

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Г.С. САДОВОЙ

# МИКРОВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК  
2010

УДК 621.385.6(075.8)  
С 143

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *В. П. Разинкин*,  
д-р техн. наук, проф. *В. А. Хрусталёв*

Работа подготовлена на кафедре радиоприёмных  
и радиопередающих устройств для студентов НГТУ,  
обучающихся по направлению «Радиотехника»,  
специальностям «Радиотехника», «Радиосвязь, радиовещание  
и телевидение» РЭФ и специальностям  
«Многоканальные телекоммуникационные системы»,  
«Средства связи с подвижными объектами»,  
«Проектирование и технология радиоэлектронных средств»  
заочного факультета

**Садовой Г.С.**

С 143 Микроволновая и квантовая электроника : учеб. пособие /  
Г.С. Садовой. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 156 с.  
ISBN 978-5-7782-1300-5

Пособие включает в себя перечень тем, задачи и описание лаборатор-  
ных работ. Приведены основные термины и определения. Показана роль  
микроволновой и квантовой электроники в информационных технологиях.  
Описаны измерительные приборы, используемые для исследования пара-  
метров и характеристик электронных приборов СВЧ и квантовых приборов.

Представлен ряд оригинальных методологических черт. Значительное  
внимание уделяется приложению развитой автором концепции изменяющих-  
ся систем к микроволновой и квантовой электронике. Перечислены компе-  
тенции, которые должны сформироваться у студентов в результате изучения  
курса. При оценке знаний студентов применяются зачётные единицы.

УДК 621.385.6(075.8)

**Садовой Геннадий Степанович**

## **МИКРОВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

**Учебное пособие**

Редактор *Л.Н. Ветчакова*  
Выпускающий редактор *И.П. Брованова*  
Дизайн обложки *А.В. Ладыжская*  
Компьютерная верстка *С.И. Ткачева*

---

Подписано в печать 15.01.2010. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Тираж 300 экз.  
Уч.-изд. л. 9,06. Печ. л. 9,75. Изд. № 403. Заказ № 252. Цена договорная

---

Отпечатано в типографии  
Новосибирского государственного технического университета  
630092, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

**ISBN 978-5-7782-1300-5**

© Садовой Г.С., 2010  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2010

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	5
<b>1. Модули дисциплины</b> .....	12
<b>2. Описания лабораторных работ</b> .....	19
<i>Лабораторная работа № 1. Изучение приборов и составление структурной схемы измерительной установки</i> .....	19
1. Термины, определения и условные обозначения .....	19
2. Цели лабораторной работы .....	21
3. Содержание отчёта.....	22
4. Варианты лабораторной работы .....	23
<i>Лабораторная работа № 2. Экспериментальное исследование транзисторного усилителя СВЧ</i> .....	42
1. Термины, определения и условные обозначения .....	42
2. Цели работы и домашнее задание .....	49
3. Содержание отчёта.....	50
4. Варианты лабораторной работы .....	51
<i>Лабораторная работа № 3. Экспериментальное исследование генератора на диоде Ганна</i> .....	52
1. Термины, определения и условные обозначения .....	52
2. Цели работы и домашнее задание .....	54
3. Содержание отчёта.....	56
4. Варианты лабораторной работы .....	56
<i>Лабораторная работа № 4. Экспериментальное исследование полупроводникового лазера</i> .....	57
1. Термины, определения и условные обозначения .....	57
2. Цели работы и домашнее задание .....	63
3. Содержание отчёта.....	63
4. Варианты лабораторной работы .....	64
<i>Лабораторная работа № 5. Вычислительный эксперимент с моделями физических процессов</i> .....	67
1. Термины, определения и условные обозначения .....	67
2. Цели работы и домашнее задание .....	69
3. Содержание отчёта.....	69
4. Варианты лабораторной работы .....	70
<b>3. Задачи</b> .....	79
1. Движение носителей заряда в электромагнитных полях.....	79
2. Полупроводниковые приборы СВЧ .....	82
3. Параметры и характеристики усилителей и автогенераторов .....	85
4. Цепи сверхвысоких частот .....	88

5. Приборы с электростатическим и электродинамическим управлением электронными потоками.....	91
6. Приборы с длительным взаимодействием электронов и бегущих электромагнитных волн.....	94
7. Приборы магнетронного типа.....	97
8. Спонтанное и индуцированное излучение .....	100
9. Приборы квантовой электроники .....	103
10. Методы создания электронной аппаратуры .....	106
11. Гетероструктуры .....	109
12. Нанопизика и наноэлектроника.....	112
<b>4. Графические обозначения устройств и приборов СВЧ .....</b>	<b>115</b>
<b>5. Обозначения полупроводниковых приборов .....</b>	<b>123</b>
<b>6. Обозначения квантовых приборов.....</b>	<b>130</b>
<b>7. Единицы измерения величин .....</b>	<b>134</b>
<b>8. Электромагнитные волны и их использование .....</b>	<b>139</b>
<b>Заключение .....</b>	<b>146</b>
<b>Учебно-методические материалы .....</b>	<b>148</b>
Основная литература .....	148
Дополнительная литература.....	148
Периодическая литература.....	149
Информационные ресурсы Интернета .....	150
<b><i>Приложение. Правила аттестации по дисциплине .....</i></b>	<b><i>151</i></b>
П1. Термины и определения .....	151
П2. Задачи изучения дисциплины и компетенции .....	152
П3. Оценки по разным шкалам .....	153
П4. Оценки по контрольным неделям и аттестация по дисциплине .....	155