

**УДК 557.1**  
**ББК 28.91**  
**У34**

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Южного федерального университета*

**Рецензенты:**

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ЮНЦ РАН

**Д. И. Водолажский;**

кандидат биологических наук, доцент ЮФУ **Р. И. Кирой**

*Учебное пособие подготовлено и издано в рамках национального проекта  
«Образование» по «Программе развития федерального государственного  
образовательного учреждения высшего профессионального образования  
“Южный федеральный университет” на 2007–2010 гг.»*

**Узденский А. Б.**

У34 Биоэнергетические процессы: учебное пособие / А. Б. Узденский. —  
Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2011. — 124 с. — Табл.: 7; рис.: 64.

**ISBN 978-5-9275-0829-7**

Биоэнергетика — один из центральных разделов биофизики и биохимии. В предлагаемом учебном пособии сжато и четко изложены как фундаментальные основы биоэнергетических процессов, лежащих в основе всех жизненных функций клеток и организмов, так и современное состояние этой проблемы с учетом последних достижений текущего десятилетия. Особое внимание уделено молекулярным механизмам биологического окисления и фотосинтеза.

Для студентов и аспирантов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей, специалистов — биологов, медиков, работников сельского хозяйства, а также всех, интересующихся фундаментальными биологическими процессами.

Табл. — 7. Рис. — 64.

**УДК 557.1**  
**ББК 28.91**

**ISBN 978-5-9275-0829-7**

© Узденский А. Б., 2011  
© Южный федеральный университет, 2011  
© Оформление. Макет. Издательство  
Южного федерального университета, 2011

# СОДЕРЖАНИЕ

## Модуль 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ БИОЭНЕРГЕТИКИ .....5

1.1. Источники энергии для живых организмов .....	5
1.2. Основные энерготраты клеток и организмов .....	8
1.3. Свободная энергия биохимических реакций .....	10
1.4. Окислительно-восстановительные потенциалы .....	12
<i>Вопросы рубежного контроля к Модулю 1</i> .....	14

## Модуль 2. БИОФИЗИКА СИНТЕЗА АТФ ..... 15

2.1. Аденозинтрифосфат (АТФ) .....	15
2.2. Глюкоза .....	20
2.3. Гликолиз .....	24
2.4. Ацетилкофермент А и цикл Кребса .....	26
2.5. Перенос электронов .....	29
2.6. Митохондрии .....	30
2.7. Цепь электронного транспорта .....	33
2.7.1. Никотинамидадениндинуклеотид (NAD) .....	37
2.7.2. Флавиновые нуклеотиды .....	39
2.7.3. Железо-серные белки .....	40
2.7.4. Кофермент Q .....	41
2.7.5. Цитохромы .....	42
2.8. Электронпереносящие комплексы .....	44
2.8.1. Комплекс I: NADH-дегидрогеназа .....	45
2.8.2. Комплекс II: сукцинатдегидрогеназа .....	46
2.8.3. Комплекс III: цитохромы $bc_1$ .....	48
2.8.4. Комплекс IV: цитохромоксидаза .....	49
2.9. Физические механизмы переноса электронов в ЦЭТ .....	52
2.10. Окислительное фосфорилирование. Хемосмотическая гипотеза .....	57

2.11. Перенос протонов через внутреннюю митохондриальную мембрану .....	60
2.12. $H^+$ -АТФ-синтаза .....	65
2.13. Производительность окислительного фосфорилирования .....	76
2.14. Транспортные процессы в митохондриях .....	77
2.15. Регуляция клеточной энергетики .....	79
<i>Вопросы рубежного контроля к Модулю 2</i> .....	80

### **Модуль 3. БИОФИЗИКА ФОТОСИНТЕЗА** .....82

3.1. Общая характеристика фотосинтеза .....	82
3.2. Хлоропласты .....	85
3.3. Фотосинтетические пигменты .....	88
3.4. Светособирающие комплексы .....	92
3.5. Механизмы миграции энергии .....	96
3.6. Хлорофилл — «электронный насос» .....	100
3.7. Z-схема фотосинтеза .....	102
3.7.1. Фотосистема I .....	103
3.7.2. Фотосистема II .....	106
3.7.3. Комплекс цитохромов $b_6f$ .....	109
3.8. Водоокисляющая система .....	112
3.9. Цикл Кальвина .....	117
<i>Вопросы рубежного контроля к Модулю 3</i> .....	118

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ** .....120

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** .....123