| Точность поддержания температуры, °С | ± 2 |
| Неоднородность температуры в рабочей зоне, °С | ± 2 |
| Предельное остаточное давление, Па | 1×10^{-5} |
| Рабочее давление, Па | 1×10^{-3} |
| Управление нагревом | в ручном или автоматическом режимах |
| Электропитание, В/Гц | 220/50 |
| Максимальная потребляемая мощность, кВт | 8,5 |

Опытное производство

В состав опытного производства входят:

– механосборочный цех в составе:
механический участок, слесарный участок, сварочный участок, шлифовальный участок, заготовительный участок;

– гальванический цех в составе:
гальванический участок, участок порошковой окраски, участок трафаретной печати, химическая лаборатория.

Опытное производство оснащено вертикальными и горизонтальными обрабатывающими центрами HAAS (VF-2, ST-10), универсальными токарными, фрезерными, сверлильными и шлифовальными станками. На станках с ЧПУ изготавливаются детали с точностью до 10 мкм и шероховатостью до R_a 0,8. Максимальный размер обрабатываемых деталей на универсальном токарном станке – диаметр до 900 мм и длина до 1000 мм, на фрезерном обрабатывающем центре – 600×500×400 мм.

Гальванический цех оснащен автоматизированной линией анодирования алюминиевых сплавов, а также оборудованием, позволяющем осуществлять: химическое оксидирование, цинкование (до 500×400×400 мм), никелирование (до 300×300×200 мм), меднение, золочение, изготовление деталей методом гальванопластики, электрохимическую полировку деталей.

Большая часть приборов и оборудования, представленного в этом каталоге, изготавливалась в опытном производстве.

Значительный вклад в организацию работ, технологическую подготовку производства, выполнение конкретных видов работ внесли следующие сотрудники опытного производства: Струков В.С., Якушев И.Н., Юшкин Е.К., Бухтеев В.А., Конычев В.В., Кудрявцев Н.М., Ивлиев Н.А., Костенко А.И., Волков А.П., Платонов А.П., Баскаков В.И. Васильев С.М., Савина Г.С., Чернов Н.И., Королева З.П. и другие.

Опытное производство принимает заказы на изготовление деталей из металлов, нанесение гальванических покрытий, электрохимическую полировку, порошковую окраску, изготовление волноводных элементов средней и высокой степени сложности.



Автоматизированная линия анодирования



Фрезерный обрабатывающий центр HAAS



Фрезерный универсальный станок



Плазменная резка

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| Предисловие..... | 4 |
| Приборы для космических исследований..... | 8 |
| Радиофизические приборы..... | 21 |
| Ближняя радиолокация..... | 33 |
| СВЧ устройства и узлы миллиметрового диапазона волн..... | 45 |
| Стенды для проверки и испытания СВЧ приборов..... | 49 |
| Средства защиты информации..... | 50 |
| Средства для беспроводной связи..... | 64 |
| Вакуумное и сверхвысоковакуумное оборудование..... | 99 |
| Вакуумная арматура, устройства и компоненты... | 107 |
| Специальное электротермическое оборудование..... | 122 |
| Опытное производство..... | 132 |

Компьютерная вёрстка *Л.В. Карунцева*
Обложка *В.И. Чуркин, Е.Н. Черенкова*
Редактор *Н.В. Борсук*
