

577.3
0-39

А. Н. Огурцов, О. Н. Близнюк

ОСНОВЫ БИОСИНЕРГЕТИКИ



Учебное пособие

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«Харьковский политехнический институт»

А. Н. Огурцов, О. Н. Близнюк

ОСНОВЫ БИОСИНЕРГЕТИКИ

Учебное пособие по курсам
«Биосинергетика», «Основы биофизики открытых систем»,
«Основы биофизики диссипативных систем»
и «Научные основы биосинергетики»

для студентов специальности «Биотехнологии и биоинженерия»,
в том числе для иностранных студентов

Утверждено
редакционно-издательским
советом университета,
протокол № 1 от 30.01.2018 г.

Харьков
НТУ «ХПИ»
2018

УДК 577.3

О-39

Рецензенты:

В. А. Карачевцев, д-р физ.-мат. наук, профессор, зав. отд. молекулярной биофизики, ФТИНТ им. Б. И. Веркина НАН Украины;

В. В. Россихин, д-р мед. наук, профессор кафедры общей, детской и онкологической урологии, Харьковская медицинская академия последипломного образования МОЗ Украины

Посібник включає необхідні при вивченні біосинергетики та біофізики відкритих дисипативних систем відомості про принципи самоорганізації в біологічних системах, особливості динамічних систем, фрактальну геометрію біосистем, про роль нестійкості, нелінійності та нерівноважності, про властивості бифуркацій і катастроф та особливості самоорганізованої критичності і спряження потоків в біосистемах відповідно до програми підготовки студентів спеціальності «Біотехнології та біоінженерія».

Призначено для студентів спеціальностей біотехнологічного профілю всіх форм навчання.

Огурцов А. Н.

О-39 Основы биосинергетики : учеб. пособие / А. Н. Огурцов,
О. Н. Близнюк. - Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. - 368 с. - На рус. яз.

ISBN 978-617-05-0268-1

Пособие включает необходимые при изучении биосинергетики и биофизики открытых диссипативных систем сведения о принципах самоорганизации в биологических системах, особенностях динамических систем, фрактальной геометрии биосистем, о роли неустойчивости, нелинейности и неравновесности, о свойствах бифуркаций и катастроф и об особенностях самоорганизованной критичности и сопряжения потоков в биосистемах в соответствии с программой подготовки студентов специальности «Биотехнологии и биоинженерия».

Предназначено для студентов специальностей биотехнологического профиля всех форм обучения.

Ил. 134. Табл. 1. Библиогр.: 137 назв.

УДК 577.3

ISBN 978-617-05-026S-1

© Огурцов А. Н., Близнюк О. Н., 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Вступление	3
Раздел 1. Самоорганизация и синергетика	5
Глава 1. Молекулярный уровень самоасSEMBЛИРОВАНИЯ и само- организации	5
1.1. Роль водной среды	5
1.2. Иерархическое асSEMBЛИРОВАНИЕ биомолекул	7
1.3. Самоорганизация белкового фолдинга	10
Глава 2. Принципы молекулярной самоорганизации	21
2.1. Молекулярное узнавание	21
2.2. Принципы самоасSEMBЛИРОВАНИЯ биомолекул	23
2.3. Самоорганизация и биомембраны	31
Глава 3. Возникновение жизни	38
3.1. Пребиотическая эволюция биогенных молекул	40
3.2. Теория предбиологической молекулярной эволюции Эйгена	49
3.3. Гиперциклы и компартиментация	55
Глава 4. Синергетика	61
4.1. Теория самоорганизации	61
4.2. Основные принципы синергетического подхода к иссле- дованию природных явлений	65
4.3. Самоорганизация в сложных системах	67
4.4. Методологическое значение синергетики	69

Глава 5. Самоорганизация в биологических системах	75
5.1. Субклеточный уровень самоорганизации	75
5.2. Клеточный уровень самоорганизации	84
5.3. Самоорганизация на уровне организма	86
5.4. Популяционный уровень самоорганизации	96
Глава 6. Детерминированный хаос и модель Лоренца	108
6.1. Два класса эволюционных процессов	108
6.2. Динамический хаос и неустойчивость	111
6.3. Странный аттрактор Лоренца	114
Глава 7. Динамические системы	121
7.1. Фазовое пространство	121
7.2. Конвективная неустойчивость Бенара	128
7.3. Ячейки Бенара в природе	133
7.4. Модель Лоренца для ячеек Бенара	138
7.5. Лазер	139
7.6. Модель Лоренца для лазера	143
Глава 8. Фрактальная геометрия биосистем	147
8.1. Фракталы и фрактальная геометрия	147
8.2. Природные квазифракталы	155
8.3. Фрактальная организация клетки	160
8.4. Фракталы в тканях	170
8.5. Фракталы на уровне органов и организма	174
Раздел 2. Биофизика открытых систем	180
Глава 9. Основы равновесной термодинамики	180
9.1. Основные понятия термодинамики	181
9.2. Начала термодинамики	184
9.3. Термодинамические потенциалы	191
Глава 10. Автоволновые процессы	205
10.1. Распределённые системы	205
10.2. Автоволновые процессы в активных распределённых системах	213

10.3. Распространение потенциала действия	215
10.4. Автоволновые процессы в морфогенезе	231
10.5. Моделирование самоорганизующихся структур	233
Глава 11. Диссипативные стационарные структуры	241
1 .1. Стационарные режимы	241
1 2. Реакция Белоусова-Жаботинского	247
1 .3. Нетьюринговые системы	251
Глава 12. Появление хаоса в динамических системах	256
12. 1. Мягкая материя	256
12.2. Модель упругого столкновения шаров	257
12.3. Числа Ляпунова	260
12.4. Бильярд Синая	264
Глава 13. Нелинейность и неустойчивость	267
13.1. Устойчивость и неустойчивость	267
13.2. Точечные отображения	270
13.3. Многообразия	275
13.4. Структуры и равновесия	280
13.5. Структурная устойчивость	282
13.6. Управляющие параметры	283
13.7. Параметр порядка и принцип подчинения	286
Глава 14. Бифуркации и катастрофы	290
14.1. Бифуркации	290
14.2. Бифуркации в ферментативном катализе	293
11.3. Бифуркации в эволюции систем	310
14.4. Бифуркации в модели Лоренца	316
Глава 15. Теория самоорганизованной критичности	322
15.1. Критичность и самоорганизация	322
15.2. Эмерджентность	323
15.3. Степенные зависимости	326
15.4. Степенные законы, критичность и прерывистое равновесие	328
15.5. Самоорганизованная критичность	330

Глава 16. Сопряжение потоков в биосистемах	334
16.1. Обобщённые силы и обобщённые потоки	334
16.2. Примеры линейных необратимых процессов	336
16.3. Теорема Онзагера	338
16.4. Сопряжение потоков	339
16.5. Транспорт через биомембрану	343
16.6. Сопряжение потоков в биомембранах	349
Список литературы	353