

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ – БАКАЛАВРИАТ

серия основана в 1996 г.



**А.Б. ЛЕВИН**  
**Ю.П. СЕМЕНОВ**  
**В.Г. МАЛИНИН**  
**А.В. ХРОМЕНКО**

# **ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ**

**УЧЕБНИК**

Под редакцией кандидата технических наук *А.Б. Левина*

*Рекомендовано  
УМО по образованию в области лесного дела  
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата  
35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств»  
и магистратуры 35.04.02 «Технология лесозаготовительных  
и деревоперерабатывающих производств»*

**Электронно-  
Библиотечная  
Система  
znanium.com**

Москва  
ИНФРА-М  
2017

# Оглавление

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>Глава 1. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ БИОМАССЫ ЛЕСОВ И ЛЕСНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ МИРА</b> .....	<b>8</b>
<b>Глава 2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ БИОМАССЫ ЛЕСОВ И ЛЕСНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ РОССИИ</b> .....	<b>15</b>
2.1. Ресурсы лесов, лесного хозяйства и лесозаготовительной промышленности России .....	15
2.2. Технологии сбора и транспортировки дровяной древесины и порубочных отходов .....	24
2.3. Ресурсы древесного топлива в деревоперерабатывающей промышленности России .....	27
2.4. Оценка баланса ресурса древесного топлива и потребности в энергии лесопромышленного и деревообрабатывающего предприятия .....	30
<b>Глава 3. СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ КАК ТОПЛИВА</b> .....	<b>37</b>
3.1. Строение и состав древесины .....	37
3.2. Элементный состав древесной биомассы .....	38
3.3. Теплота сгорания древесной биомассы. Выход летучих .....	40
3.4. Плотность биомассы древесины .....	43
<b>Глава 4. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ</b> .....	<b>48</b>
<b>Глава 5. ПРОИЗВОДСТВО, ТРАНСПОРТ И ХРАНЕНИЕ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА</b> .....	<b>51</b>
5.1. Классификация древесного топлива .....	51
5.2. Технология производства топливной щепы .....	53
5.3. Типы рубительных машин и их характеристики .....	57
5.4. Транспорт измельченной древесины .....	62
5.5. Склады топливной щепы .....	65
5.6. Технология производства древесных топливных гранул .....	67
5.7. Технология производства топливных брикетов из древесных отходов .....	74
<b>Глава 6. ПРОИЗВОДСТВО ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ</b> .....	<b>78</b>
6.1. Пиролиз древесной биомассы .....	78
6.2. Технологии получения древесного угля .....	83
<b>Глава 7. ПРОИЗВОДСТВО ГАЗООБРАЗНОГО И ЖИДКОГО ТОПЛИВА ИЗ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ</b> .....	<b>89</b>
7.1. Газификация древесины .....	89
7.2. Технические решения использования газогенераторов .....	94
7.3. Производство жидкого биотоплива .....	99
<b>Глава 8. ТОПОЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ТОПОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ</b> .....	<b>105</b>
8.1. Горение древесной биомассы. Расчет процесса горения .....	105

8.2. Методы сжигания топлива. Классификация и теплотехнические характеристики топок.....	111
8.3. Слоевые топки с горизонтальной колосниковой решеткой .....	116
8.4. Топки с наклонной и вертикальной зажимающей решетками.....	119
8.5. Вихревые и циклонные топки.....	125
8.6. Топки с кипящим слоем.....	127
8.7. Сжигание древесных пеллет и брикетов.....	128

## **Глава 9. ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ..... 132**

9.1. Схемы производства тепловой и электрической энергии .....	132
9.2. Водогрейные и паровые котельные .....	137
9.3. Промышленные тепловые электростанции на древесном топливе.....	145
9.4. Котлы производственных котельных и ТЭС.....	149
9.5. Тепловой баланс и КПД котлоагрегата. Определение расхода топлива.....	156

## **Глава 10. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ ..... 161**

## **Глава 11. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ ..... 166**

11.1. Очистка дымовых газов.....	166
11.2. Свойства и использование древесной золы.....	171
11.3. Потенциальный вклад биотоплива в снижение эмиссии парниковых газов.....	175

## **Глава 12. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ ..... 180**

12.1. Перспективы развития энергетического использования биомассы древесины в мире.....	180
12.2. Перспективы развития энергетического использования древесной биомассы в России.....	183

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ..... 190**

## **ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ..... 194**