

<b>Розділ 1. Біотехнічні системи як об'єкт моделювання</b> .....	7
1.1. Біотехнічна система як об'єкт дослідження .....	7
1.2. Елементи біотехнічних систем та їх взаємозв'язок .....	11
1.3. Класифікація біотехнічних систем та їх характеристики .....	13
1.4. Метод поетапного моделювання біотехнічних систем .....	20
1.5. Особливості моделювання біотехнічних систем та ідентифікації їх ланок .....	22
1.5.1. Особливості моделювання біотехнічних систем .....	22
1.5.2. Ідентифікація ланок БТС. Види ідентифікації .....	23
1.5.3. Методи оцінювання параметрів моделі .....	27
1.6. Основи моделювання процесів функціонування біологічних елементів біотехнічних систем .....	30
1.6.1. Структурна ідентифікація моделей біологічних елементів БТС на основі типових ідеалізованих моделей .....	30
1.6.2. Типові моделі: моделі, що характеризують режим течії матеріального потоку .....	32
1.6.3. Рівняння моделей, що характеризують режим течії матеріального потоку .....	33
1.6.4. Структурна ідентифікація моделей біологічних ланок БТС за методом простору станів .....	40
1.7. Основи моделювання фізичних підсистем БТС .....	46
1.7.1. Постановка задачі моделювання детермінованих систем .....	46
1.7.2. Основні фізичні підсистеми та їх компонентні рівняння .....	48
1.7.3. Основні топологічні рівняння фізичних підсистем .....	52
<b>Розділ 2. Формально-статистичні методи моделювання БТС</b> .....	56
2.1. БТС як стохастична система .....	56
2.2. Експериментально-статистичне моделювання .....	58
2.2.1. Експериментально-статистичні методи дослідження об'єкта .....	58
2.2.2. Отримання вибірки емпіричних даних .....	59
2.2.3. Розрахунок статистичних характеристик вибірки .....	60
2.2.4. Планування експерименту .....	65
2.3. Кореляційний аналіз у моделюванні БТС. Кореляційні моделі .....	71
2.3.1. Сутність кореляційного аналізу. Коефіцієнт кореляції .....	71
2.3.2. Процедура кореляційного аналізу. Визначення коефіцієнта кореляції .....	75
2.3.3. Перевірка коефіцієнта кореляції на значущість .....	78
2.4. Регресійний аналіз в експериментально-статистичному моделюванні БТС .....	79
2.4.1. Визначення параметрів однофакторних регресійних моделей .....	79
2.4.2. Аналіз результатів побудови регресійних моделей .....	81
2.4.3. Побудова моделі множинної лінійної регресії за даними пасивного експерименту .....	93
2.5. Побудова нелінійних моделей, що відображають статичний режим роботи об'єкта .....	97
2.5.1. Побудова поліноміальних моделей із застосуванням методу найменших квадратів й інструмента Trendline Microsoft Excel .....	98
2.5.2. Побудова моделей, що описуються довільною нелінійною залежністю від однієї змінної .....	101
2.5.3. Побудова моделей, що описуються довільною нелінійною залежністю від кількох змінних. Метод Брандона .....	104

2.6. Виявлення істотних чинників процесу за допомогою дисперсійного аналізу .....	106
2.7. Моделювання багатовимірних процесів за результатами активного експерименту .....	110
2.7.1. Математичні моделі на основі активних експериментів. Плани експериментів.....	110
2.7.2. Повний факторний експеримент .....	111
2.7.3. Дробовий факторний експеримент .....	117
2.7.4. Побудова моделей на основі планів другого порядку.....	122
2.7.5. Алгоритм побудови регресійних моделей на основі планування експериментів .....	126
<b>Розділ 3. Використання теорії графів під час моделювання БТС .....</b>	<b>130</b>
3.1. Подання ММ у вигляді графів .....	130
3.1.1. Основні поняття теорії графів .....	130
3.1.2. Незалежні множини вершин, покриття та кліки .....	133
3.1.3. Деревя графів .....	135
3.2. Подання графічної інформації в аналітичному вигляді.....	135
3.3. Використання теорії графів у градієнтних методах.....	137
3.4. Використання графів для побудови розрахункових моделей РЕЗ.....	138
3.4.1. Структурні розрахункові моделі РЕЗ.....	139
3.4.2. Уніфіковані форми структурних моделей РЕЗ .....	140
3.4.3. Побудова структурних моделей РЕЗ за першою і другою уніфікованою формами.....	142
3.5. Еквівалентні схеми підсистем ТС у вигляді полюсних графів .....	146
3.5.1. Основи побудови еквівалентних схем технічних систем.....	146
3.5.2. Алгоритми побудови еквівалентних схем різних фізичних підсистем.....	148
3.5.3. Зв'язок між фізичними підсистемами.....	153
3.6. Побудова повної математичної моделі системи на макрорівні за допомогою теорії графів.....	154
3.6.1. Формування математичної моделі системи (ММС) на макрорівні .....	154
3.6.2. Побудова топологічних рівнянь на основі матриці контурів і перетинів.....	155
3.6.3. Побудова повної математичної моделі системи за узагальненим методом .....	157
3.6.4. Модифікації узагальненого методу.....	160
<b>Розділ 4. Основи функціонування біологічних складових біотехнічних систем та їх моделювання.....</b>	<b>163</b>
4.1. Підходи до моделювання біологічних об'єктів як ланок БТС .....	163
4.2. Управління у біологічних системах .....	168
4.2.1. Системні аспекти управління.....	168
4.2.2. Типи регульованих процесів. Саморегулювання фізіологічних функцій .....	171
4.2.3. Принципи організації управління у біологічних системах.....	175
4.2.4. Зворотні зв'язки в біологічних системах .....	180
4.3. Управління в організмі людини.....	183
4.3.1. Механізми регуляції функцій.....	183
4.3.2. Взаємодія систем регулювання.....	186
4.3.3. Класифікація керуючих систем організму людини.....	187
4.3.4. Класифікація керуючих підсистем організму людини.....	189
4.3.5. Організація і властивості елементарних керуючих одиниць.....	191
4.3.6. Організація та властивості функціональних ансамблів .....	193
4.3.7. Взаємодія між функціональними ансамблями.....	194
4.4. Моделювання організму з позицій теорії функціональних систем .....	196
4.4.1. Поняття і призначення функціональної системи.....	196

4.4.2. Структура і принципи організації функціональних систем.....	197
4.4.3. Апарати управління функціональних систем .....	202
4.4.4. Принципи взаємодії функціональних систем .....	203
4.5. Компартментне моделювання біологічних ланок БТС.....	205
4.5.1. Поняття компартмента і компартментної моделі .....	205
4.5.2. Різновиди компартментних моделей.....	207
4.5.3. Елементи фармакокінетики: поширення препаратів у організмі та основні показники процесів .....	208
4.5.4. Застосування компартментних моделей (одно- та багатокompартментні моделі).....	212
4.5.5. Компартментне моделювання системи на основі описання в просторі станів .....	216
<b>Розділ 5. Функціонування фізіологічних систем організму людини та їх моделювання .....</b>	<b>220</b>
5.1. Системний підхід до вивчення фізіологічних систем організму людини .....	220
5.2. Фізіологічна система організму людини як об'єкт моделювання.....	222
5.2.1. Поняття гомеостазу.....	223
5.2.2. Поняття гомеокінезу .....	225
5.2.3. Часові та просторові межі діяльності організму .....	225
5.3. Моделювання організму як єдиного цілого.....	228
5.4. Моделювання ізольованих фізіологічних систем організму людини.....	231
5.4.1. Принципи моделювання ізольованих фізіологічних систем .....	232
5.4.2. Принципи автоматизованого управління зі зворотним зв'язком.....	233
5.4.3. Подібність принципів автоматичного управління у біологічних і технічних системах.....	239
5.5. Інструменти моделювання фізіологічних систем.....	239
5.6. Моделювання ізольованих фізіологічних систем як систем стабілізації.....	241
5.7. Економічний підхід до аналізу систем організму .....	243
5.8. Моделювання фізіологічних систем та процесів у вигляді структурних схем систем автоматичного управління.....	248
5.8.1. Кібернетичний підхід до моделювання фізіологічних систем .....	249
5.8.2. Передавання сигналів у фізіологічних системах.....	251
5.8.3. Структурні схеми фізіологічних систем .....	255
5.8.4. Коефіцієнт передачі ланки, блоку чи системи в сталому режимі.....	256
5.9. Якісне дослідження простих моделей біологічних процесів .....	258
5.9.1. Якісне дослідження ЗДР першого порядку.....	259
5.9.2. Елементи якісної теорії динамічних систем другого порядку .....	261
5.10. Комп'ютерне моделювання фізіологічних систем.....	269
<b>Розділ 6. Моделювання окремих фізіологічних систем організму людини.....</b>	<b>273</b>
6.1. Математичне моделювання окремих ізольованих фізіологічних систем організму людини .....	273
6.2. Моделювання кровообігу. Моделі гемодинаміки судинного русла .....	275
6.2.1. Моделі прямої аналогії. Гемодинамічна модель Франка .....	280
6.2.2. Моделі у вигляді послідовно з'єднаних резервуарів .....	285
6.2.3. Моделі, що враховують окремі додаткові чинники (інерційність крові).....	286
6.2.4. Моделі у вигляді <i>LRC</i> контурів (моделі з “розподіленими” параметрами).....	288
6.2.5. Гідродинамічна модель руху крові кровонесним руслом (модель “жорсткої труби”).....	290
6.2.6. Моделі, що подають серцево-судинну систему як електричне коло .....	293
6.3. Моделювання серця і серцево-судинної системи.....	296

6.3.1. Традиційні моделі серця .....	297
6.3.2. Моделі на основі закону Старлінга .....	300
6.3.3. Моделі на основі рівняння А. Хілла .....	302
6.3.4. Моделі електричної активності серця .....	308
6.3.5. Сучасні одновимірні гемодинамічні моделі серцево-судинної системи .....	310
6.3.6. Комп'ютерне моделювання серцево-судинної системи .....	312
6.4. Моделювання системи дихання .....	316
6.4.1. Система дихання: будова та функціонування .....	317
6.4.2. Моделювання системи дихання. Альвеолярна вентиляція .....	320
6.4.3. Математичне моделювання системи зовнішнього дихання. Модель Гродінза .....	321
6.4.4. Моделювання регулятора дихання .....	325
6.5. Моделювання апарату мовлення .....	327
6.5.1. Будова апарату мовлення .....	328
6.5.2. Акустичне моделювання апарату мовлення .....	329
6.5.3. Еквівалентна електрична схема гідроакустичної моделі апарату мовлення .....	333
6.6. Моделювання слухового апарату .....	336
6.6.1. Будова слухового апарату .....	337
6.6.2. Моделі зовнішнього і середнього вуха .....	341
6.6.3. Сприйняття за частотою. Моделі завитки .....	344
6.7. Специфіка моделювання зв'язаних фізіологічних систем .....	349
6.7.1. Моделювання зв'язаних фізіологічних систем як систем із нав'язаною рівновагою .....	350
6.7.2. Моделювання зв'язаних фізіологічних систем як єдиного цілого (як системи з вільною рівновагою) .....	353
6.7.3. Приклади моделей зв'язаних фізіологічних систем .....	355
6.8. Структурне комп'ютерне моделювання фізіологічних систем .....	363
6.8.1. Моделювання серцево-судинної системи людини .....	366
6.8.2. Моделювання системи регуляції вмісту CO <sub>2</sub> у крові людини .....	368
6.8.3. Моделювання системи газообміну в організмі людини (модель Ф. Гродінза) .....	370
Список літератури .....	373