

15-7758

ДУБЛЕТ



*В.А. Кожухов, А.Ф. Семенов,
Н.В. Цугленок*

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕЖИМОВ
ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩЕЙ В ТЕПЛИЦЕ**

Красноярск 2015

15-07760

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Красноярский государственный аграрный университет

В.А. Кожухов, А.Ф. Семенов, Н.В. Цугленок

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕЖИМОВ
ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩЕЙ В ТЕПЛИЦЕ**

Красноярск 2015

ББК 40.711
К 58

Рецензенты:

*В.И. Пантелеев, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой электротехнических комплексов и систем
ПИ Сибирского федерального университета*

*Я.А. Кунгс, кандидат технических наук, профессор кафедры
системозенергетики Красноярского государственного аграрного
университета*

К 58 Кожухов, В.А. Имитационное моделирование энергосберегающих режимов выращивания овощей в теплице / В.А. Кожухов, А.Ф. Семенов, Н.В. Цугленок; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 136 с.

ISBN 978-5-94617-348-3

В монографии рассматриваются пути повышения эффективности овощеводства открытого грунта, применение имитационного моделирования для создания микроклимата, разработка эффективной системы энергообеспечения теплицы, экспериментальные исследования устройств аккумуляции теплоты. Получение полноценного, качественного и экологически чистого урожая с наименьшими энергозатратами во многом зависит от точности управления микроклиматом теплицы по алгоритмам, учитывающим физиологические особенности растений и воздействие окружающей среды, поэтому разработка энергетических режимов выращивания овощей является одной из важных предпосылок рентабельного производства АПК.

Предназначено специалистам, работающим в области создания систем управления технологическими процессами, аспирантам и магистрантам электротехнических специальностей.

ББК 40.711

ISBN 978-5-94617-348-3

© Кожухов В.А., Семенов А.Ф., Цугленок Н.В., 2015
© Красноярский государственный аграрный
университет, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ОВОЩЕВОДСТВА ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА	7
1.1 Физиологические аспекты фотосинтеза	7
1.1.1 Фотосинтетическая система	7
1.1.2 Энергетика фотосинтеза	12
1.1.3 Этапы фотосинтеза	14
1.2 Влияние внешних условий на интенсивность фотосинтеза	20
1.2.1 Влияние интенсивности и качества света на фотосинтез.....	22
1.2.2 Влияние концентрации углекислоты на фотосинтез	24
1.2.3 Влияние температуры на фотосинтез.....	27
1.2.4 Скорость ветра	29
1.2.5 Влияние снабжения водой.....	29
1.2.6 Влияние минерального питания.....	29
1.2.7 Фотосинтетическая продуктивность, КПД фотосинтеза	31
1.3 Современное состояние тепличного сектора экономики	37
1.4 Энергетические составляющие снижения себестоимости тепличной продукции	45
1.5 Энергетические взаимодействия в культивационных сооружениях.....	50
1.6 Анализ современных материалов для промышленных теплиц ...	52
1.7 Создание базы данных микроклиматических факторов растения на примере огурца	57
ГЛАВА 2 ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА ТЕПЛИЦЫ	62
2.1 Особенности имитационного моделирования агроэкологических систем	63
2.1.1 Теоретические основы математического моделирования производственного процесса	65
2.1.2 Обоснование применения имитационной модели производственного процесса растения.....	67
2.2 Выбор архитектуры и алгоритма обучения искусственной нейронной сети для управления микроклиматом.....	68
2.2.1 Прикладные возможности нейронных сетей.....	69
2.2.2 Структура и свойства искусственного нейрона	71
2.2.3 Перцептрон	73
2.2.4 Однонаправленные многослойные сети сигмоидального типа	75
2.2.5 Выбор архитектуры сети	76
2.2.6 Математическая основа оптимизационного процесса	79
2.2.7 Выбор алгоритма обучения нейронной сети	82

2.2.8 Сравнение эффективности алгоритмов обучения	90
2.2.9 Создание искусственной нейронной сети	93
2.3 Методы применения искусственных нейронных сетей в системах управления микроклиматом	94
2.4 Разработка системы регулирования технологических параметров микроклимата на основе уровня чистой продуктивности фотосинтеза	99
ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛИЦЫ.....	
3.1 Создание кольцевой системы аккумулирования тепловой энергии в теплице	101
3.1.1 Разработка аккумулятора тепла	102
3.1.2 Разработка кольцевой системы теплоснабжения теплицы	104
3.2 Создание системы управления режимом облучения растений в теплице.....	107
3.3 Создание системы управления концентрацией диоксида углерода в теплице	111
3.4 Создание эффективной системы управления	113
ГЛАВА 4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВ АККУМУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ	
4.1 Экспериментальная установка «система обогрева теплицы».....	116
4.2 Методика экспериментальных исследований «системы обогрева теплицы»	117
4.3 Экспериментальные исследования «системы обогрева теплицы»	118
4.3.1 Определение эффективности аккумуляции излишков тепла	118
4.3.2 Обоснование целесообразности использования аккумулятора тепла для подавления пиковых тепловых нагрузок при высоком уровне активности солнца	120
4.4 Экспериментальные исследования с использованием имитационного моделирования	122
4.4.1 Создание нейронных сетей управления системой обогрева теплицы.....	122
4.4.2 Применение нейронных сетей в системе автоматического регулирования температурного режима теплицы.....	126
4.5 Результаты проведенной работы	130
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	131
ЛИТЕРАТУРА	132