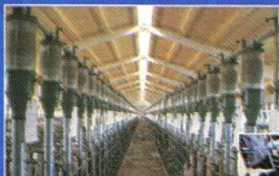


А.И. Завражнов, П.И. Огородников

---

# БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ



**А.И. Завражнов, П.И. Огородников**

**БИОТЕХНИЧЕСКИЕ  
СИСТЕМЫ  
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ  
КОМПЛЕКСЕ**



**МОСКВА**

Издательский дом «Университетская книга»

**2011**

УДК 574.6:636  
ББК 30.16  
3-13

**Рецензенты:**

*М.М. Константинов* – доктор технических наук, профессор  
Оренбургского государственного аграрного университета;  
*Ж.А. Ермакова* – доктор экономических наук, профессор  
Оренбургского государственного университета

**Завражнов, Анатолий Иванович.**

**3-13** Биотехнические системы в агропромышленном комплексе / А.И. Завражнов, П.И. Огородников; отв. ред. акад. РАСХН А.И. Завражнов. – М. : Издательский дом «Университетская книга», 2011. – 412 с.

ISBN 978-5-9792-0050-7

**И. Огородников, Петр Иванович.**

В книге сделан краткий экскурс в имеющиеся разработки по математическому описанию технологических процессов сельскохозяйственного производства. Отмечено, что именно в сельском хозяйстве функционируют сложные биотехнические системы. Обоснована необходимость разработки математической модели по управлению сложными биотехническими системами, включающими в себя две биологические подсистемы (человек – животное, растение), одну техническую (машины), функционирующими в тесном взаимодействии с внешней средой и в общем информационном поле. Предложены новые подходы к разработке математических моделей по управлению надежным функционированием сложных биотехнических систем.

Книга предназначена для исследователей сложных биотехнических систем, студентов технических и сельскохозяйственных вузов.

УДК 574.6:636  
ББК 30.16

ISBN 978-5-9792-0050-7

© ООО Издательский дом  
«Университетская книга», 2011  
© Завражнов А.И., Огородников П.И., 2011

# СОДЕРЖАНИЕ

ПОНЯТИЙНЫЙ АППАРАТ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	8
1.1 Структурно-функциональные свойства биологических объектов биотехнических систем.....	8
1.2 Логические особенности биологических объектов БТС.....	21
Глава 2 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ.....	35
2.1 Элементы общей теории систем и системного подхода.....	35
2.2 Макроскопическая и микроскопическая точки зрения на поведение системы.....	43
2.3 Свойства систем.....	43
2.4 Анализ и синтез систем.....	47
2.5 Способы описания систем.....	48
2.6 Системные аспекты управления.....	57
2.7 Основные функциональные характеристики сложных систем.....	61
Глава 3 ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ.....	72
3.1 Системный подход к изучению объектов живой и неживой природы.....	72
3.2 Системный анализ при выборе объекта исследования.....	80
3.3 Сложные биотехнические системы в АПК.....	90
3.3.1 Безопасность и эффективность биотехнических систем.....	90
3.3.2 Критерии, классификация и показатели работы биотехнических систем.....	102
3.4 Принцип оптимальности и прогнозирования эффективности биотехнической системы.....	111
3.5 Динамические характеристики биотехнической системы.....	124
3.6 Оператор в системе «человек – машина» (СЧМ) и общая схема его деятельности.....	133
3.7 Психологические особенности системы «человек – компьютер».....	138
3.8 Биотехнические системы в животноводстве.....	143
3.9 Производственные условия функционирования биотехнической системы.....	151

3.9.1	Особенности структуры производства продуктов животноводства .....	151
3.9.2	Системный подход к изучению производственного процесса в животноводстве .....	153
3.9.3	Условия функционирования биотехнической системы человек – машина – животное – внешняя среда .....	157
3.10	Показатели и критерии эффективности биотехнической системы .....	163
Глава 4	МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АПК .....	180
4.1	Математическое моделирование – основной путь решения проблемы .....	180
4.2	Основные этапы построения математической модели .....	182
4.3	Основные аспекты моделирования и классификация математических моделей .....	185
4.4	Выбор показателей для оценки качества функционирования объекта исследования .....	188
4.5	Математическое моделирование как инструмент исследования технологических процессов .....	190
4.6	Системные исследования для проектирования и оптимизации технологических объектов .....	204
4.6.1	Принципы системного подхода в моделировании систем .....	206
4.6.2	Классификация видов моделирования систем .....	211
4.7	Теоретическое моделирование на основе математического базиса .....	219
4.7.1	Алгоритм математического моделирования .....	219
4.7.2	Свойства математических моделей .....	223
4.7.4	Теоретические и эмпирические модели .....	228
4.7.5	Особенности функциональных моделей .....	228
4.7.6	Иерархия математических моделей и формы их представления .....	231
4.8	Обоснование математических моделей технологических подсистем на основе системного анализа .....	234
4.8.1	Структурные составляющие математической модели .....	237
4.8.2	Основы метода композиционного проектирования .....	238
4.8.3	Параметрический синтез технологического объекта на основе математического моделирования .....	242
4.9	Математическое моделирование в отрасли растениеводства .....	244
4.10	Уравнения роста .....	247
4.10.1	Простой экспоненциальный рост с резкой отсечкой .....	249
4.10.2	Мономолекулярное уравнение .....	251
4.10.3	Уравнение логистического роста .....	252
4.10.4	Кривая роста Гомпертца .....	255
4.10.5	Уравнение роста Ричардса .....	258
4.10.6	Уравнение роста Чантера .....	260

4.11	Математические модели в отрасли молочного скотоводства.....	264
4.12	Модели продуктивности животных.....	270
4.13	Эргономическая оценка системы «человек – машина – животное – внешняя среда».....	283
4.13.1	Значение оператора в повышении эффективности работы биотехнической системы .....	287
4.13.2	Сравнительная характеристика методов определения надежности оператора.....	290
4.13.3	Надежность деятельности оператора и ее показатели .....	297
4.13.4	Функциональная надежность оператора .....	307
<b>Глава 5</b>	<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ В АПК.....</b>	<b>320</b>
5.1	Методика моделирования сложных биотехнических систем в растениеводстве .....	320
5.2	Оценка биологической продуктивности яблони с помощью многомерных регрессий .....	329
5.3	Теоретическая модель выведения молока из соска вымени животного доильными стаканами с массажниками .....	335
5.4	Математическое моделирование взаимодействия исполнительного механизма доильного аппарата (подсистема «техника») с перепадом вакуумметрического давления в подсосковой и межстенной камерах с соском вымени коровы (подсистема «животное») .....	339
5.5	Математическое моделирование физиологической оценки доильных аппаратов подсистема «техника» на основе синхронной молокоотдачи четвертей вымени животных.....	348
5.6	Формирование продуктивности молочного скота при действии сложной биотехнической системы.....	353
5.7	Оптимизация технологических линий раздачи кормов.....	362
5.8	Устойчивость и восприимчивость сложных биотехнических систем.....	375
5.8.1	Устойчивость БТС – ВС .....	375
5.8.2	Управление восприимчивостью биотехнических систем .....	379
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>391</b>
	<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>394</b>