

УДК 537.87  
ББК 22.336  
М66

Издание доступно в электронном виде по адресу  
<http://bmstu.press/catalog/item/6897/>

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»  
Кафедра «Радиоэлектронные системы и устройства»

*Рекомендовано Научно-методическим советом  
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия*

**Митрохин, В. Н.**

М66 Методы и средства взаимодействия СВЧ-поля с биологическими объектами : учебное пособие / В. Н. Митрохин, В. Л. Хандамиров. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020. — 119, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5378-8

Изложены основы взаимодействия электромагнитных излучений с биологическими объектами. Рассмотрены особенности биологического действия электромагнитных излучений, механизмы их действия на биологические объекты и влияние на человека. Приведены сведения о дозиметрии электромагнитных излучений, их гигиеническом нормировании. Описаны средства защиты от электромагнитных излучений, а также СВЧ-установки, используемые в медицине.

Для студентов специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», изучающих дисциплину «Методы и средства взаимодействия СВЧ-поля с биологическими объектами».

УДК 537.87  
ББК 22.336



*Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте:  
[info@baumanpress.ru](mailto:info@baumanpress.ru)*

ISBN 978-5-7038-5378-8

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020  
© Оформление. Издательство  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020

## Оглавление

Предисловие .....	3
Список основных сокращений .....	4
Введение .....	5
<b>1. Электродинамические характеристики электромагнитных излучений .....</b>	<b>6</b>
1.1. Основные характеристики и классификация электромагнитных излучений .....	6
1.2. Природные и техногенные источники электромагнитных излучений. . . .	9
Вопросы и задания для самоконтроля .....	11
<b>2. Биологические среды .....</b>	<b>12</b>
2.1. Основные свойства живых систем .....	12
2.2. Электродинамические свойства живых организмов .....	14
2.2.1. Мембрана .....	14
2.2.2. Потенциал покоя .....	15
2.2.3. Потенциал действия .....	16
2.2.4. Распространение нервного импульса .....	17
2.2.5. Электричество у растений .....	20
2.2.6. Клетки живых организмов .....	21
2.3. Электрические свойства молекул и клеток в РЧ- и МКВ-диапазонах. . . .	24
2.4. Комплексная удельная проводимость, диэлектрическая и магнитная проницаемость проводящих сред .....	28
Вопросы и задания для самоконтроля .....	33
<b>3. Воздействие электромагнитных излучений на биообъекты .....</b>	<b>34</b>
3.1. Электродинамические свойства биообъектов, их зависимость от частоты .....	34
3.2. Механизмы биологического действия электромагнитных излучений. . .	43
Вопросы и задания для самоконтроля .....	49
<b>4. Дозиметрия электромагнитных излучений .....</b>	<b>52</b>
4.1. Теоретическая дозиметрия .....	52
4.2. Экспериментальная дозиметрия .....	56
Вопросы задания для самоконтроля .....	60
<b>5. Влияние электромагнитных излучений на человека .....</b>	<b>61</b>
5.1. Восприятие электромагнитных излучений человеком .....	61
5.2. Изменения в организме человека при воздействии электромагнитных излучений .....	63
5.3. Гигиеническое нормирование и защита от электромагнитных излучений .....	65
Вопросы и задания для самоконтроля .....	71

---

<b>6. Применение электромагнитных излучений в терапии и медицинской диагностике</b> .....	73
6.1. Терапевтическое применение электромагнитных излучений .....	73
6.2. Применение электромагнитных излучений в медицинской диагностике .....	78
Вопросы и задания для самоконтроля .....	82
<b>7. Технические средства для излучения и приема электромагнитных волн</b> .....	84
7.1. Основные типы излучателей — аппликаторов лечебно-диагностических комплексов .....	84
7.2. Антенны зондового типа .....	84
7.3. Антенны апертурного типа .....	87
7.4. Полосковые и микрополосковые антенны .....	95
7.5. Многомодовые излучатели .....	98
Вопросы и задания для самоконтроля .....	104
<b>8. Медицинские ВЧ- и СВЧ-установки</b> .....	106
8.1. СВЧ-установки нагрева живых тканей .....	106
8.2. Измерение собственного излучения тела пациента .....	108
8.3. Исследование артерий, сердца и отечных тканей .....	110
8.4. Основные требования к аппаратуре СВЧ-гипертермии .....	112
8.5. СВЧ-радиотермографическая установка для ранней диагностики злокачественных новообразований .....	113
Вопросы и задания для самоконтроля .....	115
Заключение .....	116
Литература .....	117