

**Н.В. Цугленок, С.К. Шерьязов,  
А.В. Бастрон**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ  
И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ  
В СИСТЕМЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

**Красноярск 2012**

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Красноярский государственный аграрный университет**

**Н.В. Цугленок, С.К. Шерьязов, А.В. Бастрон**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ  
И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ  
В СИСТЕМЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

**Красноярск 2012**

ББК 40.76

Ц 83

*Рецензенты:*

*В.И. Пантелеев, д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Электротехнические комплексы и системы» Политехнического института  
Сибирского федерального университета*

*Л.В. Куликова, д-р техн. наук, проф. каф. «Электрификация производства и быта» Алтайского государственного технического университета  
им. И.И. Ползунова*

**Цугленок, Н.В.**

**Ц 83 Рациональное сочетание традиционных и возобновляемых источников энергии в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей / Н.В. Цугленок, С.К. Шерьязов, А.В. Бастрон; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 360 с.**

*Под общей редакцией д-ра техн. наук, проф. Н.В. Цугленка*

ISBN 978-5-94617-258-5

В монографии изложены теоретические исследования и практические рекомендации по рациональному сочетанию традиционных и возобновляемых источников энергии в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей на примере Южного Урала и Красноярского края.

Предназначено для научных работников и специалистов, а также для студентов и аспирантов агроинженерных и энергетических специальностей высших учебных заведений.

ББК 40.76

ISBN 978-5-94617-258-5

© Цугленок Н.В., Шерьязов С.К.,  
Бастрон А.В., 2012  
© Красноярский  
государственный аграрный  
университет, 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	6
<b>Глава 1. ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ</b>	8
1.1 Особенности энергопотребления сельского хозяйства	8
1.2 Пути совершенствования энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей	10
1.3 Использование возобновляемых источников и классификация источников энергии	13
1.4 Опыт использования солнечной и ветровой энергии в сельском хозяйстве	24
1.5 Основные принципы эффективного энергообеспечения потребителей с использованием возобновляемых источников	46
<b>Глава 2. МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ ТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ В СИСТЕМЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ</b>	49
2.1 Принципы исследования рационального сочетания потребляемых энергоресурсов в системе энергоснабжения	49
2.2 Разработка системы комплексного энергоснабжения с использованием возобновляемых источников	53
2.3 Принципы исследования подсистемы энергоснабжения с использованием солнечной и ветровой энергии	60
2.4 Основные характеристики модели функционирования подсистемы ВИЭ и принципы их исследования	65
2.5 Условия определения рационального сочетания потребляемых энергоресурсов в системе комплексного энергоснабжения	73
<b>Глава 3. ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ В СИСТЕМЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ</b>	76
3.1 Принципы согласования режимов поступления и потребления возобновляемой энергии в системе энергоснабжения	77

3.2 Схемы согласования в системе комплексного энерго- снабжения с использованием возобновляемых источников	81
3.3 Показатели использования возобновляемых источников в системе комплексного энергоснабжения	87
3.4 Методы оценки условий энергообеспечения и замещения потребной энергии от ВИЭ	93

<b>Глава 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ И ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК</b>	102
4.1 Определение энергетических характеристик солнечной радиации в условиях Южного Урала	102
4.2 Исследование солнечной радиации в условиях Красноярс- кого края, Республик Хакасия и Тыва	125
4.3 Исследование режимов функционирования гелиоэнерге- тической установки	131
4.4 Экспериментальные исследования гелиоэнергетических установок	139

<b>Глава 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРОВОГО ПОТОКА И ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК</b>	152
5.1 Определение энергетических характеристик ветрового потока в условиях Южного Урала	152
5.2 Исследование энергетических характеристик ветрового потока в условиях Красноярского края, Республик Хакасия и Тыва	165
5.3 Исследование режима работы ветроэнергетической уста- новки в условиях Южного Урала	173
5.4 Исследование режимов совместного поступления сол- нечной и ветровой энергии	191
5.5 Экспериментальные исследования ветроэнергетической и гелиоветроэнергетической установок	204

<b>Глава 6. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ НА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ</b>	213
6.1 Разработка технических и схемных решений для эффективного использования солнечной и ветровой энергии	213
6.2 Разработка имитационной модели функционирования подсистемы энергоснабжения ВИЭ	237
6.3 Методика проведения эксперимента на имитационной модели	243
6.4 Результаты экспериментальных исследований на имитационной модели	249
<b>Глава 7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ</b>	271
7.1 Экономические показатели системы комплексного энергоснабжения	271
7.2 Определение технико-экономических показателей подсистемы ВИЭ	274
7.3 Исследование оптимальной площади солнечной и ветровой установки	279
7.4 Определение условий эффективного использования солнечной и ветровой энергии	281
7.5 Исследование технико-экономических показателей ГЭУ и ВЭУ	286
<b>ЛИТЕРАТУРА</b>	296
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	322