

А.А. Мельников

**ПРОЦЕССЫ КОНТРОЛЯ,
ИЗМЕРЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ
В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ**

Основы теоретической микробиологии

3-е издание, переработанное и дополненное



Москва 2016

А.А. Мельников

**ПРОЦЕССЫ КОНТРОЛЯ,
ИЗМЕРЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ
В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ**

Основы теоретической микробиологии

3-е издание, переработанное и дополненное



Москва 2016

УДК 579.0
ББК 28.4
М 48

Мельников А.А.

М 48 Процессы контроля, измерения и управления в биологических объектах: Основы теоретической микробиологии. – 3-е изд.; перераб. и доп. – М.: Издательство «Спутник +», 2016. – 424 с.

ISBN 978-5-9973-3998-2

Излагаются краткие сведения из теории управления, исходя из общности законов управления для технических, биологических и социальных систем; системотехники; энергозетропики; измерительной и вычислительной техники, а также модуляционной теории преобразователей. Рассмотрены основные положения современной микробиологии и генетики. С общих позиций приведенных выше дисциплин излагаются методы хранения, преобразования, передачи информации и управления основными процессами в клетках и органах живых организмов. Рассмотрены функциональные системы управления биологических объектов. Показано, что функциональные системы биологических объектов по своей сути являются системами саморегулирования. В отличие от современной междисциплинарной науки бионики, использующей принципы построения биологических систем для построения технических устройств, в настоящей монографии на основе знаний кибернетики и других технических и естественных наук объясняется функционирование биологических систем живых организмов. В расцвет эпохи эволюционной теории Дарвина в биологии ученые сформулировали афоризм – «Ничего в биологии не имеет смысла без теории эволюции». В настоящее время в западных университетах молодые ученые предлагают измененный афоризм – «Ничто в биологии не имеет смысла, если не рассматривается в свете информатики». С нашей точки зрения афоризмом должно быть выражение – «Ничто в биологии не имеет смысла, если не рассматривается с позиций информационноуправляющих теорий».

Настоящая монография предназначена для широкой научной общественности, работающей в области техники, медицины и биологии, стремящейся в своих исследованиях, разработках и практике использовать системный подход и современный опыт разработки сложных систем.

УДК 579.0
ББК 28.4

Отпечатано с готового оригинал-макета.

ISBN 978-5-9973-3998-2

© Мельников А.А., 2016

Оглавление

Введение.....	3
Раздел I. Основы теории управления	5
Глава 1. Теоретические основы управления	5
1.1. Научное обеспечение теории систем управления.....	5
1.2. Основы системотехники.....	5
1.2.1. Общие положения.....	5
1.2.2. Система.....	7
1.2.3. Элемент.....	7
1.2.4. Моделирование системы.....	8
1.2.5. Структура системы.....	9
1.2.6. Функциональное представление элементов и систем.....	9
1.2.7. Поточное представление элементов и систем.....	10
1.2.8. Внешняя среда системы.....	11
1.2.9. Иерархия в сложных системах.....	11
1.2.10. Кинематика системы.....	12
1.3. Основы энергоэнтропика.....	13
1.3.1. Общие положения.....	13
1.3.2. Вид энергетических процессов.....	13
1.4. Основы информационных теорий.....	14
1.4.1. Общие положения.....	14
1.4.2. Основные величины, характеризующие состояние объекта.....	14
1.5. Сообщение, информация, сигнал.....	16
1.5.1. Общие положения.....	16
1.5.2. Модуляция.....	16
1.5.3. Кодирование.....	20
1.5.4. Некоторые свойства кодов.....	25
1.5.5. Кодовые виды модуляции.....	28
1.5.6. Сравнение различных видов модуляции.....	29
1.5.7. Непрерывные, дискретные и квантованные процессы.....	30
1.5.8. Единицы и меры количества информации.....	31
1.5.9. Единицы измерения скорости движения информации.....	34
1.6. Помехоустойчивость систем управления.....	35
1.7. Преобразователи систем управления.....	35
1.8. Структура и назначение преобразователей.....	39
1.9. Основы теории дискретных двоичных автоматов.....	41

Глава 2. Системы управления.....	45
2.1. Общие положения.....	45
2.2. Структура одноконтурной системы управления.....	46
2.3. Виды систем управления.....	50
2.4. Развернутая структурная схема системы автоматического регулирования.....	51
2.5. Основные принципы управления.....	54
2.6. Многоаспектность систем управления.....	55
2.7. Структура целей.....	56
2.8. Потребность, как системно-образующий фактор.....	57
Глава 3. Характеристики элементов.....	59
3.1. Режимы работы элементов.....	59
3.2. Статические характеристики элементов.....	60
3.3. Динамические характеристики элементов.....	61
3.3.1. Типовые тестирующие входные воздействия.....	61
3.3.2. Временные динамические характеристики.....	63
3.3.3. Частотные динамические характеристики.....	63
Глава 4. Элементная база преобразователей систем управления.....	66
4.1. Классификация элементов систем управления.....	66
4.2. Элементы общего назначения.....	66
4.3. Комбинированные преобразователи.....	70
4.4. Типовые звенья систем управления.....	71
Глава 5. Устройства измерения.....	72
5.1. Общие положения.....	72
5.2. Измерение и контроль.....	72
5.3. Средства измерения.....	74
5.4. Ограничение возможностей совершенствования информационных преобразователей.....	79
Глава 6. Устройства обработки информации.....	80
6.1. Назначение устройств обработки информации.....	80
6.2. Устройства сравнения и вычитания.....	81
6.3. Централизованные устройства обработки информации.....	84
6.3.1. Общие положения.....	84
6.3.2. Устройства обработки частотных и временных сигналов.....	85
6.3.3. Обработка информации с помощью ЭВМ.....	86
6.3.4. Структура микропроцессорной системы с тремя магистралями.....	88

6.3.5. Схемотехника процессора.....	89
Глава 7. Устройств а управления	91
7.1. Общие положения	91
7.2. Устройства управления непрерывного действия	95
7.2.1. Устройства управления непрерывного действия с амплитудной модуляцией	95
7.2.2. Устройства управления непрерывного действия с квантованными по амплитуде сигналами.....	96
7.3. Устройства управления дискретного действия	97
7.3.1. Устройства управления дискретного действия с импульсными сигналами и амплитудной модуляцией	97
7.3.2. Устройства управления дискретного действия с квантованными по амплитуде сигналами.....	98
7.3.3. Аппаратные устройства управления	98
7.3.4. Программные устройства управления	100
Глава 8. Задающие устройства	101
8.1. Общие положения	101
8.2. Алгоритмы управления, формируемые задающими устройствами	102
8.3. Запоминающие устройства в датчиках	103
Глава 9. Устройства воздействия на объект управления	104
9.1. Общие положеня	104
9.2. Управляющие органы	105
9.2.1. Общие положеня	105
9.2.2. Механические регулирующие органы	106
9.2.3. Электрические регулирующие органы	107
9.2.4. Рабочие органы машин	107
9.3. Исполнительные устройства	108
Глава 10. Классификация информационно-управляющих систем.....	108
Глава 11. Описание элементов и систем в динамичесом режиме	113
11.1. Общие положения	113
11.2. Передаточные функции	116
11.3. Устойчивость систем автоматического управления	117
11.4. Метод фазового пространства	119
11.5. Голографические методы получения пространственных изображений (образов).....	123
11.6. Динамические структурные схемы	125

11.7. Исследование взаимодействия инерционного и пропорционально-дифференцирующего звеньев	127
Глава 12. Оптимизация процессов управления	129
12.1. Общие положения	129
12.1.1. Управляемость систем	129
12.1.2. Критерий качества управления	129
12.1.3. Ограничи, накладываемые на процесс управления	130
12.2. Оптимальные системы автоматического управления	130
12.3. Экстримальное управление	132
12.4. Адаптивные системы автоматического управления	133
12.5. Адаптивные регуляторы в технических системах	138
12.6. Классификация адаптивных систем	139
12.7. Самообучающиеся системы	140
Глава 13. Передача информации в системах управления	142
13.1. Общие положения	142
13.2. Достоверность передаваемых сообщений	145
13.3. Командно-информационные сети	145
Раздел II. Системы управления клетки	148
Глава 14. Взаимодействие материальных объектов	148
14.1. Общие положения	148
14.2. Модели атомов	150
14.3. Химические связи	152
14.4. Молекулярная структура вещества	154
14.5. Взаимодействие молекул и других соединений	154
Глава 15. Системы управления биологических объектов	157
15.1. Общность процессов управления в биологических и технических системах управления	157
15.2. Структура биологического объекта	158
15.3. Обобщенные схемы систем управления биологическими объектами	159
Глава 16. Клетка биологического объекта	164
16.1. Биохимический (вещественный) состав клетки	164
16.1.1. Строение клетки	164
16.1.2. Функции, выполняемые органеллами клетки	165
16.1.3. Нуклеиновые кислоты	167
16.1.4. Структуры ДНК	168
16.1.5. Хромосомы	170

16.2. Организация ДНК в хромосомах клетки.....	171
16.3. Взаимодействие нуклеосом с ДНК.....	176
16.4. Гистоновый код.....	179
16.5. Информационно-управляющие функции нуклеосом.....	181
16.5.1. Вербальное описание функционирования нуклеосом с позиции теории управления.....	181
16.5.2. Другие способы описания функционирования систем управления.....	186
16.6. Метилирование азотистых оснований.....	189
16.7. Онтогенез.....	192
16.8. Дифференцировка клеток.....	193
16.9. Эпигенетика.....	197
16.10. Кинетика информационных процессов в клетке.....	199
16.11. Энергетические процессы в клетке.....	207
Глава 17. Основы системной организации клетки.....	211
17.1. Общие положения.....	211
17.2. Элементная база клеточных систем.....	212
17.3. Устройства и модули систем управления в клетке.....	214
17.4. Устройства обработки информации.....	219
17.4.1. Устройства сравнения на корпускулярно-волновом уровне.....	219
17.4.2. Устройства сравнения на атомно-молекулярном уровне.....	223
17.5. Рецепторы клеток.....	227
17.6. Транспортная система клетки.....	229
17.6.1. Общие положения.....	229
17.6.2. Транспорт аминокислот в клетке.....	232
Глава 18. Основные молекулярно-генетические процессы в клетке.....	238
18.1. Системы управления многоклеточного организма.....	238
18.2. Внутриклеточные системы управления.....	239
18.2.1. Общие положения.....	239
18.2.2. Основные системы управления в клетке.....	241
18.2.3. Синхронизация процессов в биологических организмах.....	247
18.3. Организация запоминающего устройства клетки.....	248
18.4. Управление запоминающим устройством клетки.....	251
18.5. Структура гена.....	253
18.6. Системы управления преобразованием веществ в клетке.....	255
Глава 19. Синтез белков в клетке.....	257
19.1. Общие положения.....	257

19.2. Обобщенная структурно-функциональная схема системы управления транскрипцией.....	258
19.3. Транскрипция	260
19.4. Процессинг ядерной РНК	267
19.5. Трансляция.....	269
19.5.1. Общие положения	269
19.5.2. Инициация	272
19.5.3. Элонгация	274
19.5.4. Терминация.....	277
19.5.5. Нестабильность младшего разряда кодона	278
19.6. Трех разрядные устройства сравнения четверичных кодов	288
19.7. Структура и свойства белков	292
19.7.1. Структура белков	292
19.7.2. Свойства белков	293
19.7.3. Передача информации в белковых структурах	293
19.8. Задание структур и функций биологических молекул	295
Глава 20. Размножение клеток	296
20.1. Репликация ДНК	296
20.2. Репарация.....	298
20.3. Системы антирепараций в клетке	301
20.4. Деление клетки	305
20.4.1. Общие положения	305
20.4.2. Машина клеточного цикла	306
Глава 21. Многоуровневая система управления жизнью клетки	309
21.1. Общие положения	309
21.2. Описание системы управления клетки.....	310
21.3. Адаптация систем управления по мере развития организма.....	312
Раздел III. Системы управления в организме человека.....	314
Глава 22. Нервная система.....	314
22.1. Общие положения	314
22.2. Виды нервных систем в организме человека.....	314
22.3. Биологические объекты	315
22.4. Нервные клетки	317
22.4.1. Общие положения	317
22.4.2. Строение нейрона	318
22.4.3. Типы нейронов	319
22.4.4. Органы чувств	321

22.5. Кинетика информационных процессов в организме человека.....	322
22.5.1. Специализация рецепторных нейронов	322
22.5.2. Используемые виды модуляции для передачи информации в биологических объектах	323
22.6. Функция преобразования	325
22.7. Рецепторный нейрон как преобразователь	327
22.8. Рецепторы внутренних органов	335
22.9. Нейрон как линия связи.....	336
22.10. Другие параметры нейронных преобразователей.....	339
22.11. Свойства рецепторных нейронов и нейронных полей.....	341
22.12. Нервные центры	341
22.13. Механика мышечного сокращения.....	347
22.13.1. Строение мышц.....	347
22.13.2. Модель мышцы как исполнительного механизма	349
22.13.3. Работа мышцы при одиночном импульсе в команде.....	351
22.13.4. Работа мышцы при многократных импульсах в команде	351
Глава 23. Функциональные системы управления в организме человека	353
23.1. Общие положения	353
23.2. Биологические системы управления с внешним воздействием	354
23.3. Функциональные системы биологических объектов.....	357
23.4. Обобщенная структурно-функциональная схема многоуровневой системы управления.....	364
Глава 24. Терморегуляции живых организмов	366
24.1. Общие положения	366
24.2. Температурная схема тела человека.....	367
24.3. Функциональная система управления температурой тела человека	368
24.3.1. Организм человека как объект управления	368
24.3.2. Цель управления	369
24.3.3. Тепловой баланс.....	369
24.3.4. Структурная схема системы управления температурой тела человека	372
24.3.5. Функциональная схема системы управления температурой	376
Глава 25. Моделирование нейронов и нейронные сети	393
25.1. Общие положения	393
25.2. Функциональные схемы нейронов в информационно-энергетической среде.....	395

25.3. Функционально-поточная схема терморегуляции температуры тела человека	396
25.4. Динамическая структурная схема системы терморегулирования	399
25.5. Электротехнические модели взаимодействия термодинамических и биологических объектов	401
25.6. Функциональная эквивалентная схема моносинаптической рефлекторной дуги.....	403
Список используемых терминов и их определение.....	406
Литература	412
Дополнительная литература	416
Оглавление	417