


ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ»  
(ИАЭП-ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

21-2118

А.Ф. Эрк, Е.В. Тимофеев

21-02118



**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ  
СИСТЕМ ЭЛЕКТРОТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ЭНЕРГИИ СОЛНЦА И ВЕТРА**

Санкт-Петербург  
2020

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ»  
(ИАЭП-ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)**

**А.Ф. ЭРК, Е.В. ТИМОФЕЕВ**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ  
СОЛНЦА И ВЕТРА**

Санкт-Петербург

2020

УДК 631.3  
ББК 40.76  
Э78

Эрк А. Ф., Тимофеев Е. В. Математические модели систем электротеплоснабжения сельскохозяйственных потребителей с использованием энергии солнца и ветра СПб.: ИАЭП. 2020. 96 с.

В монографии представлены математические модели солнечной водонагревательной установки для теплоснабжения и системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей с использованием энергии солнца и ветра, а также приведены примеры использования моделей. Выполнен расчет конструктивных и энергетических параметров преобразователей энергии ветра и солнца в системах электротеплоснабжения сельскохозяйственных потребителей при заданной энергетической нагрузке и сопутствующих климатических условиях осуществляется посредством математических моделей с применением эффективных и доступных программ. Показан пример рационального выбора преобразователей энергии солнца и ветра в электрическую на основе расчета энергетических ресурсов в районе их использования.

**Рецензенты:**

*А. В. Бобыль* – доктор физ.-мат. наук, профессор

*Е. В. Теруков* – доктор техн. наук, профессор

Рассмотрено и рекомендовано к изданию Ученым советом ИАЭП - филиалом ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (протокол № 8 от 18 декабря 2020 года)

ISBN 978-5-88890-098-7

© А. Ф. Эрк и др., 2020  
© ИАЭП, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>5</b>
1 Математическая модель системы теплоснабжения сельскохозяйственных потребителей с использованием энергии солнца.....	6
1.1 Математическое описание процесса теплопереноса в гелиоколлекторе.....	7
1.2 Тепловой режим в элементах гелиоколлектора.....	8
1.3 Граничные условия теплопереноса на верхней поверхности гелиоколлектора.....	9
1.4 Граничные условия теплопереноса на поверхности поглощающего солнечную энергию слоя гелиоколлектора (утеплителя).....	14
1.5 Граничные условия теплопереноса на нижней поверхности коллектора.....	16
1.6 Математическое описание процесса теплопереноса в трубчатой спирали коллектора.....	16
1.7 Математическое описание процесса теплопереноса в баке-аккумуляторе.....	18
1.8 Математическое описание термосифонного эффекта.....	20
1.9 Замечания по использованию математической модели СВУ.....	23
1.10 Пример использования математической модели СВУ.....	24
2 Математическая модель системы электроснабжения сельскохозяйственного потребителя с использованием энергии Солнца и ветра.....	38
2.1 Математическое описание ветрогенератора.....	38
2.2 Математическое описание солнечного модуля.....	42
2.3 Математическое описание аккумуляторной батареи.....	45
2.4 Блок бесперебойного питания.....	47
2.5 Исследование СЭСП посредством математического моделирования.....	47
3 Экспериментальный образец энергетического модуля для электроснабжения сельскохозяйственных предприятий.....	52
4 Расчет энергетических ресурсов солнца и ветра в районе их использования.....	59
4.1 Базы данных климатической информации.....	60
4.1.1 Формирование таблицы исходных данных для расчета энергетических характеристик ветра.....	60
4.1.2 Формирование таблицы исходных данных для прямой и рассеянной солнечной радиации.....	61
4.2 Расчет оптимальных значений установленной мощности ВЭУ и площади воспринимающей солнечную энергию поверхности СБ.....	62
4.2.1 Массивы данных ВЭУ и СП.....	63
4.3 Расчет минимальной по стоимости гипотетической ВЭУСБ.....	68
4.3.1 Описание программы оптимизации.....	68

5 Выбор минимального по стоимости комплекта ВЭУ и СП из номенклатуры выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью.....	75
5 1 Предварительные замечания.....	75
5 2 Выбор минимального по стоимости комплекта ВЭУ.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	83
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	90
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	93