



Оглавление

1. Обзор рынка ВЧ и СВЧ электроники в мире, 2010-2016 гг.....	3
1.1. Общая информация по рынку.....	3
1.1.1. Характеристика исследуемой продукции.....	3
2.1.2. Характеристика анализируемого рынка.....	8
2.1.3. Объем и динамика рынка ВЧ и СВЧ электроники в мире, 2010-2016 гг.....	49
2.1.3.1. Соединенные Штаты Америки.....	49
2.1.3.1.1 <i>Характеристика рынка.....</i>	49
2.1.3.1.2 <i>Объем рынка в разрезе технологических сегментов.....</i>	49
2.1.3.2. Европейский Союз.....	50
2.1.3.2.1 <i>Характеристика рынка.....</i>	50
2.1.3.2.2 <i>Объем рынка в разрезе технологических сегментов.....</i>	51
2.1.3.3. Китай.....	51
2.1.3.3.1 <i>Характеристика рынка.....</i>	51
2.1.3.3.2 <i>Объем рынка в разрезе технологических сегментов.....</i>	52
2.1.3.4. Остальной мир.....	53
2.1.3.4.1 <i>Характеристика рынка.....</i>	53
2.1.3.4.2 <i>Объем рынка в разрезе технологических сегментов.....</i>	54
3. Рекомендации и выводы по исследованию.....	55
3.1. Прогнозы развития рынка в денежном и натуральном выражении на период 2017-2025 гг. по типам сегментации.....	57
3.1.1. Мировой рынок.....	57
3.1.1.1 <i>Характеристика рынка.....</i>	57
3.1.1.2 <i>Прогнозируемый объем рынка в разрезе технологических сегментов.....</i>	58
3.1.2. Соединенные Штаты Америки.....	59
3.1.2.1 <i>Характеристика рынка.....</i>	59
3.1.2.2 <i>Прогнозируемый объем рынка в разрезе технологических сегментов.....</i>	59
3.1.3. Европейский союз.....	60
3.1.3.1 <i>Характеристика рынка.....</i>	60
3.1.3.2 <i>Прогнозируемый объем рынка в разрезе технологических сегментов.....</i>	61
3.1.4. Китай.....	62
3.1.4.1 <i>Характеристика рынка.....</i>	62
3.1.4.2 <i>Прогнозируемый объем рынка в разрезе технологических сегментов.....</i>	62
3.1.5. Остальной мир.....	63
3.1.5.1 <i>Характеристика рынка.....</i>	63
3.1.5.2 <i>Прогнозируемый объем рынка в разрезе технологических сегментов.....</i>	63



3.2.	Выводы по исследованию	64
4.	Обзор рынка ВЧ и СВЧ электроники в РФ, 2010-2016 гг.	73
4.1.	Общая информация по рынку	73
4.1.1.	Основные характеристики исследуемой продукции	73
4.1.2.	Основные характеристики анализируемого рынка.....	77
4.1.3.	Объем и динамика рынка ВЧ и СВЧ электроники в РФ, 2010-2016 гг. (в натуральном и стоимостном выражении).....	83
	Приложение1. Глоссарий	86
	Приложение 2. Методология прогнозирования рынка ВЧ и СВЧ электроники	93
	Приложение 3. Классификация частотных диапазонов СВЧ	94



1. Обзор рынка ВЧ и СВЧ электроники в мире, 2010-2016 гг.

1.1. Общая информация по рынку.

1.1.1. Характеристика исследуемой продукции

Развитие высокочастотной (ВЧ) и сверхвысокочастотной (СВЧ) электроники в настоящий момент является одним из ключевых векторов изменений, происходящих в глобальной индустрии устройств данного типа. Тренд на переход к сверхвысоким частотам охватывает на сегодняшний день практически все возможные области электроники, начиная со сферы изучения и создания технологий производства материалов, приборных структур и электронных компонентов и заканчивая разработкой радиоэлектронной аппаратуры, конечных изделий, а также систем и комплексов (например, комплексов связи) на их основе. Кроме того, СВЧ-электроника активно проникает в целый ряд смежных направлений материального производства, находит широкое применение в следующих отраслях:

- Контрольно-измерительное и аналитическое оборудование;
- Телекоммуникационная индустрия;
- Транспортная промышленность (авиация, железнодорожный, автомобильный и водный транспорт);
- Медицинская техника;
- Машиностроительное оборудование;
- Пищевая промышленность;
- Химическая промышленность;
- Горнодобывающая промышленность;
- Различные виды металлообрабатывающих производств.

С учетом экспоненциального развития технологий и материалов в последние десятилетия на данный момент СВЧ-электроника исполняет ту же роль, которую с середины 1970-х годов выполняла «традиционная»



электроника, базирующаяся на планарной технологии сверхбольших интегральных схем (СБИС). На современном этапе развития новые материалы и микрoeлектронные технологии СВЧ-электроники в значительной мере определяют требуемые характеристики радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), а также различных конечных комплексов и систем. Именно микрoeлектронные СВЧ-технологии определяют темп развития и требуемые технические характеристики конечных изделий, поскольку основные технические характеристики радиоэлектронной аппаратуры различного функционального предназначения (требуемые дальность, точность и др. параметры) легко пересчитываются по известным соотношениям в электрические параметры СВЧ приборов и устройств (выходная мощность, коэффициент шума, полоса частот и пр.)

Кроме того, СВЧ-электроника в значительной мере определяет тактико-технические характеристики современных систем вооружений, военной и специальной техники (ВВСТ). Именно поэтому технологии создания изделий СВЧ-электроники относятся к критически значимым технологиям.

Современная СВЧ-электроника включает широкий спектр различных направлений, связанных с разработкой, производством и внедрением СВЧ элементной базы, конечных устройств и систем. Существует несколько возможных способов их сегментации:

1. Сегментация по уровню производственного передела:

- Электронно-компонентная база (ЭКБ) - широкая номенклатура электронных изделий и приборов, определяющих технические и потребительские характеристики конечной продукции;
- Модули - изделия электронной техники для диапазона частот от 3 до 30 ГГц, имеющее законченное конструктивное исполнение и



состоящие из одного или нескольких функциональных узлов СВЧ, взаимозаменяемые и неремонтопригодные в условиях эксплуатации. Модули являются базовыми компонентами РЭА СВЧ. К современным модулям СВЧ предъявляется большое число сложных, часто взаимоисключающих требований: высокий уровень электрических параметров с учётом конструктивно-технологических запасов; прочность и (или) устойчивость к внешним воздействующим факторам (механическим, климатическим, биологическим и специальным); надёжность и длительная сохраняемость; минимальные габариты, установочные и присоединительные размеры и масса; приемлемые способы охлаждения и крепления в аппаратуре; требования стандартизации и унификации и др.

- Конечные изделия радиоэлектроники.

2. Технологическая сегментация

В области элементной базы можно выделить несколько обширных групп приборов, отличающихся по назначению, физическому принципу действия, конструкции и технологии изготовления:

- Электровакuumные приборы СВЧ (ЭВП СВЧ): магнетроны, усилители магнетронного типа, усилители на быстрых волнах, лампы бегущей волны (ЛБВ), лампы обратной волны (ЛОВ), клистроны, клистроны, гироприборы, эндотроны, защитные газоразрядные устройства;
- Твердотельные приборы СВЧ в дискретном, монолитном, гибридном и гибридно-монолитном исполнении: СВЧ транзисторы и диоды, малошумящие усилители, усилители мощности, генераторы, синтезаторы частот, фазовращатели, аттенюаторы, переключатели, модуляторы, преобразователи частот (умножители, делители, смесители);



- Модули СВЧ: приёмные, передающие, приемо-передающие; генераторные, усилительные, преобразовательные, управляющие, многофункциональные, вентили, коаксиально-волноводные;
- Ферритовые приборы СВЧ: вентили, циркуляторы, переключатели, фильтры, фазовращатели, приборы многофункциональные, модуляторы, ограничители, преобразователи, нагрузки ферритовые;
- Комплексованные изделия СВЧ: электровакуумные, твердотельные и вакуумно-твердотельные, с применением в своём составе ЭВП СВЧ, твердотельных дискретных приборов и модулей СВЧ, ферритовых приборов СВЧ, изделий силовой и микроэлектроники;
- Квантовые приборы СВЧ.

Общепринятой классификации квантовых приборов на данный момент не существует, при этом номенклатура разработанных и выпускаемых приборов достаточно широка. По диапазону рабочих частот квантовые приборы СВЧ разделяют на две крупных группы: приборы оптического диапазона, включая приборы сверхвысокочастотного диапазона радиоволн - мазеры. Они используются в глобальных сверх-высокотехнологичных мегапроектах, таких как строительство радиотелескопов или запуск специальных космических миссий. О глобальном рынке мазеров говорить рано, так как рынок этих изделий на данный момент определяется штучными контрактами, заказчиками которых выступает государственный сектор в наиболее технологически развитых странах мира.

В настоящее время активно разрабатывается отдельный класс элементной базы СВЧ-электроники - высоко интегрированные изделия СВЧ, включающие в себя законченные функциональные СВЧ-модули с цифровым интерфейсом и аналоговым СВЧ-портом для работы с полностью



сформированным СВЧ-сигналом, компоненты с интегрированными антеннами, в том числе с динамически перестраиваемыми диаграммами направленности, исключают необходимость работы с аналоговыми СВЧ-трактами. В настоящее время в рамках данного направления развиваются программы (например, ДАНІ под управлением американского агентства DARPA), направленные на 3D-интеграцию в рамках одного кристалла функциональных элементов, созданных на основе различных технологий и материалов (например, кремниевые КМОП (комплементарная структура металл-оксид-полупроводник) процессоры и СВЧ-трансиверы на основе нитрида галлия (GaN) и/или фосфида индия (InP)).

В области приборных структур "классические" кремниевые технологии КМОП вышли на уровень СВЧ-электроники. Созданы приборы с рабочими частотами порядка 60–100 ГГц. До уровня промышленного развития доведены технологии других полупроводниковых материалов (GaN, SiC, GaAs, SiGe, InP). Применение получают и другие, «новые» в контексте СВЧ-электроники материалы, такие как алмаз, графен, антимониды и др., а также технологии приборных структур на их основе. Развиваются принципиально новые СВЧ-технологии, такие как СВЧ-приборы на основе квантовых точек, другие 1D-квантовые приборы СВЧ-электроники. Исследуются совсем новые материалы для приборных структур – карбин, силицен и др. Динамично развивается новое направление СВЧ-электроники – радиофотоника.

В области интеграции, сборки и корпусирования приборов также появились новые тенденции. Так, созданы и развиваются различные технологии 3D-интеграции и многокристальных 3D-микросборок. Прогрессируют технологии изготовления корпусов на основе низкотемпературной керамики (LTCC), а также на основе ЖК-полимеров (LCP). Они уже сделали возможным формирование законченных СВЧ-



систем, включая антенны в едином корпусе или модуле. Появляются технологии 3D-микросхем, объединяющие в рамках одного кристалла приборные структуры на основе различных полупроводниковых материалов.

2.1.2. Характеристика анализируемого рынка

ВЧ и СВЧ-электроника сегодня востребована многими отраслями гражданской и военной промышленности, активно применяется в научно-исследовательской деятельности, медицине, производстве пищевой продукции, широко представлена в большинстве стран и регионов мира.

Таблица 1. Объем мирового рынка ВЧ и СВЧ электроники в 2010 – 2016 гг., в стоимостном (млн. долл. США) и натуральном выражении (тыс. ед. изделий)

Объем рынка	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	СГТР (2010 - 16), %
В стоимостном выражении	5669,1	5952,2	6249,5	6659,0	7329,4	7889,4	8591,8	6,1
В натуральном выражении	16258	18747	21236	23726	24621	27014	29408	-

Источник: экспертные оценки по данным отчетов по рынку радиоэлектроники Grand View Research; рыночных отчетов MarketLine, рыночного отчета Marketsandmarkets; материалов стратегической программы исследований технологической платформы «СВЧ технологии», научных публикаций журналов «Электроника НТБ», «Зарубежная электронная техника», «Современная электроника», «Компоненты и технологии» (см. Приложение 1).

Совокупный объем мирового рынка ВЧ и СВЧ-электроники оценивается в 8591,8 млн. долл. США в 2016 году, среднегодовые темпы роста рынка в период 2010 – 2016 гг. составили 6,1%. В натуральном выражении масштабы рынка превысили 29 млн. единиц изделий к 2016 году.

В рамках настоящего исследования мировой рынок ВЧ и СВЧ устройств сегментирован по следующим регионам:

- Соединенные Штаты Америки;
- Китай;



- Страны Европейского союза;
- Россия;
- Остальной мир.

Таблица 2. Объем мирового рынка ВЧ и СВЧ электроники в 2010 – 2016 гг., по регионам, в стоимостном (млн. долл. США) и натуральном выражении¹

Регион	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	СГТР (2010-16), %	Характерные масштабы рынка в натуральном выражении
США	1490,1	1563,5	1640,9	1758,5	1945,3	2085,9	2277,7	6,2	десятки млн. изделий
Китай	483,4	507,1	532,0	569,9	634,7	685,0	751,0	6,5	десятки млн. изделий
ЕС	1379,9	1448,1	1510,8	1612,1	1779,2	1917,4	2096,5	6,2	десятки млн. изделий
Россия	389,1	408,5	437,8	463,4	513,7	544,7	577,6	5,8	млн. изделий
Остальной мир	1926,6	2025,0	2128,1	2255,1	2456,5	2656,4	2889,0	6,0	десятки млн. изделий
ВСЕГО	5669,1	5952,2	6249,5	6659,0	7329,4	7889,4	8591,8	6,1	десятки млн. изделий

Источник: экспертные оценки по данным отчетов по рынку радиоэлектроники Grand View Research; рыночных отчетов MarketLine, рыночного отчета Marketsandmarkets; материалов стратегической программы исследований технологической платформы «СВЧ технологии», научных публикаций журналов «Электроника НТБ», «Зарубежная электронная техника», «Современная электроника», «Компоненты и технологии» (см. Приложение 1).

Конец ознакомительного фрагмента