

УДК 615.47(075)  
ББК 34.7я7  
К64

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Казанского национального исследовательского технологического университета*

*Рецензенты:  
канд. техн. наук, доц. А. И. Горунов  
канд. мед. наук Р. Ф. Закиров*

**Коновалова О. А.**

**К64** Инновационное оборудование в медицине. Лазерная техника : учебное пособие / О. А. Коновалова, К. Ю. Нагулин, А. К. Загрутдинова; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2019. – 96 с.

ISBN 978-5-7882-2777-1

Рассмотрены физические основы лазерного излучения, устройство и типы лазеров, применяемых в медицине.

Предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» (профиль «Инженерное дело в медико-биологической практике»), изучающих дисциплину «Инновационное оборудование в медицине».

Подготовлено на кафедре медицинской инженерии.

**УДК 615.47(075)  
ББК 34.7я7**

*Ответственный за выпуск И. Н. Мусин*

Подписано в печать 29.12.2019

Формат 60×84 1/16

Бумага офсетная

Печать ризографическая

5,58 усл. печ. л.

6,0 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз.

Заказ 298/19

Издательство Казанского национального исследовательского  
технологического университета

Отпечатано в офсетной лаборатории Казанского национального  
исследовательского технологического университета

420015, Казань, К. Маркса, 68

ISBN 978-5-7882-2777-1

© Коновалова О. А., Нагулин К. Ю.,  
Загрутдинова А. К., 2019

© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Раздел 1. История появления и развития лазеров.....	4
Раздел 2. Физические основы лазерного излучения.....	12
2.1. Оптические переходы в атомах и молекулах .....	12
2.2. Классификация оптических переходов .....	15
2.3. Условия усиления света в двухуровневой среде .....	17
Раздел 3. Устройство лазера и свойства его излучения .....	21
3.1. Система накачки .....	23
3.2. Свойства лазерного излучения .....	25
3.3. Различные режимы работы лазера .....	28
Раздел 4. Типы лазеров, применяемых в медицине.....	29
4.1. Твердотельные лазеры.....	29
4.2. Эксимерные лазеры .....	37
4.3. Полупроводниковые лазеры .....	38
4.4. Устройство и принцип действия полупроводникового лазера .....	44
Раздел 5. Особенности взаимодействия лазерного излучения с биотканями.....	49
Раздел 6. Общие принципы построения лазерной медицинской аппаратуры.....	57
6.1. Лазерные медицинские технологии и аппаратура для их осуществления.....	61
6.2. Фотодинамическая терапия .....	65
6.3. Лазерная хирургия .....	67
Раздел 7. Техника безопасности при работе с лазерами .....	71
7.1. Воздействие лазерного излучения на органы человека .....	73
7.1.1. Физиологическое действие лазерного излучения на глаза.....	73
7.1.2. Воздействие лазерного излучения на кожу человека.....	75
7.1.3. Действие лазерного излучения на внутренние органы .....	77
7.2. Нормативные документы .....	77
7.3. Классификация по степени опасности генерируемого излучения.....	78
7.4. Условия относительно эксплуатации и размещения лазерного оборудования.....	79
7.5. Требования к помещениям.....	81
7.6. Очки для защиты от лазерного излучения .....	83
7.7. Устройства предупреждения лазерной опасности .....	85
7.8. Защитные устройства и блокировки .....	86
7.9. Требования безопасности при эксплуатации и обслуживании лазерных изделий.....	86
7.10. Меры и последовательность оказания первой помощи при поражении лазерным излучением .....	88
Контрольные вопросы и задания.....	91
Библиографический список .....	93