

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования Первый Московский государственный  
медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства  
здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

И.В. Огнева, М.В. Бурцева, М.А. Усик,  
Ю.С. Жданкина, Н.С. Бирюков

# БИОФИЗИКА: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КЛЕТКИ И ПОЛЯ

**Учебник**

*Под общей редакцией профессора И.В. Огневой*

Рекомендовано Координационным советом по области образования  
«Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебника  
для использования в образовательных учреждениях, реализующих  
основные профессиональные образовательные программы высшего  
образования уровня специалитета по направлениям подготовки  
30.05.02 «Медицинская биофизика», 30.05.01 «Медицинская биохимия»



Медицинское информационное агентство  
Москва  
2022

УДК 577.3(075.8)  
ББК 28.071я73  
О-38

Получена положительная рецензия Экспертной комиссии по работе с учебными изданиями ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) № 1110 ЭКУ от 17 сентября 2020 г.

### **Огнева, И.В.**

**O-38** Биофизика: взаимодействие клетки и поля : Учебник / И.В. Огнева, М.В. Бурцева, М.А. Усик, Ю.С. Жданкина, Н.С. Бирюков ; Под общей редакцией профессора И.В. Огневой. — Москва : ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2022. — 312 с. : ил.

ISBN 978-5-9986-0447-8

Учебник посвящен различным аспектам действия физических полей на жизнедеятельность клетки. Основное внимание уделено гравитационному и геомагнитному полям как основным естественным физическим полям на планете. Первая часть посвящена рассмотрению возможных механизмов первичного восприятия механического стимула различными клетками. Приведены данные о жесткости как мышечных, так и немышечных клеток, измеренной с помощью атомной силовой микроскопии. Представлены результаты об изменении механических характеристик клеток в условиях измененного внешнего механического напряжения, рассмотрены начальные стадии трансдукции механического сигнала. Предложен возможный механизм восприятия клетками различных внешних механических сигналов. Во второй части освещается влияние силы тяжести на эмбриогенез рыб, земноводных, птиц и млекопитающих с обсуждением возможных причин развития морфологических изменений. В третьей части представлены различные экспериментальные данные о влиянии гипомагнитных условий на различные молекулярно-клеточные процессы. В приложениях приведена информация всех частей учебника в виде наглядных слайдов.

Для студентов, обучающихся по специальностям высшего образования «Медицинская биофизика», «Биоинженерия и биоинформатика», «Медицинская биохимия», «Биофизика» и т.п. Учебник может быть полезен аспирантам и научным сотрудникам, работающим в указанных областях.

УДК 577.3(075.8)  
ББК 28.071я73

**ISBN 978-5-9986-0447-8**

© Огнева И.В. и др., 2022  
© ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 2022  
© Оформление. ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2022

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой-либо форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

# СОДЕРЖАНИЕ

<i>Список сокращений .....</i>	5
<i>Предисловие .....</i>	7
<b>Часть 1.</b> Механочувствительность клеток: собственные механические характеристики и взаимодействие с полем силы тяжести .....	9
1.1. Собственные механические свойства клеток .....	10
1.1.1. Клетки, способные к генерации механического напряжения — кардиомиоциты и волокна скелетных мышц.....	10
1.1.2. Немышечные клетки.....	12
1.2. Величина силы, способной приводить к запуску клеточного ответа .....	15
1.3. Возможные механосенсоры.....	17
1.3.1. Внеклеточный матрикс и мембранные белки.....	17
1.3.2. Механочувствительные ионные каналы .....	18
1.3.3. Подмембранный цитоскелет .....	20
1.3.4. Внутриклеточные структуры.....	21
1.4. Реакция немышечных клеток на изменение внешних механических условий.....	23
1.5. Изменение собственных механических свойств мышечных клеток и их клеточного дыхания в ответ на изменение внешних механических условий.....	25
1.5.1. Жесткость мышечных клеток.....	26
1.5.2. Содержание белков.....	27
1.5.3. Клеточное дыхание.....	30
1.6. Заключение части 1 .....	31
Литература.....	34
<b>Часть 2.</b> Раннее развитие в условиях микрогравитации.....	47
2.1. Раннее развитие плодовой мушки <i>Drosophila melanogaster</i> в условиях космического полета.....	48
2.2. Раннее развитие рыб, земноводных и птиц в условиях космического полета .....	50
2.3. Раннее развитие млекопитающих в условиях космического полета .....	53
2.3.1. Структурно-функциональные характеристики семенников и сперматозоидов в условиях космического полета и моделируемой микрогравитации.....	55
2.3.2. Структурно-функциональные характеристики яичников и ооцитов в условиях космического полета и моделируемой микрогравитации.....	59

---

2.3.3. Структурно-функциональные характеристики зародышей в условиях космического полета и моделируемой микрогравитации .....	61
2.4. Заключение части 2.....	63
Литература.....	64
<b>Часть 3. Взаимодействие клетки и геомагнитного поля .....</b>	<b>73</b>
3.1. Бактерии .....	75
3.2. Растения и грибы .....	77
3.3. Животные.....	79
3.3.1. Рачки и моллюски .....	79
3.3.2. Черви .....	80
3.3.3. Рыбы .....	80
3.3.4. Земноводные .....	81
3.3.5. Птицы .....	82
3.3.6. Млекопитающие.....	82
3.3.7. Человек .....	86
3.4. Заключение части 3.....	88
Литература.....	89
<b>Приложение.....</b>	<b>101</b>
1. Механочувствительность клеток: собственные механические характеристики и взаимодействие с полем силы тяжести .....	103
2. Раннее развитие в условиях микрогравитации .....	183
3. Взаимодействие клетки и геомагнитного поля .....	249