



УрО РАН

Соловьёва О.Э., Кацнельсон Л.Б.,

Курсанов А.Г., Сульман Т.Б., Хохлова А.Д.

Биофизические модели возбудимых систем

Учебное пособие

Уральское отделение Российской академии наук
Институт иммунологии и физиологии

О.Э. Соловьёва, Л.Б. Кацнельсон, А.Г.Курсанов,
Т.Б. Сульман, А.Д. Хохлова

БИОФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВОЗБУДИМЫХ СИСТЕМ

Учебное пособие

Екатеринбург

2018

УДК 577.3(075)
ББК 28.071
Б 63

Ответственный редактор д.ф.-м.н. О.Э. Соловьёва

Рецензенты:
д.ф.-м.н. В.Г. Пименов
к.ф.-м.н. А.В. Кобелев

Соловьёва О.Э., Кацнельсон Л.Б., Курсанов А.Г., Сульман Т.Б.,
Хохлова А.Д.

Биофизические модели возбудимых систем. Екатеринбург: УрО РАН,
2018 160 с.

ISBN 978-5-7691-2519-5

В учебном пособии представлены основные математические формулировки ряда фундаментальных свойств возбудимых систем, описывается ряд биофизических моделей процессов, лежащих в основе электрической и механической активности возбудимых клеток и тканей. Книга относится к естественнонаучному или профессиональному циклу учебных дисциплин биомедицинского профиля и математического моделирования в области биомеханики, биофизики, биоинженерии, математической биологии и биоинформатики, физиологии, математического моделирования, численных методов и комплексов программ, фундаментальной медицины. Пособие будет также интересно научным работникам, специализирующимся в области моделирования биологических процессов в возбудимых средах.

Посвящается памяти члена-корреспондента РАН В.С. Мархасина.

УДК 577.3(075)
ББК 28.071

ISBN 978-5-7691-2519-5

© УрО РАН, 2018
© Соловьёва О.Э., Кацнельсон Л.Б., Курсанов А.Г.,
Сульман Т.Б., Хохлова А.Д., 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 МОДЕЛИ ТРАНСПОРТА ВЕЩЕСТВ ЧЕРЕЗ БИОМЕМБРАНЫ	11
1.1 Диффузия	11
1.2 Пассивный и активный транспорт	27
2 МОДЕЛИ ВОЗБУДИМЫХ СРЕД	49
2.1 Мембранный потенциал. Потенциал покоя	49
2.2 Модель мембраны как электрической цепи	57
2.3 Потенциал действия. Модель Ходжкина-Хаксли	70
3 МОДЕЛИРОВАНИЕ МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ	90
3.1 Механизмы мышечного сокращения	90
3.2 Связь длина-сила мышцы. Закон Франка-Старлинга для сердца	100
3.3 Связь сила-скорость: модель Хилла	101
3.4 Мостиковая модель мышечного сокращения Хаксли	109
4 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ	120
4.1 Схема электромеханического сопряжения в сердечной клетке	122
4.2 Механо-электрическая обратная связь в миокарде	128
4.3 ЕО-модель электромеханического сопряжения в кардиомиоците	132
4.4 Моделирование электрических и механических явлений в сердечной мышце в рамках ЕО-модели	144
ЛИТЕРАТУРА	150