

20-5728

ДУБЛЕТ



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

А.Ю. Измайлов, А.С. Дорохов, А.П. Гришин,
А.А. Гришин, В.А. Гришин, Н.А. Семенова

**ЗАМКНУТЫЕ ЦИФРОВЫЕ
ИСКУССТВЕННЫЕ АГРОЭКОСИСТЕМЫ
В ОВОЩЕВОДСТВЕ**

МОНОГРАФИЯ

20-05429

2020

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)**

**А.Ю. Измайлов, А.С. Дорохов,
А.П. Гришин, А.А. Гришин, В.А. Гришин, Н.А. Семенова**

**ЗАМКНУТЫЕ ЦИФРОВЫЕ ИСКУССТВЕННЫЕ
АГРОЭКОСИСТЕМЫ В ОВОЩЕВОДСТВЕ**

Монография

Москва 2020

**Измайлов А.Ю., Дорохов А.С., Гришин А.П., Гришин А.А.,
Гришин В.А., Семенова Н.А. Замкнутые цифровые искусственные
агрэкосистемы в овощеводстве: М.: ФНАЦ ВИМ, 2020, 184 с.**

Рассматриваются теоретические и методологические аспекты создания цифровых закрытых агрэкосистем для технологий сельхозпроизводства с позиций биоэнергетической продуктивности.

Приводятся научные основы разработанной биоэнергетической теории продуктивности. Научно обосновано применение эксергетического анализа, как теоретической базы биоэнергетической теории продуктивности. Отражены проблемы эмпирических знаний по технологиям растениеводства, а также теоретические предпосылки создания искусственных экосистемах на основе аппарата нечеткой логики.

Приводится методология управления агроэкологическими системами и биологическими объектами в замкнутых агрэкосистемах. Сформулированы основные принципы синергетики и эксергетического моделирования для управления производственными процессами в замкнутых искусственных агрэкосистемах.

Рассмотрены технологии и оборудование для создания условий роста растений в закрытых агрэкосистем на основе цифровых технических средств мониторинга и управления их ростом на примере продукции овощеводства, в том числе с элементами роботизации процессов.

Предназначено для руководителей и специалистов всех уровней, занимающихся вопросами цифровизации отраслей экономики, научных и образовательных учреждений и организаций.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Научные основы биоэнергетической теории продуктивности	9
1.1. Эксергетический анализ – основа биоэнергетической теории продуктивности растениеводства в открытых искусственных агроэкосистемах	9
1.2. Энергия, эксергия и анергия	11
1.3. Определение эксергии оптического излучения в отношении фотосинтеза растений.	14
1.4. Эксергетическое взаимно согласованное определение агроэкологических величин, оценка агроэкологических ресурсов в открытых агроэкосистемах.	22
1.5. Проблемы эмпирических знаний по технологиям растениеводства	30
1.6. Методология управления агроэкологическими системами и биологическими объектами в замкнутых агроэкосистемах на основе эксергетической теории продуктивности.	35
1.6.1. Научно-теоретические предпосылки создания интеллектуальной автоматки в искусственных экосистемах на основе аппарата нечеткой логики	35
1.6.2. Определение основной величины эксергетической модели продуктивности, ее предельного значения для ЗИАЭС	45
1.6.3. Определение взаимосогласованных агроэкологических величин эксергетической модели для ЗИАЭС и их факторы продуктивности.	51
1.6.4. Принципы синергетики и эксергетического моделирования для управления производственными процессами в замкнутых искусственных агроэкосистемах	53
1.6.5. Принцип энергоинформационного единства построения цифровых технических систем в управляемых ЗИАЭС.	57
1.6.6. Принцип энергетической экстремальности самоорганизации для управления производственными процессами в ЗИАЭС. Терморегуляция – проявление процесса самоорганизации в растении.	65
1.6.7. Роль терморегуляции в производственных процессах	69
1.6.7.1. Теоретические положения представления процесса терморегуляции растений с позиций синергетики и термодинамики	70
1.6.7.2. Экспериментальные исследования роли терморегуляции в производственных процессах	75
1.6.7.2.1. Программа и методика проведения экспериментального исследования производственных процессов в ЗИАЭС	75
1.6.7.2.2. Технические средства для проведения экспериментальных исследований производственных процессов в искусственных	

агрэкосистемах	76
1.6.7.2.3. Результаты экспериментальных исследований продукционных процессов в искусственных агроэкосистемах	81
Выводы по разделу 1.6.7.2.	101
1.7. Коэффициенты оптимальности Кф	103
2. Технологии и оборудование для создания условий роста растений в ЗИАЭС	105
2.1. Питательные растворы	105
2.2. Среда размещения корневой системы	107
2.3. Световое излучение и его спектры	107
2.4. Температура воздуха	109
2.5. Влажность воздуха	111
3. Цифровые технические средства мониторинга и управления ростом овощеводческой продукцией в закрытых искусственных агроэкосистемах	112
3.1. Датчики и сенсоры	113
3.2. Контроллеры и ПО	117
3.3. Средства связи	118
3.4. Приводы и исполнительное оборудование	119
3.5. Обработка данных, принятие решений	120
3.6. Машинное зрение	175
4. Цифровизация технологий получения овощеводческой продукции в ЗИАЭС	122
5. Перспективные технологии получения овощеводческой продукции в ЗИАЭС	124
6. Роботизация получения овощеводческой продукции в ЗИАЭС	129
7. Характеристики камер ЗИАЭС	138
Библиографический список	166
Глоссарий, термины и определения	176