

Древесина как источник энергии в регионе ЕЭК ООН:

данные, тенденции и перспективы в Европе,
Содружестве Независимых Государств
и Северной Америке

Древесина как источник энергии в регионе ЕЭК ООН:

данные, тенденции и перспективы в Европе,
Содружестве Независимых Государств
и Северной Америке

Настоящая публикация посвящена использованию древесины в энергетических целях и содержит самые последние статистические данные о рынках энергоносителей на базе древесины в регионе ЕЭК ООН. Ее цель состоит в том, чтобы сообщить о важности древесины как источника энергии в регионе и способствовать соединению информации о лесном и энергетическом секторах. В ней также представлена некоторая наилучшая имеющаяся информация о роли, которую может играть производство энергии на базе древесины в деле поддержки экологических, энергетических и социально-экономических стратегий, осуществляемых в различных секторах в целях перехода к «зеленой» экономике. Основное внимание в ней уделяется коммерческому использованию энергоресурсов на базе древесины в регионе ЕЭК ООН, в том числе для производства энергии в целях приготовления пищи, отопления и выработки электроэнергии.

Дополнительная информация об энергоносителях на базе древесины имеется на веб-сайте www.unece.org/forests/jwee



Information Service
United Nations Economic Commission for Europe

Palais des Nations
CH - 1211 Geneva 10, Switzerland
Telephone: +41(0)22 917 12 34
Fax: +41(0)22 917 05 05
E-mail: unece_info@un.org
Website: <http://www.unece.org>



Продовольственная и
сельскохозяйственная
организация
Объединенных Наций

ЕЭК ООН

Древесина как источник энергии в регионе ЕЭК ООН: данные, тенденции и перспективы в Европе, Содружестве Независимых Государств и Северной Америке



ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Нью-Йорк и Женева, 2018 год

ПРИМЕЧАНИЕ

Употребляемые обозначения и изложение материала в настоящем издании не означают выражения со стороны Секретариата Организации Объединенных Наций какого бы то ни было мнения относительно правового статуса той или иной страны, территории, города или района, или их властей или относительно делимитации их границ.

ОГОВОРКА

Содержание настоящего документа необязательно отражает мнения или политику Организации Объединенных Наций, секретариата ЕЭК/ФАО, Комитета ЕЭК по лесам и лесной отрасли и Европейской комиссии ФАО по лесному хозяйству.

Вследствие округления итоговые показатели могут не соответствовать сумме слагаемых.

ВЫДЕРЖКА

Настоящая публикация посвящена использованию древесины в энергетических целях и содержит самые последние статистические данные о рынках энергоносителей на базе древесины в регионе ЕЭК ООН. Ее цель состоит в том, чтобы сообщить о важности древесины как источника энергии в регионе и способствовать соединению информации о лесном и энергетическом секторах. В ней также представлена некоторая наилучшая имеющаяся информация о роли, которую может играть производство энергии на базе древесины в деле поддержки экологических, энергетических и социально-экономических стратегий, осуществляемых в различных секторах в целях перехода к «зеленой» экономике. Основное внимание в ней уделяется коммерческому использованию энергоресурсов на базе древесины в регионе ЕЭК ООН, в том числе для производства энергии в целях приготовления пищи, отопления и выработки электроэнергии.

.....
ECE/TIM/SP/42
.....

ИЗДАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

e-ISBN: 978-92-1-363111-9

.....

Авторские права © Организация Объединенных Наций, 2018 год

Все права защищены во всем мире

Издание Организации Объединенных Наций, выпущенное Европейской экономической комиссией (ЕЭК)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Первым видом топлива, которым стал пользоваться человек, была древесина, и она по-прежнему не утратила своего значения как источника энергии. Во многих развивающихся странах древесина имеет наибольший удельный вес в общем предложении энергоресурсов, а в ряде развитых стран на нее приходится, как это ни удивительно, почти 25% этого показателя. В Европе энергоносители на базе древесины по-прежнему являются основным возобновляемым источником энергии – на них приходится приблизительно 45% общего объема производства первичной энергии с использованием возобновляемых энергоресурсов.

Кроме того, сектор энергоносителей на базе древесины идет в ногу со временем. Появление топливных древесных гранул, которые изготавливаются из прессованных древесных частиц и отличаются эффективностью сгорания, удобством в использовании и более высокой, по сравнению с традиционной дровяной древесиной, удельной энергоемкостью, привнесло изменения в технологию использования древесины в целях производства тепла и электроэнергии в регионе ЕЭК. Производство топливных древесных гранул и торговля ими способствуют поддержанию занятости в лесном секторе региона ЕЭК, в частности в сельских районах, где необходимо создавать рабочие места. Благодаря этому также появились возможности для реализации на рынке ранее малоценных остаточных продуктов лесоперерабатывающего производства, например опилок, древесины, бывшей в употреблении, и древесины с лесосек, которая зачастую считалась продуктом, не имеющим какой-либо ценности, и поэтому оставлялась в лесу или сжигалась на месте.

Меры политики, направленные на увеличение доли возобновляемых источников энергии и сокращение выбросов углерода, сыграли важную роль в расширении масштабов применения древесины в целях производства энергии и вместе с быстрым ростом цен на нефть, отмеченным в начале этого тысячелетия, способствовали резкому наращиванию использования энергоносителей на базе древесины, в частности в Европе. По сравнению с другими возобновляемыми источниками энергии древесина обладает некоторыми явными преимуществами. У нее нет недостатков, которые присущи другим возобновляемым энергоресурсам, поскольку ее можно хранить и использовать в целях получения энергии даже в условиях отсутствия солнца и ветра или ограничения возможностей производства гидроэлектроэнергии.

Использование древесины в энергетических целях, если оно не осуществляется надлежащим образом, может иметь негативные последствия. Производство энергии на базе древесины, если его процесс не является эффективным, может быть значительным источником загрязнения как внутри, так и снаружи помещений. Заготовка древесного топлива, производимая без применения устойчивой практики, может приводить к деградации лесов. Тем не менее древесина может быть весьма чистым и устойчивым топливом, если в целях обеспечения эффективности ее заготовки, переработки и сжигания применяется наилучшая имеющаяся практика.

В настоящей публикации описываются: текущая ситуация в области производства энергии на базе древесины в регионе ЕЭК, виды используемого древесного топлива, его основные источники и потребители, инструменты государственной политики, которые содействуют (и препятствуют) его использованию, а также способы заготовки древесины на устойчивой основе. Кроме того, в ней рассматривается вопрос о том, какое влияние могут оказать текущие социальные, экономические и политические тенденции и изменения на использование древесины в энергетических целях и ее устойчивое производство в будущем. И наконец, мы считаем, что настоящая публикация позволяет получить представление о текущем и будущем вкладе сектора энергоносителей на базе древесины в достижение Целей Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития.



Хирото МИТЦУГИ

Помощник Генерального директора,
Департамент лесного хозяйства Продовольственной
и сельскохозяйственной организации
Объединенных Наций



Ольга АЛЬГАЕРОВА

Заместитель Генерального секретаря
Организации Объединенных Наций,
Исполнительный секретарь Европейской экономической
комиссии Организации Объединенных Наций

СОДЕРЖАНИЕ

1	Многочисленные функции древесины как источника энергии	1
1.1	Введение.....	2
1.2	Функции древесины как источника энергии.....	2
1.3	Выводы	11
1.4	Справочная литература.....	12
2	Данные об энергоносителях на базе древесины: Совместное обследование по сектору энергоносителей на базе древесины	14
2.1	История проведения Совместного обследования по сектору энергоносителей на базе древесины	16
2.2	Структура вопросника СОЭД	19
2.3	Совместное обследование по сектору энергоносителей на базе древесины и международные системы представления отчетности	21
2.4	Данные СОЭД.....	23
2.5	Агрегированные результаты и показатели СОЭД за 2015 год	24
2.6	Продольные данные	28
2.7	Практика сбора данных и вопросы, требующие улучшения	31
2.8	Справочная литература.....	33
3	Виды древесного топлива	34
3.1	Введение.....	36
3.2	Виды древесного топлива	37
3.3	Выводы	42
3.4	Справочная литература.....	43
4	Инструменты государственной политики в поддержку устойчивого развития сектора энергоносителей на базе древесины	44
4.1	Введение	46
4.2	Инструменты государственной политики	48
4.3	Принципы государственной политики	53
4.4	Выводы	54
4.5	Справочная литература.....	55
5	Перспективы развития рынков древесного топлива	58
5.1	Введение.....	60
5.2	Перспективы производства и потребления древесного топлива.....	61
5.3	Перспективы развития торговли древесным топливом.....	63
5.4	Перспективы использования древесного топлива и производимой на его основе энергии – препятствия и возможности.....	65
5.5	Выводы	66
5.6	Справочная литература.....	67
6	Устойчивый уровень вывозок древесного топлива.....	68
6.1	Введение.....	70
6.2	Древесное топливо, заготавливаемое непосредственно в лесах	70
6.3	Организация устойчивого снабжения древесными энергоресурсами	71
6.4	Оценка устойчивости предложения древесного энергетического сырья.....	73
6.5	Выводы	80
6.6	Справочная литература.....	81
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО СТРАНАМ СОЭД	83
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ГЛОССАРИЙ	92
A2.1	Основные термины.....	92
A2.2	Источники волокна.....	92
A2.3	Топливо, получаемое переработкой древесины.....	93
A2.4	Использование в энергетических целях	94
A2.5	Коэффициенты пересчета	95
A2.6	Справочная литература.....	95

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

2.1	Представление данных о производстве древесного сырья и торговле им в таблице I вопросника СОЭД.....	20
2.2	Представление данных о производстве топлива на базе древесины и торговле им в таблице II вопросника СОЭД.....	20
2.3	Категории потребителей энергоносителей на базе древесины в таблице IV СОЭД.....	21
2.4	Соответствие СОЭД и СВЛС	22
2.5	Категории секторов – потребителей энергии МЭА, используемые в таблицах III и IV вопросника СОЭД	23
3.1	Диапазоны значений высшей теплотворной способности (совокупное количество теплоты, которое может быть рекуперировано при сгорании не содержащей влаги биомассы) для отдельных пород древесины.....	36
3.2	Отдельные параметры Системы сертификации ENplus Европейского совета производителей топливных древесных гранул и соответствующие стандарты испытаний ИСО.....	39
4.1	Примеры отдельных финансовых стимулов, применяемых к энергоносителям на базе древесины.....	52
A1.1	Страны, представившие ответы	83
A1.2	Агрегированные данные по странам за 2015 год.....	84

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

1.1	Заготовка древесного топлива может проводиться в рамках других лесохозяйственных операций.....	2
1.2	Циклические и линейные потоки углерода, источниками которого являются древесная биомасса и ископаемые виды топлива	3
1.3	Принцип каскадного использования биомассы	6
1.4	Бункеры для хранения древесной щепы на электростанции Университета штата Миссури.....	7
1.5	Картина «В сауне» (1925 год). Автор Пекка Халонен, финский художник, известный пейзажами и жанровыми сценами из жизни народа своей страны	9
1.6	Использование лесов и древесины в ЕС в 2010 году	10
1.7	В регионе ЕЭК многие домашние хозяйства используют древесину для отопления жилья и приготовления пищи.....	11
2.1	Индекс цен на древесину в Финляндии и Литве и индекс мировых цен на нефть (индексы за 2000 год), 1995–2016 годы	16
2.2	Пример сводной таблицы СОЭД, основанной на справочнике Единой терминологии по биоэнергии.....	17
2.3	Хронология представления данных для СОЭД.....	18
2.4	Структура вопросника для Совместного обследования по сектору энергоносителей на базе древесины	19
2.5	Страны, представившие ответы в период 2005–2015 годов.....	24
2.6	Потребление биомассы, 2015 год.....	25
2.7	Доля биомассы в общем предложении первичных энергоресурсов, 2015 год.....	26
2.8	Доля биомассы в предложении возобновляемых энергоресурсов, 2015 год.....	26
2.9	Удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины, 2015 год	27
2.10	Удельный вес потребителей энергоносителей на базе древесины, 2015 год	28
2.11	Потребление энергоносителей на базе древесины в разбивке по секторам в 12 странах СОЭД в 1 000 м ³	29
2.12	Удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в показателях потребления этой продукции в секторе производства электроэнергии и тепла в 12 странах СОЭД.....	30
2.13	Удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в показателях потребления этой продукции в промышленном секторе в 12 странах СОЭД.....	30
2.14	Удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в показателях потребления этой продукции в жилищно-коммунальном секторе в 12 странах СОЭД.....	30
2.15	Удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в показателях потребления этой продукции в прочих секторах в 12 странах СОЭД.....	30
2.16	Средние показатели потребления древесного энергетического сырья и топливных древесных гранул	31
3.1	Древесное топливо в разбивке по видам в странах западной части Балкан, 2015 год. Общий объем производства = 214,2 петаджоулей	37
3.2	Производство круглого леса и топливной древесины в различных регионах, 1990–2016 годы	38
3.3	Производство топливных древесных гранул в разбивке по регионам, 2015 год.....	38
3.4	Ежегодный объем производства древесного угля в Северной Америке, Европе и Российской Федерации (2010–2016 годы)	40
3.5	Пример земляной углевыжигательной печи	40
3.6	Кирпичная углевыжигательная печь	40
3.7	Пример переносной стальной печи с одним кольцом	41
3.8	Пример промышленных реторт для выжигания древесного угля	41
3.9	Потребление энергоносителей на базе древесины в промышленном секторе (петаджоули) и производство бумаги и картона (тонны) в США.....	42
4.1	Инструменты государственной политики, влияющие на потоки энергоносителей на базе древесины.....	47
5.1	Фактические и экстраполированные показатели потребления древесного топлива, представленные данные о производстве делового круглого леса и расчетный потенциальный объем производства древесного топлива в ЕС-28, Северной Америке и остальных государствах – членах ЕЭК ООН в 2013 году.....	61
5.2	Производство целлюлозы в Северной Америке, ЕС-28, всех других странах ЕЭК и остальных странах мира, 1996–2015 годы	62
5.3	Импорт (А) и экспорт (В) всех категорий топливной древесины вместе взятых (код 4401), 2000–2015 годы	63
5.4	Импорт (А) и экспорт (В) топливной древесины в виде бревен (код 4401 10), 2012–2015 годы	63
5.5	Импорт (А) и экспорт (В) топливных древесных гранул (код 4401 31), 2012–2015 годы	64
5.6	Импорт топливной древесины в виде бревен (А) и топливных древесных гранул (В) ЕС в разбивке по регионам происхождения, 2012–2015 годы	64
5.7	Карта мирового производства топливных древесных гранул и их торговых потоков в 2015 году (млн т)	65
6.1	Лесосечные отходы на лесосеке в Финляндии	72
6.2	Наилучшая практика ведения хозяйства в лесах умеренной зоны США требует оставления на месте рубки определенного минимального объема порубочных остатков.....	73
6.3	Смешанная система производства на базе плантации тополя с выработкой высококачественных пятиметровых бревен и переработкой вершин в щепу для ее использования в энергетических целях.....	73
6.4	Местонахождение электростанции, предполагаемый район заготовки древесного топлива и логистические цепочки поставок.....	74
6.5	Кривые стоимости отдельных вариантов поставок древесного топлива из провинции Кайнуу в Кокколу.....	75
6.6	Пространственно-экономические устойчивые уровни вывозки лесосечных отходов (м ³ на км ² в год) в 2012 и 2020 годах с учетом конкуренции.....	76
6.7	Расчетный среднегодовой объем производства электроэнергии на выбранных электростанциях в зависимости от вида древесного энергетического сырья и расстояния перевозки.....	77
6.8	Доля годового объема производства электроэнергии с использованием угля, которая, согласно расчетам, могла бы приходиться на лесосечные отходы на каждой из выбранных в радиусе 60 км электростанций.....	77
6.9	Оценки наличия лесосечных отходов для целей производства биоэнергии на уровне округов (тонны абсолютно сухого веса) в 2017 году.....	78
6.10	Наличие биомассы в восточной части США в разбивке по видам.....	78
6.11	Копия экрана общедоступной программы просмотра потенциально возможных показателей заготовки биомассы в Европе	79

ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Секретариат Секции лесного хозяйства и лесоматериалов ЕЭК/ФАО хотел бы выразить признательность следующим лицам за их вклад в подготовку настоящей публикации:

РЕДАКТОР

Франсиско К. Агилар, Университет штата Миссури, США

ОСНОВНЫЕ АВТОРЫ

ГЛАВА		
1. Многочисленные функции древесины как источника энергии	Антти Асикайнен Франсиско К. Агилар	Институт природных ресурсов, Финляндия Университет штата Миссури, США
2. Данные об энергоносителях на базе древесины: Совместное обследование по сектору энергоносителей на базе древесины	Себастьян Глазенапп Алекс Маккаскер	ЕЭК ООН/ФАО, Институт им. Иоганна Генриха фон Тюнена, Германия ЕЭК ООН/ФАО
3. Виды древесного топлива	Бранко Главоньич Уоррен Мейби	Белградский университет, Сербия Королевский университет, Канада
4. Инструменты государственной политики в поддержку устойчивого развития сектора энергоносителей на базе древесины	Франсиско К. Агилар	Университет штата Миссури, США
5. Перспективы развития рынков древесного топлива	Кэрен Абт	Лесная служба Министерства сельского хозяйства США, США
6. Устойчивый уровень вывозок древесного топлива	Пертту Анттила	Институт природных ресурсов, Финляндия
Приложение: краткая информация по странам СОЭД	Себастьян Глазенапп Алекс Маккаскер	ЕЭК ООН/ФАО, Институт им. Иоганна Генриха фон Тюнена, Германия ЕЭК ООН/ФАО
Приложение: глоссарий	Динко Вусич	Загребский университет, Хорватия

ЭКСПЕРТЫ, ПРЕДСТАВИВШИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ (В АЛФАВИТНОМ ПОРЯДКЕ)

Эйя Алакангас, VTT, Центр технических исследований Финляндии

Олег И. Васильев, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Российская Федерация

Хольгер Веймар, Институт им. Иоганна Генриха фон Тюнена, Германия

Майкл Гоерндт, Университет штата Миссури, США

Матиас Деес, Фрайбургский университет, Германия

Туукка Кастрен , Всемирный банк
Маркус Лиер , Институт природных ресурсов, Финляндия
Эндрю Митчелл , Всемирный банк
Ян Радермахер , Всемирный банк
Клас Сандер , Всемирный банк
Гиллиан Сербу , Всемирный банк
Ричард Сиккема , Европейская комиссия (СИЦ)
Пьер Эрман , консультант по лесному хозяйству и лесоматериалам, Бельгия

РЕЦЕНЗЕНТЫ (В АЛФАВИТНОМ ПОРЯДКЕ)

Антони Д'Амато , Университет штата Вермонт, США
Фернандо Диас Алонсо , Европейская комиссия, Статистическое бюро Европейских сообществ
Кристина Кальдерон , Европейская ассоциация по биомассе
Даэ Юн Квон , Международное энергетическое агентство
Владимир Кубечек , Международное энергетическое агентство
Джон Кэбрик , Лесная служба Министерства сельского хозяйства США, США
Фароа Ле Февр , Международное энергетическое агентство
Марк Нейби , Лесная служба Министерства сельского хозяйства США, США
Дейвид Л. Николлс , Лесная служба Министерства сельского хозяйства США, США
Арно Пинсе , Международное энергетическое агентство
Цзучжан Ся , Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
Эдриан Уайтмен , Международное агентство по возобновляемым источникам энергии
Анна Эберс , Санкт-Галленский университет, Швейцария

Материалы также представили следующие эксперты в их качестве членов целевой группы, созданной в 2016 году для составления первоначального плана настоящей публикации:

Изабель Броз , Европейская конфедерация деревообрабатывающей промышленности (ЕКДП)
Ричард Влоски , Университета штата Луизиана, США
Сурендра Джоши , Агентство лесного хозяйства Швеции
Алисия Кацпржак , ЕЭК ООН/ФАО
Флориан Кракнер , Международный институт прикладного системного анализа, Программа экосистемных услуг и управления, Австрия
Фанни Ланге , Европейская ассоциация по биомассе
Казимир Неместоти , Сельскохозяйственная палата Австрии
Джереми Уолл , Европейская комиссия

ВВЕДЕНИЕ К ПУБЛИКАЦИИ

В регионе ЕЭК ООН древесина является одним из основных возобновляемых энергоресурсов, при этом она представляет собой пригодный для использования в различных масштабах, гибкий и во многих случаях единственный надежный источник энергии. Согласно данным за 2015 год, которые были получены в рамках Совместного обследования по сектору энергоносителей на базе древесины (СОЭД), проведенного под эгидой Секции лесного хозяйства и лесоматериалов ЕЭК ООН/ФАО, в энергетических целях древесину используют домашние хозяйства (34,6%), предприятия лесоперерабатывающей промышленности (39,3%), производители электроэнергии и тепла (19,6%), а также другие сектора (4,1%). Древесина, будучи энергоресурсом, не только помогает удовлетворять потребности в энергии, но и уже давно вносит вклад в обеспечение благополучия людей, содействуя их сближению и единению с природой, при этом ее использование предусматривают многие культурные традиции, хотя неэффективное сжигание может иметь негативные последствия для здоровья человека.

Настоящая публикация посвящена использованию древесины в энергетических целях и содержит самые последние статистические данные о рынках энергоносителей на базе древесины в регионе ЕЭК ООН. Ее цель состоит в том, чтобы сообщить о важности древесины как источника энергии в регионе и способствовать соединению информации о лесном и энергетическом секторах. В ней также представлена некоторая наилучшая имеющаяся информация о роли, которую может играть производство энергии на базе древесины в деле поддержки экологических, энергетических и социально-экономических стратегий, осуществляемых в различных секторах в целях перехода к «зеленой» экономике. Основное внимание в ней уделяется коммерческому использованию энергоресурсов на базе древесины в регионе ЕЭК ООН, в том числе для производства энергии в целях приготовления пищи, отопления и выработки электроэнергии. Возможности для использования древесины в целях производства современных видов моторного топлива существуют, но они не рассматриваются в настоящей публикации, поскольку соответствующие технологии находятся в стадии исследований и разработок.

В **главе 1** рассказывается о том, что вопросы производства энергии на базе древесины являются одним из неотъемлемых элементов управления лесным хозяйством и использования древесины. Закупки древесного топлива могут содействовать рациональному лесопользованию как на ранних стадиях развития насаждения, когда проводятся рубки ухода и операции по очистке от горючих материалов, так и на более поздних этапах роста насаждений, когда ведутся работы по увеличению прироста лучших деревьев. Использование энергоносителей на базе древесины может иметь положительные последствия для климата в случае замещения ими ископаемых видов топлива, при этом секвестрация углерода в биомассе и продукции с длительным сроком службы снижает чистый объем его выбросов в атмосферу. Энергоносители на базе древесины могут быть легко приспособлены для использования в целях производства тепла и электроэнергии как небольшими бытовыми установками, так и крупными промышленными системами. Использование древесины в целях производства энергии создает возможности трудоустройства не только вдоль цепочки производства и сбыта сырья на базе древесной биомассы, но и благодаря осуществлению инвестиций в таких областях, как разработка технологий, преобразование энергии и конечное потребление. Для оптимального использования древесины в целях производства энергии и извлечения наибольшей экономической, экологической и социальной выгоды во внимание следует принимать инфраструктуру, имеющуюся на местном и региональном уровнях, равно как и индивидуальные особенности лесов, почв, климатических условий и видов требуемых энергоносителей. Сектор энергии на базе древесины может играть центральную роль в развитии устойчивых и надежных энергосистем; он чрезвычайно важен, хотя зачастую это и не ощущается, в плане обеспечения средств существования во всем регионе ЕЭК ООН.

В **главе 2** содержится обзорная информация об истории подготовки и проведения СОЭД, которое было задумано ЕЭК ООН/ФАО, с тем чтобы помочь повысить точность и полноту данных, которые были недостаточными по причине, вероятно, занижения показателей производства и потребления энергоносителей на базе древесины в национальных оценках. Сомневаться в полноте данных об энергоносителях на базе древесины заставляют высокие удельные показатели продаж древесного топлива на неформальных рынках (зачастую в рамках прямых сделок между землевладельцами и конечными пользователями), а также его закупок и потребления на местном уровне, хотя объем международной торговли этой продукцией является более внушительным. В этой главе объясняется структура вопросника, а также приводится краткая информация о других международных поставщиках данных об энергоносителях на базе древесины (ФАО, Евростат, Международное энергетическое агентство и Международное агентство по возобновляемым источникам энергии), которые сопоставляются с данными СОЭД. Данные, собранные по линии СОЭД за период 2007–2015 годов, представляют собой самые последние статистические данные об источниках, использовании и потреблении древесных энергоресурсов в регионе ЕЭК ООН. Агрегированные данные по каждому государству-члену, представившему ответ на СОЭД-2015, приводятся в приложении.

В **главе 3** описываются наиболее широко используемые виды древесного топлива. В ней рассказывается о том, что древесина, будучи одним из видов топлива, может с легкостью использоваться в любых областях, где необходима энергия, при том что ее хранение не требует больших затрат. Одним из наиболее широко используемых видов древесного топлива является дровяная древесина, и в этой главе описываются некоторые из методов ее кустарной и промышленной переработки. Кроме того, рассказывается о видах древесного топлива с повышенной удельной энергоемкостью, в частности о черном щелоке и топливных древесных гранулах, а также об их значении для систем

производства соответственно энергии и электричества. Расширение масштабов использования древесного топлива в современных коммунально-бытовых, промышленных, электроэнергетических и теплоэлектроэнергетических системах потребовало стандартизации технических характеристик топлива, что проиллюстрировано в этой главе на примере топливных древесных гранул.

В **главе 4** рассказывается о том, как государственная политика служит основой для поощрения использования возобновляемых источников энергии в интересах диверсификации энергоресурсов, повышения энергоэффективности и обеспечения энергетической безопасности, развития экономики, сокращения выбросов парниковых газов и улучшения санитарного состояния лесов. К наиболее часто используемым инструментам государственной политики относятся i) правила и нормативные положения, ii) стимулы и iii) научные исследования и образовательно-просветительская деятельность. Государственные программы, влияющие на цепочки производства и сбыта древесных энергоносителей в государствах – членах ЕЭК ООН, характеризуются большим разнообразием, что, в частности, обусловлено различиями в структурах руководящих и административных органов, а также в запасах лесных ресурсов. Зачастую эти инструменты могут применяться одновременно, что может приводить к созданию громоздкой структуры и снижению их эффективности. В настоящее время предпринимаются усилия по упорядочению их применения для достижения более эффективных результатов. Однако не во всех странах существуют цепочки производства и сбыта энергоносителей на базе древесины, на которые меры государственной политики могут без всяких сложностей оказать влияние. Такая ситуация сложилась, например, в странах Центральной Азии, где домашние хозяйства очень сильно зависят от древесины, закупаемой главным образом в государственных угодах, в плане удовлетворения своих базовых потребностей в энергии для целей приготовления пищи и отопления. Пересмотр норм, регулирующих права на землепользование и узупруг в странах Центральной Азии, где преобладают государственные земли, мог бы способствовать решению проблем энергетической нищеты и отсутствия энергетической безопасности, а также рациональному управлению лесными ресурсами. Государственная политика в отношении рынков энергоносителей на базе древесины должна строиться на принципах широкого участия всех заинтересованных сторон, поступательности выполнения и постоянства целевых показателей, единообразия стимулов, гибкости, адаптации к местным условиям и учета затрат, связанных с соблюдением соответствующих требований.

В **главе 5** проводится анализ перспектив развития рынков древесного топлива в регионе ЕЭК ООН, основой для которого служат базовые сценарии прогнозов в отношении потребления и производства энергоносителей на базе древесины в Европейском союзе и Северной Америке. За последнее десятилетие показатели производства и потребления древесного топлива, а также торговли им в регионе ЕЭК ООН значительно возросли. Во многом эти изменения были вызваны Директивой Европейского союза (ЕС) о возобновляемых источниках энергии, реализация которой привела к увеличению объема потребления топливных древесных гранул, прежде всего коммунальными системами энергоснабжения, и, как следствие, к расширению трансатлантической и внутриевропейской торговли этой продукцией. Ожидается, что удельный вес топливных древесных гранул в общем энергобалансе ЕС до 2030 года будет продолжать расти, после чего этот показатель стабилизируется. Другие виды древесного топлива, включая черный щелок, отходы деревообработки, лом изделий из древесины и дровяную древесину, намного реже реализуются на рынке как энергоносители, они преимущественно потребляются в странах их производства или продаются в качестве сырья предприятиям деревообрабатывающей промышленности. Ожидается, что в ближайшее десятилетие показатели производства и потребления энергоносителей на базе древесины не будут расти теми же темпами, что и в прошлом, особенно с учетом прекращения роста выпуска бумаги, снижения стоимости технологий производства электроэнергии с использованием альтернативных возобновляемых источников и возможности того, что цены на ископаемые виды топлива будут оставаться ниже их средних исторических уровней.

В **главе 6** рассказывается о том, как в рамках проектов в области производства энергии на базе древесины можно проводить оценку прошлых и прогнозируемых последствий вывозок древесного топлива для определения их устойчивости. В ней подчеркивается важность уделения особого внимания землям, на которых заготавливается древесное топливо, исключению из хозяйственной деятельности чувствительных участков и принятию руководящих принципов для определения максимального объема вывозок на землях приемлемых категорий. В целях охраны и защиты почв (например, путем консервации чувствительных участков и выработки рекомендаций в отношении максимального объема вывозок для сохранения круговорота питательных веществ), качества воды (например, путем создания буферных зон) и среды обитания диких животных и растений (например, путем предложения минимального уровня оставления растущих деревьев, валежника и сухостоя) разработаны наилучшие методы управления (НМУ) деятельностью по заготовке древесины в энергетических целях. НМУ могут применяться для оценки устойчивости вывозок древесного энергетического сырья. Оценки могут основываться на данных таксации лесов и руководящих принципах НМУ для определения максимального объема древесного энергетического сырья, который может быть заготовлен в различных географических масштабах. Такие оценки позволяют получить ценную информацию для разработки государственной политики и принятия частным сектором инвестиционных решений в отношении конкретных энергетических объектов. В этой главе представлены примеры проведенных недавно на местном, субнациональном/национальном и региональном уровнях исследований, в рамках которых анализ потенциального уровня заготовки древесного топлива проводился на основе данных таксации лесов и с учетом биофизических и экономических ограничений.

A close-up photograph of a fire burning in a stove. The foreground is filled with a large pile of light-colored wood pellets. In the background, several logs are stacked, and a bright orange and yellow flame rises from the fire. The overall scene is warm and focused on the energy produced from wood.

Глава

1

МНОГОЧИСЛЕННЫЕ
ФУНКЦИИ
ДРЕВЕСИНЫ
КАК ИСТОЧНИКА
ЭНЕРГИИ

Основные моменты*

- * Древесина как источник энергии является уникальным ресурсом, который выполняет важные функции с точки зрения управления лесными ресурсами, обеспечения качества окружающей среды, поддержки экономического развития, систем энергоснабжения, основанных на использовании возобновляемых источников энергии, а также в социально-культурном плане.
 - * Утилизация энергетической древесины является неотъемлемым элементом лесохозяйственных операций и производственно-сбытовой цепочки деревообрабатывающей промышленности.
 - * Леса играют все более важную роль в качестве источника возобновляемого сырья для производства энергии и древесных материалов, а также как накопитель углерода.
 - * Интенсивность и эффективность управления лесами в целях получения энергоносителей на базе древесины тесно связаны с состоянием лесного хозяйства, отрасли и инфраструктуры на местном и региональном уровнях.
 - * Использование энергоносителей на базе древесины может способствовать сокращению выбросов углерода в случае их применения вместо ископаемых видов топлива и при условии принятия мер по сохранению и увеличению объема биомассы в лесах и производимой продукции.
 - * Энергетические системы на базе древесины должны быть эффективными, с тем чтобы обеспечивать максимальный объем производства энергии и сокращение потенциально вредных выбросов.
 - * Древесина как источник энергии вносит вклад в развитие устойчивых и безопасных энергетических систем и играет важную социально-культурную роль в регионе ЕЭК ООН.
-

1.1 Введение

Вопросы производства энергии на базе древесины являются одним из неотъемлемых элементов управления лесным хозяйством и использования древесины. Это верно в случае ведения лесного хозяйства как на ранних стадиях развития насаждения, когда проводятся рубки ухода и операции по очистке от горючих материалов, так и на более поздних этапах роста насаждений, когда ведутся работы по увеличению прироста лучших деревьев. Использование энергоносителей на базе древесины может иметь положительные последствия для климата в случае замещения ими ископаемых видов топлива, при этом секвестрация углерода в биомассе и продукции с длительным сроком службы снижает чистый объем его выбросов в атмосферу. Энергоносители на базе древесины могут быть легко приспособлены для использования в целях производства тепла и электроэнергии как небольшими бытовыми установками, так и крупными промышленными системами. Использование древесины в целях производства энергии создает возможности трудоустройства не только вдоль цепочки производства и сбыта сырья на базе древесной биомассы, но и благодаря осуществлению инвестиций в таких областях, как разработка технологий, преобразование энергии и конечное потребление. Для оптимального использования древесины в целях производства энергии и извлечения наибольшей экономической, экологической и социальной выгоды во внимание следует принимать инфраструктуру, имеющуюся на местном и региональном уровнях, равно как и индивидуальные особенности лесов, почв, климатических условий и видов требуемых энергоносителей. Сектор энергии на базе древесины может играть центральную роль в развитии устойчивых и надежных энергосистем; он чрезвычайно важен, хотя зачастую это и не ощущается, в плане обеспечения средств существования во всем регионе ЕЭК ООН.

1.2 Функции древесины как источника энергии

1.2.1 Управление лесными ресурсами

Утилизация энергетической древесины обычно является неотъемлемым элементом практики в лесном хозяйстве и деревообрабатывающей промышленности. Древесное энергетическое сырье можно считать побочным продуктом лесопользования, получаемым в рамках проведения лесохозяйственных мероприятий, в том числе рубок ухода, рубок главного пользования и санитарных рубок. Хотя цены на древесное топливо являются более низкими, чем на другие виды древесного сырья (например, в Финляндии средняя цена на пиловочник хвойных пород составляет 55 евро/м³, на балансовую древесину – 16 евро/м³, а на лесосечные отходы и древесину, заготавливаемую при рубках ухода, которые используются для производства энергетической щепы, – 3,5 евро/м³), дополнительные поступления могут повышать прибыльность лесохозяйственных операций, особенно на ранних стадиях развития насаждения. Имеющаяся на сегодняшний день литература позволяет

предположить, что цены на древесное топливо могут содействовать ведению в мелких лесовладениях (площадью, например, ≤ 40 га) более активной лесохозяйственной деятельности, поскольку доходы от биомассы могут повысить прибыльность и сделать финансово обоснованными операции, в рамках которых одновременно с пиловочником и/или балансовой древесиной заготавливается древесное топливо (Aguilar et al. 2014, Cai et al. 2016).

РИСУНОК 1.1

Заготовка древесного топлива может проводиться в рамках других лесохозяйственных операций



Источник: Francisco X. Aguilar.

Интеграция заготовки древесного топлива в лесохозяйственные операции может принести существенные выгоды, например содействовать улучшению санитарного состояния лесов и получению дополнительных доходов от продажи материалов, которые ранее не имели сбыта (рис. 1.1). Использование древесного топлива служит стимулом для проведения рубок ухода, которые в свою очередь способствуют получению балансовой древесины и высококачественных пиломатериалов на более поздних стадиях развития насаждений. В регионе ЕЭК ООН организация работ по заготовке древесного топлива может положительно сказаться на сохранении среды обитания различных видов и биоразнообразия, поскольку будет благоприятствовать восстановлению преобладавших ранее лесных ландшафтов с относительной невысокой плотностью деревьев, таких как редколесье или лесостепь (Schwedler and McCarthy, 2011). Заготовка энергетической древесины в районах природоохранного назначения может иметь положительные последствия для редких видов и видов с узким ареалом распространения, поскольку в рамках ее проведения будут изыматься конкурирующие виды древесных пород. Усилиям по сохранению биоразнообразия в случае менее распространенных в ландшафте видов деревьев может потенциально способствовать и очистка лесосек, хотя при этом следует соблюдать рекомендуемые уровни оставления порубочных остатков и отходов на перегнивание, что необходимо для поддержания здоровья лесов и зависящих от них сообществ (Berndes et al. 2016). Еще одним положительным моментом является то, что

материал, получаемый в рамках осуществления мер по борьбе с инвазивными видами или нашествиями насекомых и ликвидации последствий климатических явлений, таких как сильная засуха, пожар, ветровал или снегопад, может быть продан по рыночной цене. Недавний обзор исследований, посвященных заготовке древесного топлива в лесах западной части США, показывает, что рубки ухода и пал снижают силу пожаров и отпад деревьев после пожаров и могут приводить к сокращению соответствующих выбросов углерода (Berndes et al. 2016). Это может стать перспективным средством борьбы с пожарами в засушливых лесах региона ЕЭК ООН.

Использование древесного топлива может быть также сопряжено и с рисками. На местном уровне заготовка древесного топлива приводит к таким негативным последствиям, как сокращение содержания органических веществ и нарушение круговорота питательных веществ. В связи с расширением масштабов заготовки древесной биомассы для производства биоэнергии высказывается озабоченность по поводу того, сохранится ли приток питательных веществ (например, кальция, магния и калия) на уровне, необходимом для обеспечения надлежащей продуктивности лесных участков (Janowiak et al. 2010). Многие компоненты деревьев с небольшим объемом биомассы, например листья, камбий и верхушки корней, содержат пропорционально больше питательных веществ, чем собственно древесина (Hakkila, 2002, Powers et al. 2005). Модели балансов питательных веществ на лесных участках показывают, что интенсивные лесозаготовки с вывозкой деревьев могут приводить к долговременному снижению продуктивности участков (например, Boyle et al. 1973, Paré et al. 2002). Что касается сообществ, зависящих от деревьев, то заготовка древесного топлива может негативно сказываться на сапроксильных видах (т.е. видах, обитающих в мертвой древесине). Заготовка древесного топлива вследствие проведения более интенсивных лесозаготовок может привести к тому, что оставляемый в лесах на перегнивание объем сухостоя и валежника будет ниже естественного диапазона значений, допускаемых применительно к природным факторам воздействия (Berger et al. 2013).

Роль источника древесного энергетического сырья могли бы играть специальные топливные плантации, на которые возлагаются большие надежды, но на сегодняшний день они имеют ограниченный коммерческий успех. По некоторым оценкам, на энергетических порослевых плантациях можно получать столько же сырья, сколько в настоящее время дает побочная продукция лесного хозяйства. Тем не менее порослевые насаждения энергетического назначения по-прежнему являются экспериментальными и могут иметь важное значение лишь в некоторых районах (например, в южной части Швеции). Одним из основных факторов, замедляющих создание специальных энергетических плантаций, является высокая стоимость производства биомассы. Кроме того, во внимание следует принимать и такие другие факторы, как потенциальные косвенные последствия изменений в землепользовании, к каковым относится смена растительного покрова в интересах интенсивного производства биомассы, которая может

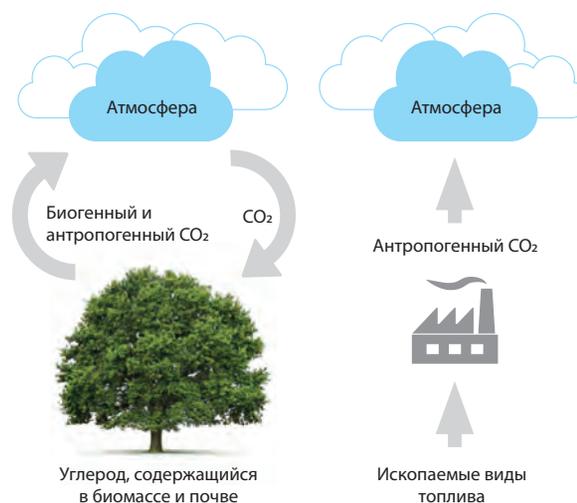
усилить давление на местные водные ресурсы и ухудшить коэффициенты энергоемкости по сравнению с более традиционными видами лесопользования (Popp et al. 2014). Согласно оценкам, специальные энергетические плантации сосны оказывают на водные ресурсы даже большее воздействие, чем энергетические плантации сельскохозяйственных культур (Mathioudakis et al. 2017).

1.2.2 Качество окружающей среды

Как и в случае с любым другим источником энергии, производство энергии на базе древесины сопряжено с оказанием определенного воздействия на окружающую среду. Это воздействие отчасти обусловлено функционированием систем заготовки древесного энергетического сырья, в том числе в лесах, и их интеграцией с другими процессами, где используется древесина и изделия из нее, а также использованием собственно энергии. Однако по сравнению с ископаемыми видами топлива, в случае которых поток выбросов в атмосферу является односторонним, устойчивое производство и использование энергоносителей на базе древесины не должно приводить к непрерывному и постоянному увеличению выбросов углерода (рис. 1.2). Биогенный углерод циркулирует между его наземными накопителями и атмосферой в больших количествах независимо от производства энергии и антропогенных материальных потребностей. Использовать этот природный цикл и внедрять системы, которые позволяют получать продукцию, фиксирующую в течение длительного времени углерод, и при этом производить энергию, имманентно выгодно с климатической точки зрения (Lippke et al. 2012). Это можно проиллюстрировать на примере леса, подверженного природным пожарам, которые ведут к повреждению древесины

РИСУНОК 1.2

Циклические и линейные потоки углерода, источниками которого являются древесная биомасса и ископаемые виды топлива



Источник: По материалам Berndes et al. 2016.

и высвобождению углерода без получения полезной энергии, не говоря уже о потенциальном серьезном краткосрочном и долгосрочном ущербе для общества. Альтернативный подход заключается в заготовке и переработке топливной древесины для производства полезной энергии и замены ископаемых видов топлива. Такая форма организации лесохозяйственного производства может привести к снижению риска возникновения пожаров и их интенсивности и, соответственно, к сокращению обусловленных ими выбросов углерода.

Возобновляемые энергоносители на базе древесины могут быть нейтральными с точки зрения выбросов углерода, а их использование может привести к чистому сокращению выбросов. В пользу углеродной нейтральности говорят два довода: i) тот факт, что высвобождаемый в результате сжигания или гниения углерод был некогда абсорбирован из атмосферы, и ii) признание того факта, что благодаря устойчивому управлению лесами эквивалентный объем углерода может быть обратно секвестрирован биомассой растущих растений (Koronen et al. 2015). Использование энергоносителей на базе древесины, в отличие от ископаемых видов топлива, может снизить воздействие выбросов углерода в долгосрочной перспективе, если на землях, где заготавливается древесина, будут и впредь проводиться лесохозяйственные мероприятия, а углерод будет оставаться «связанным» в изделиях из древесины с длительным сроком службы, которые должны быть интегрированы в производственно-бытовые цепочки сектора энергии на базе древесины (Miner et al. 2014). Углерод, секвестрированный в изделиях из древесины, является важным дополнительным элементом для целей оценки энергоносителей на базе древесины и должен приниматься во внимание в рамках проведения касающихся углерода оценок. В изделиях из древесины с длительным сроком службы углерод остается зафиксированным в течение более длительного периода времени, чем в древесине, используемой для получения волокна или для производства энергии. Например, в Финляндии потенциальный объем накопления углерода в изделиях из древесины оценивается приблизительно в 10 млн т эквивалента CO₂ в год в случае увеличения объема лесозаготовок на 10–15 млн м³ (Министерство сельского хозяйства Финляндии, 2014).

В настоящее время продолжается дискуссия по вопросу об интенсификации лесного хозяйства в целях наращивания производства энергоносителей на базе древесины, а также других товаров и услуг при одновременном достижении целей в области сокращения выбросов парниковых газов (ПГ). Между высвобождением углерода в результате заготовки и сжигания древесной биомассы, его повторной секвестрацией в новой биомассе и использованием изделий из древесины существует естественный разрыв во времени (Koronen et al. 2015). Кроме того, факт долгосрочного хранения углерода в плотных и стареющих лесах нельзя назвать непреложным. С возрастом рост деревьев замедляется, и леса становятся более восприимчивыми к ущербу, наносимому бурями, насекомыми и болезнями, а также к воздействию других внешних и неопределенных факторов. В результате леса могут превращаться из поглотителей углерода в чистые

источники выбросов (Kurz et al. 2008, Asikainen et al. 2016). В работе Берндеса и др. (2016) подчеркивается важность определения того, каким образом управление лесным хозяйством и использование древесного топлива могут способствовать достижению краткосрочных и долгосрочных целей в области борьбы с изменением климата в рамках соответствующих базовых сценариев. Один из этих сценариев посвящен возможным изменениям в секторе лесного хозяйства, на рынках лесных товаров и в показателях накопления углерода в лесах в условиях отсутствия спроса на биоэнергию и ее производства.

Вопрос о том, как энергоносители на базе древесины могут способствовать сокращению выбросов углерода в краткосрочной и долгосрочной перспективе, является сложным, и его рассмотрение требует изучения косвенных и производных последствий. В частности, землепользование и изменения в землепользовании являются теперь одними из центральных вопросов при оценке климатических выгод, которые дает использование биоэнергии (Berndes et al. 2011). Анализ косвенных последствий предполагает выяснение того, может ли выделение земель для выращивания энергетических культур вызвать изменения на других землях, которые приведут к утечке углерода, несмотря на прирост биомассы. Использование древесного топлива или любого другого вида биомассы в качестве сырья или источника энергии не должно ставить под угрозу способность земель выполнять их функции поглотителя и накопителя углерода, напротив – оно должно сводить к минимуму выбросы, связанные с косвенными изменениями в землепользовании. Кроме того, в рамках анализа долгосрочных потенциальных климатических выгод, которые может дать использование энергоносителей на базе древесины, следует учитывать последствия, обусловленные действием рыночных сил. Например, согласно оценкам Вана и др. (2015), благодаря новым формам организации работы и технологиям использование в электроэнергетическом секторе Соединенного Королевства вместо угля топливных древесных гранул позволило бы сократить выбросы ПГ приблизительно на 74%. По общему мнению, ожидаемое косвенное воздействие сектора энергоносителей на базе древесины на землепользование в части отвода земель и его давление на ресурсы продовольствия, волокна и кормов являются одними из самых слабых, если заготовка необходимого ему сырья производится в комплексе с другими видами лесопользования (например, с заготовкой древесины для нужд деревообрабатывающей промышленности) в существующих лесных угодьях (IEA, 2009, Lippke et al. 2012). Согласно данным Липпке и Пуэттманна (2013 год), выбросы углерода на единицу углерода сжигаемых энергоносителей на базе древесины на 0,62 единицы меньше, чем в случае природного газа. Для этого анализа была взята древесина в виде порубочных остатков (лесосечных отходов), побочных продуктов лесопильного производства (отходов лесопиления) и чистых третичных материалов (чистого деревянного лома), которые используются районными теплоэлектроцентралями. Кроме того, лесосечные отходы и побочная продукция деревообработки являются в сценариях учета углерода источниками с наименьшим уровнем неопределенности (Hansson et al.

2017, Laganière et al. 2017). Другие источники энергии на базе древесины, например круглый лес или биомасса, заготавливаемая на порослевых плантациях, имеют более высокий уровень неопределенности в том, что касается их потенциала в плане сокращения выбросов ПГ по причине косвенных и производных последствий (Bentsen, 2017, Cintas et al. 2017, Nabuurs et al. 2017).

1.2.3 Экономическое развитие

Сопутствующая и побочная продукция лесной промышленности является одним из основных источников энергии на базе древесины в регионе ЕЭК ООН. Согласно данным, полученным в ходе Совместного обследования по сектору энергоносителей на базе древесины за 2013 год, крупнейшим потребителем энергоносителей на базе древесины является лесная промышленность (44%), за которой следуют жилищно-коммунальный сектор (36%) и теплоэлектростанции (17%) (Aguilar et al. 2015). Аналогичным образом, большая часть древесины, используемой для производства энергии, поступает не напрямую из леса, а через лесную отрасль в виде побочной продукции (58%), и лишь немногим более одной ее трети заготавливается непосредственно в лесах (36%). Потребление энергоносителей на базе древесины может способствовать достижению важных целей в области развития экономики, в том числе лесного хозяйства и производственно-бытовых цепочек в секторе лесных товаров, а также созданию рабочих мест. Поскольку современные энергетические предприятия имеют высокий уровень автоматизации, больше всего рабочих мест создается в цепочках снабжения биомассой биоэнергетических систем. Использование древесного топлива и других ресурсов биомассы в производстве энергии может в потенциале обеспечить на местах уровень занятости, который в расчете на единицу энергии будет в 20 раз превышать показатель по другим альтернативным видам топлива (FAO, 2010). К непосредственно занятым в этом секторе относятся те, кто выполняет такие работы, как заготовка, переработка и транспортировка древесного сырья, строительство, эксплуатация и обслуживание установок. Количество рабочих мест и размеры чистых доходов зависят от метода производства и организации работы энергетических систем. Например, для получения 390 000 тонн сухой древесной биомассы, необходимых, согласно расчетам, для снабжения электростанции мощностью 100 МВт на юге США, непосредственно в системе утилизации лесосечных отходов работает, по оценкам, 585 человек, при этом она опосредованно обеспечивает занятость еще 481 человеку; соответствующие показатели для самой электростанции составляют 281 и 115 человек (Perez-Verdin et al. 2008). Из этого следует, что из расчета на 1 000 м³ древесной биомассы, перерабатываемой в целях получения биоэнергии, этот объект непосредственно и опосредованно обеспечивает работой в течение полного рабочего дня в общей сложности 3,75 человека. В другом случае реализация проекта по восстановлению лесных массивов в центральной части США, предусматривающего на последующем этапе заготовку биомассы для производства энергии в объеме 175 тыс. м³, может генерировать дополнительные

трудовые доходы в размере, согласно оценкам, около 65 долл. США/м³ и добавленную стоимость на уровне 75 долл. США/м³ (Song and Aguilar, 2017). В северо-западной части России теплоэлектростанция (ТЭЦ), которая оснащена технологией совместного сжигания, и 40% топливного баланса которой приходится на порубочные остатки, будет потреблять 180 тыс. м³ (72 тыс. т сухой) щепы из лесосечных отходов. Благодаря этому на таких работах, как заготовка порубочных остатков, их переработка в щепу и ее транспортировка для производства энергии, будет непосредственно занято 55 человек (Raitila et al. 2008). То есть из расчета на 1 000 м³ древесной биомассы, поставляемой на предприятие, эти операции непосредственно обеспечивают работой в течение полного рабочего дня 0,3 человека. Если бы сырьем являлась древесина, заготавливаемая в рамках рубок ухода, потребности в рабочей силе возросли бы почти вдвое.

Заготовка древесного топлива является важным и дополнительным источником доходов и занятости для лесного хозяйства и отраслей лесной промышленности. Заготовка топливной древесины может обеспечивать альтернативную занятость в условиях снижения спроса на древесину в других областях ее использования. Это видно на примере Финляндии, где в начале столетия лесная отрасль находилась в рецессии, в то время как спрос на лесные энергоносители (и их предложение) вырос с менее чем 1 млн м³ до 6 млн м³ (Thiffault et al. 2016). В США глубокий экономический спад 2007–2009 годов привел к потере почти 25% рабочих мест в деревообрабатывающей промышленности, но использование древесины в целях производства энергии помогло смягчить имевшие место последствия (Woodall et al. 2012). Рабочие места создаются не только на этапах заготовки и использования древесного топлива, но и на предприятиях, производящих оборудование. Это иллюстрирует пример Верхней Австрии – одной из девяти федеральных земель Австрии, на которую приходится более 25% экспорта страны. С середины 1990-х годов правительство Верхней Австрии уделяет приоритетное внимание вопросам энергоэффективности и возобновляемым источникам энергии. В настоящее время доля возобновляемых источников энергии в общем объеме потребления энергии в земле Верхняя Австрия составляет приблизительно 32%, из них почти 15% приходится на древесину, около 10% – на гидроэлектростанции и 6% – на энергию солнца и другие возобновляемые источники энергии. Агентство земли Верхняя Австрия «Энергиспарвербанд» руководит работой сети «Оекоэнерги-Кластер», которая объединяет компании, использующие возобновляемые источники энергии, и компании, специализирующиеся на вопросах энергоэффективности. Членами этой сети являются приблизительно 160 компаний и учреждений, общий штат сотрудников которых составляет более 8 880 человек, а годовой доход превышает 1,9 млрд евро (4% валового внутреннего продукта этой федеральной земли). Энергоносители на базе биомассы стали важным экономическим стимулом для этой федеральной земли, где в секторе теплоснабжения с использованием биомассы занято более 5 000 человек. Важно отметить, что более 25% всех установленных в Европейском союзе современных отопительных котлов, которые работают

на биомассе, были изготовлены компаниями Верхней Австрии, что свидетельствует о важном экономическом значении группы «Оекоэнерги-Кластер» для региона (Egger et al. 2014).

Недавно было высказано мнение, что каскадное использование древесной биомассы может в потенциале стать примером применения принципов циркуляционной экономики в лесном секторе, однако в данном случае следует проявлять осторожность (рис. 1.3). Согласно большинству определений, древесина, прежде чем быть использованной в целях производства энергии, должна хотя бы раз послужить сырьем для материальных продуктов. Другие считают, что комплексное использование компонентов древесины для производства товаров, химических веществ и энергии и является одним из видов каскадного использования. Важно отметить, что каскадно-иерархический подход следует применять осмотрительно и с учетом конкретных национальных и региональных условий (Koronen et al. 2015, Berndes et al. 2016, Sikkema et al. 2016). Кроме того, в определении каскадности должна учитываться эффективность рециркуляции сырья. Например, если для каскадного использования требуются значительные объемы исходной энергии и дополнительных ресурсов, оно, возможно, не обеспечит полной материало- и энергоэффективности. Лимитировать приемлемые каскадные циклы могут и трудности в области материально-технического обеспечения, и проблемы с качеством материалов (Sokka et al. 2015). Кроме того, применение каскадного принципа, который поощряет использование лесной биомассы для производства сначала лесных товаров, а лишь затем энергии, может не принести максимальной выгоды с климатической или экономической точек зрения. Важно подчеркнуть, что в случае применения системы каскадного использования, она должна обеспечивать достаточную гибкость для учета того, что может быть сочтено оптимальным в свете всех обстоятельств, касающихся сырьевой базы, промышленности и энергосистемы (Berndes et al. 2016).

РИСУНОК 1.3

Принцип каскадного использования биомассы



Источник: Sokka et al. 2015.

1.2.4 Системы энергоснабжения, основанные на использовании возобновляемых источников энергии

Энергоносители на базе древесины являются наиболее важным возобновляемым источником энергии во многих государствах – членах ЕЭК ООН. На долю древесины приходится 46% общего объема производства энергии с использованием возобновляемых источников в 27 странах ЕЭК ООН, представивших ответы в рамках Совместного обследования по сектору энергоносителей на базе древесины (СОЭД) в 2013 году. Древесина вносит большой вклад в достижение национальных целей в области обеспечения разнообразия источников энергии. В странах с крупной лесной промышленностью, например в Финляндии и Швеции, значительный удельный вес среди энергоносителей на базе древесины имеют лесопромышленные и лесохозяйственные отходы. В 2014 году приблизительно 25% всей потребленной в Финляндии энергии (372 ТВт·ч, 1 340 ПДж) было произведено с использованием древесного топлива (93 ТВт·ч, 333 ПДж). 80% энергии на базе древесины было произведено в Финляндии с использованием побочной продукции и отходов лесной промышленности, лесохозяйственных отходов и порубочных остатков, из них 64% (61 ТВт·ч, 220 ПДж) пришлось на такие промышленные отходы, как черный щелок, кора, опилки и другие древесные отходы, а 16% (15 ТВт·ч, 54 ПДж) – на лесосечные отходы, пни и деревья небольшого диаметра, сжигаемые в котельных ТЭЦ. В северо-западной части России вследствие конкуренции со стороны ископаемых видов топлива сложилась иная ситуация; доля древесины в топливном балансе в различных регионах обычно составляет 1–5% (Gerasimov & Karjalainen, 2013). Поскольку Скандинавские страны потребляют значительные объемы древесного топлива, экспорт древесной щепы и топливных древесных гранул вызывает большой интерес в северо-западном регионе Российской Федерации.

Древесина является гибким источником энергии, который способствует обеспечению устойчивости различных энергетических систем – от жилищно-коммунальных до промышленных. Она может использоваться домохозяйствами в целях получения энергии для отопления и приготовления пищи. Традиционная дровяная древесина является очень важным источником энергии в государствах – членах ЕЭК ООН, особенно в сельских районах, при этом также расширяются масштабы использования древесного топлива и в более урбанизированных районах, о чем свидетельствует увеличение потребления топливных древесных гранул на душу населения. В странах Северной Европы отдельно стоящие жилые дома оснащены каминами и печами для производства тепла, в частности зимой. Эта практика имеет существенные последствия на уровне национальной энергетической системы. В странах Северной Европы применяются в основном электрические системы отопления, и использование древесного энергетического сырья (например, дровяной

древесины, топливных древесных гранул) помогает снизить давление на спрос на электроэнергию в зимний период. Древесина, будучи альтернативным источником энергии, играет важную роль в удовлетворении базовых потребностей в тепле, особенно во время перебоев в снабжении электроэнергией. Древесина является важным источником энергии для домохозяйств и в умеренной зоне. Например, сообщается, что энергоносители на базе древесины стали популярным видом топлива для отопления жилья во многих районах США. Особенно это касается северо-востока США, где они являются более дешевым видом топлива для отопительных целей по сравнению с мазутом и керосином – согласно самым последним данным, количество домашних хозяйств, которые используют древесину в качестве основного вида топлива для отопления, увеличилось за период 2005–2012 годов по меньшей мере на 50% (Berry, 2014). В масштабах всей страны энергоносители на базе древесины в том или ином их виде (включая бревна, топливные древесные гранулы, древесные отходы и т.д.) используют почти 10% домохозяйств США, при этом ежегодный объем их потребления практически сравним с показателем по пропану. На долю сельских домохозяйств приходится около 63% общего объема потребления энергоносителей на базе древесины в жилищно-коммунальном секторе США (US Energy Information Administration, 2017).

Древесина часто используется для целей отопления на муниципальном уровне (рис. 1.4). Древесная щепа, кора и опилки стали одним из основных видов топлива для районных систем теплоснабжения. Они могут сжигаться вместе с торфом, при этом современные котельные могут работать на самых различных видах древесного топлива. Древесина является важным видом топлива для крупных ТЭЦ, которые обеспечивают теплоснабжение городов и производят электроэнергию для национальных сетей. Древесное топливо может также сжигаться совместно с углем. Однако тепловой КПД в этом случае зачастую ниже, чем на специально оборудованных ТЭЦ.

Древесное топливо может также использоваться в качестве сырья для производства жидкого моторного топлива. Оно дает ряд преимуществ, поскольку его использование не сказывается непосредственно на производстве продовольствия или ценах, а его преобразование энергии может обеспечивать более благоприятный энергетический баланс, чем специально выращиваемые целлюлозосодержащие культуры. Существует два основных способа производства жидкого биотоплива из лигноцеллюлозной биомассы: биохимический и термохимический (European Biofuels Platform, 2008). На сегодняшний день производство биотоплива второго поколения осуществляется в ограниченных промышленных масштабах (например, в Финляндии), при этом существуют установки, использующие в качестве сырья талловое масло и опилки. Из биомассы можно получать и биогаз, но древесная биомасса плохо подходит для этих целей (IEA Bioenergy, 2008).

РИСУНОК 1.4**Бункеры для хранения древесной щепы на электростанции Университета штата Миссури**

Источник: Francisco X. Aguilar.

Потенциал энергоносителей на базе древесины как основного возобновляемого энергоресурса прежде всего зависит от эффективности их производства, переработки и конечного использования. Например, последние оценки энергии-нетто, получаемой на тонну древесного топлива, позволяют предположить, что высокоэффективное производство тепла может дать почти в два раза больше чистой полезной энергии, чем производство одной лишь электроэнергии (Song and Aguilar, 2017). Как правило, количество энергии, получаемой после вычета энергии, которая была затрачена или утрачена в процессе переработки или преобразования топлива, является максимальным при использовании энергоносителей на базе древесины для производства тепла. Целевые показатели в отношении возобновляемых источников энергии обычно предусматривают повышение эффективности производства и потребления энергии по сравнению с нынешним уровнем, что видно на примере Директивы ЕС 2009/28/ЕС. Согласно этой Директиве, национальные

планы действий должны обеспечить, чтобы к 2020 году прирост показателя энергоэффективности в ЕС составил, по сравнению с 1990 годом, 20% при одновременном сокращении объема выбросов парниковых газов на 20%, а доля возобновляемых источников энергии в общем энергобалансе увеличилась до 20%. В соответствии с новыми целевыми показателями на 2030 год доля возобновляемых источников энергии в общем энергобалансе должна составить 27%, при этом, по сравнению с уровнями 1990 года, энергоэффективность должна возрасти на 27%, а объем выбросов ПГ – сократиться на 40%. Ожидается, что древесина будет и впредь играть важную роль в достижении этих целевых показателей (Proskurina et al. 2016). Однако в районах, где древесина используется в качестве наиболее доступного вида топлива для целей отопления и приобретает через менее развитые цепочки поставок, в ближайшее время вряд ли стоит ожидать какого-либо сокращения потребностей в энергии, вызванного повышением эффективности. Например, в странах Центральной Азии, даже с учетом улучшения изоляции помещений в целях повышения эффективности потребления тепла, обеспечение комфортных условий жизни требует значительного расширения масштабов производства энергии на базе древесины по сравнению с нынешним уровнем (Kargasov, 2008, Fabian et al. 2010).

Неэффективное сжигание древесного энергетического сырья может иметь прямые последствия для качества воздуха и оказывать воздействие на здоровье человека. Неэффективное сжигание древесины может приводить к повышению уровня загрязнения воздуха внутри и вне помещений веществами и соединениями, содержащимися в древесном дыме, включая диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4) и дисперсные частицы (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$). В древесном дыме в основном содержатся частицы размером в 2,5 микрона или менее, т. е. диаметром меньше человеческого волоса. Прямое вдыхание древесного дыма может иметь серьезные последствия для здоровья человека. Воздействие древесного дыма на организм человека может быть кратковременным и долговременным. В числе некоторых видов кратковременного воздействия можно назвать раздражение глаз, горла, носовых пазух и легких, головные боли, снижение функции легких, особенно у детей, воспаление или отек легких, повышение риска заболевания нижних дыхательных путей, более острые или частые симптомы существующих заболеваний легких (например, астмы, эмфиземы, пневмонии и бронхита), риск сердечного приступа и инсульта. К некоторым видам долговременного воздействия могут относиться хронические заболевания легких, включая бронхит и эмфизему, химические и структурные изменения в легких, а также рак (State of Washington Department of Ecology, 2012). В работе Наехера и др. (2007) сообщается, что концентрация тонкодисперсных частиц на уровне 100 микрограммов на кубический метр воздуха приводит к увеличению случаев заболевания верхних дыхательных путей, астмой и ринитом соответственно на 12, 19 и 26%. Использование древесины на коммунально-бытовые нужды может являться довольно крупным источником загрязнения воздуха тонкодисперсными частицами. Например, в штате Вашингтон, США, на бытовые дровяные печи приходится, согласно

оценкам, приблизительно 35% всех выбросов $\text{PM}_{2,5}$ (State of Washington Department of Ecology, 2012). Более эффективного сжигания топлива и снижения выбросов можно добиться путем улучшения качества древесного топлива посредством его сушки, поскольку повышенное содержание влаги является причиной не только снижения эффективности рекуперации тепла, но и увеличения выбросов углерода. В работе Магнона и др. (2016) делается вывод о том, что при увеличении содержания влаги с 10,3 до 56,3% общий объем выбросов углерода в результате сжигания древесины дуба в бытовой дровяной печи возрастает с 0,25 до 1,12 г/кг.

1.2.5 Социально-культурное значение

Использование древесины в качестве источника энергии не только создает возможности для расширения практики рационального лесопользования, содействует экономическому развитию, обеспечивает задействование возобновляемого энергоресурса и достижение целей в области охраны окружающей среды, но и имеет имманентную социально-культурную значимость. Большие объемы древесной биомассы для производства энергии можно получить за пределами лесохозяйственных угодий, например в окрестностях городов и на сельскохозяйственных землях. Древесина считается первым источником энергии, которым стал пользоваться человек для того, чтобы согреться и приготовить пищу (FAO, 2013). Древесина как энергоноситель, будучи своего рода экосистемным ресурсом, прямым или косвенным источником которого являются леса, представляет собой один из видов топлива, а зачастую имеет и большую культурную ценность для общества благодаря возможностям, которые обеспечивает ее использование в плане сохранения традиций, организации отдыха и приобретения знаний. Таким образом, использование древесины в качестве источника энергии может напрямую положительно влиять на уровень благосостояния населения. Древесина как энергоноситель играет важную роль в обеспечении безопасности и устойчивости энергоснабжения домашних хозяйств, при этом ее использование может способствовать социальной сплоченности и благополучию (Perlin, 1989, Mytting, 2015). Например, в таких Скандинавских странах, как Финляндия, женщины издавна рожали в саунах на дровах, поскольку стены в традиционных саунах, отапливаемых по черному, были покрыты стойкой к бактериям естественной сажой, благодаря чему эти помещения являлись самыми чистыми в доме. Перед свадьбами в саунах на дровах совершались ритуалы очищения, а на деревянных скамьях в этих помещениях производились омование тел усопших и их подготовка к захоронению. В прошлом сауна являлась для многих финнов самым почитаемым местом в доме, но и сегодня она тесно ассоциируется с их благополучием (Bosworth, 2013).

Выращивание деревьев для получения энергетического сырья является давней традицией во многих странах ЕЭК ООН. Например, по старому узбекскому обычаю отец при рождении сына сажает вдоль ирригационного канала на своем участке двадцать тополей. Когда

мальчик достигнет возраста для вступления в брак, эти деревья пригодятся ему для строительства собственного дома и отопления жилья (Savcor Indufor Oy, 2005).

Древесина как источник энергии вносит существенный вклад в благосостояние человека и уже давно служит удовлетворению его основных энергетических потребностей и сохранению традиций (рис. 1.5). В странах с хорошо развитыми системами производства и сбыта лесной продукции главным потребителем энергоносителей на базе древесины является, как правило, промышленный сектор, однако бывают и исключения. Например, во Франции значительный удельный вес в поставках энергетической древесины имеет традиционная дровяная древесина, при этом доля домохозяйств в общем объеме потребления энергоносителей на базе древесины в стране составляет, согласно оценкам, 71%. На региональном уровне, приблизительно половина древесной биомассы, используемой для производства энергии в ЕС, потребляется в жилищно-коммунальном секторе (Mantau, 2015), главным образом в виде традиционной дровяной древесины, а вторая половина теплоэлектроцентралями, работающими на биомассе, и предприятиями деревообрабатывающей промышленности (рис. 1.6). Другой пример – среднегодовой объем потребления энергии на базе древесины в жилищно-коммунальном

РИСУНОК 1.5

Картина «В сауне» (1925 год). Автор Пекка Халонен, финский художник, известный пейзажами и жанровыми сценами из жизни народа своей страны



Источник: Wikimedia commons.

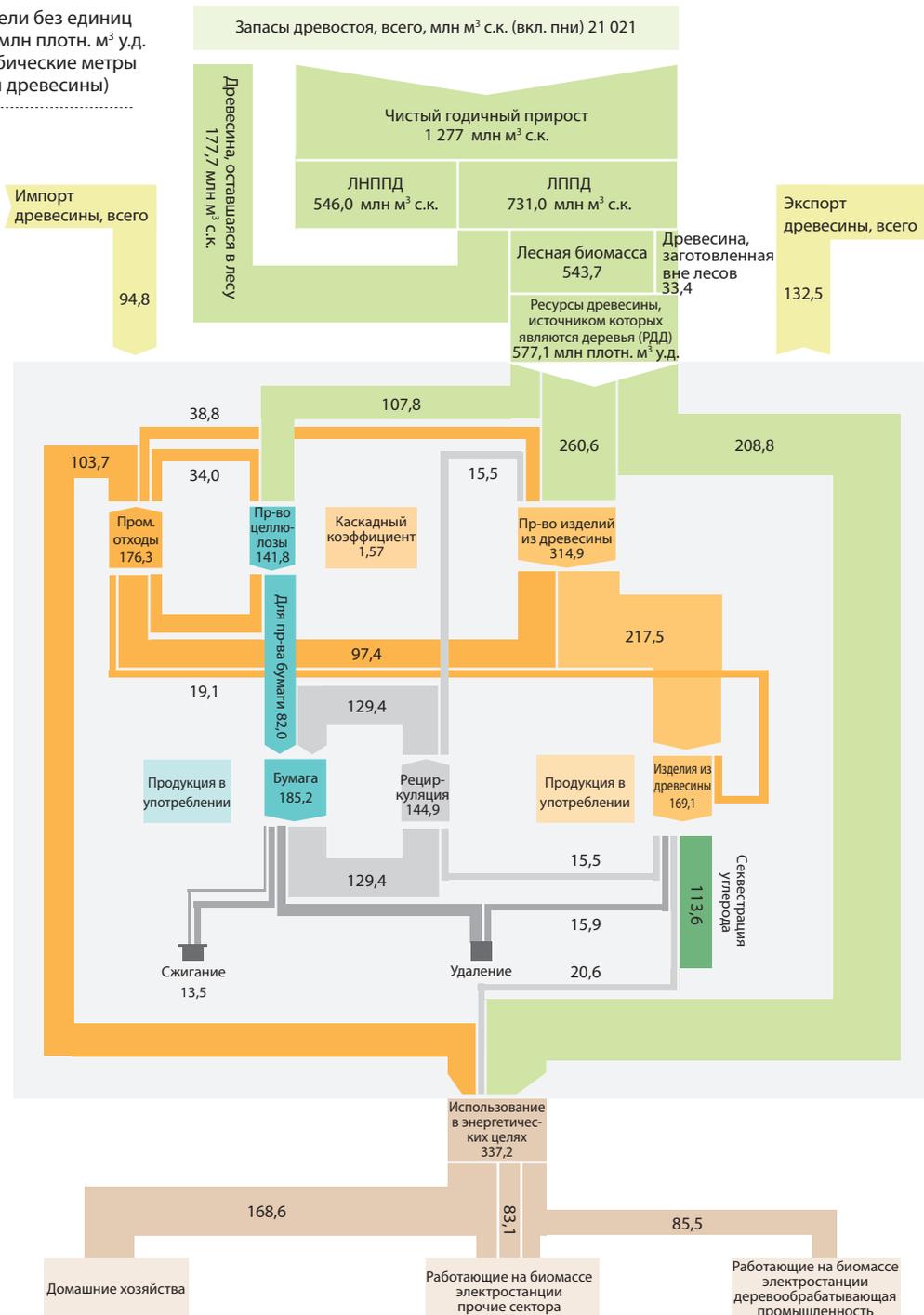
секторе США почти равен показателю потребления энергии, получаемой в результате сжигания пропана, и несколько ниже показателя потребления топочного мазута. Приблизительно одно из десяти домашних хозяйств в США использует энергоносители на базе древесины в качестве первичного или вторичного источника отопления (Berry, 2014). В частности, годовой показатель потребления энергии на базе древесины домашними хозяйствами США с доходами на уровне или ниже прожиточного минимума примерно на 40% выше, чем в среднем по стране. В Грузии около 75–96% деревень, в зависимости от района, используют для целей отопления главным образом древесину (Corso, 2013). Многие считают, что древесное энергетическое сырье (от дровяной древесины до топливных древесных гранул), помимо того, что оно позволяет получать энергию, является более эстетичным и визуально привлекательным, чем груды угля (Mytting, 2015), при том что его использование дает и дополнительную выгоду – образуется меньше пыли. Кроме того, те, кто занимается погрузочно-разгрузочными работами, и конечные потребители часто упоминают запах древесины, благодаря которому с ней приятней иметь дело, чем с ископаемыми видами топлива (Coffin, 2014). Еще одним преимуществом является нетоксичность древесного энергетического сырья и более низкий, чем при использовании ископаемых видов топлива, уровень риска подвергнуться воздействию газов и отравлению. Однако, как отмечалось ранее, неэффективное сжигание древесного топлива и воздействие древесного дыма могут иметь серьезные последствия для здоровья человека.

Древесина как энергоноситель представляет большую ценность для общества, потому что, будучи надежным, возобновляемым и гибким энергоресурсом, вносит вклад в обеспечение энергетической безопасности (Aguilar, 2014). Это особенно касается стран Центральной Азии и Скандинавии, где по причине сурового климата, а иногда и недоступности некоторых районов, древесина является основным, а зачастую и единственным видом топлива для целей отопления (рис. 1.7). В Центральной Азии домашние хозяйства в течение года экономят деньги, с тем чтобы в конце лета по низким для сезона ценам купить большое количество дровяной древесины. При решении вопроса, что купить, выбор зачастую делается в пользу топлива для отопительных целей, а не продовольствия и одежды, при этом, согласно данным из сельских районов Таджикистана, большинство людей предпочитает немного поголодать, если это позволит им находиться в более теплом доме (Swinkels, 2014). В Грузии 1 453 из 2 086 государственных школ зависят в плане отопления от топливной древесины (Corso, 2013). Однако древесного топлива зимой зачастую не хватает. Семьи обычно вынуждены отапливать только небольшие помещения, как правило одну комнату, и нечасто, лишь один–два раза в день (Swinkels, 2014, Kargasov, 2008, Fabian et al. 2010). Нехватка энергоносителей на базе древесины, недоступность альтернативных источников и усиление давления на леса в связи с заготовкой древесного топлива оказывают отрицательное воздействие на структуру лесных ресурсов и усугубляют положение домашних хозяйств.

РИСУНОК 1.6

Использование лесов и древесины в ЕС в 2010 году

Все показатели без единиц измерения в млн плотн. м³ уд. (плотные кубические метры условной древесины)



Источник: Mantau, 2015.

РИСУНОК 1.7

В регионе ЕЭК многие домашние хозяйства используют древесину для отопления жилья и приготовления пищи

**1.3 Выводы**

Использование древесного топлива является неотъемлемым элементом лесной биоэкономики. Древесина как энергоресурс выполняет многочисленные функции, причем как в рамках лесохозяйственной практики, так и в существующих производственно-бытовых цепочках, генерировании доходов для лесовладельцев, а также в местных и даже глобальных энергетических системах, что имеет соответствующие климатические последствия. Вместе с тем важно подчеркнуть, что энергетические системы на базе древесины должны быть эффективными, с тем чтобы обеспечивать максимальный объем производства энергии и сокращение потенциально вредных выбросов. Древесина как источник энергии вносит вклад в развитие устойчивых и безопасных энергетических систем и играет в регионе ЕЭК ООН важную социально-культурную роль в жизни многих людей.

1.4 Справочная литература

Aguilar, F.X. 2014. Wood Energy: Assessment and Outlook to 2030. In: Wood Energy in Developed Economies: Sustainable Resource Management, Economics and Policy. Aguilar, F.X. (Editor). Routledge. 306-325.

Aguilar, F.X., Abt, K., Glavonjić, B., Lopatin, E. and W. Mabee. 2016. Chapter 9: Wood Energy Market, 2015-2016. In: United Nations Forest Products Annual Market Review. P. 97-108.

Aguilar, F.X., Cai, Z. and A. D'Amato. 2014. Non-industrial private forest landowner's willingness-to-harvest: higher timber prices can increase woody biomass supply. *Biomass & Bioenergy*. 71:202-215.

Aguilar, F.X., Glavonjić, B., Hartkamp, R., Mabee, W. and K. Skog. 2015. Chapter 9: Wood Energy Market, 2014-2015. In: United Nations Forest Products Annual Market Review. P. 91-104. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/publications/2015-FPAMR-E.pdf>.

Asikainen, A., Anttila, P., Heinimö, J., Smith, T., Stupak, I. & Ferreira Quirino, W. 2010. Forests and bioenergy production. In: Mery, G., Katila, P., Galloway, G., Alfaro, R.I., Kanninen, M., Lobovikov, M. & Varjo, J. (eds.). *Forests and Society - Responding to Global Drivers of Change*. IUFRO World Series 25: 183-200.

Asikainen, A., Björheden, R., Moffat, A. and R. Spinelli. 2014. From biomass to feedstock. In: Pelkonen, P., Mustonen, M., Asikainen, A., Egnell, G., Kant, P., Leduc, S. & Pettenella, D. (eds.) *Forest Bioenergy for Europe. What Science Can Tell Us* 4:59-68.

Asikainen, A., Ikonen, T. and J. Routa. 2016. Challenges and opportunities of logistics and economics of forest biomass. In: Thiffault, E., Berndes, G., Junginger, M., Saddler, J. & Smith, T. 2016 (eds.) *Mobilization of forest bioenergy in the boreal and temperate biomas. Challenges, Opportunities and Case Studies*. Academic Press. Pp. 60-83.

Bentsen, 2017; Carbon debt and payback time – lost in the forest? *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 73: 1211-1217.

Berger, A., Palik, B., D'Amato, A., Fraver, S., Bradford, J., Nislow, K., King, D. and R. Brooks. 2013. Ecological impacts of energy-wood harvests: Lessons from whole-tree harvesting and natural disturbance. *Journal of Forestry*. 111(2): 139-153.

Berndes, G., Abt, B., Asikainen, A., Cowie, A., Dale, V., Egnell, G., Lindner, M., Marelli, L., Paré, D., Pingoud, K. and S. Yeh, S. 2016. Forest biomass, carbon neutrality and climate change mitigation. 2016. *From Science to Policy* 3. European Forest Institute.

Berndes, G., Bird, N. and A. Cowie. 2011. *Bioenergy, Land Use Change and Climate Change Mitigation – Background Technical Report*. IEA Bioenergy:ExCo:2011:04. Имеется по адресу <http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Bioenergy-Land-Use-Change-and-Climate-Change-Mitigation-Background-Technical-Report.pdf>.

Berry, C. 2014. Increase in wood as main source of household heating most notable in the Northeast. US Energy Information Administration. Имеется по адресу <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=15431>.

Bosworth, M. 2013. Why Finland loves saunas. Имеется по адресу <http://www.bbc.com/news/magazine-24328773>.

Cai, Z., L., Narine, A. D'Amato and F.X. Aguilar. 2016. Attitudinal and Revenue Effects on Non-Industrial Private Forest Owners'

Willingness-to-Harvest Timber and Woody Biomass. *Forest Policy and Economics*. 63: 52–61.

Cintas O, G., Berndes, A.L., Cowie, G., Egnell, G., Holmström, H., Marland, G., and G. Ågren, 2017. Carbon balances of bioenergy systems using biomass from forests managed with long rotations: bridging the gap between stand and landscape assessments. *GCB Bioenergy*. Имеется по адресу <http://dx.doi.org/10.1111/gcbb.12425>.

Coffin, G. 2014. Use of by-product wood chips and other biomass in a combined heat and power system at the University of Missouri Power Plant. In: Wood Energy in Developed Economies: Sustainable Resource Management, Economics and Policy. Aguilar, F.X. (Editor). Routledge. 253-278.

Corso, M. 2013. Georgia: Need for Firewood Raises Threat for Christmas-Tree Trade. *Eurasianet.org*. Имеется по адресу <http://www.eurasianet.org/node/67891>.

Egger C., Ohlinger C., and G. Dell. 2014. Successful wood energy development and implementation: sustainable heating in Upper Austria. In: Wood Energy in Developed Economies: Sustainable Resource Management, Economics and Policy. Aguilar, F.X. (Editor). Routledge. 279-305.

Fabian, A., Volkmer, H. and C. Wiedemann. 2010. Microloans for Thermal Insulation: A Product Documentation Based on Experience in Tajik Gorno-Badakhshan.

ФАО. 2013. Энергия, производимая на базе древесины. Имеется по адресу <http://www.fao.org/forestry/energy/en/>.

Finnish Ministry of Agriculture and Forestry (MMM). 2014. Information on LULUCF actions. 30 June 2014. Имеется по адресу http://mmm.fi/documents/1410837/1867349/Information_on_LULUCF_actions_FINLAND_final_1.pdf/89fc7c83-ebe9-444a-8deb-ca0c3c08ff8b.

Gerasimov, Y. and T. Karjalainen. 2013. Energy wood resources availability and delivery cost in Northwest Russia. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Volume 28, 2013 - Issue 7:689-700.

Hakkila, P. 2002. Operations with reduced environmental impact. P. 244–261 in *Bioenergy from sustainable forestry: Guiding principles and practice*, Richardson, J., R. Björheden, P. Hakkila, A.T. Lowe, and C.T. Smith (eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Hansson S., Duden, A.S., Junginer, H.M., Dale, V.H. and F. van der Hilst, 2017. Wood pellets, what else? Greenhouse gas parity times of European electricity from wood pellets produced in the south-eastern United States using different softwood feedstocks *GCB Bioenergy*. Имеется по адресу <http://dx.doi.org/10.1111/gcbb.12426>.

International Energy Agency. 2009. *Bioenergy – The Impact of Indirect Land Use Change. Summary and Conclusions from the IEA Bioenergy ExCo63 Workshop* IEA BIOENERGY: ExCo: 2009:04.

Janowiak, M.K. and Webster, C.R., 2010. Promoting ecological sustainability in woody biomass harvesting. *Journal of Forestry*. 108(1): 16-23.

Kargasov. 2008. - Promoting Energy Efficiency. URL: <https://www.yumpu.com/en/document/view/26658000/energy-efficiency-centre-for-development-and-environment> (accessed on October 7, 2016).

Koponen, K., Sokka, L., Salminen, O., Sievänen, R., Pingoud, K., Ilvesniemi, H., Routa, J., Ikonen, T., Koljonen, T., Alakangas, E.,

- Asikainen, A. and K. Sipilä. 2015. Sustainability of forest energy in Northern Europe. VTT Technology 237. 94 p.
- Kurz, W. A., Dymond, C. C., Stinson, G., Rampley, G.J., Neilson, E.T., Carroll, A.L., Ebata, T. and L. Safranyik. 2008. Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature*. 452: 987-990.
- Laganière, J, D. Paré, E.Thiffault, P.Y. Bernier, 2017; Range and uncertainties in estimating delays in greenhouse gas mitigation potential of forest bioenergy sourced from Canadian forests. *GCB Bioenergy* 9 (2) 358–369.
- Lippke, B. and M. Puettmann. 2013. Life-cycle carbon from waste wood used in district heating and other alternatives. *Forest Products Journal*. 63(1):12-23.
- Lippke, B., Gustafson, R., Venditti, R., Steele, P., Volk, T., Oneil, E., Johnson, L., Puettmann, M. and K. Skog. 2012. Comparing Life-Cycle Carbon and Energy Impacts for Biofuel, Wood Product, and Forest Management Alternatives. *Forest Products Journal*. 62(4):247-257.
- Magnone, E., Park, S.K., and J.H. Park. 2016. Effects of moisture contents in the common oak on carbonaceous aerosols generated from combustion processes in an indoor wood stove. *Combustion Science and Technology*. 188(6): 982-996.
- Mantau, U. 2015. Wood flow analysis: Quantification of resource potentials, cascades and carbon effects. *Biomass & Bioenergy*. 79: 28-38.
- Mathioudakis V., P.W. Gerbens-Leenes, T.H. Van der Meer and A.Y. Hoekstra. 2017. The water footprint of second-generation bioenergy: A comparison of biomass feedstocks and conversion techniques. *Journal of Cleaner Production*. 148: 571e582.
- Miner, R. A., Abt, R. C., Bowyer, J. L., Buford, M. A., Malmsheimer, R. W., O'Laughlin, J., Oneil, E. E., Sedjo, R. A. and K. Skog. 2014. Forest carbon accounting considerations in US bioenergy policy. *Journal of Forestry*. 112: 591–606.
- Mytting, L. 2015. Norwegian Wood. Chopping, stacking, and drying wood the Scandinavian way. MacLehose Press. 192 pp.
- Naeher, L., Brauer, M., Lipsett, M., Zelikoff, J., Simpson, C., Koenig, J. and K. Smith. 2007. Woodsmoke Health Effects: A review. *Inhalation Toxicology*. 19: 67-106.
- Perez-Verdin, G., Grebner, D.L., Munn, I.A., Sun, C. and S.C. Grado. 2008. Economic impacts of woody biomass utilization for bioenergy in Mississippi. *Forest Products Journal*, 58(11):75-83.
- Popp, J., Lakner, Z., Harangi-RAkos, M., and M. Fari. 2014. The effect of bioenergy expansion: Food, energy and environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 32:559-578.
- Powers, R.F., D.A. Scott, F.G. Sanchez, R.A. Voldseth, D. Page-Dumroese, J.D. Elioff, and D.M. Stone. 2005. The North American long-term soil productivity experiment: Findings from the first decade of research. *For. Ecol. Manag.* 220:31–50.
- Proskurina S, Sikkema, R., Heinimö, J. and E. Vakkilainen. 2016. Five years left - How are the EU member states contributing to the 20% target for EU's renewable energy consumption; the role of woody biomass. *Biomass & Bioenergy*. 95: 64-77.
- Raitila, J., Virkkunen, M., Flyktman, M., Leinonen, A., Gerasimov, Y. and T. Karjalainen. 2008. The pre-feasibility study of biomass plant in Kostomuksha. Final Report. VTT-R-O8372. 55 p.
- Savcor Indufor Oy. 2005. Ensuring sustainability of forests and livelihoods through improved governance and control of illegal logging for economies in transition. Report to the World Bank. Имеется по адресу <http://siteresources.worldbank.org/EXTFORESTS/Resources/985784-1217874560960/Uzbekistan.pdf>.
- Schwedler, D. and L. McCarthy. 2011. People Restoring America's Forests: A Report on the Collaborative Forest Landscape Restoration Program. Имеется по адресу <https://www.fs.fed.us/restoration/documents/cflrp/CoalitionReports/CFLRPAAnnualReportNov2011.pdf>.
- Sikkema R., Dallemand, J.F., Matos, C.T., van der Velde, M. and J. San-Miguel-Ayanz. 2016. How can the ambitious goals for the EU's future bioeconomy be supported by sustainable and efficient wood sourcing practices? *Scandinavian Journal of Forest Research*. Имеется по адресу <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2016.1240228>.
- Sokka, L., Koponen, K. And J.T. Keränen. 2015. Cascading use of wood in Finland – with comparison to selected EU countries. VTT-R-03979-15. 25p.
- Song, N. and F.X. Aguilar. 2015. Economic Impacts of the Implementation of the Missouri Pine-Oak Woodlands Restoration Project at the Mark Twain National Forest, 2012-2019: A Project of the Collaborative Forest Landscape Restoration Program. Report to the USDA Forest Service Mark Twain National Forest. 18 pp.
- Song, N. and F.X. Aguilar. 2017. Woody biomass energy efficiency pathways: public policy implications. *Biofuels*. <http://dx.doi.org/10.1080/17597269.2016.1259520>.
- State of Washington Department of Ecology. 2012. How wood some harms your health. Имеется по адресу <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/documents/91br023.pdf>.
- Swinkels, R. 2014. Assessment of household energy deprivation in Tajikistan (World Bank Report) URL:<http://documents.worldbank.org/curated/en/944321468341064427/pdf/888370ESW0whit0n0Energy0Deprivation.pdf>.
- Thiffault, E., Asikainen, A. and G. Devlin. 2016. Comparison of forest biomass supply chains from the boreal and temperate biomes. In: Thiffault, E., Berndes, G., Junginger, M., Saddler, J. & Smith, T. 2016 (eds.) *Mobilization of forest bioenergy in the boreal and temperate biomas. Challenges, Opportunities and Case Studies*. Academic Press. Pp. 10-35.
- U.S. Energy Information Administration. 2017. Residential Energy Consumption Survey: Table HC6.5 Space heating in U.S. homes by household income, 2015. Имеется по адресу <https://www.eia.gov/consumption/residential/data/2015/index.php?view=characteristics#sh>.
- Wang, W., Dwivedi, P., Abt, R. and M. Khanna. 2015. Carbon savings with transatlantic trade in pellets: accounting for market-driven effects. *Environmental Research Letters*. Имеется по адресу <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/10/11/114019>.
- Woodall, C.W., Ince, P.J., Skog, K.E., Aguilar, F.X., Keegan, C.E., Sorenson, C.B., Hodges, D.G. and W.B. Smith. 2012. An overview of the forest products sector downturn in the United States. *Forest Products Journal*. 61: 595-603.



Глава

2

ДАННЫЕ
ОБ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯХ
НА БАЗЕ ДРЕВЕСИНЫ:
СОВМЕСТНОЕ
ОБСЛЕДОВАНИЕ
ПО СЕКТОРУ
ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ
НА БАЗЕ ДРЕВЕСИНЫ

Основные моменты *

- * СОЭД является уникальным инструментом, позволяющим получать подробную информацию об источниках и пользователях энергоносителей на базе древесины в отдельных странах.
 - * Оно способствует обеспечению согласованности данных между лесным и энергетическим секторами.
 - * Оно способствует улучшению информационного взаимодействия между лесным и энергетическим секторами.
 - * Оно полностью совместимо с другими международными вопросниками и базами данных.
 - * Оно обеспечивает структуру и расширяет представление о роли энергоносителей на базе древесины в государствах-членах.
 - * Оно подтверждает, что в государствах – членах ЕЭК для производства энергии на базе древесины используется в основном опосредованно получаемое древесное волокно.
 - * Масштабы использования энергоносителей на базе древесины продолжают расширяться.
 - * Домашние хозяйства потребляют гораздо больше энергоносителей на базе древесины, чем о том свидетельствовали прежние расчеты.
-

2.1 История проведения Совместного обследования по сектору энергоносителей на базе древесины

В государствах – членах ЕЭК ООН топливная древесина является важным видом лесной продукции. В сельских районах домашние хозяйства никогда полностью не отказывались от древесины как источника энергии для отопления жилья и приготовления пищи. В регионе ЕЭК на долю древесины, используемой в энергетических целях, приходится приблизительно половина общего объема вывозок древесины. Топливая древесина служит важным альтернативным видом топлива, особенно в периоды крупных национальных и международных кризисов. Во время нефтяного кризиса 1970-х годов, войны на Балканах и введенного впоследствии в отношении стран западной части Балканского полуострова эмбарго, глобального экономического кризиса, который разразился после 2008 года и имел особенно серьезные последствия для Греция, и перебоев со снабжением газом в Грузии (2009 год) и Украине (2006–2009 годы) потребление энергии на базе древесины резко возросло.

Помимо кризисов, использование древесины в качестве альтернативного источника энергии стимулировали и более высокие цены на конкурирующие энергоносители, а также поддержка, оказанная по линии государственной политики (глава 4). На рисунке 2.1 видно, что цены на древесину следовали траектории, которая с некоторым отставанием коррелировала с траекторией цен на

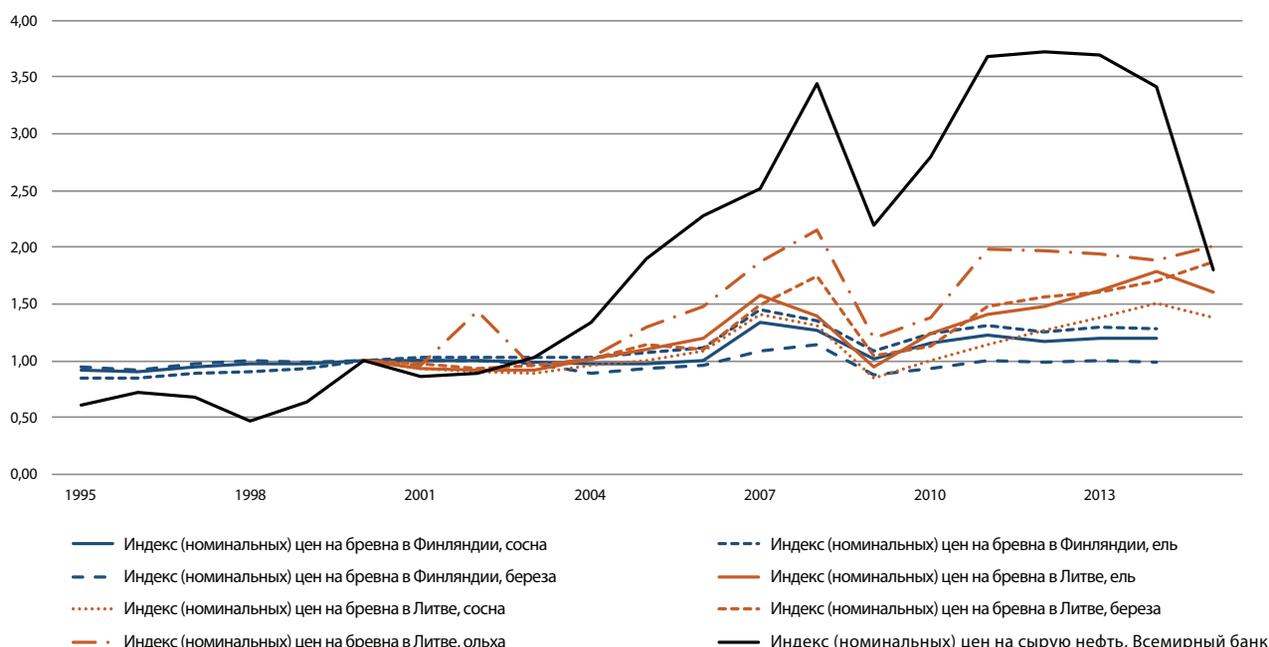
ископаемые виды топлива, о чем свидетельствует хронология цен на круглый лес в отдельных государствах – членах ЕЭК ООН.

В 2015 году общемировой объем производства биоэнергии составил 474 ТВт·ч, что на 8% больше, чем в 2014 году. Прогнозируется, что в 2021 году объем производства биоэнергии достигнет около 670 ТВт·ч, при этом ежегодно он будет увеличиваться в среднем на 6% (OECD/IEA, 2016). Несмотря на отмечавшееся в течение последних двух лет падение цен на нефть, спрос на энергоносители на базе древесины в большинстве государств – членов ЕЭК ООН остается высоким, хотя инвестиции в работающие на биомассе системы сокращаются (UNECE/FAO FPAMR, 2015–2016; OECD/IEA, 2016).

Заинтересованные стороны в лесном секторе ожидали, что рост спроса на древесину, используемую в энергетических целях, окажет существенное воздействие на леса, рынки древесины и предприятия, выпускающие изделия из древесины. Чрезвычайно важно было лучше понять, где берется древесное волокно для производства энергии и какой сектор использует лесную продукцию и какого качества. Выпущенный в 2001 году сборник Единой терминологии по вопросам производства энергии на базе древесины (ЕТЭД) и последующий сборник Единой терминологии по биоэнергии (ЕТБЭ) стали первой попыткой создать подходящую основу для выявления различных видов энергоносителей на базе древесины и определения объема их потоков. Для целей анализа предложения (производства) и спроса (потребления)

РИСУНОК 2.1

Индекс цен на древесину в Финляндии и Литве и индекс мировых цен на нефть (индексы за 2000 год), 1995–2016 годы



Источник: UNECE/FAO Wood Prices, 2017; World Bank, 2016.

РИСУНОК 2.2

Пример сводной таблицы СОЭД, основанной на справочнике Единой терминологии по биоэнергии

[1 000 м ³]		ПОТРЕБИТЕЛИ				Сумма [U1;U2; U3;U4]
		U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники			6 859	529	7 388
	S2 Опосредованные источники	6 352	7 357	1 105	1 404	16 218
	S3 Рекуперированная древесина					
	S4 Неустановленные источники					
	Сумма [S1;S2;S3;S4]	6 352	7 357	7 964	1 933	

Источник: UBET, FAO 2004.

было проведено различие между древесным топливом, сельскохозяйственным топливом и муниципальными отходами. При рассмотрении вопроса о производстве древесного топлива во внимание принимались все источники древесной биомассы, используемой в энергетических целях (древесина, непосредственно заготавливаемая в лесах, опосредованно получаемое древесное сырье, рекуперированная древесина и топливо на базе древесины), в случае спроса главным аспектом являлось состояние древесины, используемой для получения энергии (твердое, жидкое и газообразное). В СОЭД все эти категории подразделяются на источники и потребителей (рис. 2.2).

В 2003 году государства – члены ЕЭК ООН поручили Секции лесного хозяйства и лесоматериалов ЕЭК ООН/FAO определить международные системы представления отчетности для получения информации о лесной продукции, используемой в целях производства энергии (TIM/EFC/WP.2/2004/9 – UNECE 2004). Предварительное аналитическое исследование показало, что ни одна из международных организаций (например, FAO, Международное энергетическое агентство, Евростат, Международное агентство по возобновляемым источникам энергии) не осуществляет на систематической основе сбор такой информации на уровне детализации, который необходим для проведения сравнений со статистическими данными по лесному хозяйству (UNECE, 2005 http://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/docs/stats-sessions/stats-27/English/Wood_Energy_Background_Paper.doc). В международной статистике сектора энергетики древесина зачастую относилась к твердой биомассе, при этом различные виды лесной продукции в отдельные категории не

выделялись. Кроме того, статистические данные по энергетическому сектору обычно представлялись в джоулях (Дж), и их необходимо было переводить в плотные кубические метры условной древесины (плотн. м³ уд.), используемые в статистике лесного хозяйства, что представлялось довольно трудной задачей ввиду разнообразия соответствующей продукции. Тем не менее аналитическое исследование позволило установить, что подробные данные об энергоносителях на базе древесины имеются на национальном уровне во многих государствах – членах ЕЭК ООН, но в разрозненном виде.

Необходимость в более надежных данных об энергоносителях на базе древесины также стала очевидной после публикации в 2005 году Перспективного исследования по лесному сектору Европы (ПИЛСЕ I). Несмотря на важность древесного энергетического сырья для лесного сектора, подготовить надежный сценарий по энергоносителям на базе древесины ввиду ограниченности данных было невозможно.

С учетом результатов предварительного аналитического исследования и отсутствия соответствующих данных государства – члены ЕЭК ООН признали целесообразность создания новой схемы представления отчетности. В 2005 году на двадцать седьмой сессии Объединенной рабочей группы FAO/ЕЭК ООН по экономике и статистике лесного сектора государства – члены приняли решение разработать для Совместного обследования ЕЭК ООН/FAO/МЭА по сектору энергоносителей на базе древесины вопросник, основанный на Единой терминологии по биоэнергии (UBET, FAO, 2004).

Схема представления отчетности для СОЭД преследует следующие цели:

1. обеспечить комплексный и своевременный учет реального положения дел в секторе энергоносителей на базе древесины путем сбора соответствующих национальных данных, которые можно получить из официальных и неофициальных источников;
2. объединить знания и данные, имеющиеся в секторах энергетики, утилизации отходов и лесного хозяйства, в целях обеспечения сопоставимости соответствующих статистических данных;
3. содействовать развитию кросс-секторального сотрудничества между национальными экспертами по энергетике, утилизации отходов и лесному хозяйству и всеми другими соответствующими заинтересованными сторонами;
4. продемонстрировать последствия использования древесины в энергетических целях для лесного сектора и воздействие древесной биомассы на сектор энергетики.

В 2006 году была завершена подготовка первого варианта вопросника СОЭД, который затем был распространен среди 56 государств – членов ЕЭК ООН с целью сбора данных за базовый 2005 год. Заполнение вопросника государствами-членами носило добровольный характер. Ответы на первый вопросник СОЭД представили в общей сложности 14 государств-членов, при этом качество данных было сочтено хорошим. С тех пор СОЭД проводится каждые два года, и количество качественных ответов постоянно растет: в 2007 году ответы представили 16 государств-членов, в 2009 году – 20, в 2011 году – 24,

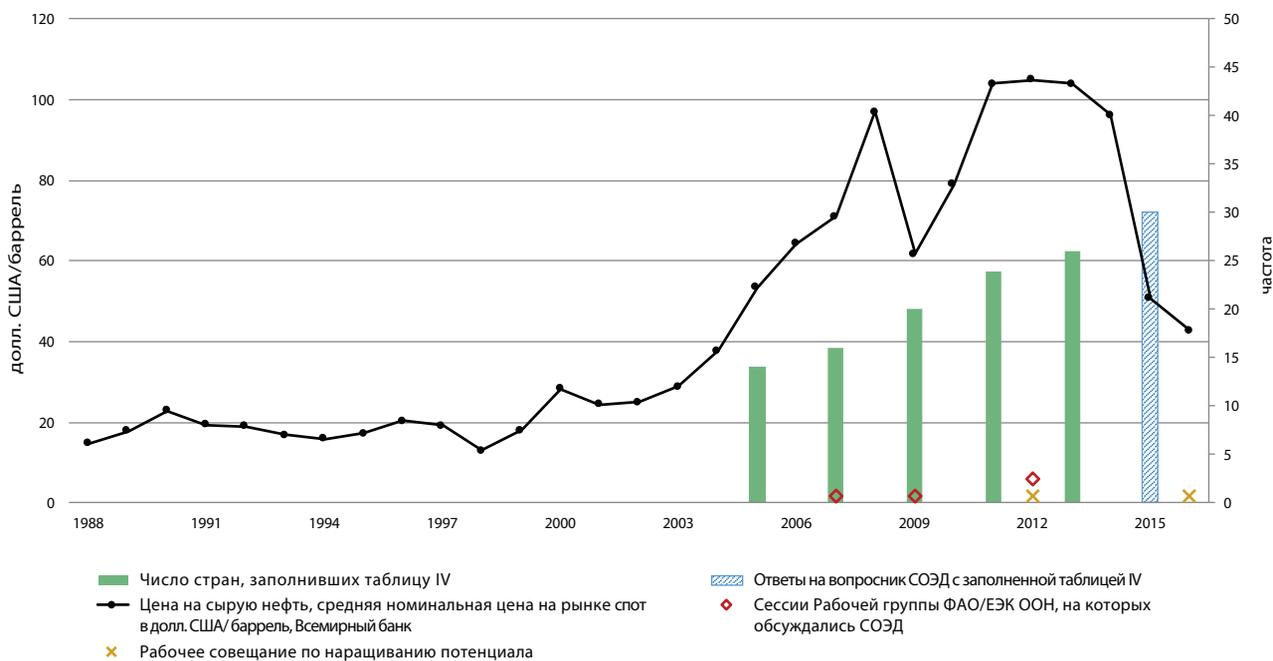
в 2013 году – 26 и в 2015 году – 33 (со списком государств-членов, представивших данные для СОЭД, можно ознакомиться в приложении). На рисунке 2.3 показана хронология СОЭД.

Одним из результатов распространения вопросника стало то, что государства-члены осознали необходимость улучшения качества данных. В ряде случаев итоги обследований домашних хозяйств показали, что потребление древесного топлива на коммунально-бытовые нужды в четыре раза превышает уровень, рассчитанный на основе прежних оценок.

Под руководством членов Объединенной рабочей группы ФАО/ЕЭК ООН по экономике и статистике лесного сектора на регулярной основе проводился пересмотр вопросника СОЭД. В 2007 году на двадцать девятой сессии Объединенной рабочей группы ФАО/ЕЭК ООН государства-члены приняли решение о включении в вопросник таблицы IV, основной таблицы для сбора данных по энергоносителям на базе древесины для целей СОЭД, и просили заполнять данные в предварительном порядке. В 2009 году на тридцать первой сессии Объединенной рабочей группы ФАО/ЕЭК ООН была изменена структура вопросника, при этом в него были добавлены сводная таблица и дополнительные источники древесного волокна. Результаты СОЭД позволили включить сценарий по производству энергии на базе древесины в исследование ПИЛСЕ II. В 2012 году государства – члены ЕЭК ООН просили добавить в вопросник раздел, который бы помог получить в рамках СОЭД за 2011 год информацию об осуществлении национальных планов действий стран ЕС в области использования возобновляемых источников энергии (НПДВЭИ).

РИСУНОК 2.3

Хронология представления данных для СОЭД



В 2013 году государства-члены на совместной сессии Комитета ЕЭК по лесам и лесной отрасли (КЛЛО) и Европейской комиссии ФАО по лесному хозяйству (ЕКЛХ) учредили Группу специалистов по энергоносителям на базе древесины. Группа была создана для оказания консультативной и методологической помощи по вопросам сбора данных об энергоносителях на базе древесины, проведения последующей работы в связи с СОЭД и конкретных исследований, касающихся энергоносителей на базе древесины. Группа поддерживает и контролирует деятельность по сбору данных об энергоносителях на базе древесины и руководит работой по пересмотру и обновлению вопросника СОЭД.

В 2012 и 2016 годах национальным корреспондентам было предложено принять участие в рабочих совещаниях по наращиванию потенциала. Основное внимание на этих мероприятиях было уделено повышению уровня осведомленности о проблемах с данными об энергоносителях на базе древесины, при этом они были призваны способствовать улучшению положения с наличием и качеством данных в регионе ЕЭК. Благодаря этим рабочим совещаниям национальные эксперты по энергетике и лесному хозяйству получили возможность встретиться и обменяться мнениями по вопросам представления данных, а секретариат смог лучше понять проблемы, с которыми сталкиваются корреспонденты при заполнении вопросника. Оба совещания способствовали увеличению числа ответов на вопросник СОЭД и представлению более полных данных.

Первоначальные цели, которые состояли в том, чтобы разобраться в ситуации с использованием энергоносителей на базе древесины в регионе и создать систему сбора данных для лучшего понимания информации государств-членов по этому вопросу, были достигнуты. Работа по улучшению соответствующего взаимодействия в странах и совершенствованию СОЭД продолжается. С тем чтобы СОЭД были по-прежнему актуальными, необходимо переосмыслить их задачи. Этого можно достигнуть путем расширения целевой аудитории пользователей данных, а не ограничивать ее лишь представителями лесного сектора. Одним из шагов в этом направлении могло бы стать приведение данных СОЭД в соответствие с международной статистикой по энергетическому сектору.

2.2 Структура вопросника СОЭД

Вопросник СОЭД основывается на программе Excel и состоит из четырех таблиц. На рисунке 2.4 видно, что информация для заполнения вопросника берется из статистики энергетики и лесного хозяйства.

2.2.1 Таблицы I и II: Предложение древесины

Таблицы I и II служат целям сбора информации о производстве лесной продукции и торговле ею в государствах-членах. В них запрашивается информация об использовании древесины не только для производства энергии, но и в других целях, например в качестве сырья в лесной промышленности. Большая часть информации

РИСУНОК 2.4

Структура вопросника для Совместного обследования по сектору энергоносителей на базе древесины



о лесной продукции берется из ответов на Совместный вопросник по лесному сектору (СВЛС, ЕЭК ООН/ФАО/МОТД/Евростат). СВЛС является основным инструментом для получения статистических данных по лесному хозяйству в регионе ЕЭК. С его помощью собирается информация о производстве лесной продукции и торговле ею в отдельных странах. Данные из ответов на СВЛС загружаются непосредственно в ФАОСТАТ, международную базу данных о лесной продукции.

В таблице 2.1 указаны виды лесной продукции, перечисляемые в таблице I вопросника СОЭД. При представлении данных для СОЭД лесная продукция подразделяется на три категории в зависимости от происхождения древесного волокна (первичная твердая биомасса, получаемая в лесах и вне лесов, твердая и жидкая биомасса, получаемая на предприятиях лесной промышленности, и твердые коммунально-бытовые отходы/продукты, поддающиеся биологическому разложению). Лесная продукция, сырьем для которой служит «первичная твердая биомасса» и «твердая и жидкая биомасса, получаемая на предприятиях лесной промышленности», представляет собой лесные товары по определению, даваемому в СВЛС. Определения делового круглого леса, топливной древесины, заготавливаемой в лесах, щепы и стружки, а также древесных остатков согласуются с определениями в СВЛС. Показатели по черному щелоку и коре могут быть рассчитаны на основе полученных с помощью СВЛС данных по соответственно древесной целлюлозе и первичной твердой биомассе. Коэффициенты пересчета для этих расчетов приводятся в вопроснике. Однако национальным корреспондентам предлагается, в случае необходимости, корректировать эти коэффициенты пересчета для надлежащего отражения ситуации в их странах.

ТАБЛИЦА 2.1

Представление данных о производстве древесного сырья и торговле им в таблице I вопросника СОЭД

1. Первичная твердая биомасса (получаемая в лесах/вне лесов)
- Деловой круглый лес (тыс. м ³)
- Топливная древесина (тыс. м ³)
- ...в том числе в порослевых древостоях с коротким оборотом рубки (тыс. м ³)
2. Твердая и жидкая биомасса, получаемая на предприятиях лесной промышленности
- Щепы и стружка (тыс. м ³)
- Древесные остатки (тыс. м ³)
- Кора (тыс. м ³)
- Черный щелок (тыс. т)
- Талловое масло-сырец (тыс. т)
3. Твердые коммунально-бытовые отходы/продукты, поддающиеся биологическому разложению
- Неопасные древесные отходы (тыс. т)
- Опасные древесные отходы (тыс. т)
- Неустановленные категории древесных отходов (тыс. т)
Происхождение неизвестно
- Древесина из неизвестных источников (тыс. м ³)
<i>m³ = плотные кубические метры условной древесины, т = тонны</i>

Данные о древесине в виде «твердых коммунально-бытовых отходов/продуктов, поддающихся биологическому разложению» в статистике лесного сектора (СВЛС) отсутствуют. Для целей СОЭД эту информацию необходимо брать из других источников, например, из статистики отходов.

В таблице 2.2 указаны виды топлива, получаемого переработкой древесины, информация о которых подлжет представлению в таблице II вопросника СОЭД. Сведения о древесном угле и топливных древесных гранулах берутся из ответов на СВЛС. Данные о древесных брикетах¹ и жидких видах биотоплива, получаемого переработкой древесины, отсутствуют, и их приходится брать из более специализированных источников (например, из данных обследований).

Поскольку сырьем для этих видов искусственного топлива служит древесина, между таблицами I и II существует тесная связь. В случае наличия данных, в таблице III вопросника СОЭД можно представлять информацию о потоках ресурсов. Единицы измерения в СОЭД полностью согласованы с СВЛС.

¹ В терминологии СВЛС древесные брикеты в настоящее время включены в категорию «прочие агломерированные виды древесного топлива».

ТАБЛИЦА 2.2

Представление данных о производстве топлива на базе древесины и торговле им в таблице II вопросника СОЭД

Твердое биотопливо, получаемое переработкой древесины
- Древесный уголь (тыс. т)
- Топливные древесные гранулы (тыс. т)
- ...в том числе торрефицированные (тыс. т)
- Древесные брикеты (тыс. т)
Жидкое биотопливо, получаемое переработкой древесины
- Пиролизное топливо (млн л)
- Этанол на базе целлюлозы (млн л)
- Биодизель на базе древесины (млн л)
<i>т = тонны, л = литры</i>

2.2.2 Таблица III: Переработка древесного сырья в различные виды топлива

Таблица III вопросника СОЭД служит целям получения информации о переработке древесного сырья (таблица I) в различные виды топлива на базе древесины (таблица II). Корреспондентам предлагается представить данные об объеме древесного волокна (например, топливной древесины, щепы, стружки или древесных отходов), используемого для производства различных видов топлива на базе древесины, т.е. топлива, получаемого переработкой древесины (например, древесного угля, топливных древесных гранул или целлюлозного этанола). Представление этой информации помогает исключить возможность двойного учета. Данные для таблицы III должны представляться в тоннах сухой массы (т сухой массы). До СОЭД 2015 года заполнять эту таблицу было необязательно.

2.2.3 Таблица IV: Использование древесины в энергетических целях

Таблица IV вопросника СОЭД является ключевой. В ней производится увязка различных источников с разнообразными потребителями энергоносителей на базе древесины. Она помогает собирать информацию о лесной продукции, используемой в энергетических целях отдельными категориями потребителей. Считается, что эта таблица является наиболее важной для целей СОЭД.

К трем основным категориям потребителей энергоносителей на базе древесины в таблице IV (таблица 2.3) относятся «Профильные производители электроэнергии и тепла», «Промышленный сектор» и «Прочие прямые конечные потребители». Эти категории основываются на определениях, используемых в совместном вопроснике МЭА/Евростата/ЕЭК ООН по возобновляемым источникам энергии (IEA/Eurostat/UNECE, 2015).

ТАБЛИЦА 2.3**Категории потребителей энергоносителей на базе древесины в таблице IV СОЭД**

Профильные производители электроэнергии и тепла
- Электростанции
- Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)
- Теплоцентрали
- Неустановленные категории
Промышленный сектор
- Целлюлозно-бумажная промышленность
- Деревообрабатывающая промышленность
- Прочие отрасли
- Неустановленные категории
Прочие прямые конечные потребители
- Жилищно-коммунальный сектор
- Сельское, лесное и рыбное хозяйство
- Сектор коммерческих и государственных услуг
- Сектор транспорта
- Прочие
- Неустановленные категории

К профильным производителям электроэнергии и тепла относятся предприятия, для которых производство энергии является основным видом деятельности (например, электростанции). В рамках этой категории проводится различие между теплоцентралями, электростанциями и теплоэлектроцентралями (ТЭЦ). Определения в СОЭД основываются на определениях, используемых в совместном вопроснике МЭА/Евростата/ЕЭК ООН.

Энергетический сектор, благодаря вопроснику СОЭД, имеет возможность получать информацию об использовании энергоносителей на базе древесины в секторе деревообработки, который включает производство целлюлозы и бумаги, лесоматериалов и изделий из древесины, а также других видов продукции. К предприятиям промышленного сектора относятся предприятия, для которых производство энергии не является основным видом деятельности (например, целлюлозные заводы, лесопильные предприятия). Они производят тепло, электроэнергию или то и другое одновременно для собственных нужд и/или продажи. СОЭД не предусматривает сбора отдельных данных о потреблении энергии на собственные нужды (прямом потреблении) и ее продаже (непрофильном производстве).

Этим СОЭД отличается от вопросника МЭА/Евростата/ЕЭК ООН, где прямое потребление и непрофильное производство выделены в отдельные категории. Предприятия, являющиеся непрофильными производителями электроэнергии и/или тепла, вырабатывают их полностью или частично для собственных нужд, т. е. для поддержки основного вида своей деятельности.

Определения других прямых конечных потребителей совпадают с определениями в вопроснике МЭА/Евростата/ЕЭК ООН. К этой категории относятся жилищно-коммунальный сектор, сельское, лесное и рыбное хозяйство, сектор коммерческих и государственных услуг, сектор транспорта, а также прочие сектора («не включенные в другие категории» согласно определению МЭА).

Включенные в таблицу IV вопросника СОЭД сектора – потребители древесины соотносятся с лесной продукцией, указанной в таблицах I и II СОЭД (см. раздел 2.2.1). В зависимости от продукта, единицами измерения являются либо тонны сухой массы (т сухой массы) либо тонны (т). Для обеспечения сопоставимости со статистикой лесного хозяйства представляемые данные пересчитываются в плотные кубические метры условной древесины (плотн. м³ уд.). В вопроснике СОЭД содержатся стандартные коэффициенты пересчета, которые могут быть скорректированы государствами-членами. Для пересчета данных в единицы энергии в СОЭД используется высшая теплотворная способность, измеряемая в ТДж.

2.3 Совместное обследование по сектору энергоносителей на базе древесины и международные системы представления отчетности

2.3.1 ФАОСТАТ

ФАОСТАТ является базой данных ФАО, в которой содержатся глобальные данные о лесной продукции. Данные по региону ЕЭК собираются Евростатом и ЕЭК с помощью Совместного вопросника по лесному сектору (СВЛС). После проверки достоверности данных они загружаются в ФАОСТАТ. Данные представляют собой ежегодные показатели в кубических метрах (м³) без коры или в тоннах (т). Первоначальные данные публикуются через восемь месяцев после окончания отчетного периода.

Что касается энергоносителей, то в базе ФАОСТАТ имеются данные о производстве и торговле дровяной древесиной (хвойных и лиственных пород), древесным углем и топливными древесными гранулами. Однако зачастую в энергетических целях используются и такая продукция, как древесные остатки, древесная щепа и стружка, а также балансовая древесина. На основе информации, имеющейся в базе ФАОСТАТ, невозможно точно определить, в каких целях используется продукция.

Вопросник СОЭД призван содействовать улучшению этой ситуации посредством анализа потребления самой разнообразной лесной продукции в целях производства энергии. Наименования лесной продукции в таблицах 2.1 и 2.2 согласуются с классификациями СВЛС. В таблице 2.4 показано соответствие наименований продукции, используемых в СВЛС, и позиций СОЭД, заполняемых в предварительном порядке.

ТАБЛИЦА 2.4

Соответствие СОЭД и СВЛС

Категория СОЭД	Соответствующая позиция СВЛС 2015 года	Комментарии
Деловой круглый лес	1.2 – Деловой круглый лес	В категории СОЭД, в отличие от СВЛС, проводится различие между биомассой, получаемой в «лесах» и «вне лесов».
Топливная древесина	1.1 – Дровяная древесина	То же, что и выше; кроме того, в СОЭД, в отличие от СВЛС, запрашивается информация об объеме биомассы, получаемой в порослевых древостоях с коротким оборотом рубки.
Щепа и стружка	3.1 – Древесная щепа и стружка	Эти показатели могут быть заниженными, см. обсуждение вопроса о качестве данных в разделе 4.1.
Древесные остатки	3.2 – Древесные остатки	
Кора	нет	Показатели по коре рассчитываются для таблицы I как процент от общего объема круглого леса – см. обсуждение в разделе 4.1.
Черный щелок	нет	Показатели по черному щелoku рассчитываются с использованием коэффициентов выхода целлюлозы.
Древесный уголь	2 – Древесный уголь	
Топливные древесные гранулы	4.1 – Топливные древесные гранулы	

2.3.2 Вопросник МЭА/Евростата/ЕЭК ООН по возобновляемым источникам энергии

С 2016 года МЭА в сотрудничестве с Евростатом публикует подробные данные о возобновляемых источниках энергии и отходах по 34 странам ОЭСР. Кроме того, осуществляется сбор данных по странам, которые не являются членами ОЭСР. Данные представляются на ежегодной основе – это показатели чистой теплотворной способности/низшей теплотворной способности в тераджоулях (ТДж). Первоначальные данные публикуются через 12 месяцев после окончания отчетного года.

В таблице 2 совместного вопросника МЭА/Евростата/ЕЭК ООН по возобновляемым источникам энергии (производство энергетических ресурсов, сектора

преобразования энергетических ресурсов и конечные потребители) запрашивается информация по нескольким секторам, использующим для получения энергии возобновляемые энергоносители. К трем основным секторам относятся «Сектор преобразования энергетических ресурсов», «Энергетический сектор» и «Все сектора конечного потребления». В число этих секторов входит несколько потенциальных потребителей энергоносителей на базе древесины. Применительно к сектору преобразования энергетических ресурсов данные о производстве энергии на базе древесины могут представляться в рамках таких категорий, как профильные производители электроэнергии и тепла, непрофильные производители электроэнергии и тепла, а также преобразование энергетических ресурсов в производные энергоносители (например, в древесный уголь). Энергетический сектор, к которому относятся главным образом предприятия по переработке ископаемых видов топлива (например, нефтеперерабатывающие предприятия, угольные шахты и т.д.), использует в энергетических целях весьма незначительное количество древесины, и поэтому в вопросник СОЭД не включается. Что касается секторов конечного потребления, то энергоносители на базе древесины могут использовать промышленный сектор, транспорт и другие сектора. В таблице 2.5 показаны все сектора-потребители, которые могут встретиться в вопроснике МЭА/Евростата/ЕЭК ООН по возобновляемым источникам энергии и которые релевантны для вопросника СОЭД.

В совместном вопроснике МЭА/Евростата/ЕЭК ООН по возобновляемым источникам энергии данные по древесине подлежат представлению в графе «Твердые виды биотоплива, исключая древесный уголь». Помимо различной лесной продукции (как то дровяная древесина, древесная щепа, кора, черный щелок и т.д.), к твердым видам биотоплива относится сельскохозяйственная биомасса (например, навоз, солома).

В ходе разработки таблицы IV вопросника СОЭД источником справочной информации по секторам – потребителям энергии служил, как это видно из главы 2.3, баланс возобновляемых энергоносителей МЭА.

2.3.3 Вопросник по возобновляемым источникам энергии Международного агентства по возобновляемым источникам энергии

Членами МАВИЭ являются 150 стран, а еще 27 государств находятся в стадии вступления в эту организацию. Балансы возобновляемых энергоносителей составляются в тоннах (т) на ежегодной основе, при этом первоначальные данные публикуются через 16 месяцев после окончания отчетного года.

В своем балансе энергоносителей МАВИЭ использует такие категории, как сектор преобразования энергетических ресурсов и конечные потребители. К сектору преобразования энергетических ресурсов относятся электростанции, ТЭЦ, котельные, производство древесного угля, производство топливных

ТАБЛИЦА 2.5

Категории секторов – потребителей энергии МЭА, используемые в таблицах III и IV вопросника СОЭД

Сектор преобразования энергетических ресурсов	
Производство производных энергоносителей (например, древесного угля)	СОЭД: Таблица III
Профильные производители электроэнергии и тепла	СОЭД: Таблица IV
Электростанции	
Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)	
Теплоцентрали	
Непрофильные производители электроэнергии и тепла	
Электростанции	
Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)	
Теплоцентрали	
Сектора конечного потребления	
Промышленный сектор	СОЭД: Таблица IV
Целлюлозно-бумажная промышленность и печатное дело	
Деревообрабатывающая промышленность	
Сектора, не включенные в другие категории (промышленность)	
Сектор транспорта	
Прочие сектора	
Сектор коммерческих и государственных услуг	
Жилищно-коммунальный сектор	
Сельское/лесное хозяйство	
Рыбное хозяйство	
Сектора, не включенные в другие категории (Прочие)	

гранул и брикетов на базе биомассы и прочее. Конечные потребители подразделяются на промышленный сектор, транспортный сектор, сектор коммерческих и государственных услуг, жилищно-коммунальный сектор и прочие сектора.

Что касается энергоносителей на базе древесины, то МАВИЭ использует более точные определения, чем МЭА. Древесная биомасса может включать топливную древесину, древесные отходы и черный щелок, а также топливные гранулы и брикеты на базе биомассы. Однако топливные гранулы и брикеты на базе биомассы необязательно изготавливаются исключительно из древесного волокна, сырьем могут также служить, например, скорлупа орехов и остатки оливок.

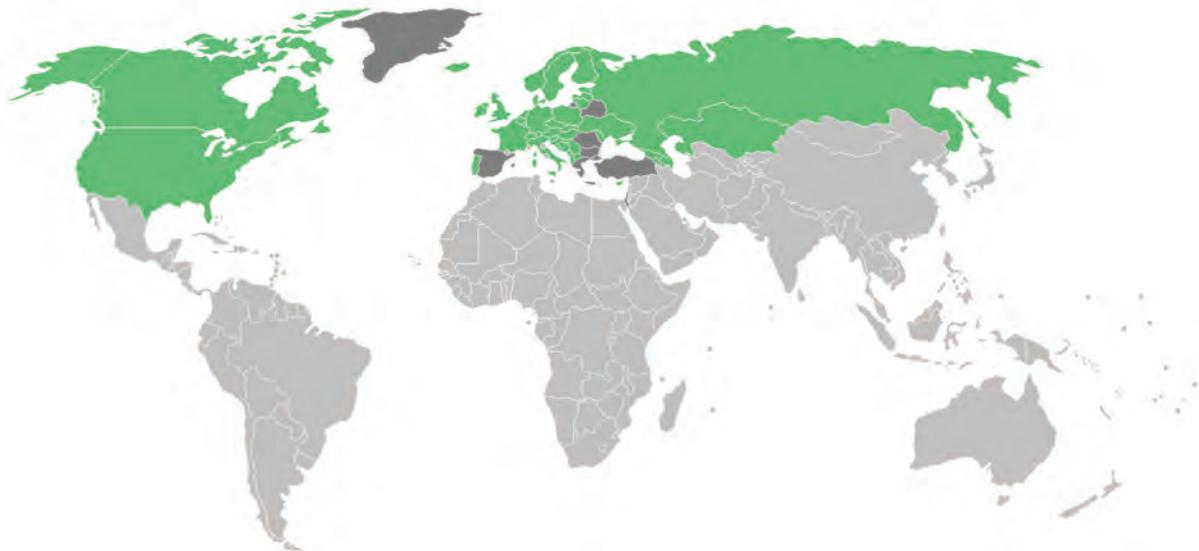
2.4 Данные СОЭД

За период с 2005 года участие в СОЭД, по меньшей мере в одном из его раундов, приняло в общей сложности 41 государство-член (рис. 2.5 и приложение). Если учитывать результаты аналитических исследований, проведенных секретариатом, то база данных содержит сведения по 42 государствам-членам (более подробную информацию о государствах-членах см. в приложении).

Данные, представленные для СОЭД, можно считать самыми лучшими и наиболее подробными данными об энергоносителях на базе древесины в регионе ЕЭК ООН. После сбора данных вопросники изучаются секретариатом и, в случае необходимости, пересматриваются в сотрудничестве с национальными корреспондентами. Для обозначения уровня качества данных национальные корреспонденты могут пометить их буквами от А (отличное качество) до С (приблизительные оценки), а также буквами D (информация о качестве отсутствует) и O (официальные данные). Секция лесного хозяйства и лесоматериалов ЕЭК ООН/ФАО использует данные СОЭД для улучшения показателей, основанных на СВЛС, в тех случаях, когда соответствующие данные отсутствуют или, как представляется, вводят в заблуждение. Использовать эти данные для улучшения показателей в других базах данных (например, МЭА) сложнее, но, тем не менее, они предоставляются всем организациям.

Одна из трудностей, возникающих при представлении информации на международном уровне, связана с обеспечением согласованности данных, получаемых от различных государств-членов. Хотя определения СОЭД направляются национальным корреспондентам и для них было проведено два рабочих совещания в целях углубления знаний о вопроснике, сопоставимость данных СОЭД может быть ограничена, поскольку ситуация с качеством и наличием данных в отдельных странах является неодинаковой. Если в стране отсутствует информация в отношении какой-либо лесной продукции (например, древесных брикетов) или сектора-потребителя (например, жилищно-коммунального сектора), то ее не будет и в базе данных СОЭД, в то время как по другим странам такая информация может иметься. Напротив, появление в стране нового источника данных (например, результатов обследования домашних хозяйств) может привести к включению новых показателей (например, показателя потребления энергоносителей на базе древесины домашними хозяйствами) или переходу с одного вида лесной продукции на другой (например, в графе «топливные древесные гранулы» указывается «неизвестно»), при том что корректировка данных за предыдущие годы производиться не будет. Из-за этого во временных рядах данных по странам могут возникнуть разрывы.

Одной из проблем является представление неполных сведений о щепе и древесных остатках. Значительная часть этой продукции используется сразу на месте и не отражается в статистике производства или потребления. Переработка небольших объемов древесины в щепу осуществляется в широких масштабах, но о ней не сообщается. Также зачастую не регистрируется биомасса, используемая небольшими отопительными установками.

РИСУНОК 2.5**Страны, представившие ответы в период 2005–2015 годов**

На показателях по биомассе сказывается и такой постоянный вопрос, как включение (или не включение) в них данных о коре. Как правило, кора относится к топливной древесине, которая сжигается напрямую без переработки. Однако в СОЭД предложение древесины измеряется в показателях без коры. Данные по коре, получаемой на деревообрабатывающих предприятиях, приводятся в таблице I (для их расчета используется коэффициент), однако они могут быть заниженными. Таким образом, как структура, так и фактические данные, представляемые для СОЭД, скорее позволят получить лишь заниженные оценки по этому энергоносителю.

Кроме того, представление данных для СОЭД носит добровольный характер. Некоторые государства-члены никогда не направляли данных об энергоносителях на базе древесины, другие не отвечают на двухгодичной основе и пропускают раунды проведения обследования. Некоторые государства-члены приняли СОЭД и используют его для ежегодного представления данных на национальном уровне. Это приводит к пробелам во временных рядах данных, для устранения которых секретариат не подготавливает оценок. Тем не менее секретариат продолжает связываться с этими государствами-членами с целью получения как можно более согласованных данных об энергоносителях на базе древесины.

Использование надлежащих коэффициентов пересчета имеет решающее значение для увязки статистических данных по лесному хозяйству и сектору энергетики. СОЭД содержит стандартные коэффициенты пересчета (Fonseca et al. 2010; Nagauer et al. 2008). Вместе с тем для лучшего отражения положения в государствах-

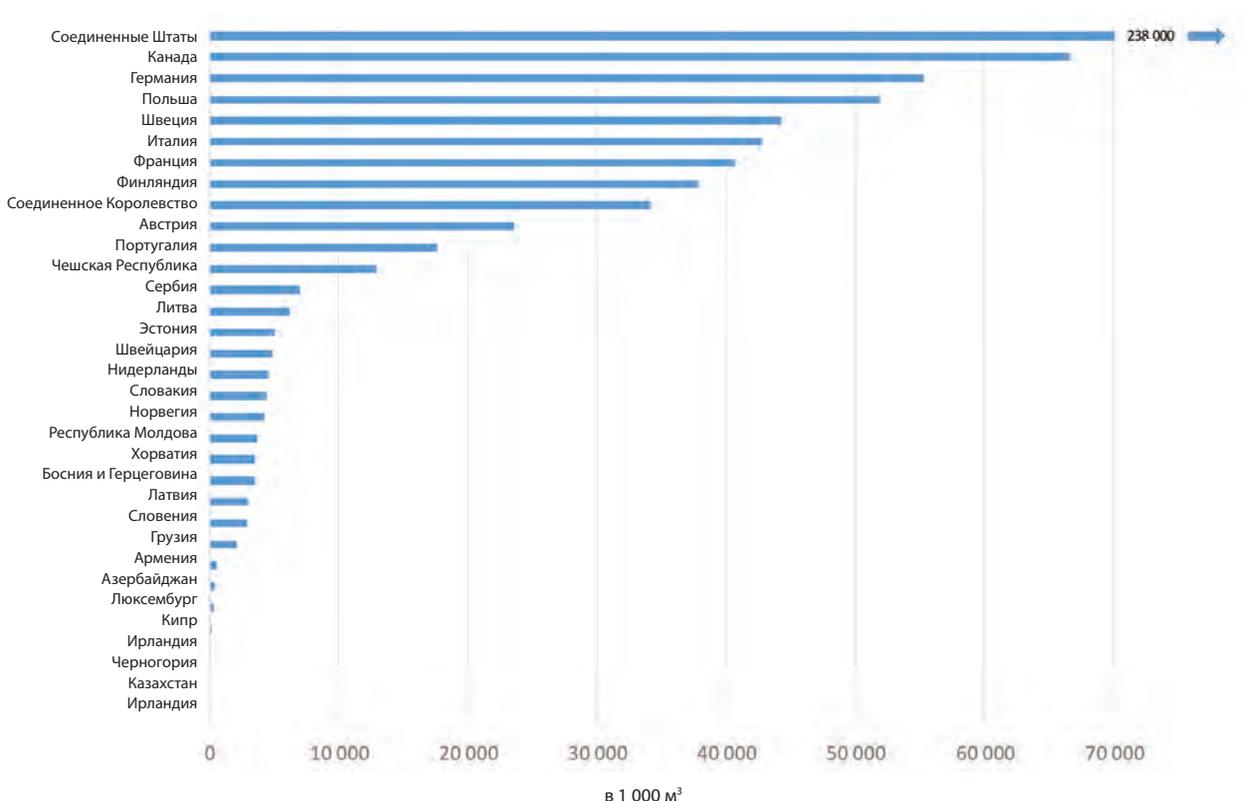
членах национальным корреспондентам предлагается корректировать стандартные коэффициенты пересчета. Пересчет в плотные кубические метры условной древесины (плотн. м³ уд.) дает достаточно хорошие результаты. В статистике энергетики обычно применяются джоули (низшая теплотворная способность). Из-за трудностей, связанных с пересчетом, в СОЭД в качестве соответствующей энергетической единицы используется джоуль (высшая теплотворная способность) (см. обсуждение в разделе 2.7).

2.5 Агрегированные результаты и показатели СОЭД за 2015 год

Результаты за все годы, когда проводится СОЭД, публикуются на веб-сайте Секции лесного хозяйства и лесоматериалов ЕЭК ООН/ФАО (<http://www.unesc.org/forests/jwee>). Агрегированные данные по всем государствам-членам, представившим информацию за отчетный 2015 год, содержатся в приложении. Кроме того, некоторые показатели приводятся в протоколах результатов СОЭД. На следующих страницах будут представлены показатели доли древесной биомассы в общем предложении первичных энергоресурсов (ОППЭ) и доли древесной биомассы в предложении возобновляемых энергоресурсов (ПВЭ), а также удельного веса источников происхождения энергоносителей на базе древесины и секторов, где древесина используется в энергетических целях. Показатели ОППЭ и ПВЭ взяты из статистических данных МЭА (низшая теплотворная способность), а данные по древесной биомассе (высшая теплотворная способность) – из СОЭД.

РИСУНОК 2.6

Потребление биомассы, 2015 год



На рисунке 2.6 приведены представленные странами² за 2015 год данные о потреблении биомассы в 1 000 м³. Представляется, что в некоторых странах, не обладающих большими лесными ресурсами, общий объем использования энергоносителей на базе древесины является довольно значительным (например, в Соединенном Королевстве). В странах с одинаковой численностью населения показатели использования древесины в энергетических целях довольно существенно разнятся, например, в Канаде и Польше – в Канаде запасы лесных ресурсов в 19 раз больше, чем в Польше, а объем потребления энергоносителей на базе древесины выше на 30%.

На рисунке 2.7 показана доля древесной биомассы, используемой для производства энергии, в ОППЭ в 2015 году. Этот показатель является особенно высоким прежде всего в Скандинавских странах (Финляндия – 24,5%, Республика Молдова – 21,6% и Швеция – 20,2%). Средний показатель для всех государств-членов, которые представили данные в 2015 году, составляет 3,8%.

2 Просьба принять к сведению, что три страны (Черногория, Казахстан и Ирландия) не представили достаточные данные, которые можно было бы привести на этом и последующих рисунках.

На рисунке 2.8 показана доля древесной биомассы в предложении возобновляемых энергоресурсов (ПВЭ) в 2015 году. Республика Молдова, Польша и Эстония сообщили, что доля древесины в ПВЭ превышает 100%³, в Литве она составляет 87,5%, а в Словакии и Финляндии соответственно 76,1 и 75,8%.

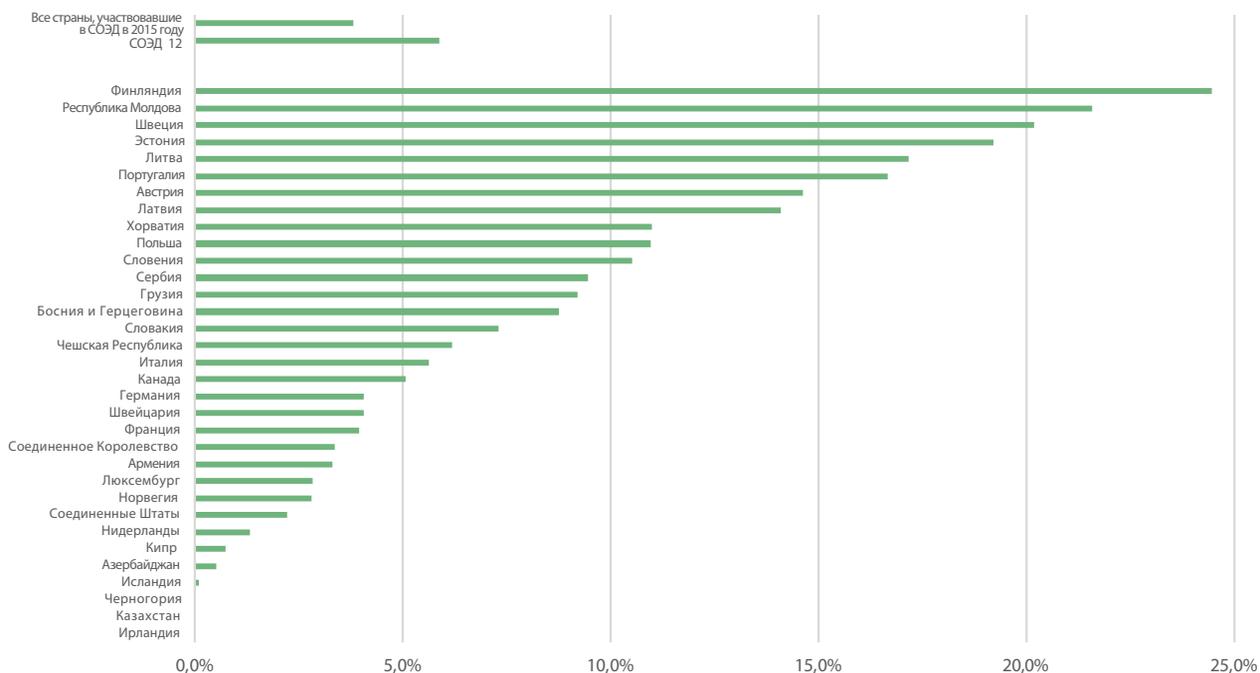
Одной из сильных сторон СОЭД является сбор информации о происхождении энергетических ресурсов на базе древесины и определение секторов, где лесная продукция используется для производства энергии. На рисунке 2.9 показан удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в различных государствах-членах в 2015 году.

Если говорить о всех государствах-членах, представивших данные в 2015 году, то 38,3% древесной биомассы, использованной для производства энергии, поступило непосредственно из лесов и с прочих

3 Эти различия могут быть обусловлены занижением данных об энергоносителях на базе древесины в национальной энергетической статистике; например, согласно результатам обследований домашних хозяйств, объем их использования может быть выше, чем о том говорят официальные данные. Другим объяснением может быть использование различных энергетических единиц для целей сравнения (в данных МЭА о ПВЭ используется низшая теплотворная способность, а в данных СОЭД – высшая теплотворная способность).

РИСУНОК 2.7

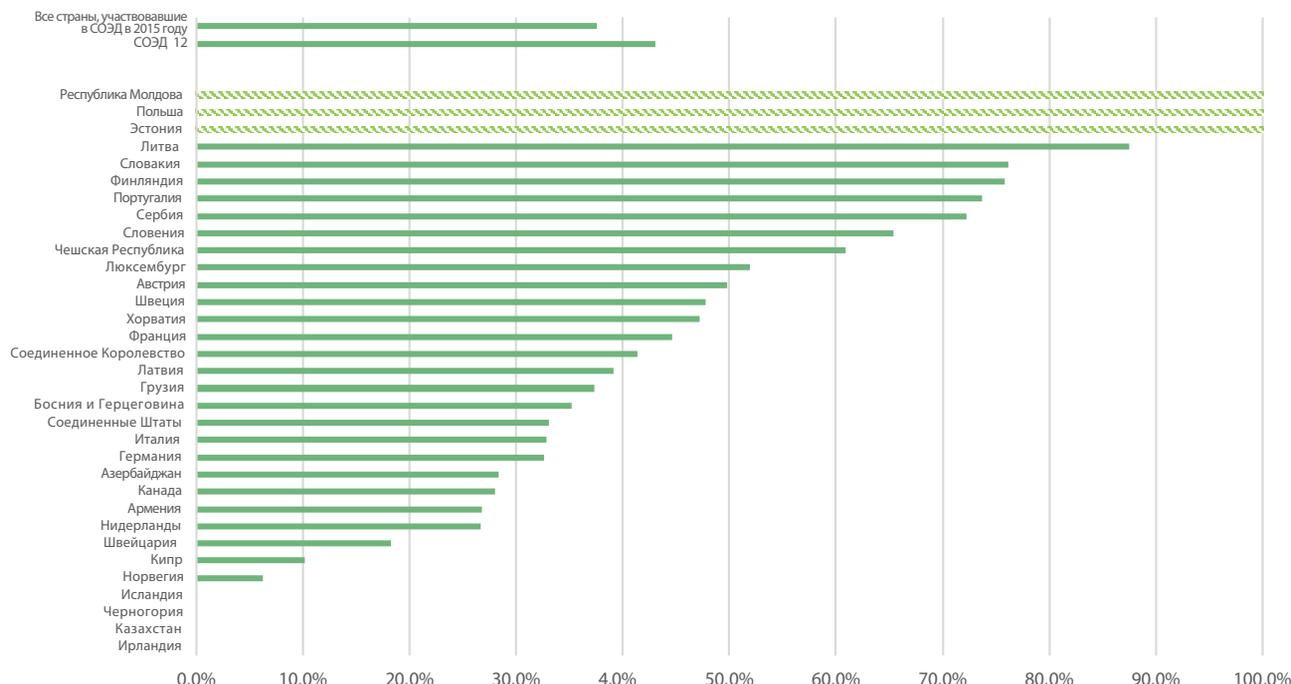
Доля биомассы в общем предложении первичных энергоресурсов, 2015 год



Примечание: СОЭД 12: Австрия, Германия, Ирландия, Кипр, Люксембург, Сербия, Словения, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Швейцария и Швеция.

РИСУНОК 2.8

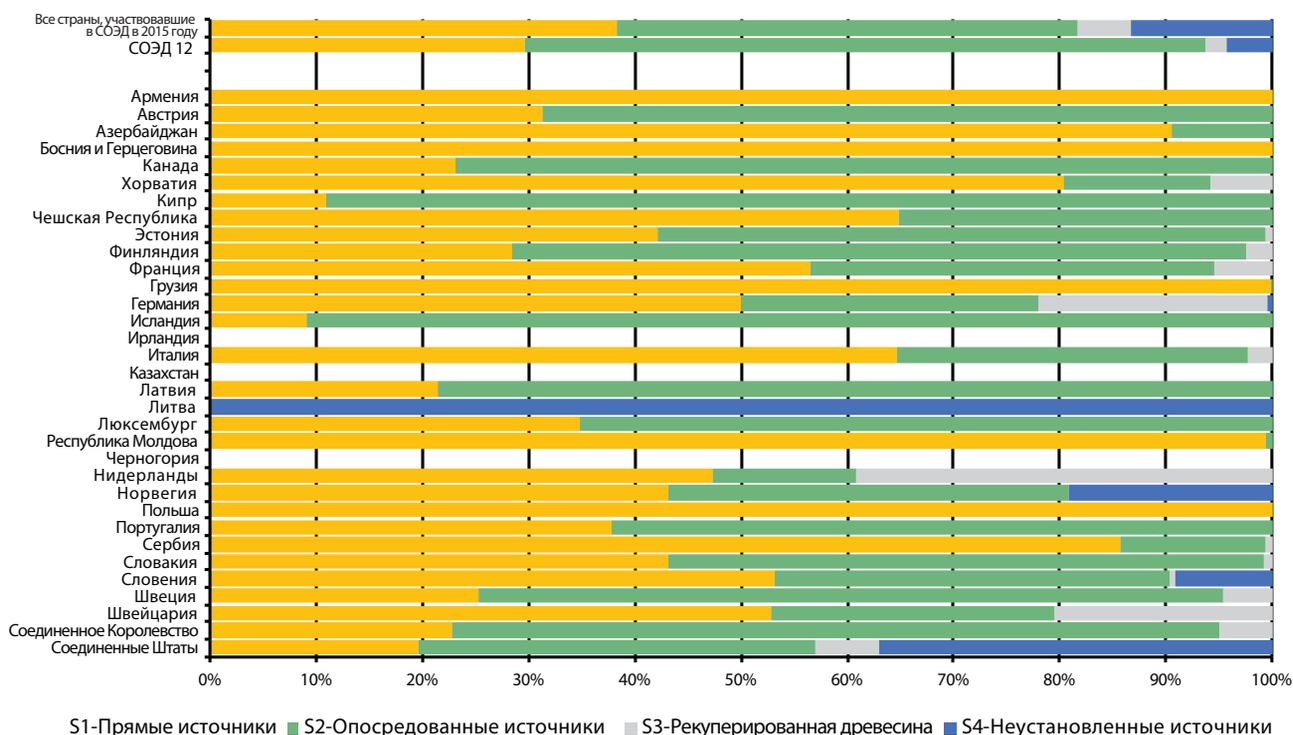
Доля биомассы в предложении возобновляемых энергоресурсов, 2015 год



Примечание: СОЭД 12: Австрия, Германия, Ирландия, Кипр, Люксембург, Сербия, Словения, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Швейцария и Швеция.

РИСУНОК 2.9

Удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины, 2015 год



Примечание: СОЭД 12: Австрия, Германия, Ирландия, Кипр, Люксембург, Сербия, Словения, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Швейцария и Швеция.

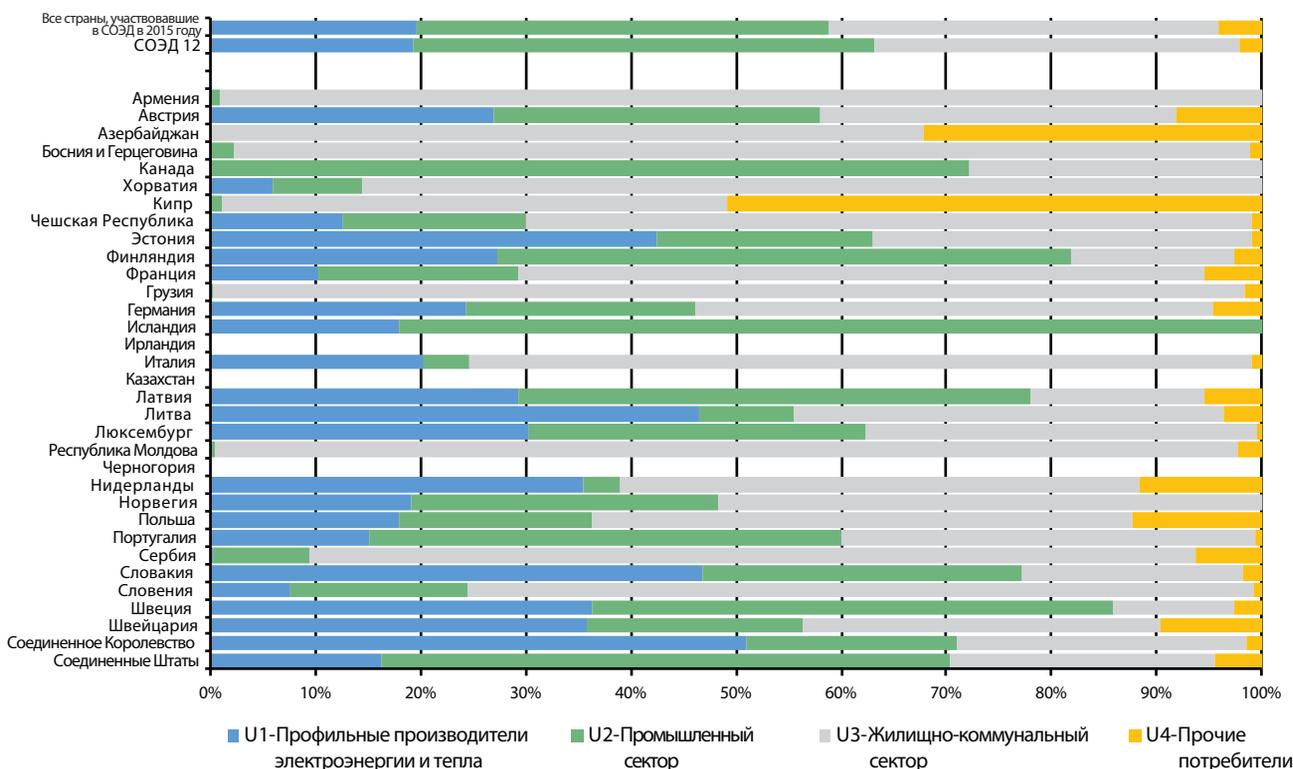
лесопокровных земель (S1-Прямые источники). Эта категория охватывает любое древесное волокно, используемое для производства энергии без какой-либо дополнительной обработки или переработки. Она включает любую древесную биомассу с любых земель (например, из лесов, полезащитных полос, фруктовых садов, парков и т.д.) и в любой форме (например, дровяной древесины, зеленой щепы, круглого леса, плодов и скорлупы). 43,4% древесины, использованной для производства энергии, поступило из опосредованных источников (S2-Опосредованные источники). В эту категорию входит обработанная и необработанная попутная продукция (отходы) деревообрабатывающей промышленности. Эти попутные продукты могут быть твердыми (например, опилки, щепа, бракованный шпон), жидкими (например, черный щелок, талловое масло) или представлять собой топливо, получаемое переработкой древесины (например, топливные древесные гранулы, брикеты, древесный уголь). 5,1% пришлось на рекуперируемую древесину (S3-Рекуперирующая древесина). Бывшая в употреблении рекуперирующая древесина представляет собой любое отработанное древесное волокно, которое отслужило по меньшей мере один жизненный цикл. Она включает древесные отходы, образующиеся в процессе строительства, ремонта и сноса зданий и сооружений, а также упаковку и старую мебель. В некоторых странах древесные отходы дополнительно подразделяются на опасные и неопасные,

что признается в СОЭД. Источники происхождения 13,2% древесины, потребленной в 2015 году для производства энергии, не были установлены (S4-Неустановленные источники). Эта категория охватывает использованную для производства энергии древесину, источники происхождения которой неизвестны. Многие страны располагают некоторой информацией об объеме использованной древесины, но не о ее источнике. Включение этой категории представляет собой еще один шаг на пути обеспечения большего соответствия между данными СОЭД и статистикой сектора энергетики.

На рисунке 2.10 показан удельный вес различных секторов – потребителей энергоносителей на базе древесины в 2015 году. Государства-члены сообщили, что 19,6% древесины было использовано теплоцентралями, электростанциями и ТЭЦ (U1-Профильные производители электроэнергии и тепла). Эта категория включает все энергетические объекты, для которых производство энергии является основным видом деятельности. Лесопильные и целлюлозно-бумажные предприятия, которые производят энергию, к этой категории не относятся. Данные по ним представляются в графе «Промышленный сектор» (U2-Промышленный сектор). В 2015 году этот сектор использовал больше всего древесины для целей производства энергии (39,3%). К промышленному сектору относятся предприятия, которые вырабатывают электроэнергию и/или тепло полностью или частично для собственных

РИСУНОК 2.10

Удельный вес потребителей энергоносителей на базе древесины, 2015 год



Примечание: СОЭД 12: Австрия, Германия, Ирландия, Кипр, Люксембург, Сербия, Словения, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Швейцария и Швеция.

нужд, т.е. для поддержки основного вида своей деятельности. Жилищно-коммунальный сектор (U3-Жилищно-коммунальный сектор) использовал чуть меньше древесины для производства энергии (37,1%). Эта категория включает все определения МЭА, т.е. обеспечивает учет совокупного объема потребления энергоносителей домашними хозяйствами, исключая топливо для транспортных средств. 4,1% древесины, согласно поступившим данным, было использовано для производства энергии в других секторах (U4-Прочие потребители). К этой категории относятся все сектора экономики, которые не были включены в вышеупомянутые категории (например, сельское, лесное и рыбное хозяйство, сектор коммерческих и государственных услуг, транспорт).

2.6 Продольные данные

Подготовка временных рядов с использованием данных СОЭД затруднена. Начиная с 2007 года данные по энергоносителям на базе древесины постоянно представляют 12 государств-членов⁴. Данные этих

4 СОЭД 12: Австрия, Германия, Ирландия, Кипр, Люксембург, Сербия, Словения, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Швейцария и Швеция.

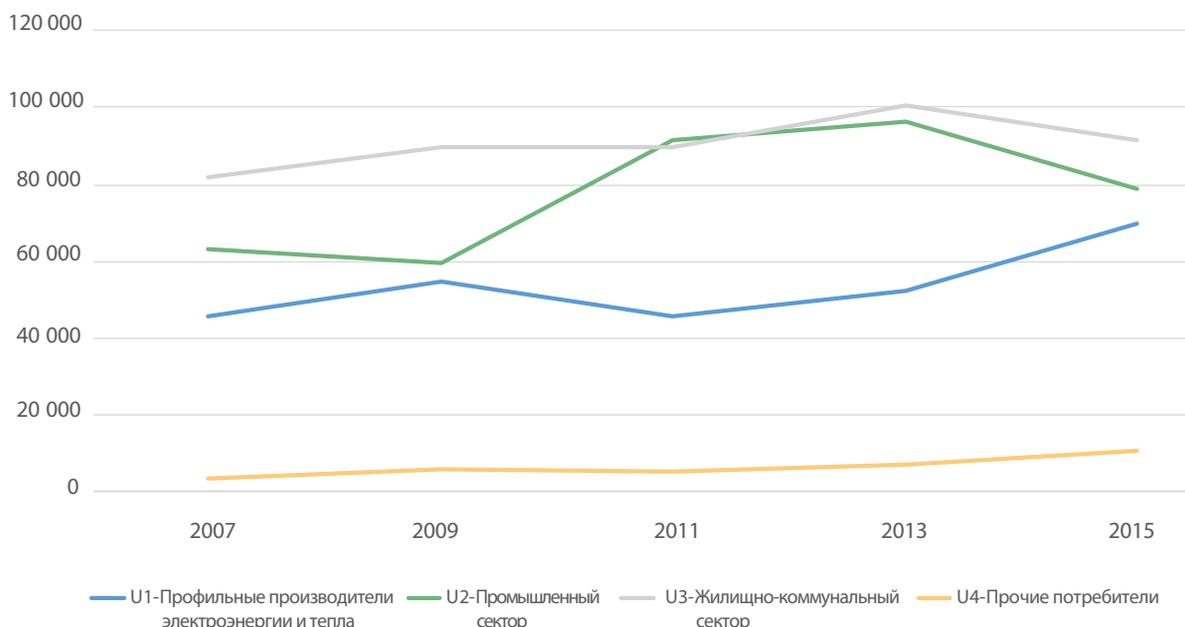
12 стран являются оптимальными для подготовки согласованных временных рядов. Можно было бы включить больше стран, если бы секретариат взамен отсутствующих данных подготовил оценки.

За период 2007–2015 годов общий объем потребления энергоносителей на базе древесины⁵ в этих государствах-членах увеличился с 193 до 251 млн плотн. м³ у.д. На рисунке 2.11 приводятся показатели потребления по профильным производителям электроэнергии и тепла (U1), промышленному сектору (U2), жилищно-коммунальному сектору (U3) и прочим потребителям (U4). Наибольший удельный вес в потреблении энергоносителей на базе древесины в этих 12 государствах-членах имеет жилищно-коммунальный сектор. За период 2007–2013 годов объем потребления в этом секторе вырос приблизительно на 19 млн плотн. м³ у.д. и составил примерно 100 млн плотн. м³ у.д. За период с 2013 года по 2015 год потребление энергоносителей на базе древесины

5 Термин «общий объем потребления энергоносителей на базе древесины» не может напрямую сопоставляться с показателями потребления энергии. Он обозначает древесину, преобразуемую в электроэнергию и тепло на электростанциях, теплоцентралях и теплоэлектроцентралях, а также древесное энергетическое сырье, используемое конечными потребителями энергии.

РИСУНОК 2.11

Потребление энергоносителей на базе древесины в разбивке по секторам в 12 странах СООД в 1 000 м³



в этом секторе сократилось до приблизительно 92 млн плотн. м³ уд. Прирост показателя по сектору «прочие потребители» был незначительным, он увеличился с 3 млн плотн. м³ уд. в 2007 году до 10 млн плотн. м³ уд. в 2015 году.

Динамика потребления древесины с целью ее преобразования в электроэнергию и тепло на электростанциях, теплоцентралях и теплоэлектроцентралях (U1) и в промышленном секторе (U2) была противоположной. В промышленном секторе потребление энергоносителей на базе древесины возросло с приблизительно 60 млн плотн. м³ уд. в 2009 году до примерно 90 млн плотн. м³ уд. в 2011 году, а в секторе профильного производства электроэнергии и тепла оно сократилось за тот же период на 9 млн плотн. м³ уд. Это изменение является результатом улучшения положения с наличием данных в одном из государств-членов, после которого часть данных об энергоносителях на базе древесины стала представляться не по сектору профильного производства электроэнергии и тепла, а по промышленному сектору. После 2011 года потребление древесины с целью ее преобразования в электроэнергию и тепло на электростанциях, теплоцентралях и теплоэлектроцентралях увеличилось на 24 млн плотн. м³ уд. и в 2015 году составило 70 млн плотн. м³ уд.

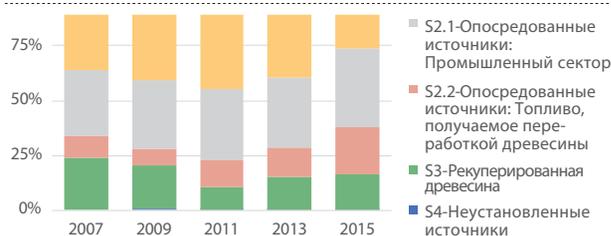
Резкое изменение ситуации с наличием прессованного биотоплива (топливных древесных гранул) стало одним из основных факторов расширения использования энергоносителей на базе древесины в регионе.

В частности, его применение для производства электроэнергии, равно как и тепла, на крупных энергетических предприятиях явилось одной из главных причин увеличения масштабов использования биоэнергии. Росту способствовали и стратегии, направленные на поддержку возобновляемых и низкоуглеродных источников энергии (ЕОРЛТ ЕЭК ООН/ФАО, 2015–2016 годы).

На рисунке 2.12 показан удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в показателях потребления этой продукции в секторе производства электроэнергии и тепла. За период 2007–2011 годов доля первичных (S1) и промышленных источников (S2.1) в показателях потребления энергоносителей несколько увеличилась, а доля древесных отходов (S3) уменьшилась. После 2011 года потребление древесины из первичных источников имело тенденцию к снижению, доля промышленных источников оставалась неизменной, а показатели удельного веса топлива, получаемого переработкой древесины (S2.2), и древесных отходов стали расти. Одной из возможных причин этого является то, что крупные энергетические предприятия первоначально использовали древесину из первичных источников, однако по мере роста спроса на древесину стали повышаться и цены на нее, что привело к расширению масштабов использования дешевой древесины, в частности древесных отходов. Рост потребления топлива, получаемого переработкой древесины, вызван прежде всего политическими мерами (ЕОРЛТ ЕЭК ООН/ФАО, 2015–2016 годы).

РИСУНОК 2.12

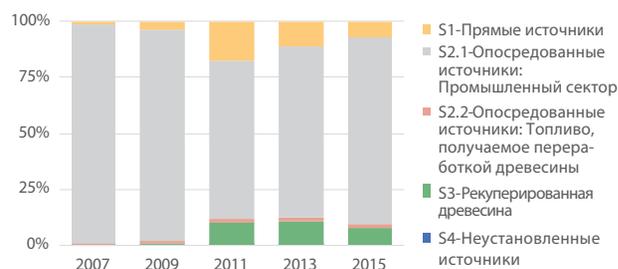
Удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в показателях потребления этой продукции в секторе производства электроэнергии и тепла в 12 странах СОЭД



Примечание: СОЭД 12: Австрия, Германия, Ирландия, Кипр, Люксембург, Сербия, Словения, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Швейцария и Швеция.

РИСУНОК 2.13

Удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в показателях потребления этой продукции в промышленном секторе в 12 странах СОЭД



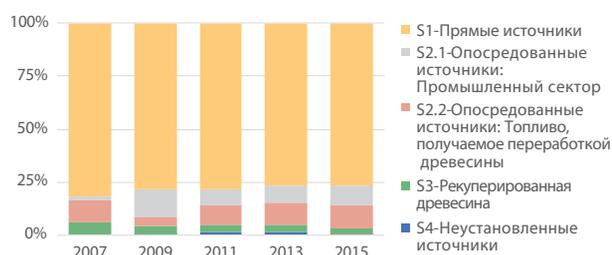
Примечание: СОЭД 12: Австрия, Германия, Ирландия, Кипр, Люксембург, Сербия, Словения, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Швейцария и Швеция.

На рисунке 2.13 показан удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в показателях потребления этой продукции в промышленном секторе. В 2007 году почти весь спрос на энергию в деревообрабатывающей промышленности удовлетворялся за счет древесины из промышленных источников (S2.1). Можно сказать, что предприятия деревообрабатывающей промышленности используют для производства энергии в основном свои собственные древесные отходы, и лишь малая толика древесины поступает непосредственно из леса (S1). С 2009 года, а особенно в 2011 году, в деревообрабатывающей промышленности стали также использоваться древесные отходы (S3) и древесина из первичных источников (S1).

Однако древесина из промышленных источников продолжает оставаться наиболее важным источником энергии для этого сектора – в 2015 году ее удельный вес составлял 84%.

РИСУНОК 2.14

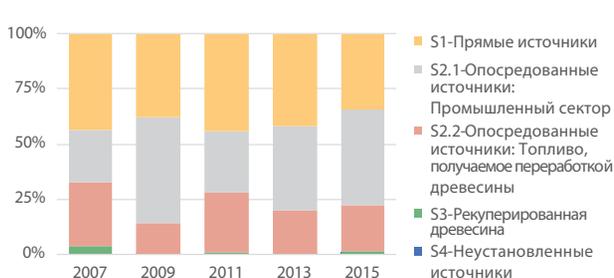
Удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в показателях потребления этой продукции в жилищно-коммунальном секторе в 12 странах СОЭД



Примечание: СОЭД 12: Австрия, Германия, Ирландия, Кипр, Люксембург, Сербия, Словения, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Швейцария и Швеция.

РИСУНОК 2.15

Удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в показателях потребления этой продукции в прочих секторах в 12 странах СОЭД



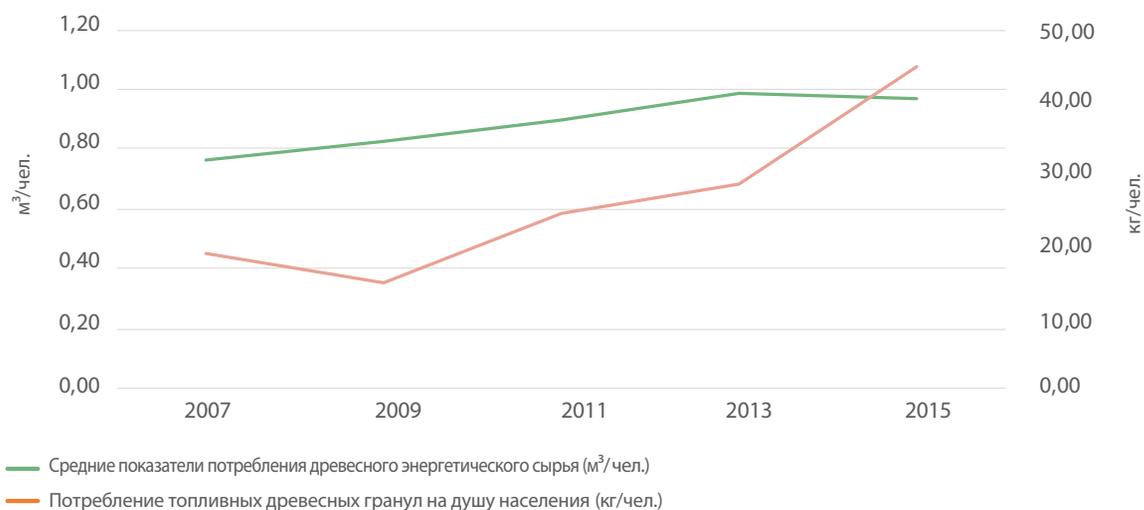
Примечание: СОЭД 12: Австрия, Германия, Ирландия, Кипр, Люксембург, Сербия, Словения, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Швейцария и Швеция.

На рисунке 2.14 показан удельный вес источников происхождения энергоносителей на базе древесины в показателях потребления этой продукции в жилищно-коммунальном секторе. Приблизительно 80% древесины для производства энергии, потребляемой в жилищно-коммунальном секторе, поступило непосредственно из лесов или с прочих лесопокрытых земель, например, из садов (S1). В период 2007–2015 годов эта доля оставалась относительно стабильной. Удельный вес древесины из промышленного сектора (S2.1) в показателях ее потребления для производства энергии в жилищно-коммунальном секторе составлял 8%, топлива, получаемого переработкой древесины (S2.2) – 9%, а древесных отходов (S3) – около 4%.

«Прочие» сектора (рис. 2.15) потребляют древесину, поступающую с промышленных предприятий (например, щепу и стружку) (S2.1) и из первичных источников (например, из лесов) (S1). Эти удельные показатели остаются относительно стабильными.

РИСУНОК 2.16

Средние показатели потребления древесного энергетического сырья и топливных древесных гранул



В 2015 году удельный вес древесины из промышленных источников (44%) превысил показатель по древесине из первичных источников (34%). На топливо, получаемое переработкой древесины, (S2.2) приходился 21% древесины, используемой для производства энергии в прочих секторах.

В целях представления данных для СОЭД используются predetermined показатели. Примеры таких показателей приводятся на рисунке 2.16.

На рисунке 2.16 показана динамика потребления древесного энергетического сырья и топливных древесных гранул на душу населения. Представляется, что начиная с 2007 года средний показатель потребления древесного энергетического сырья неуклонно увеличивался и возрос с 0,77 м³/чел. до 0,97 м³/чел. в 2015 году. Потребление топливных древесных гранул на душу населения возросло более резко, чем потребление древесного энергетического сырья на душу населения. За период 2007–2015 годов потребление топливных древесных гранул на душу населения увеличилось с 16,20 до 45,63 кг/чел. В значительной мере этот рост вызван расширением масштабов использования топливных древесных гранул энергетическими предприятиями Соединенного Королевства, согласно данным которого потребление топливных древесных гранул увеличилось, по сравнению с 2007 годом, примерно в 14 раз.

2.7 Практика сбора данных и вопросы, требующие улучшения

Подготовка данных для СОЭД является постоянным процессом, при этом соответствующий вопросник распространяется среди государств-членов на двухгодичной основе. Представление данных носит добровольный характер, и государства-члены не всегда возвращают полностью заполненный вопросник.

Многие клетки в таблице I в предварительном порядке заполняются данными, получаемыми на СВЛС, и поэтому национальным корреспондентам нет необходимости их заполнять. Однако, если показатели устарели, корреспондентам предлагается пересмотреть предварительно заполненные данные. Данные о бывшей в употреблении рекуперированной древесине в предварительном порядке не заполняются, но их можно получить в Евростате, секретариате Базельской конвенции или ОЭСР. Ссылки на эти базы данных можно найти в вопроснике.

Данные о древесном угле и топливных древесных гранулах в таблице II заполняются в предварительном порядке и берутся из ответов на СВЛС.

Таблицу III, посвященную переработке древесины в различные виды топлива, заполнять, как представляется, трудно. В 2015 году информацию для этой таблицы представили лишь 17 государств-членов. Группа специалистов рекомендовала использовать эту таблицу, при этом другие организации заявили, что даже ограниченные данные представляют интерес.

Информацию для таблицы IV можно взять из официальных энергетических балансов или обследований, проведенных в одном государстве-члене. Кроме того, если происхождение лесной продукции, используемой для производства энергии, неизвестно, но известен ее объем, эту информацию можно всегда включить в графу, касающуюся древесины из неизвестных источников. Если же неизвестно, какой сектор является потребителем – Профильные производители электроэнергии и тепла, Промышленный сектор или Прочие прямые конечные потребители, – то данные могут представляться в графах «Неустановленные категории».

Для перекрестной проверки и заполнения данных в предварительном порядке в вопроснике СОЭД используются стандартные коэффициенты пересчета. Однако, если предположения, используемые для расчета коэффициентов, являются ненадлежащими или

если коэффициенты пересчета подлежат изменению, национальным корреспондентам предлагается скорректировать их с целью более точного отражения реального положения дел.

Использование в СОЭД высшей теплотворной способности является предметом спора (см. определения в глоссарии). Энергетический сектор отдает предпочтение низшей теплотворной способности, поскольку считает ее более реалистичным показателем. Высшая теплотворная способность была выбрана для целей СОЭД, с тем чтобы избежать неясности, связанной с использованием низшей теплотворной способности по причине изменчивости показателя содержания влаги, потерь тепла в выпускных системах и изменения единиц в случае исходного сырья. Для того чтобы прийти к общему пониманию фактической теплотворной способности биомассы, необходимы дополнительные исследования.

Одной из наиболее сложных задач является составление оценок относительно использования древесного энергетического сырья домашними хозяйствами. Могут использоваться несколько методов расчета (например, на основе численности сельского населения в сопоставимых странах), однако наиболее точные данные поступают из стран, которые смогли включить вопрос об использовании энергоносителей на базе древесины в национальные обследования домохозяйств. Эти показатели необязательно имеются в официальных статистических данных, но их можно получить в научно-исследовательских институтах и научных исследованиях.

Исходя из наилучшей практики можно предположить, что в отсутствие обследований домохозяйств следует сопоставлять показатели потребления на душу населения по схожим районам и составлять оценки путем использования приблизительно равных показателей на душу населения, скорректированных с учетом местных условий.

Еще один вопрос касается коры на бревнах, непосредственно используемых в качестве топлива. В СОЭД ему не уделялось внимания, в то время как некоторые страны включают соответствующую информацию в свою статистику домашних хозяйств. В рамках недавней работы по пересмотру вопросника СОЭД этот вопрос был поднят, но он по-прежнему требует проработки; с учетом же наилучшей практики можно сделать вывод о том, что статистические данные о потреблении энергоносителей в таблице IV четко свидетельствуют о том, была или нет кора включена в показатели потребления дровяной древесины.

И наконец, показатели использования энергоносителей на базе древесины зачастую недостаточно хорошо согласуются с данными об источниках древесины. Это может быть обусловлено ограниченностью информации о древесине, получаемой вне лесов. Было бы полезно провести исследования для определения объема дополнительной древесины, получаемой вне лесов, и либо включить эту информацию в имеющиеся показатели лесозаготовок, либо использовать ее для расчета соответствующего показателя удельного веса в известном объеме потребления древесины.

2.8 Справочная литература

Dietmar Hagauer, Bernhard Lang, Kasimir P. Nemestothy, 2008 - Calculation of Wood Fuel Parameters, klima:aktiv energieholz / Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency.

UNECE 2010 – Forest Product Conversion Factors for the UNECE Region, Geneva Timber and Forest Discussion Paper 49.

FAO, Unified Bioenergy Terminology (UBET), 2004.

IEA, 2016 – Renewable Energy Medium-term Market Report.

IEA/Eurostat/UNECE, 2015 - Renewables Questionnaire: <https://www.iea.org/statistics/resources/questionnaires/annual>, 02.2017.

OECD/IEA, 2016 – Renewable Energy - Medium-Term Market Report 2016, Market Analysis and Forecasts to 2021, OECD/IEA.

ЕОРЛТ ЕЭК ООН/ФАО, 2015–2016 годы – Ежегодный обзор рынка лесных товаров: <http://www.unecce.org/forests/fpamr2016.html>, 02.2017.

UNECE/FAO Wood Prices, 2016 - Wood price database: <http://www.unecce.org/forests/output/prices.html>, 02.2017.

Совместный вопросник ЕЭК ООН/ФАО/МОТД/Евростата по лесному сектору. Имеется по адресу <http://www.unecce.org/index.php?id=29752>.

World Bank, 2016 - Global Economic Monitor (GEM) Commodities: [http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=Global-Economic-Monitor-\(GEM\)-Commodities](http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=Global-Economic-Monitor-(GEM)-Commodities), 11.2016.



Глава

3

ВИДЫ
ДРЕВЕСНОГО
ТОПЛИВА

Основные моменты*

- * Древесина является одним из возобновляемых видов топлива, который может с легкостью использоваться для целей приготовления пищи, отопления помещений, производства электроэнергии и даже моторного топлива.
 - * К наиболее широко используемым видам древесного топлива относятся дровяная древесина, прессованное древесное топливо, термически обработанная древесина и черный щелок.
 - * Наибольший удельный вес в показателях производства и потребления древесного энергетического топлива имеет дровяная древесина.
 - * Прессованные топливные древесные гранулы являются наиболее продаваемым видом древесного топлива на международных рынках.
 - * Древесный уголь является наиболее распространенным видом термически обработанной древесины и производится самыми разнообразными хозяйственными единицами, различающимися по уровню своей эффективности.
 - * Черный щелок служит главным видом сырья для производства энергии на базе древесины в странах с развитой целлюлозно-бумажной промышленностью.
 - * Расширение масштабов использования древесного топлива в современных жилищно-коммунальных, промышленных, электроэнергетических и тепло-электроэнергетических системах способствовало стандартизации продукции.
-

3.1 Введение

Древесное топливо⁶, т. е. древесина, используемая для производства энергии, может подвергаться переработке и храниться без крупных капиталовложений, а затем, по мере необходимости, преобразовываться в полезную энергию в мало- или высокоэффективных энергосистемах (Song and Aguilar, 2016). Древесное топливо включает все виды биотоплива, источником происхождения которых является древесная биомасса, за исключением материала, залегающего в геологических формациях и/или ставшего полезным ископаемым (International Standards Organization, 2014). Древесное топливо может быть возобновляемым и устойчивым источником энергии, когда его заготовка осуществляется экологически безопасным образом, а также нейтральным с точки зрения выбросов углерода, если оно эффективно преобразуется в полезную энергию и интегрировано в системы производства и сбыта другой лесной продукции с длительным сроком службы (Hektor et al. 2016, Miner et al. 2014). Биоуголь, который, по сути, представляет собой модифицированный древесный уголь, может использоваться для улучшения почв, а также для весьма длительного хранения углерода (Cambrani et al. 2017).

Древесина может подвергаться переработке для удовлетворения потребностей в энергоносителях в различных областях, как-то: приготовление пищи, отопление помещений, производство электроэнергии и даже моторного топлива. Древесное топливо может сжигаться в виде первичного сырья после минимальной обработки и сушки (например, дровяная древесина), перерабатываться в прессованное топливо с целью повышения теплотворности (например, брикеты, топливные древесные гранулы) или подвергаться термической обработке (например, древесный уголь, торрефицированная биомасса), при этом к нему также относятся попутные продукты других процессов (например, черный варочный щелок). Древесное топливо может подвергаться и биохимическому преобразованию для производства жидких видов топлива, например этанола или бутанола. Настоящая глава посвящена исключительно использованию древесного энергетического сырья в целях производства электроэнергии и/или тепла в регионе ЕЭК ООН, вопрос о производстве на его основе моторного топлива в ней не рассматривается ввиду пока еще ограниченных

промышленных масштабов применения такого топлива. Особое внимание уделяется данным из четырех субрегионов ЕЭК ООН, а именно: Европейского союза (ЕС), западной части Балканского полуострова, Северной Америки и Содружества Независимых Государств.

Объем полезной энергии, производимой на базе древесины, зависит от свойств, присущих различным древесным породам, и состояния древесного топлива после переработки и обработки. Теплотворная способность большинства древесных пород составляет от 16 до 20 ГДж/т сухой массы древесины (Panshin and de Zeeuw, 1980).

ТАБЛИЦА 3.1

Диапазоны значений высшей теплотворной способности (совокупное количество теплоты, которое может быть рекуперировано при сгорании не содержащей влаги биомассы) для отдельных пород древесины

Древесные породы	ВТС ГДж/т	Источник
Alnus spp.	19,26-20,44	Pesonen et al. 2014
Betula spp.	19,47-20,19	Pesonen et al. 2014
Eucalyptus spp.	19,16-19,38	Torres et al. 2016
Oak spp.	17,82-19,90	Kim et al. 2016
Pinus spp.	16,84-17,30	Kim et al. 2016
Populus spp.	20,04-20,10	Pesonen et al. 2014
Salix spp.	20,01-20,20	Pesonen et al. 2014

В таблице 1 представлены показатели высшей теплотворной способности (ВТС) древесных пород. ВТС представляет собой совокупное количество теплоты, которое может быть потенциально рекуперировано при сгорании древесины с учетом теплоты, необходимой для конденсации влаги в древесине. Эффективность различных способов преобразования древесного топлива в энергию зависит от его физических и химических характеристик, в том числе от содержания влаги, теплотворности, удельного веса связанного углерода (как правило, 50%) и летучих веществ (которые могут значительно повышать теплоту сгорания, поскольку они никуда не исчезают в процессе сушки), содержания золы/зольных остатков (которое частично контролируется при осуществлении заготовок), содержания щелочных металлов (прежде всего калия) и соотношения целлюлозы и лигнина (McKendry, 2002). Содержание влаги обычно является наиболее важным параметром, определяющим содержание полезной энергии в древесине. Влажность свежесрубленного дерева может достигать до 50% (если она измеряется в качестве доли от массы сырой древесины) или даже 100% (если она измеряется в качестве доли от сухой массы), т. е. половину массы дерева может составлять

⁶ Для целей настоящей главы регионы обозначаются следующим образом. Мир: все страны мира. Европейский союз (ЕС): Австрия, Бельгия, Болгария, Венгрия, Германия, Греция, Дания, Ирландия, Испания, Италия, Кипр, Латвия, Литва, Люксембург, Мальта, Нидерланды, Польша, Португалия, Румыния, Словакия, Словения, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Хорватия, Чешская Республика, Швеция и Эстония. Страны западной части Балкан: Албания, Босния и Герцеговина, бывшая югославская Республика Македония, Сербия, Хорватия и Черногория. Содружество Независимых Государств (СНГ): Армения, Азербайджан, Беларусь, Грузия, Казахстан, Кыргызстан, Республика Молдова, Российская Федерация, Таджикистан, Туркменистан, Украина и Узбекистан (Туркменистан и Украина являются ассоциированными членами СНГ). Северная Америка: Канада и Соединенные Штаты Америки.

вода. В энергетическом секторе большинство показателей содержания влаги (МС) представляются исходя из массы во влажном состоянии. В результате сушки на воздухе содержание влаги может со временем снизиться до рабочего диапазона влажности (9–11% МС, на влажной основе). Чем выше содержание влаги, тем ниже уровень рекуперации полезной энергии и, соответственно, значительно выше уровень выбросов углерода, особенно при использовании старых технологий. Например, в своей работе Магنون и др. (2016) провели анализ сжигания древесины дуба в бытовой дровяной печи и пришли к выводу, что при увеличении содержания влаги с 10,3 до 56,3% (на сухой основе) общий объем выбросов углерода возрастает с 0,25 до 1,12 г/кг. В таблице 3.1 показаны опубликованные показатели высшей теплотворной способности для отдельных пород древесины. На практике для сухой древесины зачастую используется стандартная величина в 19,7 ГДж/т, однако значения могут варьироваться в зависимости от конкретных правил и процедур, регламентирующих проведение оценки теплотворности (Ince, 1979).

3.2 Виды древесного топлива

По своей природе древесина является неоднородным сырьевым материалом. Обработка помогает сделать это сырье более гомогенным и улучшить его характеристики как энергоносителя. Например, содержание влаги в сырой (свежесрубленной) древесине, предназначенной для использования в качестве топлива, можно уменьшить естественным образом посредством ее надлежащей обработки и хранения, снизив тем самым закупочные цены и повысив эффективность рекуперации энергии. Теплотворность в расчете на единицу объема древесной биомассы может быть также увеличена путем ее механической обработки с помощью рубильной машины для сокращения размера волокна и последующей сушки в ротационном барабане. Таким образом, улучшение физических свойств обеспечивает более полное сгорание топлива, как это имеет место в случае брикетов и топливных древесных гранул. Важно подчеркнуть, что в рамках организации производства и сбыта древесного топлива должны приниматься меры с целью сведения к минимуму его контакта с загрязнителями (грязью, песком, камнями), присутствие которых может приводить к снижению теплоты сгорания и увеличению содержания золы. Ниже приводится краткое описание отдельных видов древесного топлива, широко используемых в регионе ЕЭК ООН.

3.2.1 Топливная (дровяная) древесина

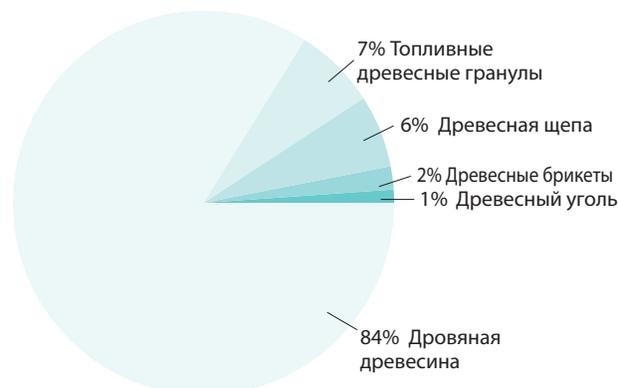
В прошлом дровяная древесина (т.е. дрова) являлась самым распространенным источником биоэнергии, использовавшимся домашними хозяйствами. Она представляет собой один из видов древесного топлива, который сохраняет свой первоначальный состав и используется исключительно для целей производства энергии. Показатели потребления или производства топливной древесины обычно выражаются в единицах

объема (т.е. в м³), поскольку ее масса и теплотворность зависят от содержания влаги и могут изменяться.

Данные о топливной древесине зачастую получают в рамках сбора данных об общем объеме заготовок круглого леса, который соответствует совокупному объему производства древесины для выпуска таких разнообразных видов конечной продукции, как топливо, бумага и целлюлоза, массивные и композиционные пиломатериалы. Достижения в области обработки и стандартизации дровяной древесины способствовали появлению крупных торговых потоков. Например, приблизительно треть всей своей импортной дровяной древесины Италия закупает в странах западной части Балкан, при этом на дровяную древесину приходится около 45% общего объема экспорта энергоносителей на базе древесины этих стран – в энергетическом эквиваленте. В 2015 году доля дровяной древесины в общем объеме производства древесного топлива в странах западной части Балкан составила 84% (рис. 3.1).

РИСУНОК 3.1

Древесное топливо в разбивке по видам в странах западной части Балкан, 2015 год. Общий объем производства = 214,2 петаджоулей

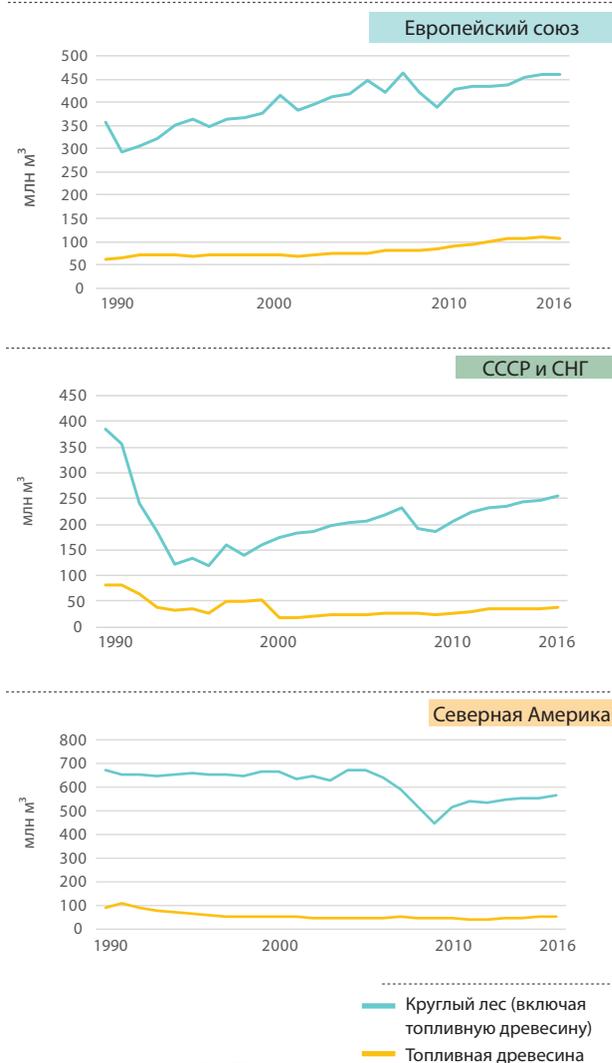


Источник: Aguilar et al. (2016).

Имеющиеся за 1990–2016 годы данные об общем объеме вывозок круглого леса и топливной древесины в Европейском союзе, СССР и СНГ и Северной Америке (рис. 3.2) позволяют выявить ряд важных тенденций. Во-первых, доля топливной древесины в общем объеме заготовок круглого леса в СССР и СНГ и в Северной Америке значительно сократилась. Во-вторых, показатели производства топливной древесины и круглого леса в Северной Америке и в СССР и СНГ, как представляется, не коррелируют друг с другом. В Европейском союзе было некоторое увеличение объема производства топливной древесины, но оно не было столь значительным, как рост объема вывозок круглого леса.

РИСУНОК 3.2

Производство круглого леса и топливной древесины в различных регионах, 1990–2016 годы



3.2.2 Прессованное древесное топливо: топливные древесные гранулы

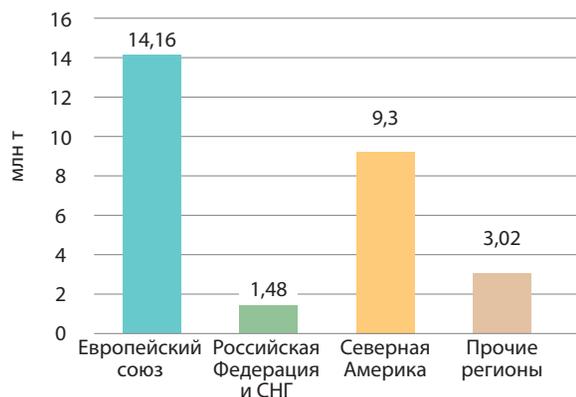
Гранулирование представляет собой процесс, в рамках которого древесное топливо перерабатывается в гранулы с содержанием влаги, как правило, 6–8%. Древесное волокно прессуется вместе с добавками или без них, разогреваясь в результате трения, после чего оно выдавливается под давлением из отверстий матрицы. Добавки, например крахмал, служат связующим веществом для повышения механической прочности и сокращения содержания пыли. Трудно поверить, но благодаря процессу гранулирования объемная плотность, по сравнению с первичной биомассой, возрастает чуть ли не в пять раз, причем даже в случае пихты одноцветной и туй западной, которые являются очень легкими породами (Chai and Saffron, 2016). Теплотворность топливных древесных гранул,

как правило, составляет от 16,9 до 21,2 гигаджоулей/тонна (ГДж/т) (Gündüz et al. 2016). Древесные брикеты, с добавками или без них, также получают путем прессования размельченной в порошок древесной биомассы, которая на выходе становится продуктом кубообразной или цилиндрической формы и диаметром более 25 мм, при том что диапазон диаметра обычно составляет 65–95 мм (ISO 16559: 2014).

В 2015 году общемировой объем производства топливных древесных гранул составил, согласно оценкам, несколько менее 28 млн т. Основными потребителями топливных древесных гранул в ЕС и Северной Америке являются крупные производители тепла и электроэнергии, которым эта продукция поставляется навалом, а также домохозяйства, которые используют их для отопления жилья и покупают, как правило, в мешках в магазинах розничной торговли (Aguilar et al. 2016). Ведущими мировыми производителями топливных древесных гранул являются страны ЕС и Северной Америки (рис. 3.3). В 2015 году доля Европейского союза в общемировом объеме производства топливных древесных гранул составила приблизительно 51%, а Северной Америки –

РИСУНОК 3.3

Производство топливных древесных гранул в разбивке по регионам, 2015 год



33%. Крупнейшими производителями этой продукции в 2015 году были США, Германия, Канада, Швеция и Латвия (FAOSTAT, 2017).

Топливные древесные гранулы являются сегодня распространенной формой древесного топлива на международных рынках. Они успешно поставляются на большие расстояния, поскольку для их перевозки могут использоваться стандартные сухогрузы, а также благодаря их низкой влажности и зольности и, соответственно, высокой удельной энергоемкости. В таблице 3.2 кратко описываются отдельные параметры, которым должны отвечать топливные древесные гранулы трех категорий качества

ТАБЛИЦА 3.2

Отдельные параметры Системы сертификации ENplus Европейского совета производителей топливных древесных гранул и соответствующие стандарты испытаний ИСО

	Сертификаты ENplus			Стандарт испытаний ИСО
	A1	A2	B	
Диаметр (мм)	6±1 или 8±1	6±1 или 8±1	6±1 или 8±1	17829
Длина (мм) ^a	3,15 < L ≤ 40	3,15 < L ≤ 40	3,15 < L ≤ 40	17829
Влажность (% по весу) ^b	≤10,0	≤10,0	≤10,0	18134
Зольность (% по весу)	≤0,7	≤1,2	≤2,0	18122
Тонкие частицы, < 3,15 мм (% по весу) ^b	≤1,0* (≤0,5)†	≤1,0* (≤0,5)†	≤1,0* (≤0,5)†	18846
Чистая теплотворная способность (кВт·ч / кг) ^b	≥ 4,6	≥ 4,6	≥ 4,6	18125
Насыпная плотность (кг/м ³) ^b	600–750	600–750	600–750	17828
Хлор (% по весу) ^c	≤0,02	≤0,02	≤0,02%	16994
Азот (% по весу) ^c	≤0,3	≤0,5	≤1,0	16948
Сера (% по весу) ^c	≤0,04	≤0,05	≤0,05	16948
Хлор (% по весу) ^c	≤0,02	≤0,02	≤0,03	16994
Мышьяк (мг/кг) ^c	≤1	≤1	≤1	16968
Медь (мг/кг) ^c	≤10	≤10	≤10	16968
Свинец (мг/кг) ^c	≤10	≤10	≤10	16968
Ртуть (мг/кг)	≤0,1	≤0,1	≤0,1	16968

^a Длина максимум 1% топливных древесных гранул может превышать 40 мм, гранулы длиной более 45 мм не допускаются.

^b В полученном виде.

^c На сухой основе. * Франко-завод или при погрузке грузовика для доставки конечным пользователям;

† Франко-завод, при заполнении мешков топливными древесными гранулами или в запечатанных мешках.

Источник: European Pellet Council (2015).

в соответствии с действующими отраслевыми стандартами, изданными Системой сертификации ENplus Европейского совета производителей топливных древесных гранул. Предпочтение теперь отдается не национальным, а международным стандартам (принимаемым, например, по линии Международной организации по стандартизации), поскольку они содействуют развитию рынка биоэнергоснабжения. Такие стандарты ИСО, как ISO 13065:2015, облегчают сравнительный анализ производственно-сбытовых цепочек и биоэнергоснабжения и могут служить основой для обеспечения качества древесного топлива, используемого в целях производства энергии в домохозяйствах, небольших коммерческих и общественных зданиях (International Standards Organization, 2015). Крупнейшим потребителем топливных древесных гранул промышленного назначения в настоящее время является компания «Дракс пауэр» в Соединенном Королевстве (Wood Pellet Association of Canada, 2017). Италия же является ведущим потребителем топливных древесных гранул для целей отопления, в 2015 году соответствующий показатель составил 3,1 млн т, при этом 92% общего объема конечного потребления приходилось на жилищно-коммунальный сектор (AEBIOM, 2016).

3.2.3 Термически обработанное древесное топливо: древесный уголь и торрефицированная биомасса

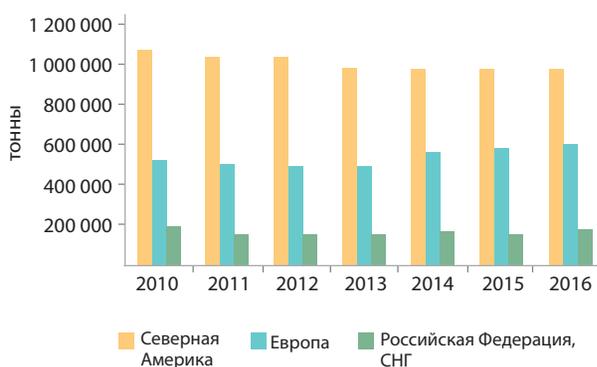
Производство древесного угля является одним из старейших и наиболее распространенных способов термической обработки, используемых для повышения теплотворности древесины. Он широко применяется для увеличения удельной энергоемкости дровяной древесины, а также повышения ее стойкости к гниению и гидрофобности. Древесный уголь производится посредством частичного пиролиза при отжиге в отсутствие большого количества кислорода (FAO, 1987). Температура отжига не является одинаковой; процесс производства древесного угля начинается при приблизительно 280 °С, однако в случае некоторых пород, например дуба, для достижения максимальной теплотворности необходимы более высокие температуры (~600 °С) (FAO, 1987; Satonaka, 1982). Для производства древесного угля лучше всего подходят такие породы, как дуб и бук. Они используются по отдельности или в сочетании с породами, имеющими более низкую теплотворную способность, например с ольхой, осинкой, березой, бузиной, грабом и плодовыми деревьями.

Торрефикация предполагает мягкую термическую обработку биомассы в условиях низкого содержания кислорода (ЕЭК ООН/ФАО, 2013 год). Развитие технологий торрефикации биомассы продолжается, и в области их коммерциализации отмечен некоторый прогресс. Например, на электростанции Амер в Нидерландах был проведен успешный эксперимент по совместному сжиганию, в рамках которого до 25% угля (около 2 500 тонн) было заменено торрефицированными топливными древесными гранулами (Topell Energy, 2013). Некоторые эксперты полагают, что торрефицированное топливо начнет использоваться в коммерческих масштабах уже в ближайшем будущем (IEA Bioenergy Task 40, 2014).

На рисунке 3.4 показана динамика производства древесного угля в регионе ЕЭК ООН в период 2010–2016 годов. Данные из ФАОСТАТ (2017 год) показывают, что наибольший удельный вес в производстве древесного угля в регионе ЕЭК ООН имела Северная Америка. Вместе с тем важно отметить, что совокупный показатель по региону ЕЭК ООН составляет всего 3% от общемирового объема выпуска этой продукции.

РИСУНОК 3.4

Ежегодный объем производства древесного угля в Северной Америке, Европе и Российской Федерации (2010–2016 годы)



Источник: FAOSTAT (2017).

Старейшим способом производства древесного угля является его выжиг в земляной печи (рис. 3.5). В Юго-Восточной Европе для возведения земляной печи вырывается яма глубиной до 50 см. На дно в качестве основы кладут, как правило, буковые поленья, поверх которых укладывается колотая древесина (приблизительно 3–4 м³), после чего все покрывается землей. Вентиляционные отверстия располагаются спереди и сзади печи. Объем печи обычно составляет 3–4 м³, но можно встретить и печи объемом 7–20 складочных м³. Производительность земляных печей является самой низкой, она составляет

РИСУНОК 3.5

Пример земляной углевыжигательной печи



Источник: B. Glavonjić.

приблизительно 95 кг древесного угля на один складочный м³. Цикл карбонизации длится, чаще всего, семь дней, при том что эта система используется только в конце осени и зимой (Glavonjić, 2017). Общей проблемой этого способа углежжения является неравномерность реакции карбонизации во времени. Древесина в нижней части печи горит дольше, что снижает эффективность системы в результате отбора энергии, и, в отличие от древесины в верхней части печи, практически не имеет летучей фракции.

Большое количество древесного угля производится в кирпичных или цементных печах, которые позволяют осуществлять более эффективный контроль и существенно ускоряют процесс углежжения, по сравнению с земляными печами. Производственный процесс состоит из следующих этапов: закладка древесины в печь, карбонизация древесины, тушение

РИСУНОК 3.6

Кирпичная углевыжигательная печь



Источник: B. Glavonjić.

и остывание печи, а затем упаковка древесного угля (рис. 3.6). В Юго-Восточной Европе в кирпичную углевыжигательную печь за один раз закладывают как правило приблизительно 20 складочных м³ древесины. Обычно из одного складочного м³ сырья получают 120 кг древесного угля. За год производители древесного угля используют свои печи 15 раз, при этом продолжительность одного цикла обыкновенно составляет 14 дней (1 день – загрузка печи, 10 дней – собственно процесс углежжения и 3 дня – остывание и выгрузка печи) (Glavonjić, 2017).

РИСУНОК 3.7

Пример переносной стальной печи с одним кольцом



Источник: В. Glavonjić.

Более современным способом производства древесного угля является его выжиг в переносных стальных печах (рис. 3.7). Этот способ значительно сокращает продолжительность цикла углежжения. Чаще всего в Юго-Восточной Европе используются переносные стальные печи объемом приблизительно в 3 складочных м³ древесины. Производительность этого технологического процесса составляет 100 кг древесного угля на один складочный м³ древесины.

Цикл углежжения в этой модели печей длится 48–72 часа. Кроме того, существуют переносные стальные печи объемом в 6 складочный м³ древесины, которые позволяют получать приблизительно 650 кг древесного угля. Цикл углежжения в этих печах длится 144 часа.

Технология производства древесного угля в промышленных ретортах основывается на сжигании газов в целях карбонизации древесины. Объем вредных газов, попадающих в атмосферу при использовании этого метода, является минимальным. Промышленные реторты обычно представляют собой четыре соединенные реторты, работающие в режиме вок (рис. 3.8). Подлежащая карбонизации древесина сначала укладывается в металлическую камеру, вставляемую в реторту. Процесс карбонизации длится приблизительно 8 часов в расчете на реторту. После извлечения металлических камер из реторт, они накрываются и помещаются на открытый воздух для остывания. Процесс остывания длится, как правило, 24 часа. Производительность этой системы составляет приблизительно 130 кг древесного угля на один складочный м³ древесины. По сравнению с другими традиционными технологиями, которые позволяют достигнуть степени карбонизации C_{fix} приблизительно в 70%, показатель C_{fix} при производстве древесного угля в ретортах превышает 85%.

РИСУНОК 3.8

Пример промышленных реторт для выжига древесного угля



Источник: В. Glavonjić.

3.2.4 Черный щелок

Черный щелок является попутным продуктом процесса производства высококачественной крафт-бумаги, который представляет собой отработанный раствор, образующийся после завершения варки и извлечения целлюлозного волокна. В его состав входят вода, лигнин и гемицеллюлоза, а также неорганические химические вещества, остающиеся после сульфатной варки целлюлозы

(Cassidy, 2007). На 15–20% по весу черный щелок состоит из сухого вещества, которое содержит приблизительно половину энергии исходной щепы (National Energy Technology Laboratory n.d.). Черный щелок рекуперирован и утилизируется посредством сжигания или газификации в имеющихся на местах котлах или газификаторах, что позволяет производителям бумаги извлекать и повторно использовать неорганические химические вещества и получать энергию из варочных остатков. Пар, образующийся в процессе рекуперации черного щелока, вносит существенный вклад в удовлетворение энергетических потребностей целлюлозно-бумажных предприятий. С целью рекуперации энергии концентрация сухого вещества в растворе доводится до приблизительно 75–80% по весу, после чего он сжигается в котле-утилизаторе для получения пара, которым можно приводить в действие электрогенератор. В системе газификации щелок подается в газификатор высокого давления для получения пара или любого другого продукта газификации. В промышленных масштабах используются в основном котлы-утилизаторы, при этом некоторые предприятия приступили к реализации в регионе ЕЭК ООН экспериментальных проектов в области газификации. На целлюлозном заводе, производящем беленую крафт-целлюлозу, на тонну целлюлозы получают 1,7–1,8 т черного щелока (в показателях сухой массы) (Maniatis, 2007). Объем производства энергии на базе черного щелока на отдельно взятом целлюлозном предприятии может достигать 250–500 МВт. Что касается расчетных показателей выхода черного щелока, то на трети всех целлюлозных заводов США он составляет

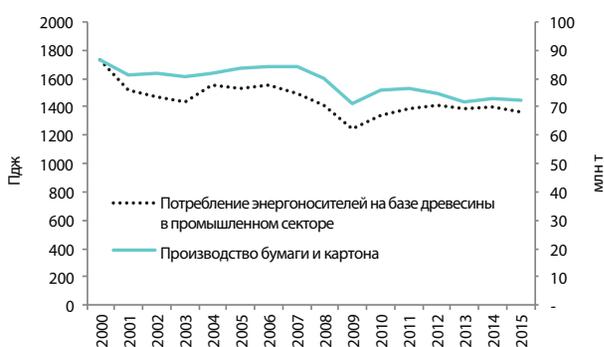
2,7 млн кг/сутки (National Energy Technology Laboratory, n.d.). Показатели производства целлюлозы и объема рекуперации энергии тесно коррелируют друг с другом. Это видно на рисунке 3.9, на котором показана динамика показателей потребления энергоносителей на базе древесины в промышленном секторе и производства бумаги и картона в США в период 2000–2015 годов.

3.3 Выводы

Древесина является одним из возобновляемых энергоресурсов, который может с легкостью использоваться для целей получения полезной энергии в виде тепла и электроэнергии или даже в качестве моторного топлива. Древесное топливо, как правило, подвергается механической и термической обработке. Кроме того, возможна и биохимическая обработка, что видно на примере использования черного щелока в целлюлозно-бумажной промышленности, однако эта технология еще не применяется в промышленных масштабах в других областях (например, на транспорте). С целью повышения степени полноты сгорания древесное топливо обычно высушивается на воздухе, или же содержание влаги в нем снижается посредством (частичного) пиролиза, как это имеет место в случае, соответственно, дровяной древесины и древесного угля. Древесное волокно может также подвергаться частичной сушке, гомогенизации и прессованию, например брикеты и топливные древесные гранулы. Дровяная древесина шире всего используется в жилищно-коммунальном секторе региона ЕЭК ООН, топливные древесные гранулы стали одним из предпочитаемых видов древесного топлива для промышленных производителей электроэнергии и/или тепла, а черный щелок является основным видом древесного топлива, используемого в целлюлозно-бумажной промышленности. В других отраслях деревообрабатывающей промышленности попутная продукция из древесины зачастую используется в целях получения на месте тепла для проведения сушки в печи. Показатель производства древесного угля в регионе ЕЭК ООН, согласно имеющимся данным, составляет лишь малую толику от расчетного общемирового объема выпуска этой продукции, однако это топливо является важным источником энергии для целей приготовления пищи и отопления помещений. Из-за низкой эффективности технологий повышения удельной энергоемкости древесного угля производство этого вида топлива представляет интерес лишь как способ увеличения срока сохраняемости дровяной древесины. Расширение масштабов использования древесного топлива в современных жилищно-коммунальных, промышленных, электроэнергетических и тепло-электроэнергетических системах способствовало стандартизации некогда существенно отличавшихся по своим характеристикам энергоносителей.

РИСУНОК 3.9

Потребление энергоносителей на базе древесины в промышленном секторе (петаджоули) и производство бумаги и картона (тонны) в США



Источник: US Energy Information Administration, FAOSTAT, 2017.

3.4 Справочная литература

AEBIOM (European Biomass Association). 2016. AEBIOM Statistical Report. European Bioenergy Outlook. Key Findings. 34 pp.

Агилар, Ф., Абт, К., Главонич, Б., Лопатин, Е. и Мейби, У.Е. 2016 год. Энергоносители на базе древесины. Ежегодный обзор рынка лесных товаров ЕЭК ООН/ФАО, 2015–2016 годы. ЕЭК ООН/ФАО, Нью-Йорк и Женева.

Cassidy, A. 2007. Wood Processing Residues. In: Hubbard, W., Biles, L., Mayfield, C. and S. Ashton (eds.). 2007. Sustainable Forestry for Bioenergy and Bio-based Products: trainers curriculum notebook. Athens, GA: Southern Forest Research Partnership, Inc. pp 165–168.

Chai, L. and C. Saffron. 2016. Comparing pelletization and torrefaction depots: Optimization of depot capacity and biomass moisture to determine the minimum production cost. *Applied Energy*. 163: 387–395.

European Pellet Council. 2015. ENplus Handbook. Part3: Pellet Quality. Version 3.0. Requirements. Имеется по адресу http://www.enplus-pellets.eu/wp-content/uploads/2016/03/ENplusHandbook_part3_V3.0_PelletQuality_EPCinternational.pdf.

FAOSTAT. 2017. Forestry Production and Trade. Имеется по адресу <http://www.fao.org/faostat/en/>.

FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. 2017. Имеется по адресу <http://www.fao.org/forestry/energy/en/>.

Glavonjić, B. 2017. Data from the University of Belgrade, Timber Trade Center database, Belgrade, May 2017.

Gündüz, G., Saraçoğlu, N. and D. Aydemir. 2016. Characterization and elemental analysis of wood pellets obtained from low-valued types of wood. *Energy Sources, Part A*. Имеется по адресу <http://dx.doi.org.proxy.queensu.ca/10.1080/15567036.2015.1040900>.

Hektor, B., Backeus, S. and K. Andersson. 2016. Carbon balance for wood production from sustainably managed forests. *Biomass & Bioenergy* 93:1–5.

IEA Bioenergy Task 40. 2014. Development of torrefaction technologies and impacts on global bioenergy use and international bioenergy trade. Имеется по адресу <http://www.bioenergytrade.org/downloads/iea-graz-workshop-torrefaction-2014.pdf>.

Ince, P. 1979. How to estimate recoverable heat energy in wood or bark fuels. US Department of Agriculture Forest Service. General Technical Report 29. Имеется по адресу <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgrtr/fplgrtr29.pdf>.

International Energy Agency. 2017. World Balances for 2013. Имеется по адресу <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=WORLD&product=balances&year=2013>.

International Standards Organization. 2015. Sustainability criteria for bioenergy. ISO 13065:2015.

International Standards Organization. 2014. Solid biofuels – Terminology, definitions and descriptions. ISO 16559:2014.

Kim, Y.M., Han, T.U., Hwang, B.A., Lee, B., Lee, H.W., Park, Y.K. and S. Kim. 2016. Pyrolysis kinetics and product properties of

softwoods, hardwoods, and the nut shell of softwood. *Korean J. Chem. Eng.* 33(8): 2350–2358.

Magnone, E., Park, S.K. and J.H. Park. 2016. Effects of Moisture Contents in the Common Oak on Carbonaceous Aerosols Generated from Combustion Processes in an Indoor Wood Stove. *Combustion Science and Technology*. 188(6): 982–996.

Maniatis, K. 2007. Black Liquor Gasification. Summary and Conclusions from the IEA Bioenergy EXCo54 Workshop. : ExCo:2007:03. 11p.

Miner, R. A., Abt, R. C., Bowyer, J. L., Buford, M. A., Malmshemer, R. W., O'Laughlin, J., Oneil, E. E., Sedjo, R. A. and K.E. Skog. 2014. Forest carbon accounting considerations in US bioenergy policy. *Journal of Forestry*. 112: 591–606.

McKendry, P. 2002. Energy production from biomass (Part 1): Overview of biomass. *Bioresource Technology* 83(1): 37–46.

National Energy Technology Laboratory. N.d. Black Liquor Gasification. Имеется по адресу <https://www.netl.doe.gov/research/coal/energy-systems/gasification/gasification/blackliquor>.

Panshin, A.J. and C. de Zeeuw. 1980. Textbook of wood technology. 4th Ed. McGraw-Hill, Toronto, Canada.

Pesonen, J. M, Kuokkanen, T., Kaipainen, E., Koskela, J., Jerkku, I., Pappinen, A. and A. Villa. 2014. Chemical and physical properties of short rotation tree species. *Eur. J. Wood Prod.* 72: 769.

Qambrani, N.A., Rahman, M.M., Won, S., Shim, S. and C. Ra. 2017. Biochar properties and eco-friendly applications for climate change mitigation, waste management, and wastewater treatment: A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 79: 255–273.

Satonaka, S. 1982. Carbonisation and gasification of wood. In: *Energy from Forest Biomass* Ed. W.R. Smith). Elsevier. 147–154 pp.

Song, N. and F. X. Aguilar. 2016. Woody biomass energy efficiency pathways: public policy implications, Biofuels. Имеется по адресу <http://dx.doi.org/10.1080/17597269.2016.1259520>.

Topell Energy. 2014. Successful test with innovative renewable energy source at Amer power plant. Имеется по адресу http://www.topellenergy.com/wp-content/uploads/2014/03/Press-Release_Topell-Energy_20140402_Successful-test-with-innovative-renewable-energy-source-at-Amer-power-plant1.pdf.

Torres, C.M.M.E., Oliveira, A.C., Pereira, B.L.C., Jacovine, L.A.G., Neto, S.N.D. and A.D.O. Carneiro. 2016. Estimates of production and properties of eucalyptus wood in agroforestry systems. *Scientia Forestalis* 44(109): 137–148.

UNECE/FAO. 2013. Joint wood energy enquiry. Имеется по адресу <https://www.unece.org/forests/jwee.html>.

U.S. Energy Information Administration. 2017. Renewable and Alternative Fuels: Biofuels. Имеется по адресу <https://www.eia.gov/renewable/data.php#biomass>.

Wood Pellet Association of Canada. 2017. Имеется по адресу <https://www.pellet.org/wpac-news/drax-fires-up-biomass-power>.



Глава

4

ИНСТРУМЕНТЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПОЛИТИКИ
В ПОДДЕРЖКУ
УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ СЕКТОРА
ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ
НА БАЗЕ ДРЕВЕСИНЫ

Основные моменты *

- * Государственная политика, имеющая отношение к энергоносителям на базе древесины, направлена на интеграцию производства возобновляемого энергетического сырья и лесохозяйственной деятельности для решения социально-экономических и природоохранных задач, вытекающих из более масштабных и широкоохватных программных целей.
 - * Инструменты политики (правила и нормативные положения, стимулы, научные исследования и образовательно-просветительская деятельность), призванные содействовать более устойчивому производству энергоносителей на базе древесины, являются наиболее действенными в случае существования формальных цепочек производства и сбыта древесины.
 - * Реформа системы землевладения может создать возможности для поощрения инвестиций и рационального управления лесами в странах, где цепочки производства и сбыта энергоносителей на базе древесины являются менее развитыми, а права на добычу и узурфрукт серьезно ограничены.
 - * За административное управление программами и их осуществление зачастую отвечают разрозненные учреждения, что снижает их результативность и препятствует эффективному сотрудничеству.
 - * Государственная политика в отношении рынков энергоносителей на базе древесины должна строиться на принципах широкого участия всех заинтересованных сторон, поступательности выполнения и постоянства целевых показателей, единообразия стимулов, гибкости, адаптации к местным условиям и учета затрат, связанных с соблюдением соответствующих требований.
-

4.1 Введение

Государственная политика, влияющая на рынки энергоносителей на базе древесины в регионе ЕЭК ООН, преследует многочисленные цели. Помимо поощрения использования возобновляемых источников энергии, она, в частности, направлена на: i) поддержку диверсификации источников энергии и обеспечение энергобезопасности, ii) казание содействия экономическому развитию, iii) сокращение антропогенных выбросов парниковых газов (ПГ), iv) улучшение санитарного состояния лесов и v) повышение эффективности всей энергетической отрасли. Исходя из этих целей, превагирующих управленческо-административных структур и имеющихся ресурсов, государства – члены ЕЭК ООН применяют самые разнообразные инструменты политики.

Принятие в соответствии с различными поставленными целями мер на уровне политики поощряется во всем регионе ЕЭК ООН. Результаты обзора политики в Европейском союзе (Lantiainen et al. 2014) позволяют предположить, что основной акцент в региональной политике в области использования возобновляемых источников энергии делается на то, чтобы снять обеспокоенность по поводу изменения климата, хотя во многих странах – членах ЕС осуществление соответствующих мер обосновывается необходимостью обеспечения энергетической безопасности. В США обширные новые программные меры в области использования возобновляемых источников энергии принимались после резких скачков цен на нефть в конце 1970-х и в начале 2000-х годов, и их цель состояла в расширении применения возобновляемых энергоносителей внутри страны в интересах укрепления энергетической безопасности (Aguilar et al. 2011; Ebers et al. 2016). В Российской Федерации поддержка расширению использования энергоносителей на базе древесины для производства тепла и электроэнергии оказывается в целях уменьшения зависимости от ископаемых видов топлива, решения проблем в области обеспечения энергетической безопасности и снижения энергоемкости российской экономики (например, Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года № 321). В Казахстане с учетом решений шестой Конференции министров по окружающей среде и развитию в Азиатско-Тихоокеанском регионе и Комитета ЕЭК ООН по экологической политике правительство разработало межрегиональную программу партнерства («Зеленый мост»), призванную содействовать достижению целей развития «зеленой» экономики.

Были созданы инструменты государственной политики для оказания влияния на цепочки производства и сбыта древесных энергоносителей, сырьем для которых является древесина, поступающая из прямых и опосредованных источников, или рекуперированная древесина (рис. 4.1). Исходя из организации энергетических потоков желательно, чтобы утилизация древесины как топливного сырья происходила на всех этапах производства и сбыта древесных энергоносителей – от выращивания, заготовки и обработки древесины до ее преобразования в энергию

для конечного потребления. Поэтому в разработке и обеспечении функционирования предлагаемых моделей энергетических потоков участвуют многие учреждения. Органы, в ведении которых находятся лесные ресурсы, как правило, осуществляют надзорные функции в части утверждения и мониторинга применения допустимой, предписанной или рекомендованной практики землепользования и координируют деятельность по стимулированию наращивания предложения древесного энергетического сырья. Органы, ведающие вопросами производства и конечного использования энергии, обычно следят за выполнением целевых показателей в области использования возобновляемых источников энергии, природоохранных норм и стандартов энергоэффективности. Кроме того, государственная политика зачастую предписывает включать в энергетические потоки многие возобновляемые источники энергии или определяет приемлемые для этих целей виды источников, к которым могут относиться древесное топливо, а также другие категории биомассы. Поэтому осуществление соответствующих программ требует взаимодействия и участия различных учреждений, в связи с чем реализация государственной политики зачастую сопряжена с определенными трудностями (Abrams et al. 2017, Sundstrom et al. 2012). В настоящее время в государствах – членах ЕЭК ООН предпринимаются усилия для обеспечения согласованности программ в области устойчивого развития биоэнергетики. Например, в США Закон об общих ассигнованиях на 2017 год (US Public Law 115-31, 2017) требует от федеральных ведомств, занимающихся вопросами земельных ресурсов, энергетики и окружающей среды, обеспечить последовательное осуществление всеми структурами федеральной политики США в отношении древесных энергоносителей, при этом он призван содействовать обеспечению устойчивости сектора энергоносителей на базе древесины, созданию стимулов для частных инвестиций и улучшению состояния лесов. Программа «Зеленый мост» правительства Казахстана предусматривает согласованное осуществление взаимосвязанной региональной и национальной политики в ключевых секторах экономики, а также разработку и осуществление пакета практических региональных и национальных проектов в поддержку «зеленой» экономики.

Воздействие инструментов государственной политики (например, правил и нормативных положений, финансовых стимулов), обсуждаемых в следующем подразделе, может быть более быстрым и ощутимым, если производственно-бытовые цепочки, на которые следует оказать влияние или которые подлежат регулированию, уже существуют в рамках законно функционирующих рынков. В странах, где системы производства и сбыта древесины являются менее развитыми и где преобладают земли, на которых лесозаготовки запрещены или строго ограничены, для обеспечения более устойчивого развития сектора энергоносителей на базе древесины следует, возможно, начать с пересмотра норм, регулирующих права землепользования. Например, в некоторых странах Центральной Азии дровяная древесина зачастую является наиболее доступным и недорогим источником

РИСУНОК 4.1

Инструменты государственной политики, влияющие на потоки энергоносителей на базе древесины

ИНСТРУМЕНТЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ:

Правила и нормативные, положения, стимулы, научные исследования и образовательно-просветительская деятельность

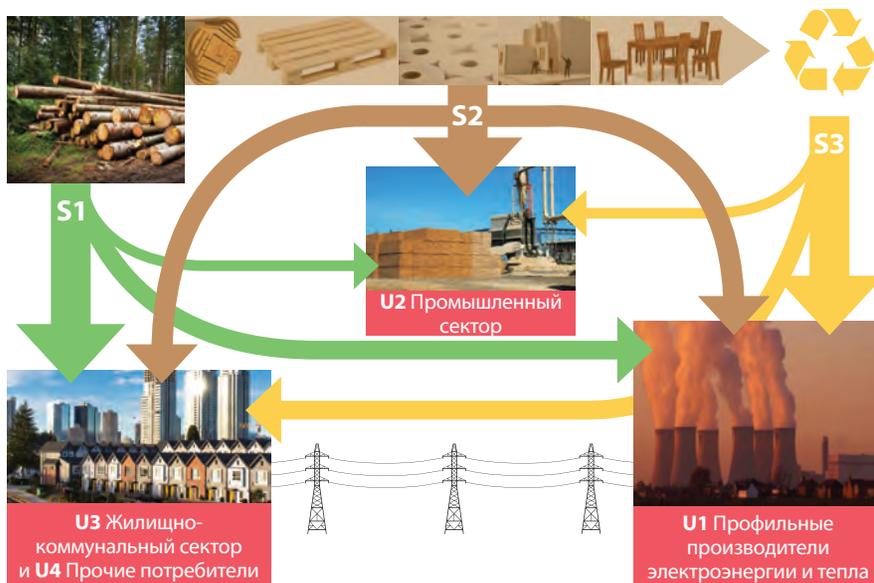
Источники, выращивание, заготовка, обработка

- Рекомендуемая/требуемая хозяйственная практика
- Приемлемые виды энергетического сырья
- Приемлемые категории земель

Преобразование и использование энергии

- Вклад в реализацию энергетических программ
- Сокращение выбросов
- Минимальные пороговые показатели эффективности преобразования и потребления

ИСТОЧНИКИ И ПОТРЕБИТЕЛИ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ НА БАЗЕ ДРЕВСИНЫ



топлива для целей приготовления пищи и отопления. Большая ее часть заготавливается на местах, но незаконно (Buttoud-Kouplevatskaya, 2010, World Bank 2015b, Akhmadov 2008, FAO 2007, Baumann 2006, Ulybina, 2015). Согласно оценкам, сельские домашние хозяйства в более холодных районах Центральной Азии могут тратить на покупку топлива от трети до половины своих ежегодных доходов (Kargasov, 2008). Значительная часть топливной древесины заготавливается в «лесхозах» – лесах, находящихся в управлении и под надзором центральных органов власти (Undeland, 2012). Частные лесные плантации, хотя они по-прежнему редкость, зачастую являются единственным местом, где можно получить доступ к дровяной древесине на законных основаниях. Согласно оценкам Улыбиной (2015 год), на долю лесных плантаций в Кыргызской Республике приходится 7% общей площади лесов. Хотя долгосрочный доступ на участки, где можно заготавливать древесное топливо, и право пользования ими не гарантированы, в Таджикистане появляются более надежные цепочки производства и сбыта дровяной древесины (Baumann 2006). Согласно информации Свинкелса (2014 год), стала наблюдаться тенденция к отказу от самостоятельной индивидуальной заготовки топливной древесины в пользу ее покупки у профессиональных лесорубов. Средняя цена за вязанку дров составляет 10–15 сомони (2–3 долл. США), а машина дров объемом 2 м³ стоит 800 сомони (170 долл. США) (Swinkels, 2014), что служит важным ценовым сигналом, который может стимулировать еще большие инвестиции и увеличение поставок древесного топлива по ценам, доступным для местных домашних хозяйств.

Непомерно высокие цены на древесину из законных источников, отсутствие доступа к альтернативным источникам топлива для целей отопления и приготовления пищи и низкий уровень доходов могут привести к тому, что население будет жить в условиях энергетической нищеты и отсутствия энергетической безопасности. Можно было бы рассмотреть возможности реструктуризации системы управления лесными ресурсами и их использования с целью улучшения ситуации с существующими природными ресурсами (O'Hara, 2014). Необходимость в древесине обусловлена той чрезвычайно важной ролью, которую она играет в плане обеспечения средств существования, особенно для бедных слоев местного населения, о чем не следует забывать в рамках реализации долгосрочных природоохранных программ (World Bank, 2015a). Анализ режимов землевладения позволил бы вернуться к вопросу о правах на узурпацию, в этот раз в призме поощрения инвестиций в обеспечение многофункционального характера управления земельными ресурсами, их использования и доступа к ним. В интересах долгосрочного планирования в вопросах, касающихся прав на пользование и узурпацию, следует, возможно, отказаться от применяемого государствами подхода к находящимся в управлении общин землям, в соответствии с которым допустимые виды пользования строго регламентированы. Леса вблизи районов высокого спроса вполне могут использоваться для ведения интенсивного хозяйства, обеспечивающего увеличение производства энергетической древесины при одновременном сохранении или наращивании экосистемных функций. Давление на лесные ресурсы, обусловленное спросом на

топливную древесину со стороны растущего населения, сохранится, а в таких странах Центральной Азии, как Кыргызская Республика, Узбекистан и Таджикистан, вероятно, и возрастет (FAO, 2006; FAO, 2007; World Bank, 2015a). Кроме того, значение древесных энергоносителей для удовлетворения спроса на энергию должно возрасти по причине изменения климата, из-за последствий которого поставки гидроэлектроэнергии станут, по всей вероятности, менее надежными (GIZ, 2013; GIZ, 2016a).

Эффективное использование потенциально большего объема древесного топлива может стать одной из целей всеобъемлющей стратегии в области сокращения масштабов энергетической нищеты и обеспечения энергетической безопасности. Например, уровень выбросов тонкодисперсных частиц при использовании для целей отопления традиционных каминов превышает показатели по печам, работающим на сертифицированной древесине и топливным древесным гранулам соответственно в 20 и 57 раз. Энергоэффективность новых устройств для сжигания древесины может быть выше на целых 50%, при этом для производства того же объема тепла им требуется приблизительно на треть меньше древесного топлива и, кроме того, их применение позволяет сокращать объем накопления креозота, снижая тем самым риск пожаров в дымоходах (US EPA n.d.). Согласно оценкам, ежегодный объем потребления древесного топлива в Таджикистане и Кыргызской Республике составляет 3–4 м³ в расчете на одно домашнее хозяйство (Swinkels, 2014). Этот уровень потребления обусловлен суровыми зимами, но прежде всего плохой изоляцией. По некоторым оценкам, улучшение изоляции позволило бы сократить потребление энергии на 30–60% (Kargasov, 2008). Для достижения целей государственных программ в области повышения энергоэффективности, в том числе путем улучшения изоляции, и реализации предпринимательских проектов по обеспечению законных и надежных поставок древесного топлива должна проводиться соответствующая образовательно-просветительская деятельность и иметься необходимые природные и финансовые ресурсы (O'Hara, 2014).

4.2 Инструменты государственной политики

Толчком для разработки инструментов государственной политики зачастую служит программный документ в отношении расширения использования возобновляемых источников энергии, предусматривающий также достижение соответствующих экологических и социально-экономических целей. ЕС являет собой один из примеров принятия основополагающих программных документов, на основе которых затем принимались конкретные меры (Lantiainen et al. 2014). В 1997 году Европейская комиссия (1997 год) опубликовала программный документ «Энергия для будущего: возобновляемые источники энергии», в котором был установлен первый, хотя и не обязательный, целевой показатель по возобновляемым источникам энергии (удельный вес возобновляемых источников энергии в общем объеме производства энергии в ЕС должен был

составить к 2010 году 12%). В директивах 2001/77/ЕС и 2003/30/ЕС, которые были приняты соответственно в 2001 и 2003 годах и касались использования возобновляемых энергоресурсов для производства электроэнергии и биотоплива, были установлены подлежащие достижению в странах – членах ЕС к 2010 году целевые показатели в отношении потребления возобновляемых видов топлива в электроэнергетическом секторе и на транспорте (European Commission 2001, 2003a). Затем была принята Директива 2009/28/ЕС, в соответствии с которой национальные планы действий должны обеспечить, чтобы к 2020 году прирост показателя энергоэффективности в ЕС составил по сравнению с 1990 годом 20% при одновременном сокращении объема выбросов парниковых газов на 20%, а доля возобновляемых источников энергии в общем энергобалансе увеличилась до 20%. Национальные целевые показатели в отношении использования возобновляемых источников энергии в странах – членах ЕС являются неодинаковыми и составляют от 10% (Мальта) до 49% (Швеция). В соответствии с пересмотренной в 2016 году Директивой по возобновляемым источникам энергии их доля в конечном потреблении энергии в ЕС должна составить к 2030 году 27%. Например, она предусматривает, что объем использования возобновляемых источников энергии для целей тепло- и холодоснабжения должен увеличиваться до 2030 года на 1 процентный пункт в год. Вместе с тем в этой директиве не установлены обязательные национальные целевые показатели (European Commission, 2016).

Совсем недавно было принято Парижское соглашение РКИКООН (РКИКООН, 2016 год) о борьбе с изменением климата и адаптации к его последствиям, цель которого состоит в ограничении роста глобальной температуры в XXI веке до менее 2 °C сверх доиндустриальных уровней. Для укрепления потенциала стран – сигнатариев Парижского соглашения, с тем чтобы они могли выполнить взятые обязательства, оно предусматривает разработку определяемых на национальном уровне вкладов (Сборник договоров Организации Объединенных Наций, 2015 год). Энергоносители на базе древесины будут, вероятно, играть неодинаковую роль в национальных энергетических программах, поскольку каждая страна-сигнатарий должна разработать план по осуществлению установленной в Парижском соглашении РКИКООН цели (Aguilar et al. 2016). Признание того факта, что энергоносители на базе древесины могут внести вклад в реализацию программ в области использования возобновляемых источников энергии и сокращение выбросов ПГ (Koronen et al. 2008, Lippke et al. 2012, Miner 2014, U.S. Public Law 115-31), является чрезвычайно важным шагом, и это необходимо обязательно учитывать в национальных планах.

После принятия основополагающих программных документов директивные органы используют целый набор инструментов для их выполнения. Существует много категорий инструментов политики, используемых для оказания влияния на рынки энергоносителей на базе древесины (Aguilar and Saunders 2010, Aguilar et al. 2011, Becker et al. 2011, Ebers et al. 2016, Thornley and Cooper 2008). В настоящей работе мы выделяем следующие категории инструментов политики:

i) правила и нормативные положения, ii) стимулы и iii) научные исследований и образовательно-просветительскую деятельность. Эти инструменты политики зачастую применяются одновременно для оказания большего воздействия на рынки энергоносителей на базе древесины. Программа преобразования энергетической системы Германии «Энергиевенде» служит примером интеграции различных программ для достижения всеобъемлющих целей. Программа «Энергиевенде» затрагивает все аспекты экономики Германии в интересах повышения ее устойчивости, в том числе в целях перехода к 2050 году к низкоуглеродной экономике (выбросы ПГ должны сократиться по сравнению с уровнем 1990 года на 80-95%), и предусматривает принятие целого комплекса мер в области экономии энергии и увеличения энергоэффективности, притом что 80% спроса на электроэнергию должно будет удовлетворяться за счет возобновляемых энергоресурсов (Bundesregierung 2016). В США по состоянию на 2013 год на федеральном уровне и уровне штатов насчитывалось приблизительно 115 нормативных программ, 279 программ стимулирования и 100 программ научных исследований и образовательно-просветительской деятельности, которые были посвящены биоэнергетике и в рамках которых энергетическая древесина рассматривалась в качестве пригодного исходного сырья (Ebers et al. 2016).

4.2.1 Правила и нормативные положения

Правила и нормативные положения обычно ориентированы на различные сегменты цепочки производства и сбыта энергоносителей на базе древесины. Они могут, в частности, регулировать заготовку древесины для производства энергии, устанавливать целевые показатели потребления и производства энергии, источником которой являются возобновляемые энергоресурсы, или задавать пороговые значения минимальной эффективности на протяжении всего жизненного цикла энергетического сырья.

Правила и нормативные положения могут определять конкретные принципы и практику, подлежащие соблюдению при управлении лесными угодьями, которые являются источником биоэнергетического сырья. В других случаях они могут классифицировать и определять земли, пригодные для заготовки биоэнергетического сырья. В частности, правила и нормативные положения могут содержать требования в отношении проведения анализа воздействия на окружающую среду до начала осуществления какой-либо лесохозяйственной деятельности на общественных землях (например, Закон о национальной экологической политике США 1969 года в части управления федеральными землями) или засева лесных угодий после завершения лесозаготовительных операций (например, Закон Финляндии 1996 года о лесозаготовках и лесовозобновлении). В соответствии с другими нормами операторы производственно-сбытовых цепочек обязаны обеспечивать законность древесины и располагать системами для оценки риска возможного проникновения на рынок незаконной древесины, в том числе энергетического сырья (например, Постановление

Европейской Комиссии ЕС по древесине, № 995/2010). Нормативные положения могут также запрещать проведение промышленных лесозаготовок на особо охраняемых природных территориях и в районах, в которых высок уровень биоразнообразия или которые выполняют функции крупных накопителей углерода, равно как и рубки в промышленных масштабах или для личных нужд в государственных лесах, как это имеет место во многих стран Центральной Азии (Undeland 2012, Vildanova, 2006, Akhmadov, 2006). Одним из примеров полного запрета всей хозяйственной деятельности является десятилетний мораторий на заготовку древесины в любых промышленных целях и для экспорта, введенный албанским парламентом из-за ухудшения состояния национальных лесов (IHB, 2016). Однако введение полного запрета может серьезно сказываться на сельских общинах, поскольку они лишаются доступа к древесине, необходимой для отопления, но могут не иметь возможности пользоваться альтернативными источниками энергии. Помимо принудительного подхода, правила могут также предусматривать соблюдение соответствующих принципов на добровольной основе и приниматься в виде рекомендаций в отношении, например, применения принципов устойчивого лесопользования или передовых методов ведения хозяйства в частных землевладениях, что получило широкое распространение в ЕС и многих штатах США (European Commission, 2017b, US Department of Agriculture, 2012).

Правила и нормативные положения могут также устанавливать целевые показатели в отношении минимальных уровней потребления и производства энергии, источником которой являются возобновляемые энергоресурсы, и эффективности преобразования энергии или определять практику, например методологию чистого измерения, которая может стимулировать внедрение систем, использующих возобновляемые источники энергии. В целях обеспечения гибкости рынка и эффективности затрат эти правила обычно распространяются на все возобновляемые источники энергии и очень редко ориентированы на одни лишь древесные энергоносители. В качестве примера можно привести действующий в Германии Закон 2009 года об использовании возобновляемых источников энергии для производства тепла (EeWärmeG), согласно которому объем производства тепла за счет использования этих источников должен возрасти к 2020 году на 14%. В соответствии с EeWärmeG владельцы новых жилых и нежилых зданий должны обеспечивать, чтобы источником определенной части энергии, используемой для целей тепло/холодоснабжения, являлись возобновляемые энергоресурсы (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety of Germany, 2012). В США в числе правил, устанавливающих целевые показатели потребления/производства энергии, источником которой являются возобновляемые энергоресурсы, можно назвать Федеральные целевые показатели закупок «зеленой» энергии, стандарты в отношении использования возобновляемых источников энергии, принятые на уровне штатов, и действующие на местном и городском уровнях нормы использования возобновляемых ресурсов, которые должны соблюдаться органами

власти и энергоснабжающими компаниями (Ebers et al. 2016). Что касается повышения энергоэффективности, то в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» энергоёмкость валового внутреннего продукта Российской Федерации должна быть сокращена к 2020 году по сравнению с 2007 годом не менее чем на 40%.

Правила и нормативные положения могут также определять условия, необходимые для удовлетворения критериев устойчивости, которые основываются на показателях, используемых в рамках оценок жизненного цикла. Например, в своей пересмотренной Директиве по возобновляемым источникам энергии Европейская комиссия (2016 год) предложила критерии устойчивости для всех видов биомассы, используемых в целях производства энергии. Что касается древесных энергоносителей, то цель нового критерия для древесного топлива состоит в том, чтобы обеспечить устойчивость его производства, а также учет всех выбросов, связанных с землепользованием, изменениями в землепользовании и лесным хозяйством (ЗИЗЛХ), при заготовке биомассы в стране. Тем не менее оценка жизненного цикла и косвенных последствий может быть сопряжена с трудностями и большими затратами. Поэтому условия соблюдения зачастую соотносятся с масштабами деятельности. Например, в соответствии с пересмотренной Директивой Европейской комиссии минимальный пороговый уровень сокращения выбросов ПГ для крупных (>20 МВт) предприятий систем тепло/холодоснабжения и энергоснабжения составляет по сравнению с используемыми ископаемые виды топлива 80%, если они продолжают функционировать после 1 января 2021 года, и 85%, если они будут введены в эксплуатацию после 1 января 2026 года.

Примером применения показателей устойчивости к возобновляемым источникам энергии являются правила Соединенного Королевства, устанавливающие критерии для определения правомочности получения сертификатов об использовании возобновляемых энергоресурсов. Они действуют в отношении операторов электростанций, общая установленная мощность которых составляет ≥ 1 МВт и которые используют твердую биомассу и биогаз (Ofgem, 2016). Критерии устойчивости охватывают два аспекта: земли, которые являются источником биомассы, и выбросы ПГ на протяжении всего жизненного цикла биомассы. При рассмотрении вопроса об устойчивости проводится различие между двумя видами древесной биомассы: отходами деревообработки и порубочные остатками, однако соблюдение критерия устойчивости, касающегося земель (например, не менее 70% всей используемой за месяц древесной биомассы должно поступать из устойчивого источника), всегда является обязательным. В соответствии с критерием устойчивости, касающимся выбросов ПГ на протяжении всего жизненного цикла, данные о выбросах должны представляться в граммах CO_2 на МДж электроэнергии – для большинства операторов пороговый уровень выбросов ПГ составляет 79,2 г экв. CO_2 /МДж электроэнергии. Для операторов работающих на биомассе электростанций, которые

были введены в строй после 2013 года, пороговый уровень выбросов ПГ составляет 66,7 г экв. CO_2 /МДж электроэнергии (Ofgem, 2016).

Широкое распространение также получили нормы эффективности преобразования энергии и выбросов. Например, Директива Европейской Комиссии № 2009/125/ЕС о введении правового регулирования для установления требований к экологическому проектированию заложила основу для разработки соответствующих последующих постановлений. В соответствии с Постановлением Европейской комиссии № 2015/1189 об экологическом проектировании продукции сезонная энергетическая эффективность устройств для отопления помещений в случае работающих на твердом топливе отопительных котлов номинальной тепловой мощностью до 20 кВт включительно не должна быть ниже 75%, а в случае котлов номинальной тепловой мощностью более 20 кВт она должна составлять не менее 77%. Эти требования действуют в отношении котлов номинальной тепловой мощностью до 500 МВт. Австрия продемонстрировала, что введение в результате совершенствования техники новых норм в области эффективности может способствовать снижению выбросов, источником которых являются бытовые отопительные котлы (Egger et al. 2014). За последние 30 лет средняя эффективность работающих на биомассе котлов увеличилась в этой стране с приблизительно 55% до более чем 90% (исходя их чистой теплотворной способности), а средний уровень выбросов монооксида углерода сократился с 15 000 мг/м³ до менее 50 мг/м³ (при 13% O_2). Недавний анализ цикла преобразования энергоносителей на базе древесины в энергию показывает, что работающие на дровяной древесине высокоэффективные системы производят приблизительно в семь раз больше чистой полезной энергии, чем традиционные камины (Song and Aguilar, 2016). Для обеспечения принятия и соблюдения установленных целевых показателей нормы, касающиеся энергоэффективности и выбросов, обычно вводятся в действие поэтапно. Например, Агентство по охране окружающей среды США (2015 год) обновило свои стандарты качества воздуха для новых бытовых котлов, работающих на дровяной древесине и топливных древесных гранулах, и в 2015 году приступило к поэтапному процессу введения ограничений на выбросы, который будет длиться пять лет. Производителям необходимо обеспечить, чтобы максимальные выбросы тонкодисперсных частиц при эксплуатации каталитических и некаталитических котлов составляли 4,5 г/час. Через пять лет после вступления окончательного решения в силу выбросы тонкодисперсных частиц при эксплуатации каталитических и некаталитических дровяных печей и печей на гранулированном топливе должны составлять максимум 2,0 грамма в час (US Environmental Protection Agency n.d.).

4.2.2 Финансовые стимулы

В целях, в частности, увеличения объема производства древесного энергетического сырья, сокращения начальных инвестиционных затрат, снижения капитальных расходов и установления фиксированных тарифов с учетом объема производимой энергии

на различных этапах цепочки производства и сбыта энергоносителей на базе древесины могут создаваться финансовые стимулы. Но чтобы пользоваться этими финансовыми стимулами, зачастую необходимо удовлетворять квалификационным критериям в отношении, помимо прочего, видов сырья, объема производства энергии с использованием возобновляемых энергоресурсов и пороговых показателей энергоэффективности. Они предназначены для повышения стоимостной конкурентоспособности возобновляемых энергоносителей по сравнению с ископаемыми видами топлива, поощрения инноваций и обеспечения долгосрочного прогресса в достижении целей в области использования возобновляемых источников энергии и сокращения выбросов. Финансовые стимулы являются одним из наиболее часто используемых инструментов для поощрения использования возобновляемых источников энергии и энергоносителей на базе древесины (Ebers et al. 2016), особенно в странах с более развитыми цепочками производства и сбыта древесины и энергии.

Двумя наиболее широко используемыми видами стимулов являются льготные закупочные тарифы и премиальные закупочные цены. В качестве примера можно привести принятый в Австрии в 2012 году нормативный документ о введении льготных закупочных тарифов на «зеленую» электроэнергию, в соответствии с которым тарифы, в зависимости от вида оборудования, используемой биомассы и общей эффективности, составляют от 8,22 до 22,22 цента/кВт·ч (Egger et al. 2014). Для предприятий, использующих отходы деревообработки, тарифы ниже на 20 (например, в случае опилок) – 40% (например, в случае древесных отходов, образующихся при производстве стружечных плит). В Финляндии ярусная система льготных премиальных закупочных тарифов позволяет получать сроком максимум на 12 лет субсидии в целях поощрения инвестиций в электростанции, работающие на лесной щепе или использующие другие удовлетворяющие критериям источники (энергию ветра и биогаз). Эта программа построена таким образом, что общая сумма субсидий, предоставляемых электростанции в период действия тарифов, должна компенсировать расходы на инвестиции. Аналогичные стимулы могут применяться и в отношении производства тепла, что видно на примере действующей в Соединенном Королевстве системы стимулирования использования возобновляемых источников энергии для отопления жилых помещений. В рамках этой системы домашние хозяйства в течение семи лет получают выплаты исходя из объема тепла, который вырабатывается отопительной установкой с использованием возобновляемых энергоносителей. Эта система распространяется лишь на котлы и печи, работающие на топливных древесных гранулах (Ofgem, 2017).

В таблице 4.1 приводится перечень различных программ стимулирования, осуществляемых в отдельных государствах – членах ЕЭК ООН. Проект S2BIOM позволил составить всеобъемлющий и обеспечивающий возможности поиска каталог инструментов и мер политики, способствующих развитию биоэкономики в европейском регионе и за его пределами. Этот каталог имеется в режиме онлайн по адресу <https://s2biom.vito.be/policies-s2biom>.

4.2.3 Образовательно-просветительская деятельность и научные исследования

Образовательно-просветительская деятельность и научные исследования могут играть центральную роль в деле поощрения устойчивого использования древесины в энергетических целях. Например, в Швеции правительство инвестирует большие средства в информирование и консультирование домашних хозяйств по вопросам экономии энергии (Sverige, 2017). В каждом из 290 муниципалитетов Швеции есть пост советника по энергетическим вопросам, который предоставляет консультации по самым различным аспектам, от обеспечения энергоэффективности жилья до подключения к системам отопления. На долю биоэнергии приходится в Швеции 22% общего объема производства энергии, при этом большая ее часть используется в рамках промышленных процессов и системами районного теплоснабжения. Источником приблизительно 90% биоэнергии в Швеция является лесной сектор (Sverige, 2017).

Наряду с государственными образовательно-просветительскими программами должны также обеспечиваться возможности для получения технической и профессиональной подготовки (Egger et al. 2014). Расширение рынков энергоносителей на базе древесины требует наличия квалифицированной рабочей силы во всех звеньях производственно-сбытовой цепочки – от производства топлива до изготовления оборудования и разработки, монтажа, обслуживания и эксплуатации систем отопления. Например, правительство земли Верхняя Австрия помогает Энергетической академии ежегодно организовывать более 30 технических учебных семинаров по вопросам отопления с использованием биомассы. К числу целевых групп относятся компании, производящие технологии, основанные на использовании возобновляемых источников энергии, и энергоэффективное оборудование, государственные учреждения, архитекторы, проектировщики и монтажные организации, руководители энергетических отделов компаний и учреждений, сотрудники энергосервисных компаний, энергоаудиторы и другие стороны, заинтересованные в устойчивом развитии энергетики. Одна из основных проблем, которые возникают на формирующихся рынках теплоснабжения с использованием биомассы, заключается в том, что подрядчики зачастую не доверяют работающим на биомассе системам или плохо знакомы с ними. В результате многие подрядчики могут не предлагать работающие на биомассе системы отопления или активно отговаривать потенциальных клиентов от инвестирования в них (Egger et al. 2014). С целью преодоления этого рыночного барьера для персонала организаций, занимающихся монтажом отопительных систем, была организована программа подготовки «Экомонтаж», которая позволяет молодым специалистам уже в начале обучения специализироваться на системах, использующих возобновляемые источники энергии. Кроме того, учебные программы государственных сельскохозяйственных школ включают предметы, посвященные производству топлива на базе биомассы, а три из них недавно стали осуществлять для фермеров программу подготовки по вопросам биоэнергетики.

Таблица 4.1

Примеры отдельных финансовых стимулов, применяемых к энергоносителям на базе древесины

ВИД СТИМУЛА	ОПИСАНИЕ
Льготные закупочные тарифы	<p>Принятый в Австрии нормативный документ о введении льготных закупочных тарифов на «зеленую» электроэнергию: тарифы на биоэнергию в зависимости от вида предприятия, используемой биомассы и общей эффективности, составляют от приблизительно 8,22 до 22,22 цента/кВт·ч. Для предприятий, использующих отходы деревообработки (древесные остатки, биогенные отходы), тарифы ниже на 20 (например, в случае опилок) – 40% (например, в случае древесных отходов, образующихся при производстве стружечных плит).</p> <p>Система SDE+ Нидерландов. TSDE+ представляет собой систему (льготных закупочных тарифов) субсидий на эксплуатацию, в рамках которой производители получают гарантированные выплаты за производство энергии, источником которой являются возобновляемые энергоресурсы. С 2017 года максимальная базовая ставка составляет 0,130 евро/кВт·ч. В случае выработки тепла минимальная мощность котла для производства промышленного пара из топливных древесных гранул должна составлять ≥ 5 МВт·ч (Netherlands Enterprise Agency, 2017).</p>
Налоговые стимулы	<p>Налог на добавленную стоимость для древесного топлива в Сербии: С 1 января 2017 года общий налог на добавленную стоимость (НДС) для всех видов древесного топлива составляет 10%. Благодаря принятому решению НДС для дровяной древесины и прочих видов древесного топлива стал одинаковым. Прежде НДС для дровяной древесины составлял 10%, а для всех других видов древесного топлива – 20%.</p> <p>Налог в связи с изменением климата, Соединенное Королевство. Этот налог, введенный в 2000 году, представляет собой экологический налог, который взимается с промышленных и коммерческих пользователей электроэнергии. Электростанции платят этот налог за каждый произведенный МВт, однако от него освобождены производители электроэнергии, использующие возобновляемые источники энергии. За каждый МВт, произведенный с использованием возобновляемых источников энергии, производителям выдаются сертификаты об освобождении от этого налога.</p>
Стимулы для производства тепла и электричества с использованием возобновляемых источников энергии	<p>Система стимулирования домохозяйств Финляндии к переходу на отопительные устройства, работающие на возобновляемом топливе. Эта система была создана для стимулирования частных домохозяйств, желающих использовать в целях отопления не нефть или электричество, а топливные древесные гранулы. Она предусматривает компенсацию максимум 20% материальных затрат, связанных с установкой работающего на топливных древесных гранулах котла и оборудованием мест для их хранения.</p> <p>Система стимулирования использования возобновляемых источников энергии для отопления нежилых помещений, Соединенное Королевство. Эта система была введена в 2011 году в целях оказания в течение 20 лет поддержки использованию в коммерческом, промышленном и государственном секторах отопительных установок, работающих на возобновляемом топливе. В зависимости от мощности работающие на биомассе энергетические установки могут получать финансирование в объеме 1–8,3 пенса/кВт·ч. За каждый мегаватт-час (МВт) электроэнергии, произведенной с использованием соответствующего возобновляемого топлива, выдается определенное количество сертификатов об использовании возобновляемых источников энергии. Эти сертификаты могут быть затем проданы поставщикам для получения надбавки к рыночной цене. Эта система будет действовать до 2037 года.</p>
Программы инвестиционной помощи	<p>Система инвестиционных энергетических дотаций Финляндии позволяет получать субсидии на работающие на биомассе отопительные установки в объеме, как правило, 10–15% от общей суммы капиталовложений.</p> <p>Программа стимулирования рынка Германии (МАП). В рамках МАП предоставляются инвестиционные дотации на технологии отопления зданий (как жилых, так и нежилых), предусматривающие использование возобновляемых источников энергии. По ее линии осуществляется финансирование строительства и расширения сетей отопления, источником поставок тепла в которых, по меньшей мере на 50%, являются возобновляемые энергоресурсы. Под эту программу подпадают установки для сжигания твердой биомассы номинальной тепловой мощностью до 100 кВт.</p>
Стимулы для закладки насаждений энергетических культур и ухода за ними	<p>Программа развития сельских районов Соединенного Королевства. Программа развития сельских районов предусматривает предоставление субсидий на закладку в Англии насаждений мискантуса или порослевых древостоев с коротким оборотом рубки (Energy Crops Scheme, 2012). Получаемое сырье должно использоваться теплоэлектроцентралями или другими видами электростанций. По линии этой программы покрывается 50% расходов на закладку энергетических плантаций.</p> <p>Программа стимулирования использования биомассы США (ПСИБ). По линии ПСИБ покрываются 50% расходов на закладку новых насаждений многолетних энергетических культур, расходы (ежегодные выплаты) на уход за культурами до их заготовки (в течение 5 лет в случае травянистых культур и до 15 лет в случае древесных культур) и расходы на заготовку и транспортировку сельскохозяйственных или порубочных остатков (вывозка которых в ином случае экономически нецелесообразна) до конечного потребителя.</p>
Программы низкопроцентного кредитования и финансирования	<p>Программа низкопроцентного кредитования Германии. Низкопроцентные кредиты для целей производства электроэнергии предоставляются фермерам, самозанятым и компаниям с участием муниципалитетов, церковей или благотворительных организаций. Они могут использоваться для осуществления инвестиций в установки для выработки электроэнергии, установки для комбинированного производства тепла и электроэнергии и небольшие установки для производства тепла мощностью до 5 МВт. С помощью Программы инновационной деятельности по охране окружающей среды федеральное правительство субсидирует проценты по кредитам на инновационные проекты промышленного масштаба, включая проекты в области использования возобновляемых источников энергии.</p> <p>Программы облигационных займов США: в целях финансирования проектов в области использования возобновляемых источников энергии предприятия государственного сектора выпускают Федеральные облигации для стимулирования развития сектора чистых возобновляемых источников энергии и Квалифицированные облигации для развития технологий энергосбережения. Они, как правило, требуют погашения капитальной стоимости облигации, при этом держатели облигации имеют право на получение федеральной налоговой скидки, а не процентов по облигациям.</p>

Источник: Ebers et al. (2016), Lantiainen et al. (2014), S2BIOM (2017), US Department of Agriculture (2017).

Инвестиции в научные исследования имеют важное значение для поощрения устойчивого использования энергоносителей на базе древесины. Новые знания могут помочь уменьшить потенциальные риски, связанные с расширением использования древесных энергоносителей, и расширить возможности для наращивания производства энергии на базе древесины и в то же время содействовать достижению других дополнительных целей: от развития экономики до обеспечения энергетической безопасности. Государственное финансирование имеет непреходящее значение для получения новых знаний, и программы в поддержку научных исследований, посвященных энергии на базе древесины, зачастую включаются в бюджеты ведомств, отвечающих за вопросы сельского хозяйства, энергетики или природных ресурсов, в зависимости от административной структуры каждого государства. Например, Лесная служба США, созданная в 1905 году, провела исследование, посвященное производству продукции, сырьем для которой является лесная биомасса. Использование энергоносителей на базе древесины является одним из приоритетов научно-исследовательской деятельности, при этом цель состоит в получении достаточных средств для компенсации затрат на лесохозяйственные операции, в частности на операции по прореживанию заросших лесов для снижения риска возникновения пожаров или обеспечения защитного пространства вокруг объектов инфраструктуры (Rudie et al. 2016). Исследования, касающиеся использования энергоносителей на базе древесины, имеют комплексный и прикладной характер и посвящены целому спектру вопросов, включая желание производить и использовать древесину в качестве энергоресурса, возможности уменьшения воздействия на окружающую среду, риски для лесных экосистем и санитарного состояния лесов, при этом огромное значение имеет государственная политика, которая может способствовать их устойчивому применению.

Научно-исследовательская деятельность может также предполагать осуществление инвестиций в обеспечение точности и согласованности данных, которые столь необходимы для отслеживания тенденций в области потребления, производства и торговли энергоносителями на базе древесины. Древесина зачастую продается на весьма неформальных рынках, где сделки заключаются непосредственно между лесовладельцами и конечными потребителями. Поэтому статистические данные о производстве и потреблении древесного топлива являются обычно заниженными (Steierer, 2014). Для решения вопросов, касающихся точности, полноты и сопоставимости данных между странами, Секция лесного хозяйства и лесоматериалов ЕЭК ООН/ФАО вместе с заинтересованными сторонами в секторе энергоносителей на базе древесины, включая Международное энергетическое агентство и Евростат, а также экспертами государств – членов ЕЭК ООН провела работу в целях разработки инструмента для сбора данных, полностью совместимого с существующими совместными вопросниками по «лесному сектору» и «возобновляемым источникам энергии». С тем чтобы подчеркнуть, что сбор данных осуществлялся без официального мандата, он проводился в качестве обследования, названного Совместным обследованием

по сектору энергоносителей на базе древесины (СОЭД). Полная информация о СОЭД приводится в главе 2 настоящего документа.

4.3 Принципы государственной политики

Разработка и реализация государственной политики сопряжены с определенными сложностями ввиду многих потенциальных прямых и непредвиденных экологических, экономических и социальных последствий. Приводимый ниже перечень принципов, из которых следует исходить при разработке государственной политики в отношении энергоносителей на базе древесины, был составлен после обсуждения, организованного Секцией лесного хозяйства и лесоматериалов ЕЭК ООН/ФАО (Aguilar, 2012). Он основывается на работе Берндеса и др. (2016), которая посвящена возможной роли государственной политики и энергоносителей на базе древесины в деле смягчения последствий изменения климата, а также на рекомендациях, содержащихся в исследованиях других экспертов (например, Ebers et al. 2016, Markowski-Lindsay et al. 2012, Thornley and Cooper 2008).

Государственная политика в отношении энергоносителей на базе древесины должна:

- быть инклюзивной: в ее разработке должны участвовать заинтересованные стороны из лесного и энергетического секторов, а также потребители, что необходимо для установления реалистичных целевых показателей, их надлежащего выполнения и обеспечения эффективного замещения ископаемых видов топлива;
- осуществляться с учетом местных социально-экономических и биофизических условий. В некоторых особых случаях государственная политика должна, возможно, предусматривать проведение в самом начале критического анализа режимов землевладения, допустимых видов использования и форм организации управления лесными угодьями, которые могут препятствовать устойчивому использованию древесины в энергетических целях;
- быть четкой и преследовать долгосрочные цели, достижение которых способствует технологическому прогрессу, осуществлению новых инвестиций и улучшению экономических, экологических и социальных условий. Кроме того, благодаря установлению долгосрочных целевых показателей затрагиваемые стороны располагают достаточным временем для адаптации и принятия мер в целях их выполнения;
- реализовываться поэтапно и по нарастающей для обеспечения выполнения целевых показателей в области использования возобновляемых источников энергии или повышения энергоэффективности. Однако на периодической основе следует также проводить оценку и даже корректировку целевых показателей для

обеспечения их осуществимости с технологической и финансовой точек зрения, как это было в случае с целевыми показателями по моторному топливу;

- анализироваться на предмет распределения воздействия и потенциальных непреднамеренных нарушений в функционировании других сегментов рынка, которые могут привести к получению менее оптимальных результатов. Например, некоторые специалисты считают, что система налогообложения, основанная на углеродоемкости различных вариантов производства энергии, является справедливым и эффективным подходом для целей поощрения использования возобновляемых источников энергии;
- быть гибкой, с тем чтобы ее можно было адаптировать к достижениям технологического прогресса и изменениям в динамике развития рынка. Следует проводить периодические оценки для анализа воздействия внешних факторов на существующие и новые инструменты политики (например, последствий изменения цен на конкурирующие энергоносители и улучшения методики оценки чистого сокращения выбросов ПГ);
- играть позитивную роль в плане поощрения использования возобновляемых источников энергии, но не допускать чрезмерной регламентации, например введения запретов на определенные виды лесной биомассы, подходящей для производства энергии, поскольку это может препятствовать обеспечению эффективного управления;
- предусматривать возможности для приобретения знаний и обмена ими. Увеличения объема производства энергии и энергоэффективности можно добиться путем повышения уровня информированности заинтересованных сторон, причем не только конечных пользователей, но и всех, кто причастен к цепочке производства и сбыта энергоносителей на базе древесины в любых ее звеньях. Образовательно-просветительская деятельность и обмен опытом открывают большие возможности для поощрения более эффективного управления лесными ресурсами при одновременном достижении целей в сфере энергетики и в области социально-экономического развития;
- учитывать затраты на ее осуществление и соблюдение соответствующих норм. Меры, принимаемые для достижения целей политики и соблюдения правил и нормативных положений, приводят к увеличению издержек операторов систем производства и сбыта энергоносителей на базе древесины. Поэтому директивные органы должны понимать, что затраты, вызванные государственной политикой, могут лишить заинтересованные стороны желания и стимула участвовать в цепочках производства и сбыта древесных энергоносителей. Чрезмерные затраты

могут иметь обратный эффект и стать причиной того, что предпочтение будет отдаваться не древесине, а другим источникам энергии, которые могут быть невозобновляемыми или использование которых не будет в полной мере способствовать достижению различных экологических, экономических и социальных целей;

- содействовать сбору данных и другой информации, которые впоследствии могут быть использованы для оценки результатов, а также эффективности и действенности политики с точки зрения достижения ее первоначальной цели.

4.4 Выводы

Государственная политика служит основой для поощрения использования возобновляемых источников энергии в интересах диверсификации энергоресурсов, повышения энергоэффективности и обеспечения энергетической безопасности, развития экономики, сокращения выбросов парниковых газов и улучшения санитарного состояния лесов. К наиболее часто используемым инструментам государственной политики относятся правила и нормативные положения, стимулы, научные исследования и образовательно-просветительская деятельность. Государственные программы, влияющие на цепочки производства и сбыта древесных энергоносителей в государствах – членах ЕЭК ООН, характеризуются большим разнообразием, что, в частности, обусловлено различиями в структурах руководящих и административных органов, а также в запасах лесных ресурсов. Во многих случаях политика, затрагивающая системы производства энергии на базе древесины, является элементом пакета мер в области использования возобновляемых источников энергии. Воздействие инструментов государственной политики является более ощутимым в районах, где уже существуют цепочки производства и сбыта лесной продукции и энергии. Отсутствие же законных или признанных производственно-сбытовых цепочек, особенно там, где домашние хозяйства в значительной степени зависят от древесины и не имеют доступа к альтернативным источникам энергии, возможно, указывает на необходимость критического анализа режимов землепользования. Пересмотр норм, регулирующих права на землепользование и узуфрукт в странах Центральной Азии, где преобладают государственные земли, мог бы способствовать решению проблем энергетической нищеты и отсутствия энергетической безопасности, а также рациональному управлению лесными ресурсами. Государственная политика в отношении рынков энергоносителей на базе древесины должна строиться на принципах широкого участия всех заинтересованных сторон, поступательности выполнения и постоянства целевых показателей, единообразия стимулов, гибкости, адаптации к местным условиям и учета затрат, связанных с соблюдением соответствующих требований.

4.5 Справочная литература

- Abrams, J., Becker, D., Kudrna, J. and C. Moseley. 2017. Does Policy matter? The role of policy systems in forest bioenergy development in the United States. *Forest Policy and Economics*. 75: 41-48.
- Akhmadov, K. 2008. Forest and forest products country profile: Tajikistan. UNECE/FAO. Geneva Timber And Forest Discussion Paper 46. Имеется по адресу <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/docs/dp/DP-46.pdf>.
- Aguilar, F.X. and Saunders, A. 2010. Policy instruments promoting wood-to-energy uses in the continental United States', *Journal of Forestry*. 108: 132-140.
- Aguilar, F.X., Song N., and Shifley S.R. 2011. Review of consumption trends and public policies promoting woody biomass as an energy feedstock in the US', *Biomass and Bioenergy* 35:3708-3718.
- Aguilar, F.X., Abt, K., Glavonjić, B., Lopatin, E. and W. Mabee. 2016. Chapter 9: Wood Energy Market, 2015-2016. In: *United Nations Forest Products Annual Market Review*. P. 97-108.
- Becker, D.R.; Moseley, C.; Lee, C. 2011. A supply chain analysis framework for assessing state-level forest biomass utilization policies in the United States. *Biomass & Bioenergy*, 35(4):1429-1439.
- Baumann, P. 2006. Forest-poverty linkages in West and Central Asia: The outlook from a sustainable livelihoods perspective. *FAO LSP WP*, 34.
- Berndes, G. Abt, B., Asikainen, A., Cowie, A., Dale, V., Egnel, G., Lindner, M., Marelli, L., Pare, D., Pingoud, K., and S. Yeh. 2016. Forest biomass, carbon neutrality and climate change mitigation. European Forest Institute. Имеется по адресу http://www.efi.int/files/attachments/publications/efi_thinkforest-brief_carbon_neutrality.pdf.
- Buttoud-Kouplevatskaya, I. 2010. Changing role of public forestry institutions in Central Asian and Caucasus countries. *Forestry Policy and Institutions Working Paper (FAO)*.
- Bundesregierung. 2016. Energiewende. Имеется по адресу https://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiewende/_node.html.
- Ebers, A., Malmshemer, R., Volk, T. and D. Newman. 2016. Inventory and classification of United States federal and state forest biomass electricity and heat policies. *Biomass and Bioenergy*. 84: 67-75.
- Egger, C., Öhlinger, C. and Dell, G. 2014. Chapter 10: Successful wood energy development and implementation: sustainable heating in upper Austria. In: .X. Aguilar (ed.), *Wood energy in developed economies: sustainable resource management, economics and policy*. Routledge.
- European Commission. 2009 'Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.
- European Commission. 2009. Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products. Имеется по адресу <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009L0125>.
- European Commission. 2015. Commission Regulation (EU) 2015/1189 of 28 April 2015 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for solid fuel boilers. Имеется по адресу http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2015.193.01.0100.01.ENG.
- European Commission. 2016. Memo: The Revised Renewable Energy Directive. Имеется по адресу https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/technical_memo_renewables.pdf.
- European Commission. 2017. Biomass. Имеется по адресу <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biomass>.
- European Commission. 2017. Sustainability of biomass production. Имеется по адресу https://ec.europa.eu/agriculture/bioenergy/sustainability_en.
- European Union. 2010. Regulation (EU) No 995/2010 of the European Parliament and of The Council. of 20 October 2010 laying down the obligations of operators who place timber and timber products on the market. Имеется по адресу <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:295:0023:0034:EN:PDF>.
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety of Germany (2012). Act on granting priority to renewable energy sources. www.bmu.de/files/english/pdf/application/pdf/eeg_2012_en_bf.pdf, accessed 13 November 2012.
- GIZ [Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit]. 2013 - Central Asia - sustainable use of natural resources (German).
- GIZ. 2016a. Anpassung an den Klimawandel durch nachhaltige Forstwirtschaft. <https://www.giz.de/de/weltweit/29916.html> (accessed on October 5, 2016).
- GIZ. 2016b. Stärkung der Lebensgrundlagen durch Anpassung an den Klimawandel in Kirgisistan und Tadschikistan. <https://www.giz.de/de/weltweit/28809.html> (accessed on October 5, 2016).
- IHB. 2016. The Albanian parliament has approved a 10 year moratorium on logging for industrial purposes and export. Имеется по адресу www.ihb.de/wood/news/Albania_logging_ban_45823.html.
- Kargasov. 2008. Promoting Energy Efficiency. Имеется по адресу <https://www.yumpu.com/en/document/view/26658000/energy-efficiency-centre-for-development-and-environment>.
- Koponen, K., Sokka, L., Salminen, O., Sievänen, R., Pingoud, K., Ilvesniemi, H., Routa, J., Ikonen, T., Koljonen, T., Alakangas, E., Asikainen, A., & Sipilä, K. (2015) . Sustainability of forest energy in Northern Europe. *VTT Technology* 237. 94 p.

- Kushlin, A. V., Schillhorn-van-Veen, T. W., & Sutton, W. 2003. Kazakhstan: forest sector in transition: the resource, the users and sustainable use. World Bank.
- Lantiainen, S., Song, N., and F.X. Aguilar. 2014. Public Policy Promoting wood energy in the EU and US. Wood Energy in Developed Economies: Resources management, economics and policy. Routledge. 189-222.
- Lippke, B., Gustafson, R., Venditti, R., Steele, P., Volk, T., Oneil, E., Johnson, L., Puettmann, M. and K. Skog. 2012. Comparing Life-Cycle Carbon and Energy Impacts for Biofuel, Wood Product, and Forest Management Alternatives. Forest Products Journal. 62(4):247-257.
- Markowski-Lindsay, M., Stevens, T., Kittredge, D. and Butler, B. 2012. Family forest owner preferences for biomass harvesting in Massachusetts. Forest Policy and Economics. 14:127-135.
- Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. 2013 год. План мероприятий по созданию благоприятных условий для использования возобновляемых древесных источников для производства тепловой и электрической энергии. Имеется по адресу http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=131039&sphrase_id=327550.
- Miner, R. A., Abt, R. C., Bowyer, J. L., Buford, M. A., Malmsheimer, R. W., O'Laughlin, J., Oneil, E. E., Sedjo, R. A., Skog, K. E., 2014. Forest carbon accounting considerations in US bioenergy policy. Journal of Forestry. 112: 591–606.
- Netherlands Enterprise Agency. 2017. SDE+ Spring 2017. Имеется по адресу http://english.rvo.nl/sites/default/files/2017/03/170307%20Brochure_SDE2017UK%20def_0.pdf.
- Ofgem. 2016. Renewables Obligation: Sustainability Criteria. 110p. Имеется по адресу https://www.ofgem.gov.uk/system/files/docs/2016/03/ofgem_ro_sustainability_criteria_guidance_march_16.pdf.
- Ofgem. 2017. Domestic Renewable Heat Incentive. Имеется по адресу <https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/domestic-rhi/applicants>.
- O'Hara, P. 2014. Sustainable Forest Management Principles and Public Policies for Greener Economies in the Caucasus and Central Asia Region. Sustainable forest management. United Nations' Economic Commission for Europe (UNECE) and UN Development Account. Astana, Kazakhstan. April 1-4, 2014.
- Rudie, A., Houtman, C., Groom, L., Nicholls, D. and J. Zhu. 2016. A Survey of Bioenergy Research in Forest Service Research and Development. Bioenergy Research. 9:534-547.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года № 321, «Энергоэффективность и развитие энергетики».
- S2BIOM. 2016. Database of Policy Measures & Instruments. Имеется по адресу <https://s2biom.vito.be/policies-s2biom>.
- Song, N. and F. X. Aguilar. 2016. Woody biomass energy efficiency pathways: public policy implications, Biofuels. Имеется по адресу <http://dx.doi.org/10.1080/17597269.2016.1259520>.
- Steierer, F. 2014. The UNECE/FAO Joint Wood Energy Enquiry (JWEE). Wood Energy in Developed Economies: Resources management, economics and policy. Routledge. 4-6.
- Sundstrom, S., Nielsen-Pincus, M., Moseley, C. and S. McCaffery. 2012. Woody biomass use trends, barriers, and strategies: Perspectives of US Forest Service managers. Journal of Forestry.
- Sverige. 2017. Energy Use in Sweden. Имеется по адресу <https://sweden.se/society/energy-use-in-sweden/>.
- Swinkels, R. 2014. Assessment of household energy deprivation in Tajikistan. World Bank Report. Имеется по адресу <http://documents.worldbank.org/curated/en/944321468341064427/pdf/888370ESW0whit0n0Energy0Deprivation.pdf>.
- S2BIOM. 2017. Catalogue of Instruments & Measures. Available at <https://s2biom.vito.be/policies-s2biom>.
- Thornley, P. and D. Cooper. 2008. The Effectiveness of policy instruments in promoting bioenergy. Biomass and Bioenergy. 32: 903-913.
- Ulybina, O. 2015. Participatory Forest Management: The experience of foreign funded programmes in the Kyrgyz Republic. Environmental Policy and Governance, 25(1), 70-82.
- Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИКООН). 2016 год. Парижское соглашение. Имеется по адресу http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php.
- «Собрание договоров Организации Объединенных Наций». 2015. Глава XXVII Окружающая среда. 7d Парижское соглашение. Имеется по адресу https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&lang=en.
- Undeland, A. 2012. The Development Potential of Forests in the Kyrgyz Republic. Washington, DC: Program on Forests (PROFOR).
- U.S. Public Law 115-31. Consolidated Appropriations Act of 2017. Имеется по адресу <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/244>.
- US Department of Agriculture. 2012. National Best Management Practices for Water Quality Management on National Forest System Lands. FS-990a. 165 pp. Имеется по адресу https://www.fs.fed.us/biology/resources/pubs/watershed/FS_National_Core_BMPs_April2012.pdf.
- US Department of Agriculture. 2017. Farm Service Agency: Biomass Crop Assistance Program. Имеется по адресу <https://www.fsa.usda.gov/programs-and-services/energy-programs/BCAP/index>.
- US Environmental Protection Agency. 2015. Fact sheet: Summary of Requirements for Woodstoves and Pellet Stoves. Имеется по адресу <http://www2.epa.gov/residential-wood-heaters/fact-sheet-summary-requirements-woodstoves-and-pellet-stoves>.
- US Environmental Protection Agency. N.d. Burn wise energy efficiency. Имеется по адресу <https://www.epa.gov/burnwise/burn-wise-energy-efficiency>.

Vildanova, G. 2006. Forest and forest products country profile Uzbekistan. Geneva Timber and Forest Discussion Papers (ECE/FAO).

World Bank. 2015a. Kyrgyz Republic: Communities Forests and Pastures.

World Bank. 2015b. Kyrgyz Republic: integrated forest ecosystem management project
US Environmental Protection Agency. N.d. Burn wise energy efficiency. Имеется по адресу <https://www.epa.gov/burnwise/burn-wise-energy-efficiency>.

Vildanova, G. 2006. Forest and forest products country profile Uzbekistan. Geneva Timber and Forest Discussion Papers (ECE/FAO).

World Bank. 2015a. Kyrgyz Republic: Communities Forests and Pastures.

World Bank. 2015b. Kyrgyz Republic: integrated forest ecosystem management project.



Глава

5

ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ
РЫНКОВ
ДРЕВЕСНОГО
ТОПЛИВА

Основные моменты*

- * Согласно базовому сценарию прогноза по региону ЕЭК ООН, прирост показателей производства и потребления древесного топлива будет незначительным или умеренным. В наибольшей степени эти показатели, как ожидается, возрастут в Европе, в Канаде их рост будет менее значительным, а в США они почти не увеличатся.
- * В период до 2040 года масштабы использования первичной древесины и порубочных остатков в целях производства как топливных древесных гранул, так и непосредственно электроэнергии и тепла расширяться, согласно прогнозам, в Европе, Северной Америке и Российской Федерации. Увеличения объема производства энергии на предприятиях бумажной промышленности, где для этого используются главным образом кора и черный щелок, не ожидается.
- * Потенциал для наращивания потребления и производства древесного топлива в Европе и остальной части региона ЕЭК ООН существует. Его реализация будет зависеть от цен на конкурирующие виды энергоносителей, а также от государственной политики в области использования возобновляемых источников энергии, сокращения выбросов парниковых газов (ПГ) и обеспечения устойчивости лесов.
- * За период 2012–2015 годов удельный вес топливных древесных гранул в общем объеме торговли древесным топливом увеличился с 15% до 23%, при этом ожидается, что этот показатель будет продолжать расти. Увеличение потребления топливных древесных гранул может привести к росту импорта Европы из Северной Америки, Российской Федерации и других стран региона ЕЭК ООН и из-за его пределов. В 2015 году на долю внутриевропейской торговли приходилось приблизительно 87% объема мировой торговли топливными древесными гранулами.
- * Использованию древесного топлива в будущем могут препятствовать, в частности, такие факторы, как издержки производства; правила выдачи разрешений и планирования, требования к обеспечению устойчивости лесов и отношение общественности.
- * Благоприятное влияние на использование древесного топлива в будущем могут, в частности, оказать потенциально более низкий, чем при применении ископаемых видов топлива, уровень выбросов ПГ, относительная простота расширения производства с помощью технологий совместного сжигания или посредством перевода на древесное топливо существующих электроэнергетических установок и его использование системами районного теплоснабжения.

5.1 Введение

За последнее десятилетие показатели производства и потребления древесного топлива, а также торговли им в регионе ЕЭК ООН значительно возросли. Во многом эти изменения были вызваны политикой, в частности Директивой ЕС о возобновляемых источниках энергии⁷, которая требовала расширения масштабов их использования, что привело к увеличению объема потребления топливных древесных гранул, прежде всего коммунальными системами энергоснабжения. Как следствие, трансатлантическая и внутриевропейская торговля топливными древесными гранулами расширилась. Другие виды древесного топлива, включая черный щелок, отходы деревообработки, лом изделий из древесины и дровяную древесину, намного реже реализуются на рынке как энергоносители, они преимущественно потребляются в странах их производства или продаются в качестве сырья предприятиям деревообрабатывающей промышленности.

В регионе ЕЭК ООН Генеральный директорат по энергетике Европейской комиссии, Министерство энергетики Канады и Министерство энергетики США (МЭ США) на периодической основе подготавливают базовые сценарии прогнозов по энергетическому сектору (DG Energy: EU Commission 2016, USDOE 2016, 2017, Energy Canada 2016). В этих сценариях содержится общая информация о рынках энергоносителей, при этом в них не всегда рассматриваются вопросы, касающиеся производства энергии с использованием древесного топлива. Прогнозы других консалтинговых и торговых групп в настоящую главу не включены. Мы также приводим резюме перспективного исследования Международного энергетического агентства (МЭА) (IEA, 2016), в котором рассматриваются перспективы развития биоэнергетики на национальном уровне, в том числе производства энергии с использованием древесного топлива. Данные по многим государствам – членам ЕЭК ООН являются ограниченными, хотя Совместное обследование ЕЭК ООН/ФАО по сектору энергоносителей на базе древесины (глава 2) содержит подробную информацию по странам, ответившим на вопросник.

Прогнозы ЕС основываются на базовом сценарии (European Commission, 2016a) и касаются производства древесины для ее использования в качестве топлива, а не потребления энергии, вырабатываемой с задействованием всех источников древесного топлива. Ключевой посылкой в части производства энергии на базе древесины является то, что спрос на древесное топливо до 2030 года будет, как ожидается, расти, главным образом благодаря новым требованиям Директивы о возобновляемых источниках энергии, а затем стабилизируется на достигнутом уровне. Предполагается, что это повышение спроса приведет к увеличению объема лесозаготовок, а также к расширению масштабов облесения и снижению уровня обезлесения. В целом прогнозируется, что использование круглого леса для производства древесного топлива в ЕС расширится, при

этом доля древесины, заготавливаемой в энергетических целях, увеличится с 18% в 2005 году до 28% в 2030 году и в последующий период, причем также возрастет и общий объем лесозаготовок. В рамках анализа, проведенного Европейской комиссией (2016a), основное внимание было уделено учету выбросов углерода, в связи с чем вопрос об ожидаемом удовлетворении части спроса на древесное топливо за счет его закупок за пределами ЕС не рассматривался. Анализ потребления энергии, основанный на национальных планах действий государств – членов ЕС в области использования возобновляемых источников энергии, свидетельствует о том, что для выполнения целевых показателей объем использования твердой биомассы в секторе тепло- и холодоснабжения должен увеличиваться приблизительно на 6% в год, а в электроэнергетическом секторе – почти на 5% в год (EU Commission, 2017a).

Перспективное исследование Национального энергетического совета Канады (National Energy Board, 2016) содержит всеобъемлющие прогнозы в отношении производства энергии в стране на период до 2040 года, однако анализ различных возможных сценариев в нем не проводится. В целом ожидается, что совокупные мощности по производству электроэнергии и тепла на базе биомассы увеличатся за период 2014–2040 годов на 72% (1,6 ГВт). В значительной мере этот рост будет вызван, как ожидается, использованием древесного топлива в провинциях Онтарио, Квебек и Альберта, и, хотя в перспективном исследовании показатель прироста производства электроэнергии/тепла не указывается, удельный вес прироста мощностей, работающих на биомассе, в общем показателе прироста электро/теплогенерирующих мощностей в период до 2040 года составит 3,6%. Показатели использования топливных древесных гранул в небольших котлах, работающих на биомассе, как ожидается, возрастут, в то время как потребление древесных отходов в промышленном секторе будет стабильным или несколько снизится.

Согласно базовому сценарию в Ежегодном обзоре сектора энергетики Соединенных Штатов (USDOE, 2017), производство энергии на базе древесины в промышленности в период до 2050 года незначительно возрастет, на коммерческих предприятиях будет стабильным, а в жилищно-коммунальном секторе сократится. Для коммунальных электроэнергетических предприятий биомасса по-прежнему является одним из наиболее дорогостоящих источников энергии в расчете на единицу электроэнергии (т. е. с точки зрения полной приведенной стоимости электроэнергии). Поэтому значительного расширения масштабов использования древесного топлива для целей производства электроэнергии не прогнозируется. В период 2018–2022 годов доля электроэнергетических установок, работающих на древесном топливе, в общем объеме новых электрогенерирующих мощностей составит менее 1%. МЭ США также подготавливает Обзор мирового сектора энергетики (USDOE, 2016a), в котором кратко излагаются текущие и формирующиеся тенденции. Согласно этому обзору, «наиболее перспективными возобновляемыми источниками энергии в странах ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития) в плане увеличения объема производства энергии являются энергия ветра, солнечная энергия

⁷ Директива Европейского парламента и Совета № 2009/28/ЕС от 23 апреля 2009 года.

и топливные древесные гранулы» (Р.87). Прогноз в отношении потребления энергии на базе древесины в других секторах является весьма сдержанным – в бумажной промышленности государств – членов ОЭСР оно, как ожидается, сократится, а в странах, не являющихся членами ОЭСР, показатели ее производства будут стабильными или несколько возрастут.

МЭА публикует доклады «Перспективы развития мировой энергетики» (IEA/OECD, 2016), в которых содержатся сценарии будущего глобального спроса на энергию до 2040. Согласно основному сценарию («Сценарий новых стратегий»), глобальный спрос на биоэнергию (в том числе на энергию, производимую с использованием древесного топлива и других видов биомассы) будет ежегодно расти, как ожидается, на 1,1%. В регионе ЕЭК ООН темпы роста будут выше среднемировых. Среди стран региона ЕЭК ООН самые высокие годовые темпы роста (3,5%) будут достигнуты, как ожидается, в России, хотя и при низких исходных показателях производства биоэнергии. Темпы роста в секторе биоэнергетики Северной Америки и ЕС будут более низкими и составят соответственно 1,7% и 1,6%. В европейских странах, не являющихся членами ЕС, годовые темпы роста будут более высокими и достигнут 2,5%.

И наконец, Секция ЕЭК ООН/ФАО выпустила ряд перспективных исследований по лесному сектору Европы, Северной Америки и Российской Федерации, в которых анализируются возможные будущие экономические и климатические сценарии, включая предположения в отношении использования энергоносителей на базе древесины (Организация Объединенных Наций, 2011, 2012а, 2012b). Отдельного анализа перспектив развития сектора энергоносителей на базе древесины в этих исследованиях не проводится, однако в них рассматривается вопрос о возможных последствиях предполагаемого увеличения потребления древесного топлива для лесов.

5.2 Перспективы производства и потребления древесного топлива

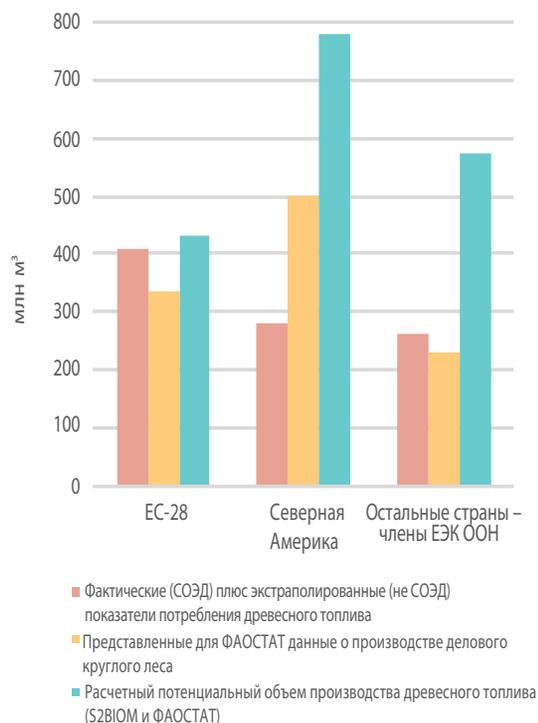
Оценка текущего уровня потребления древесного топлива и потенциального объема его производства основывалась на имеющихся данных. С тем чтобы лучше понять факторы потребления древесного топлива, для объяснения различий в его уровне в 27 странах, представивших ответы для СОЭД-2013, в качестве функции ряда социальных, экономических и лесохозяйственных показателей использовалась статистическая модель, основанная на традиционном методе регрессии⁸. Модель потребления древесного топлива, построенная исключительно на показателях производства делового круглого леса (ДКЛ) и членском составе ЕС, позволила объяснить 90% различий в

8 Поскольку респонденты СОЭД, по всей вероятности, в большей степени заинтересованы в использовании или производстве древесного топлива, ошибка выборки уже изначально присуща выбранной статистической модели. При экстраполяции эта ошибка не учитывалась.

ответах на СОЭД. Поэтому мы не ожидаем увеличения потребления древесного топлива в странах, не являющихся членами ЕС, если они 1) не проводят политику в целях поощрения, обязательного развития и/или субсидирования сектора энергоносителей на базе древесины и/или 2) не наращивают производство ДКЛ. Интуитивно можно предположить, что рост цен на ископаемые виды топлива приведет к увеличению потребления древесного топлива, а снижение цен на другие виды возобновляемых энергоресурсов – к его сокращению. Эта закономерность прослеживается в большей мере не в секторе теплоснабжения, где древесное топливо является основным возобновляемым источником энергии, а в электроэнергетическом секторе, где может использоваться более широкий набор недорогих альтернативных энергоносителей. Вместе с тем важно отметить, что эта модель не может обеспечивать учет происходящих со временем изменений в ценах, поскольку в ней используются данные лишь за один год.

РИСУНОК 5.1

Фактические и экстраполированные показатели потребления древесного топлива, представленные данные о производстве делового круглого леса и расчетный потенциальный объем производства древесного топлива в ЕС-28, Северной Америке и остальных государствах – членах ЕЭК ООН в 2013 году



Источник: ЕЭК ООН/ФАО, 2015 год; FAOSTAT, 2017; S2BIOM, 2017, и основанные на модели прогнозы авторов.

Экстраполяция, которая была произведена с использованием модели, основанной на ответах для СОЭД, и исходя из членского состава ЕС и показателей производства ДКЛ, взятых из базы данных ФАОСТАТ, позволила предположить, что в 2013 году объем потребления древесного топлива во всем регионе ЕЭК ООН равнялся приблизительно 951 млн м³. Это соотносится с общим показателем производства ДКЛ в регионе ЕЭК ООН в 2013 году, который составил, согласно данным из ФАОСТАТ (2017 год), 1 069 млн м³. На рисунке 5.1 общий объем производства ДКЛ сопоставляется с экстраполированным показателем потребления древесного топлива в странах ЕС и странах, не являющихся членами ЕС, а также с потенциальным объемом производства древесного топлива (см. обсуждение ниже). Общий экстраполированный показатель потребления древесного топлива в странах ЕС в 2013 году является более высоким, чем зарегистрированный объем производства ДКЛ. Экстраполированный показатель потребления древесного топлива в странах, не являющихся членами ЕС, т.е. как в странах Северной Америки, так и в других государствах – членах ЕЭК ООН, ниже текущего показателя производства ДКЛ.

Можно ожидать, что страны ЕС увеличат потребление древесного топлива, если соответствующие дополнительные требования будут включены в предлагаемый для ЕС новый пакет мер в области использования возобновляемых источников энергии (European Commission, 2016b), который рассчитан на период 2020–2030 годов, и если эти страны решат использовать для выполнения этих требований древесное топливо. Например, к увеличению потребления может привести рекомендация достигнуть применительно к системам тепло- и холодоснабжения показателя прироста в размере 1% в год.

Для оценки верхнего предела, которого может достигнуть объем внутреннего производства древесного топлива с учетом соображений устойчивости, использовались данные из баз ФАОСТАТ и S2BIOM (Dees et al. 2017). Результаты показывают, что в 2013 году ЕС-28 мог бы удовлетворить все свои потребности в древесном топливе за счет его внутреннего производства, в то время как в Северной Америке и остальных странах региона ЕЭК ООН существует потенциал для его производства в избыточных объемах. В ЕС-28 потенциальный объем производства составляет, согласно оценкам, 433 млн м³. В Северной Америке он равен 781 млн м³ или почти в три раза превышает нынешний уровень потребления. В остальных странах ЕЭК ООН вместе взятых он составляет 576 млн м³, что в два раза больше текущего показателя потребления. Если затраты на транспортировку или политика не превратятся в сдерживающие факторы, можно ожидать, что поставки из Северной Америки и других государств – членов ЕЭК ООН станут для ЕС-28 дополнительным источником древесного топлива в условиях роста его потребления.

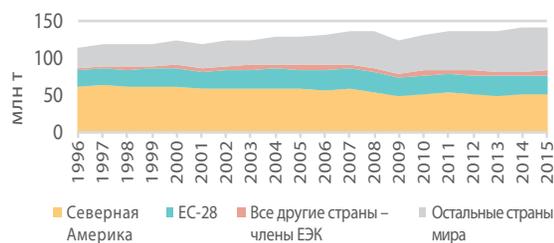
Кроме того, это предположение было сделано исходя из существующих условий и без учета изменений, которые могут быть внесены в политику государствами региона ЕЭК ООН, не являющимися членами ЕС-28. Эти расчетные

потенциальные показатели по древесному топливу в значительной мере основываются на оценках удельного веса круглого леса, заготавливаемого в энергетических целях, в общем потенциальном объеме производства круглого леса. Для расчета представленных в настоящем разделе потенциальных показателей использовались данные о среднем удельном весе в период 2000–2015 годов, взятые из ФАОСТАТ.

К экстраполированным показателям потребления древесного топлива в 2013 году и расчетным показателям производства (рис. 5.1) следует относиться с осторожностью. Эти оценки основываются на большом количестве предположений. С более подробной информацией об использованных методах и сделанных предположениях можно ознакомиться в приложениях. Одной из областей, где масштабы использования древесного топлива вряд ли возрастут, является производство энергии (на базе черного щелока или твердых древесных отходов и коры) на предприятиях бумажной промышленности. Хотя глобальный спрос на бумагу, как ожидается, возрастет, потребление изделий из бумаги в регионе ЕЭК ООН снизится или будет оставаться стабильным, поскольку использование цифровых средств передачи информации приводит к падению спроса на определенные виды бумажной продукции. Кроме того, как видно на рисунке 5.2, предложение изделий из бумаги за пределами региона

РИСУНОК 5.2

Производство целлюлозы в Северной Америке, ЕС-28, всех других странах ЕЭК и остальных странах мира, 1996–2015 годы

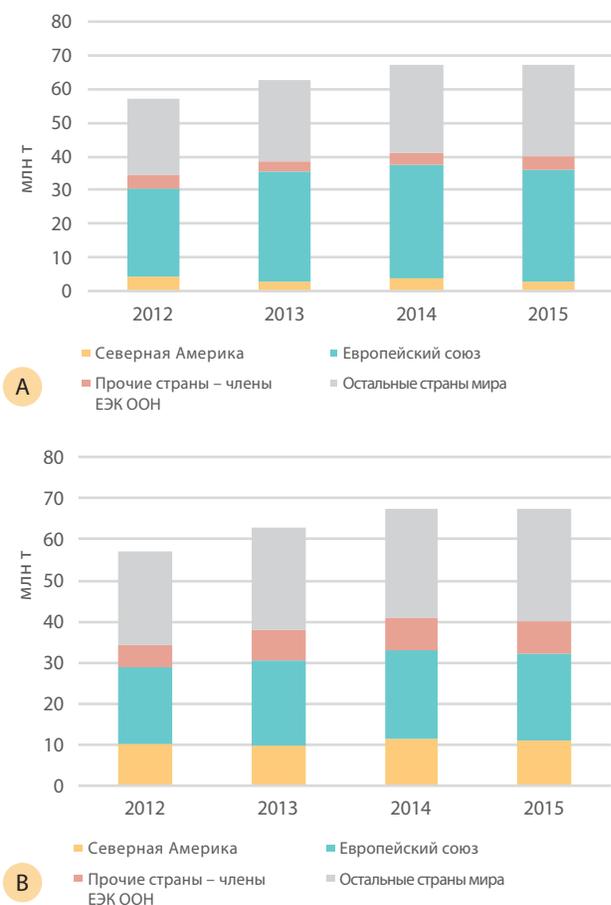


Источник: FAOSTAT, 2017.

ЕЭК ООН (например, в Южной Америке и Азии) будет, как ожидается, расти. Прогнозируется, что рост численности населения приведет к расширению производства пиломатериалов, в связи с чем можно ожидать некоторого увеличения потребления древесного топлива в производстве изделий из массивной древесины и, возможно, за счет более широкого использования биомассы из третичных источников. Это учтено в различных обсуждавшихся выше базовых сценариях.

РИСУНОК 5.3

Импорт (А) и экспорт (В) всех категорий топливной древесины вместе взятых (код 4401), 2000–2015 годы



Источник: База данных Комтрейд ООН, 2017 год.

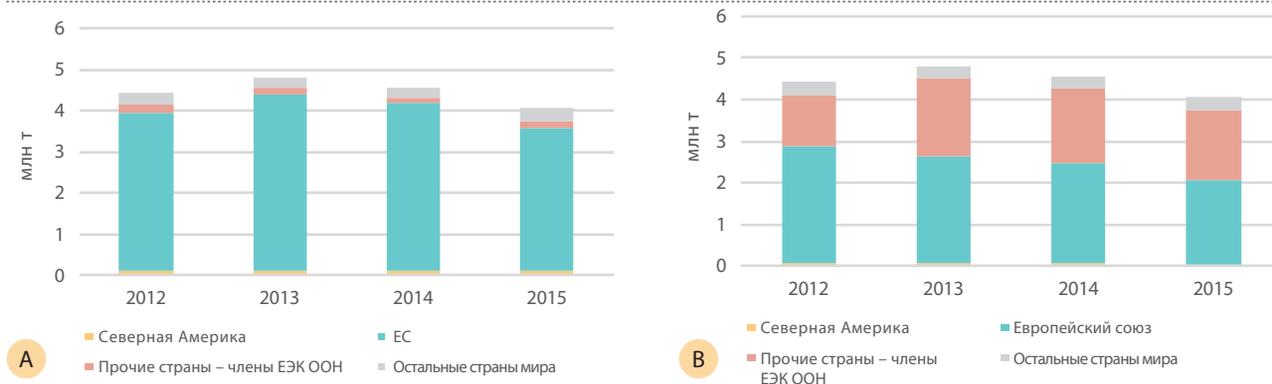
5.3 Перспективы развития торговли древесным топливом

Начиная с 2000 года объем мировой торговли древесным топливом неуклонно растет. 67% (по весу) показателя ее прироста после 2012 года приходилось на топливные древесные гранулы, поставки которых возросли с всего лишь нескольких сотен тысяч тонн в 2000 году до 15,7 млн т. Доля топливных древесных гранул в торговле всеми видами древесного топлива увеличилась с 15% в 2012 году до 23% в 2015 году. В Комтрейд ООН товарная топливная древесина определяется как «древесина топливная в виде бревен, поленьев, ветвей, вязанок хвороста или в аналогичных видах; древесина в виде щепы или стружки; опилки и древесные отходы и лом, неагломерированные или агломерированные в виде бревен, брикетов, гранул или в аналогичных видах» и таким образом включает, помимо топливных древесных гранул и дровяного кряжа, другие виды продукции. Однако щепы, стружка и опилки могут также использоваться для производства целлюлозы и листовых древесных материалов, в связи с чем точная оценка объема всей древесины, продаваемой для ее использования в энергетических целях, возможна, скорее всего, лишь в случае стран, представляющих ответы для СОЭД (см. главу 2).

Содержащиеся в Комтрейд ООН (2017 год) данные по топливной древесине (код 4401 и соответствующие субкоды) позволяют получить представление о текущем состоянии мировой торговли различными видами древесного топлива. На рисунке 5.3 приводятся данные по всем категориям топливной древесины вместе взятым (код 4401), на рисунке 5.4 – по топливной древесине в виде бревен (код 4401 10) и на рисунке 5.5 – по топливным древесным гранулам (код 4401 31). Данные по всем категориям топливной древесины вместе взятым имеются за период 2000–2015 годов, что касается отдельных категорий, то в 2012 году в них были внесены изменения. Поэтому приводятся и анализируются данные лишь за 2012–2015 годы. Анализ таких подкатегорий, как щепы и прочие виды топливной древесины, не проводится, хотя данные по ним включены в рисунок 5.3.

РИСУНОК 5.4

Импорт (А) и экспорт (В) топливной древесины в виде бревен (код 4401 10), 2012–2015 годы



Источник: База данных Комтрейд ООН, 2017 год.

РИСУНОК 5.5

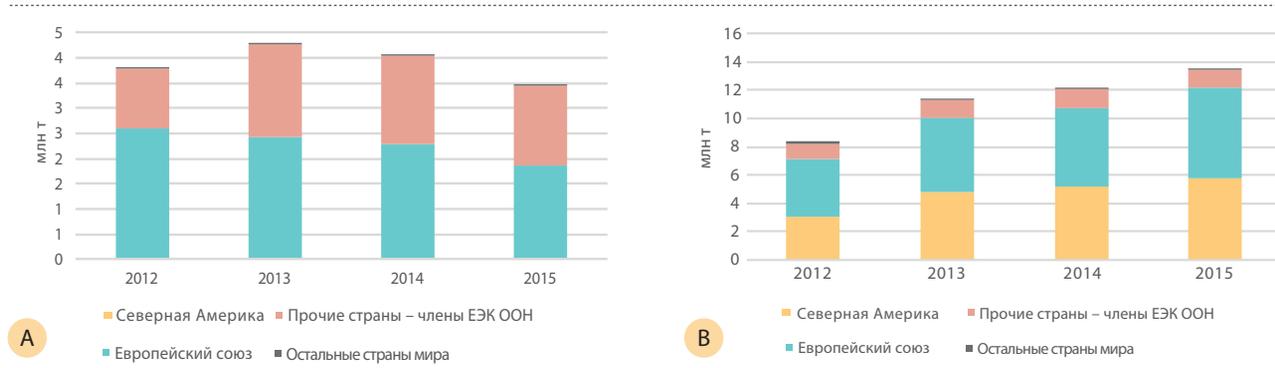
Импорт (А) и экспорт (В) топливных древесных гранул (код 4401 31), 2012–2015 годы



Источник: База данных Комтрейд ООН, 2017 год.

РИСУНОК 5.6

Импорт топливной древесины в виде бревен (А) и топливных древесных гранул (В) ЕС в разбивке по регионам происхождения, 2012–2015 годы



Источник: База данных Комтрейд ООН, 2017 год.

За период 2012–2015 годов объем мировой торговли всеми видами топливной древесины, включая те из них, которые не используются в энергетических целях, увеличился на 11 млн т (рис. 5.3). Приблизительно две трети этого прироста можно отнести на счет топливных древесных гранул. Увеличение объема торговли топливной древесиной в виде бревен (субкод 4401 10) за эти четыре года было незначительным, при этом он достиг своей максимальной отметки в 5,0 млн т в 2013 году. Основными импортерами этой продукции являлись государства – члены ЕС (85%), при этом на них и на другие страны ЕЭК ООН приходился 91% экспорта. Наибольший удельный вес в импорте имели такие страны, как Австрия, Италия, Румыния и Германия, а Украина, Босния и Герцеговина, Венгрия и Хорватия являлись основными экспортерами.

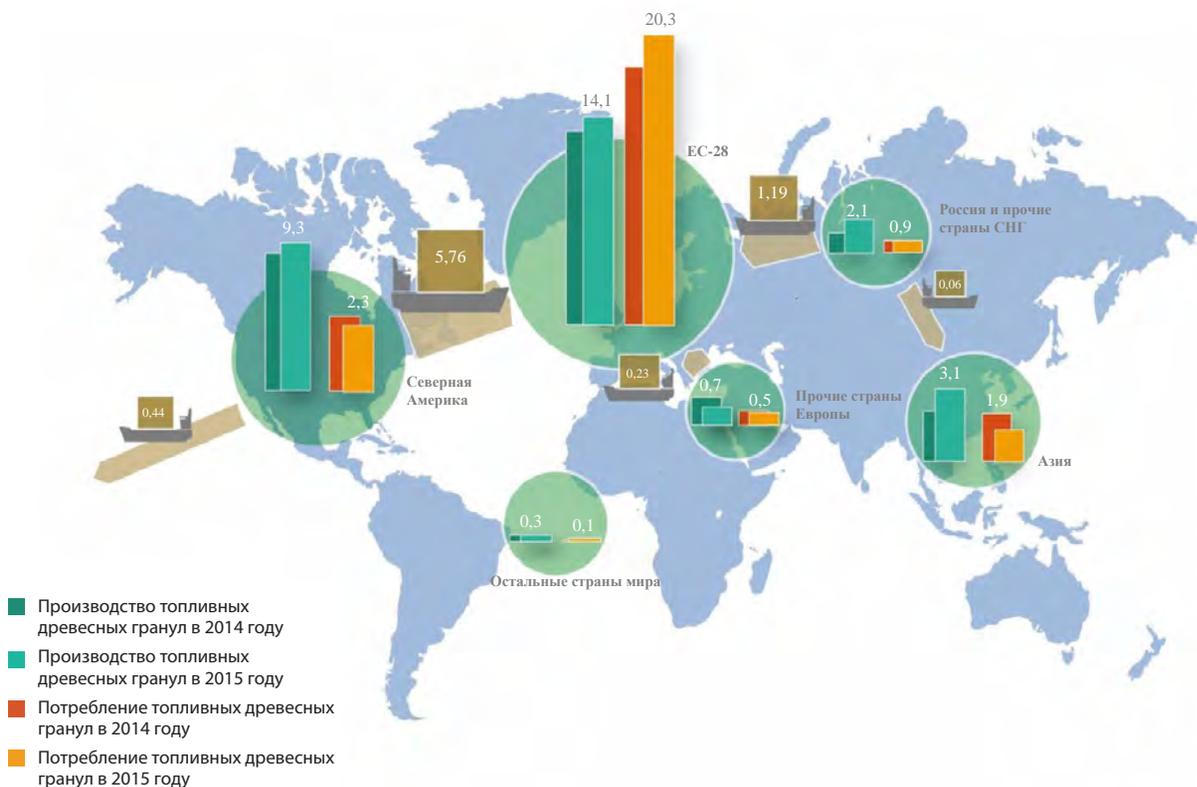
Рост торговли топливными древесными гранулами в период 2012–2015 годов (рис. 5.5) был вызван, главным образом, изменениями в политике ЕС, доля стран которого в общемировом объеме импорта этой

продукции в 2015 году составила 86%. В 2015 году объем мировой торговли топливными древесными гранулами достиг 15,7 млн т. Их доминирующими экспортерами являлись ЕС и Северная Америка, на которые приходилось соответственно 42% и 40% экспорта. Крупнейшими странами-экспортерами были Канада, Латвия и Соединенные Штаты. Основным регионом-импортером является Европа, а основными странами-импортерами – Соединенное Королевство, Дания и Италия. Страны ЕС являются в регионе ЕЭК ООН крупными импортерами топливной древесины в виде бревен и топливных древесных гранул. На рисунке 5.6 показано, откуда страны ЕС импортируют эти два вида древесного топлива: почти всю дровяную древесину они закупают в других европейских странах, а более 90% топливных древесных гранул – в других странах ЕС и в Северной Америке.

В 2015 году на долю внутриевропейской торговли приходилось приблизительно 87% объема мировой торговли топливными древесными гранулами

РИСУНОК 5.7

Карта мирового производства топливных древесных гранул и их торговых потоков в 2015 году (млн т)



Источник: European Biomass Association, 2016.

(рис. 5.7). В том году в ЕС было произведено 14,1 млн т этого вида топлива, при том что показатель его потребления составил 20,3 млн т, в результате чего ЕС стал крупнейшим импортером топливных древесных гранул в мире. Значительная часть импорта приходится на Северную Америку. В Европе ведущим экспортером является Латвия, которая за период 2012–2015 годов нарастила свой экспорт топливных древесных гранул вдвое, чего удалось добиться благодаря имеющимся ресурсам древесины, низким издержкам производства, низкому внутреннему спросу и низким затратам на транспортировку (European Biomass Association, 2016). Например, расстояние морских перевозок из Латвии или России в Соединенное Королевство или Нидерланды на треть меньше расстояния в случае поставок из США. Тенденция к увеличению экспорта Балтийских государств, вероятно, сохранится.

Объем торговли древесным топливом, по всей вероятности, возрастет, главным образом в результате расширения торговли топливными древесными гранулами. В настоящее время ЕС является крупнейшим импортером и потребителем топливных древесных гранул, поставляемых коммунальным электроэнергетическим предприятиям, при этом ожидается, что его спрос в ближайшие десятилетия

будет продолжать расти. Существуют возможности для расширения экспорта Северной и Южной Америки в ЕС и Юго-Восточную Азию. Появление новых рынков и сохранение уже сформировавшихся торговых потоков будет зависеть от 1) правительственных постановлений и субсидий, цель которых состоит в стимулировании и/или требовании роста потребления возобновляемых энергоносителей, в том числе на базе древесины, 2) норм в области обеспечения устойчивости, которые могут ограничить поставки древесных энергоносителей из определенных регионов или стран, и 3) цен на альтернативные источники энергии, включая возобновляемые, а также на природный газ и другие ископаемые виды топлива.

5.4 Перспективы использования древесного топлива и производимой на его основе энергии – препятствия и возможности

Использование древесного топлива ограничивают препятствия экономического характера, включая издержки производства и неопределенность перспектив развития рынков возобновляемых

энергоносителей. Например, одним из источников неопределенности являются нормативные положения и правила субсидирования, поскольку правительства то принимают политику в отношении субсидий и углеродной нейтральности использования древесного топлива, равно как и требования к обеспечению устойчивости лесов, то изменяют их. К препятствиям неэкономического характера, которые были выявлены в случае ЕС, но существуют во всем регионе ЕЭК ООН, относятся вопросы использования древесного топлива в целях производства электроэнергии, а также тепло- и холодоснабжения (European Commission, 2017b). В числе основных препятствий на пути расширения использования древесного топлива в целях производства электроэнергии, которые были выявлены Европейской комиссией (2017b), также можно назвать процесс планирования и выдачи разрешений. Кроме того, в качестве факторов, препятствующих развитию сектора древесных энергоносителей в ЕС, часто называют негативное восприятие общественностью целесообразности использования древесины для целей тепло- и холодоснабжения, по сравнению с другими имеющимися технологиями, а затем отсутствие надежных механизмов оказания консультативной помощи и нехватку квалифицированных специалистов.

К факторам, которые могут благоприятно повлиять на использование древесного топлива в будущем, относятся потенциально более низкий, чем при применении ископаемых видов топлива, уровень выбросов ПГ, относительная простота расширения производства с помощью технологий совместного сжигания или посредством перевода на древесное топливо существующих электроэнергетических установок и его использование системами районного теплоснабжения (глава 1). Возможности для расширения использования древесины в целях отопления жилья в ЕС (European Commission, 2017b) являются ограниченными, хотя применение топливных древесных гранул для производства электроэнергии представляет собой эффективный и быстрый вариант, альтернативный использованию энергии ветра и солнечной энергии. Субсидии и нормативные положения правительств ряда стран ЕЭК ООН позволяют снижать экономические барьеры, благодаря чему энергоносители на базе древесины становятся более выгодными возобновляемыми источниками электроэнергии.

В ЕС-28, Северной Америке и остальных странах региона ЕЭК ООН имеется биофизический потенциал для увеличения производства древесного топлива. Это может способствовать расширению торговли в регионе ЕЭК ООН. Например, страны ЕЭК ООН, не являющиеся членами ЕС-28, могут попытаться воспользоваться усилением акцента на использование возобновляемых источников энергии в ЕС-28.

Хотя прогнозы и модели предполагают расширение масштабов применения древесного топлива в регионе ЕЭК ООН, некоторые факторы могут ограничивать рост его потребления, включая, в частности, такие естественные факторы сдерживания наращивания предложения, как площадь лесов и скорость роста деревьев. Нельзя исключить и появления

дополнительных сдерживающих факторов, например в результате политики в области обеспечения устойчивого лесопользования, которая может сказаться на предложении и затратоэффективности. Закладка насаждений древесных культур с коротким оборотом рубки в районах, где имеющиеся земли не используются для выращивания продовольственных культур, может обеспечить дополнительный источник древесного топлива и снизить давление на лесные угодья.

5.5 Выводы

После 2000 года показатели производства и потребления древесного топлива, а также торговли им в регионе ЕЭК ООН значительно возросли. В будущем рост будет зависеть как от состояния конъюнктуры, так и от политики, в том числе от 1) новой или пересмотренной политики, которая будет стимулировать или предусматривать использование возобновляемых источников энергии или древесного топлива, 2) снижения стоимости технологий производства электроэнергии с использованием альтернативных возобновляемых источников (энергии ветра и солнечной энергии) и 3) изменений в ценах на ископаемые виды топлива. Использованию древесного топлива в будущем могут препятствовать, в частности, такие факторы, как издержки производства, правила выдачи разрешений и планирования, требования к обеспечению устойчивости лесов и отношение общественности. Однако масштабы использования древесного топлива в будущем могут и возрасти благодаря потенциально более низкому, чем при применении ископаемых видов топлива, уровню выбросов ПГ, относительной простоте расширения производства с помощью технологий совместного сжигания или посредством перевода на древесное топливо существующих электроэнергетических установок и его использованию системами районного теплоснабжения.

Показатели производства и потребления собственного древесного топлива в промышленности, т.е. отработанного черного щелока, образующегося после завершения варки целлюлозы, и других промышленных отходов, возрастут лишь в случае расширения производства бумаги и изделий из древесины. Однако роста производства бумаги в регионе ЕЭК ООН в ближайшие годы не ожидается. Использование топливных древесных гранул коммунальными энергетическими предприятиями значительно расширилось, что способствовало росту трансатлантической и внутриевропейской торговли. В краткосрочной перспективе потребление топливных древесных гранул, как ожидается, будет продолжать увеличиваться, что приведет к росту импорта Европы из Северной Америки, Российской Федерации и других стран региона ЕЭК ООН и из-за его пределов. Использование древесного топлива в других целях, в том числе для отопления жилья и производства электроэнергии, может расширяться, если это будет поощрять или требовать государственная политика, но вряд ли это случится в силу действия лишь рыночных факторов.

5.6 Справочная литература

Dees, M., Elbersen, B., Fitzgerald, J., Vis, M., Anttila, P., Forsell, N., Ramirez-Almeyda, J., García Galindo, D., Glavonjic, B., Staritsky, I., Verkerk, H., Prinz, R., Monti, A., Leduc, S., Höhl, M., Datta, P., Schrijver, R., Sergey Zudin, Lindner, M., Lesschen, J. and K. Diepen. 2017. A spatial data base on sustainable biomass cost-supply of lignocellulosic biomass in Europe - methods & data sources. Project Report. S2BIOM – a project funded under the European Union 7th Frame Programme. Grant Agreement no. 608622. Chair of Remote Sensing and Landscape Information Systems, Institute of Forest Sciences, University of Freiburg. 173 p. Имеется по адресу http://www.s2biom.eu/images/Publications/D1.6_S2Biom_Spatial_data_methods_data_sources_Final_Final.pdf.

European Biomass Association. 2016. Pellet Market Overview.

European Commission. 2016a. EU Reference Scenario: Energy, Transport and GHG Emissions Trends to 2050. Имеется по адресу https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20160713%20draft_publication_REF2016_v13.pdf.

European Commission. 2016b. Clean energy for all Europeans. COM (2016) 860 final. 30 November 2016.

European Commission. 2017a. Renewable Energy Progress Report. Final report from the Commission to the European Parliament, the Council and the Committee of the Regions. 1.2.2017 COM (2017) 57. Имеется по адресу <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0057&qid=1488449105433&from=EN>.

EU Commission. 2017b. Study on Technical Assistance in Realisation of the 2016 Report on Renewable Energy, in preparation of the Renewable Energy Package for the Period 2020-2030 in the European Union. "RES-Study" ENER/C1/2014-688 Client: European Commission DG Energy. Имеется по адресу https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/res-study_final_report_170227.pdf.

FAOSTAT. 2017. Forestry Production and Trade. Имеется по адресу <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>.

International Energy Agency IEA). 2016. World Energy Outlook 2016. OECD/IEA, Paris.

National Energy Board, Canada. 2016. Canada's Energy Future: energy supply and demand projections to 2040. Имеется по адресу <https://www.neb-one.gc.ca/nrg/ntgrtd/fttr/2016/2016nrgftr-eng.pdf>.

S2BIOM. 2017. Имеется по адресу <http://www.s2biom.eu/en/>.

U.S. Department of Energy. 2016. International Energy Outlook. Имеется по адресу <http://www.eia.gov/outlooks/ieo/>.

U.S. Department of Energy. 2017. Annual Energy Outlook. Имеется по адресу <http://www.eia.gov/outlooks/aeo/>.

UN Comtrade. 2017. Имеется по адресу <https://comtrade.un.org/data/>.

UNECE/FAO. 2015. Joint Wood Energy Enquiry (JWEE) 2013. United Nations, Geneva. Имеется по адресу <http://www.unece.org/forests/jwee.html>.

Организация Объединенных Наций. 2011. Перспективное исследование по лесному сектору Европы, 2006–2030 годы. Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций и Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, Доклад SP-28. 107 страниц. Имеется по адресу http://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/publications/sp-28_01.pdf.

Организация Объединенных Наций. 2012а. Перспективное исследование по лесному сектору Северной Америки, 2006–2030 годы. Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций и Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, Доклад SP-29. 68 страниц. Имеется по адресу http://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/publications/SP-29_NAFSOS.pdf.

Организация Объединенных Наций. 2012b. Прогноз развития лесного сектора Российской Федерации до 2030 года. Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций и Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, Доклад. Имеется по адресу <http://www.fao.org/docrep/016/i3020e/i3020e00.pdf>.



Глава

6

УСТОЙЧИВЫЙ
УРОВЕНЬ
ВЫВОЗОК
ДРЕВЕСНОГО
ТОПЛИВА

Основные моменты*

- * При надлежащем управлении лесами вывозки древесного топлива могут принести существенные экологические, экономические и социальные выгоды.
 - * Руководящие принципы управления лесами, используемыми непосредственно в целях производства древесного топлива, могут содержать рекомендации относительно прекращения лесозаготовительной деятельности в соответствующих районах и предлагать научно обоснованные стратегии для обеспечения устойчивого уровня вывозок.
 - * Исключение чувствительных участков и ограничение уровня вывозок энергетической древесины имеет важное значение для смягчения возможных негативных последствий.
 - * В целях охраны и защиты почв, качества воды и среды обитания диких животных и растений разработаны наилучшие методы управления (НМУ) деятельностью по заготовке древесины в энергетических целях.
 - * Данные таксации лесов служат источником основополагающей информации для оценки максимального уровня вывозок энергетической древесины при различных масштабах закупок.
 - * Оценки, подготавливаемые на местном, национальном и международном уровнях, позволяют получить ценную информацию для разработки государственной политики, а также для принятия инвестиционных решений частным сектором.
-

6.1 Введение

Закупка древесины для энергопроектов может стать неотъемлемым элементом усилий в области обеспечения устойчивого развития. Однако вывозки древесного топлива могут оказывать негативное воздействие. Это воздействие может ощущаться в угодьях, из которых вывозится древесное энергетическое сырье, а также за их пределами. Например, чрезмерные вывозки древесины могут приводить к обезлесению, деградации и утрате биоразнообразия, истощению запасов питательных веществ и ухудшению качества почв. За пределами соответствующих угодий может начаться эрозия, что, естественно, скажется на качестве воды. В итоге нерациональное лесопользование может иметь крайне серьезные последствия в масштабе всего ландшафта и поставить под угрозу выполнение лесами функции среды обитания для диких животных и растений.

В настоящей главе рассматривается вопрос об устойчивом уровне вывозок древесного топлива, заготавливаемого непосредственно в лесах, а также инструменты, используемые с целью смягчения последствий воздействия и оценки наличия сырья для проектов в области производства энергии на базе древесины. Настоящая глава посвящена лишь лесозаготовительной деятельности, другие звенья цепочки производства и сбыта энергоносителей на базе древесины (например, переработка, транспортировка, преобразование и использование) в ней не обсуждаются. Вначале мы определяем наиболее распространенные виды древесного топлива, поступающего непосредственно из лесов, и различные элементы устойчивости применительно к лесозаготовительным операциям. Затем приводятся примеры существующих руководящих принципов заготовки древесины в энергетических целях, применяемые лесохозяйственными предприятиями на уровне участка или насаждения. Внимание также обращается на наилучшие методы управления (НМУ), которые могут применяться в рамках существующего законодательства и которые основываются на наилучших имеющихся научных знаниях. Иллюстрацией использования данных лесной таксации в целях анализа потенциала лесов в части поддержки проектов в области производства энергии на базе древесины служат последние оценки в отношении возможности заготовки древесного топлива на устойчивой основе, которые были подготовлены на местном, субнациональном/национальном и региональном уровнях. Кроме того, приводятся несколько примеров передовых и уже зарекомендовавших себя систем, которые действуют в масштабах отрасли.

6.2 Древесное топливо, заготавливаемое непосредственно в лесах

Источники древесного топлива, равно как и его последующие формы, характеризуются большим разнообразием. В настоящей главе основное внимание уделяется древесному топливу, которое поступает непосредственно из лесов, т.е., как часто говорят, первичным древесным энергоресурсам. Во многих

районах региона ЕЭК ООН эти энергоресурсы практически не имеют рыночной стоимости, и их освоение может стать важным шагом на пути улучшения состояния лесных экосистем. В этом контексте к древесному топливу из прямых источников не относятся сортименты, которые в настоящее время используются в других отраслях лесоперерабатывающей промышленности, или рекуперированная в конце своего жизненного цикла лесная продукция. В настоящей главе рассматриваются следующие основные виды энергоресурсов:

- **Лесосечные отходы** или **порубочные остатки**. Биомасса крон (сучья, листва или хвоя) и потери стволовой древесины (неделовой лес, вершины меньше заданного размера и тонкомерные хлысты). Лесосечные отходы обычно образуются при рубках главного пользования. Они могут быть самых различных видов, от сучьев до хлыстов или частей хлыстов.
- **Тонкомерные деревья**. Тонкомерные деревья, которые валятся при рубках ухода, зачастую вывозятся в рамках лесозаготовок с одновременной выработкой различных сортиментов. Они представляют собой деревья, которые слишком малы для их использования в качестве сырья в деревообрабатывающей промышленности и которые рубят в ходе операций по прореживанию, проводимых в целях улучшения остающегося древостоя или в качестве меры противопожарной безопасности. К этому виду древесного топлива могут иногда относиться деревья, которые благодаря своему размеру и качеству могли бы служить сырьем для лесоперерабатывающей промышленности, но отдельная заготовка которых является экономически нецелесообразной. Тонкомерные деревья могут заготавливаться целиком или очищаться от сучьев. В рамках лесозаготовок с одновременной выработкой различных сортиментов топливная древесина и деловой круглый лес заготавливаются в одном и том же насаждении.
- **Стволовая древесина**. Стволовая древесина, которая не подходит для других целей, помимо производства энергии, по причине наличия у нее нежелательных характеристик (например, размер, порода, механический дефект). Стволовая древесина, которая по своим параметрам подходит для использования в качестве сырья в лесоперерабатывающей промышленности, может включаться в эту категорию топлива в случае отсутствия соответствующего спроса на местном уровне.
- **Пни**. Древесина пней и корней, остающихся при рубках главного пользования.

В зависимости, в частности, от преобладающей системы ведения хозяйства и ситуации на местных рынках древесным топливом могут служить все или некоторые из этих первичных ресурсов, или же их использование может быть исключено. В регионе ЕЭК ООН, а также в рамках субрегиональных и национальных программ

(например, в топливных стандартах Европейского союза, определении древесной биомассы Лесной службы Министерства сельского хозяйства США) эти первичные виды древесного топлива, как правило, рассматриваются в качестве приемлемых для выполнения целей в области использования возобновляемых источников энергии. В топливных стандартах ЕС это сырье подпадает под категорию «древесина из лесов, с плантаций и прочая первичная древесина», которую можно дополнительно подразделить на следующие виды: целые деревья (с корнями или без корней), стволовая древесина, лесосечные отходы, пни и корни, кора (получаемая в рамках лесохозяйственных операций), древесина из садов, парков, придорожных посадок, виноградарников и фруктовых садов, а также все упомянутое выше в различных сочетаниях и комбинациях (International Organization for Standardization, 2014).

6.3 Организация устойчивого снабжения древесными энергоресурсами

Проекты в области производства энергии на базе древесины могут стать неотъемлемым элементом деятельности по достижению целей в области устойчивого развития, поскольку они направлены на получение долговременных и прочных положительных результатов в социальной, природоохранной и экономической сферах. В докладе Международной комиссии по окружающей среде и развитию в 1987 году и на Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию в 1992 году были определены три составляющие устойчивого развития: экономическая, экологическая и социальная. Кроме того, очень важно учитывать и культурные ценности, особенно в случае общин, для которых древесные энергоресурсы имеют чрезвычайно большое значение с точки зрения выживания и жизнеобеспечения.

- **Социальная составляющая:** Производство и использование биотоплива может быть выгодно общинам и участникам производственно-распределительной цепочки. Прямые выгоды являются по своему характеру как экономическими, так и социальными, поскольку проекты в области производства энергии на базе древесины способствуют созданию рабочих мест (Borsboom et al. 2002). Биоэнергетические системы могут влиять на количество и качество рабочих мест на местном уровне и оказывают существенное влияние на благосостояние домашних хозяйств и общин, обеспечивая им доступ к недорогой энергии (FAO, 2010). Заготовка сырья может ограничиваться по социальным соображениям, если она сказывается на эстетических ценностях. Например, заготовка пней в равнинной местности может иметь в некоторых районах весьма незначительные негативные экологические последствия (в пересеченной местности, в экологически чувствительных районах и в лесах, где хозяйство ведется по принципу «ближе к природе», заготовка пней не рекомендуется), но устойчивость этой практики может быть поставлена под сомнение в силу эстетических и социальных предпочтений.

- **Экологическая составляющая:** Оценки устойчивого уровня вывозок древесины должны основываться на данных таксации лесов, что необходимо для определения лесных насаждений, пригодных для заготовки древесного топлива (или для проведения комплексных операций по заготовке сырья как для промышленности, так и для производства энергии), и составляться с учетом факторов, ограничивающих объем вывозок. Эти факторы зачастую перечисляются в письменных практических руководствах. В руководящих принципах лесозаготовительной деятельности содержатся предельные показатели объема заготовки биомассы на уровне участка и ландшафта, при этом в них могут даже указываться районы, где не следует производить заготовку древесного топлива.

- **Экономическая составляющая:** С тем чтобы быть жизнеспособными в течение длительного периода времени, биоэнергетические проекты должны быть экономически оправданными (Lunnan et al. 2008). Большое значение для проектов в области производства энергии на базе древесины имеет надежность поставок древесного топлива при приемлемом уровне затрат на его закупку (т. е. после вычета постоянных и переменных издержек). Поэтому, оценка предложения древесного топлива с использованием наилучших имеющихся научных данных имеет для биоэнергетических проектов непреходящее значение.

Существующие руководящие принципы заготовки древесного топлива, как правило, направлены на недопущение или смягчение возможных негативных последствий его вывозки. В них содержатся конкретные инструкции в отношении лесозаготовительных операций и методов их проведения. В частности, наилучшие методы управления (НМУ) деятельностью по заготовке древесины в энергетических целях не являются обязательными во всем регионе ЕЭК ООН, но их применение может быть необходимо для прохождения сертификации по линии независимых экологических программ. Поэтому они, как правило, и применяются при осуществлении операций в промышленных масштабах. С учетом доминирующих лесорастительных и почвенных условий разработаны руководящие принципы для некоторых конкретных типов лесов и даже участков. Далее мы приводим примеры НМУ, основанные на опыте ведения хозяйства в лесах бореальной и умеренной зон и создании смешанных производственных систем. Примерами служат Финляндия, США, Бельгия и Франция.

6.3.1 Ведение хозяйства в бореальных лесах: Финляндия

НМУ, призванные содействовать обеспечению устойчивого лесопользования, получили в Финляндии широкое применение (Äijälä et al. 2014). Кроме того, были разработаны конкретные НМУ для заготовки древесного топлива (Koistinen et al. 2016). Эти руководящие принципы были подготовлены по итогам широких консультаций с различными группами заинтересованных сторон, включая государственные органы,

предпринимателей, лесовладельцев, промышленные круги, неправительственные организации и исследователей. В руководящих принципах, посвященных НМУ, руководителям лесохозяйственных предприятий предлагаются различные альтернативные варианты заготовки древесного топлива, которые они могут выбрать исходя из конкретных целей своей хозяйственной деятельности. Руководства по НМУ для древесного топлива начинаются с описания нормативной базы и общих инструкций по охране природы. Затем следуют подробные инструкции в отношении заготовки древесного энергетического сырья в рамках проведения лесозаготовительных операций, а также хранения, контроля качества и безопасности труда.

Количественные ограничения являются весьма полезным инструментом для определения устойчивого уровня заготовок. Например, заготовка целых деревьев не рекомендуется на минеральных почвах, классифицируемых в качестве слабых почв (или почв со слабонесущим грунтом), в районах торфяников с соответствующим низким уровнем содержания питательных веществ и на минеральных почвах, где доля ели обыкновенной (*Picea abies*) составляет более 75%. На участках, пригодных для заготовки целых деревьев, рекомендуется оставлять 30% первоначальной биомассы крон. Цель этих ограничений на заготовку древесного топлива заключается в уменьшении воздействия, вызванного удалением питательных веществ. Поэтому заготовка лесосечных отходов и пней на участках, бедных питательными веществами, не рекомендуется (рис. 6.1). Когда заготовка леса экономически оправдана, то действует простое универсальное правило: объем вывозок делового круглого леса с лесосеки должен составлять более 200 м³, площадь лесосеки – по меньшей мере 2 га, а расстояние трелевки – не более 300 м. В целях уменьшения воздействия удаления пней на биоразнообразии и для поддержания продуктивности почв на обычных участках рекомендуется оставлять по меньшей мере 25 пней на гектар (а на участках с

глинистыми и аллювиальными почвами – по меньшей мере 50 пней на гектар). Кроме того, на лесосеке должны оставаться все гнилые пни и пни диаметром менее 20 см. Для охраны водосборных бассейнов необходимы буферные зоны. Ширина такой зоны зависит от вида водного объекта (например, пруд, озеро, ручей), угла склона и типа почвы. Частные программы сертификации лесов, например ПОСЛ и ЛПС, требуют, чтобы ширина буферных зон составляла соответственно 5–10 и 10–30 м. В руководствах по НМУ четко указывается, соблюдение каких руководящих принципов в соответствии с законодательством или частной системой сертификации носит рекомендательный или обязательный характер.

6.3.2 Ведение хозяйства в лесах умеренной зоны: США

Стратегии организации заготовки древесного топлива в лесах умеренной зоны представляют собой адаптированный вариант традиционных руководящих принципов ведения лесного хозяйства. В некоторых регионах США были разработаны конкретные руководящие принципы в целях уменьшения масштабов возможного ухудшения лесорастительных условий в результате вывозок большого объема древесного материала, который ранее оставлялся на месте (Shepard, 2006). В любом случае заготовка древесного топлива осуществляется лишь на тех землях, где коммерческие лесозаготовки не запрещены природоохранными нормами. Согласно определению Лесной службы Министерства сельского хозяйства, промышленными лесами в США считаются лесные угодья, где закон или нормативный административный акт не запрещают проводить коммерческие рубки (Smith et al. 2009). Например, лесные угодья в ареалах, охраняемых в соответствии с Законом 1973 года о видах, находящихся под угрозой исчезновения, не относятся к категории промышленных лесов, и поэтому проведение в них любых коммерческих операций, включая заготовку древесного топлива, запрещено.

Включенные в руководства по НМУ количественные ограничения в отношении заготовки древесины в энергетических целях содержат положения, касающиеся устойчивости грунта, качества воды, среды обитания диких животных и растений и биоразнообразия (Lattimore et al. 2009). Одним из основных ограничений в части вывозок древесного топлива является фиксированный показатель объема порубочных остатков, подлежащих оставлению на месте рубки, который разнится между районами и штатами. Например, согласно руководящим принципам штата Пенсильвания, норма оставления порубочных остатков на площади вырубki составляет 15–20%, а в штате Миссури этот показатель равен 33% (Perlack et al. 2011, рис. 6.2). В районах штатов Миннесота и Висконсин с чувствительными местами обитания диких животных и растений, к которым относятся некоторые водоохранные леса, а также произрастающие на маломощных почвах леса из осины (*Populus tremuloides*) или деревьев других лиственных пород, заготовка древесной биомассы вообще не рекомендуется. Еще одним общим ограничением для многих штатов является требование о расширении зеленой береговой полосы по

РИСУНОК 6.1

Лесосечные отходы на лесосеке в Финляндии



Источник: Erkki Oksanen.

РИСУНОК 6.2

Наилучшая практика ведения хозяйства в лесах умеренной зоны США требует оставления на месте рубки определенного минимального объема порубочных остатков



мере увеличения угла склона, при этом соответствующий показатель наращивания ее ширины рассчитывается в процентах к стандартной базовой ширине (например, 20 м).

6.3.3 Специальные и смешанные системы производства: Бельгия и Франция

Бельгия и Франция служат примерами существующей во многих европейских странах системы частного лесовладения, в рамках которой при фрагментированном ландшафте доминируют небольшие земельные участки. В этих условиях затраты на лесозаготовки с использованием традиционных систем могут оказаться запретительно высокими, а возможности производить достаточное количество древесного топлива – ограниченными. Смешанные системы производства древесных энергоносителей на базе плантаций тополя (*Populus spp.*) могут помочь удовлетворить потребности рынка и одновременно обеспечить сохранение важнейших экологических функций и учет стоимостных соображений. Цель смешанной системы заключается в одновременном получении достаточного количества пиловочника для фанерной промышленности и древесины для производства энергии за менее чем 15 лет. При использовании таких систем плотность посадки деревьев может составлять 160 штук/га, однако она может быть увеличена до 500 штук/га в целях увеличения выхода древесины и упрощения обрезки ветвей.

На экспериментальных участках в Бельгии и Франции тополь может заготавливаться через 12–14 лет, когда его диаметр на высоте груди достигает 30–35 см. Обычно тополь заготавливается в возрасте 22–30 лет. Первые пять метров ствола могут служить деловым сортиментом (например, для изготовления фанеры), а верхняя часть дерева перерабатывается в щепу, которая может использоваться для производства энергии. Небольшие

ветви (диаметром менее 8 см) оставляются на лесосеке с целью сохранения питательных веществ в почве и во исполнение требований частных систем сертификации (например, ЛПС, ПОСЛ). В рамках оборота рубки в целях повышения биоразнообразия под тополями можно оставлять естественный тонкомерный порослевой древостой и кустарник. Этот порослевой древостой может быть вырублен перед заготовкой самого тополя.

РИСУНОК 6.3

Смешанная система производства на базе плантации тополя с выработкой высокосортных пятиметровых бревен и переработкой вершин в щепу для ее использования в энергетических целях



Хотя эти системы все еще являются экспериментальными и не применяются в промышленных масштабах (4 га), в перспективе они могут служить достижению целого ряда целей. Многие лесовладельцы и лесохозяйственные компании надеются выйти на рынок древесины, используемой в энергетических целях, но не хотят преобразовывать свои леса в насаждения с коротким оборотом рубки. Смешанная система производства может позволить лесовладельцам осуществлять поставки на традиционные рынки лесоматериалов и одновременно с этим расширить снабжение энергетического сектора, а также сохранить ландшафт и биологические функции лесов.

6.4 Оценка устойчивости предложения древесного энергетического сырья

Обеспечение надлежащего снабжения сырьем имеет крайне важное значение для любого энергетического предприятия, изучающего возможность производства энергии на базе древесины. Кроме того, информация об устойчивом уровне вывозок необходима для принятия решений в области государственной политики, которая может создать стимулы для поощрения производства энергии на базе древесины. Оценки устойчивого уровня вывозок древесины для производства энергии содержат исключительно важную информацию для директивных органов государственного и частного секторов и должны обеспечивать получение ответов на следующие вопросы:

- Сколько древесины имеется для целей производства энергии?
- Какие материалы включает сырье?
- Где они находятся?
- Являются ли затраты на перевозку запретительно высокими по причине ее расстояния?
- Какова стоимость древесного топлива с доставкой на энергетический объект?
- В какой мере эти ресурсы доступны для освоения с социальной и экономической точек зрения?
- Каким образом изменяется эта доступность во времени?

Оценки в отношении древесного топлива зависят от геополитического масштаба. Оценки потенциала, составляемые на национальном и международном уровнях, могут быть весьма неодинаковыми, что обусловлено различиями в географическом охвате, а также в подходах, методологиях, данных, временных интервалах и используемых единицах измерения. В своей работе Вис и др. (2010) предприняли попытку согласовать различные оценки ресурсов биомассы. Ниже приводятся примеры оценок потенциального устойчивого уровня заготовок древесного топлива, которые были подготовлены на уровне отдельных предприятий, а также на субнациональном/национальном и региональном уровнях.

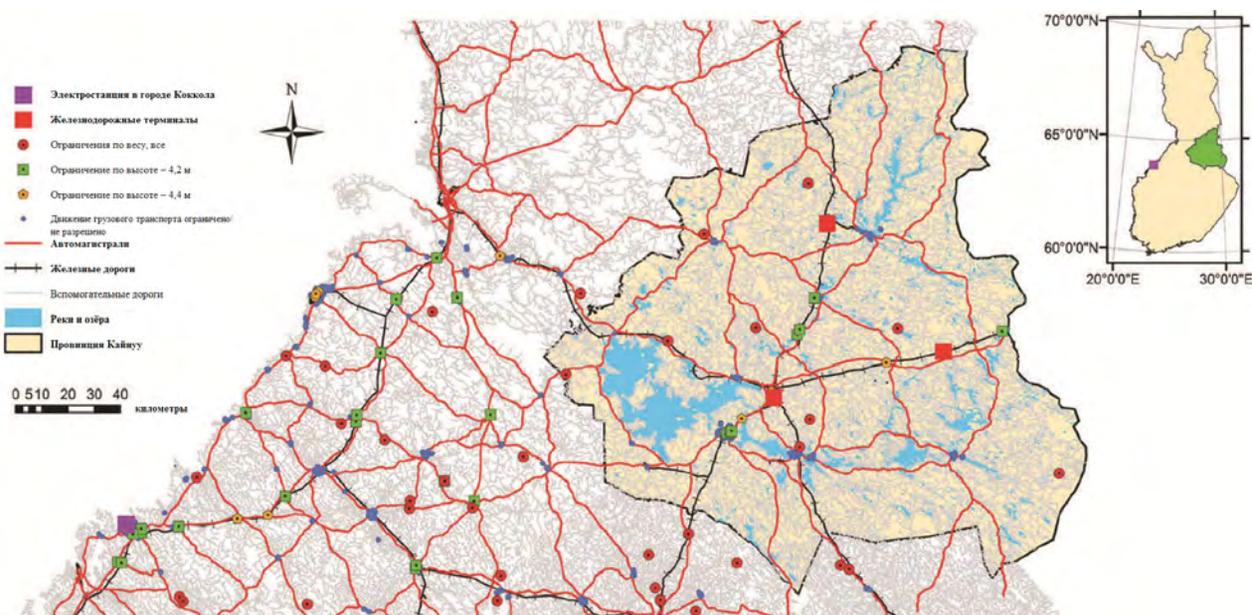
6.4.1 Уровень отдельных энергетических предприятий

Оценки доступности древесного энергетического сырья имеют исключительно важное значение для определения возможного места размещения биоэнергетического предприятия, которое будет работать в основном на местном материале. Иллюстрацией подхода к оценке доступности древесного энергетического сырья для отдельного предприятия является пример теплоэлектростанции (ТЭЦ) в городе Коккола, Финляндия. Номинальная тепловая мощность этой ТЭЦ составляет 96,5 МВт, а ее номинальная электрическая мощность – 35 МВт. Ввиду острой конкуренции за древесное энергетическое сырье компания стала искать дополнительные источники снабжения. В то же время Лесохозяйственному предприятию Финляндии необходимо найти возможности для утилизации тонкомерных деревьев, имеющих в изобилии в провинции Кайнуу. В своей работе Нивала и др. (2015) проанализировали возможность поставки тонкомерных деревьев из провинции Кайнуу в Кокколу для производства биоэнергии и связанные с этим затраты (рис. 6.4)

Оценка технического потенциала для заготовки на муниципальном уровне топливной древесины в молодых лесах в провинции Кайнуу основывалась на данных национальной таксации лесов (НТЛ). Оценка проводилась в шесть этапов:

РИСУНОК 6.4

Местонахождение электростанции, предполагаемый район заготовки древесного топлива и логистические цепочки поставок



Источник: Nivala et al. 2015.

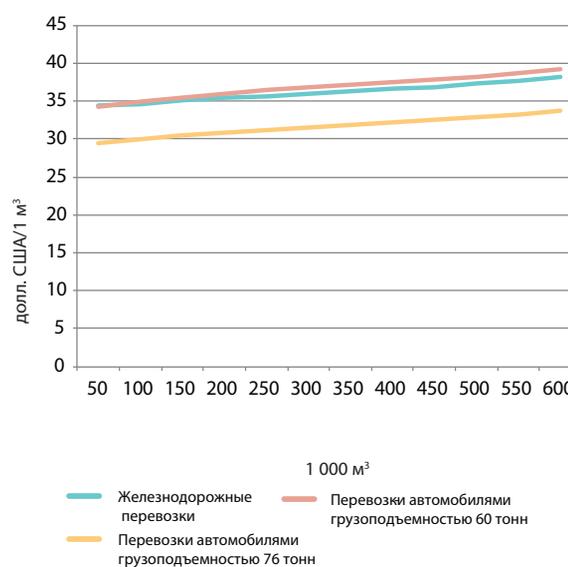
1. Были отобраны пробные площади, которые в рамках НТЛ были отнесены по возрасту к классу «молодое насаждение, подлежащее прореживанию» и следующей предложенной операцией для которых являлось «первое прореживание в течение следующих пяти лет после таксации». Для каждой отобранной пробной площади показатель вывозок ствольной древесины был рассчитан с использованием модели рубок ухода, которые предусмотрены действующим лесохозяйственным регламентом (Metsätalouden kehittämisskeskus Tapio, 2006). Были подготовлены две отдельные оценки возможного объема биомассы (по целым деревьям и ствольной древесине, очищенной от сучьев), поскольку количество получаемого древесного топлива и соответствующие затраты зависят от методов лесозаготовок.
2. Для определения целесообразности заготовки древесного топлива исходя из соображений устойчивости выбор приемлемых участков производился с учетом следующих ограничений: 1) с целью недопущения истощения запасов питательных веществ заготовка целых деревьев, согласно модели, могла производиться лишь на участках с плодородной почвой, а также на участках с минеральными почвами, где не преобладает ель; 2) коэффициент технической рекуперации (т.е. соотношение заготовленной и доставленной на электростанцию биомассы) составлял в соответствии со сделанными предположениями для целых деревьев 90%, а для ствольной древесины – 100%; 3) вывозки древесины для производства энергии должны были составлять не менее 25 м³ на гектар – что соответствует приблизительно одному грузовику на насаждение площадью в один гектар.
3. Была рассчитана доля лесов, пригодных для заготовки древесного топлива в провинции Кайнуу. Площадь отобранных участков была разделена на общую площадь насаждений, отнесенных по возрасту в провинции Кайнуу к классу «молодое насаждение, подлежащее прореживанию». Впоследствии было сделано предположение, что эта доля является постоянной во всех муниципалитетах провинции Кайнуу. Причина заключалась в том, что площади, представленные отобранными участками, не могут напрямую использоваться на муниципальном уровне вследствие незначительного числа участков НТЛ.
4. Площадь пригодных для заготовки древесного топлива лесов в каждом муниципалитете была рассчитана путем умножения площади насаждений класса возраста «молодое насаждение, подлежащее прореживанию» на соответствующую процентную долю.
5. Средние показатели объема вывозок целых деревьев и ствольной древесины на гектар были рассчитаны для всей провинции.
6. Потенциально возможный с технической точки зрения объем вывозок был получен путем умножения среднего объема вывозок на площадь лесов, пригодных для заготовки древесного топлива в каждом муниципалитете.

Часть древесного топлива, потенциально возможный объем вывозок которого был рассчитан при составлении оценок, уже используется домашними хозяйствами и предприятиями энергетического и лесного секторов. В исследовании было сделано предположение, что тонкомерная древесина, которая уже заготавливается в рамках рубок ухода и используется в других целях, не будет поставляться на электростанцию в городе Коккола. Поэтому для целей оценки показатель текущего объема потребления был вычтен из потенциально возможного с технической точки зрения объема вывозок.

Для сравнительного анализа затрат было выбрано в общей сложности девять различных логистических цепочек поставок. Затраты на поставку с использованием каждой из этих цепочек были рассчитаны путем сложения стоимости рубок и стоимости перевозки для всех пунктов снабжения. Затраты на поставку с использованием трех отобранных логистических цепочек показаны на рисунке 6.5. Согласно полученным результатам, использование большегрузных автотранспортных средств (например, грузоподъемностью 76 т) представляет собой более привлекательное по цене решение, чем железнодорожные перевозки, и является наименее затратным вариантом. Кроме того, рубки ухода позволяют получать больше древесины, если она заготавливается в виде целых деревьев, а не ствольной древесины, однако стоимость поставок в этом случае выше.

РИСУНОК 6.5

Кривые стоимости отдельных вариантов поставок древесного топлива из провинции Кайнуу в Кокколу



Источник: Nivala et al. 2015.

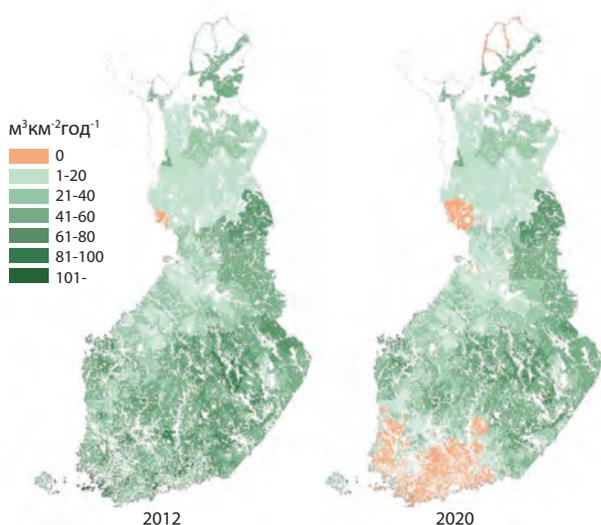
6.4.2 Субнациональный/национальный уровень

Ни потенциальное предложение древесного топлива, ни спрос на него не распределяются равномерно по ландшафту. Поэтому для Финляндии были составлены балансы древесного топлива (Nivala et al. 2016). Баланс представляет собой разницу между пространственно-эксплицитным потенциальным предложением и текущим спросом.

Пространственно-эксплицитные модели потенциально возможного с технической точки зрения объема вывозок древесины для производства энергии основаны на данных НЛТ. Процесс оценки потенциально возможного с технической точки зрения показателя по тонкомерным деревьям был описан в разделе 6.4.1. Однако, поскольку устойчивый уровень вывозок лесосечных отходов и пней зависит от объема заготовок делового круглого леса, были составлены два различных сценария заготовок: 1) максимальный устойчивый уровень вывозок и 2) вывозки с учетом фактического объема рубок.

РИСУНОК 6.6

Пространственно-эксплицитные устойчивые уровни вывозок лесосечных отходов (м^3 на км^2 в год) в 2012 и 2020 годах с учетом конкуренции



Примечание: Показатель максимального устойчивого уровня вывозок делового круглого леса основывается на предположении. Коричневым цветом окрашены районы, где ожидаемый спрос превысит потенциальное предложение.

В обоих сценариях объем биомассы крон деревьев и пневой древесины, получаемый при рубках главного пользования, представляет собой теоретически возможный показатель. Потенциально возможный с технической точки зрения показатель был получен путем исключения биомассы, оставляемой на бедных питательными веществами участках, и применения

коэффициентов технической рекуперации к остальной части биомассы (Koistinen et al. 2016). Для лесосечных отходов коэффициент рекуперации составлял 70%, а для пней – 82–84%. Впоследствии потенциально возможные показатели были распределены между муниципалитетами пропорционально их доле в площади спелых лесов. На заключительном этапе для обеспечения пространственной эксплицитности потенциально возможные показатели по каждому муниципалитету были равномерно распределены между лесными угодьями, пригодными для производства древесины.

Пространственно-эксплицитная карта спроса была составлена на основе базы данных о всех тепло- и электрогенерирующих предприятиях, которые по состоянию на 2012 год использовали древесное топливо. Данные из этой базы были затем дополнены информацией о будущих предприятиях, строительство которых уже запланировано. Потом установленный на 2020 год национальный целевой показатель в размере 13,5 млн м^3 был распределен между всеми предприятиями исходя из их максимальной мощности. После этого для каждого предприятия были начерчены концентрические круги поставок, количество которых зависело от фактических или расчетных потребностей в древесном топливе, распределенных между кругами. В заключение совпавшие круги поставок были объединены. Благодаря всему этому были составлены карты спроса на три вида древесного топлива в 2012 и 2020 годах.

Карты баланса древесного топлива указали на наличие географического несоответствия между потенциальным предложением и спросом (рис. 6.6). Даже в случае увеличения объема заготовки делового круглого леса до максимального устойчивого уровня в южной части Финляндии и на побережье Ботнического залива может, согласно нашим прогнозам, возникнуть напряженная ситуация в плане удовлетворения спроса. В этих районах ожидаемый спрос может превысить потенциальное предложение древесного топлива, заготавливаемого на местном уровне. С другой стороны, темно-зеленые участки на картах указывают районы, где технический потенциал в аспекте конкуренции будет самым высоким. С точки зрения технического потенциала эти районы будут весьма привлекательны для строительства новых энергообъектов. Однако необходим дополнительный анализ для подтверждения экономической жизнеспособности конкретных мест.

В других государствах – членах ЕЭК ООН могут использоваться несколько иные методы, основанные на данных таксации. Например, в работах Агилара и др. (2012) и Гоерндта и др. (2013) описываются методы, в рамках которых для оценки запасов топливной древесины, имеющихся в районах, где осуществляются закупки для энергетических объектов, используются данные Программы таксации и анализа лесов (ПТАЛ) Лесной службы Министерства сельского хозяйства США. Данные со стационарных участков ПТАЛ позволяют подготавливать оценки по стволу древесине, пням и сучьям, которые затем могут служить основой для моделирования оценок по округам или районам лесозаготовок с совпадающими сводными статистическими данными.

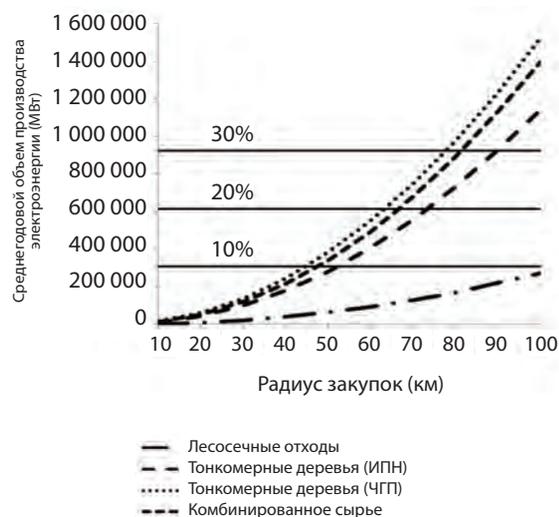
Вопрос о доступности древесины, имеющейся для целей производства энергии на уровне лесонасаждения, во многоуровневых оценках Гоерндта и др. (2013a), Агилара и др. (2012), Гоерндта и др. (2013b) и Гоерндта и др. (2015) не рассматривался, поскольку они применяли метод систематической выборки к территории всей страны. Таким образом, на основе оценочных данных по отдельным участкам они составляли оценки на уровне округа. Однако такие оценки могут иметь высокую степень погрешности в зависимости от количества пробных площадей в каждом округе. Предложение в районах, где осуществляются закупки, можно рассчитать на основе данных о плотности насаждений и информации об осуществимости заготовки имеющегося древесного топлива: 1) тонкомерных деревьев, 2) вершин и сучьев и 3) целых деревьев. Районы с наибольшими запасами древесного топлива можно определить с помощью локализованных оценок и карт.

Оценка запасов древесного топлива в районах его заготовки требует проведения многоуровневого анализа с учетом формы района, существующих местных пользователей древесины и наложения границ районов заготовки. При оценке запасов древесного энергетического сырья обычно исходят из того, что район заготовки имеет форму круга, что обусловлено радиальным характером движения транспорта от лесного участка к энергообъекту. В работах Гоерндта и др. (2012 и 2015) оценка запасов древесного топлива в районах его заготовки представляет собой взвешенную оценку объема этого топлива в тоннах на гектар в округах, пересекающих соответствующий район заготовок, которая затем применяется ко всему району заготовки. Для оценки потенциального ежегодного объема производства древесного топлива в районах заготовки Гоерндт и др. (2013a) вводят ограничения на его вывозки в зависимости от режима закупок, применяемых НМУ и конкретных экологических соображений. Это необходимо для обеспечения устойчивого использования лесных ресурсов во времени. Что касается порубочных остатков, то в оценках использовался показатель объема лесосечных отходов, подлежащих оставлению на месте рубки, в размере 35%, что обеспечило учет средних показателей, рекомендованных в различных руководствах по НМУ (Perlack et al. 2005).

Расстояние перевозки в большинстве случаев зависит от природных и постоянных затрат на обработку и вывозку древесины, используемой для производства энергии. Важными факторами, которые следует учитывать при расчете окончательной стоимости древесного энергетического сырья с доставкой, являются (когда это применимо) расстояние поставки, затраты на заготовку, природные транспортные издержки, стоимость леса на корню и затраты на переработку в щепу/измельчение (Goerndt et al. 2013). Эти экономические расчеты позволяют определить предельную дальность перевозок древесного топлива, необходимую для сравнительного анализа стоимости доставки угля как альтернативного для руководства электростанций энергоресурса, которая является одним из главных факторов, препятствующих выбору древесного топлива в качестве источника электроэнергии (Goerndt et al. 2013b).

РИСУНОК 6.7

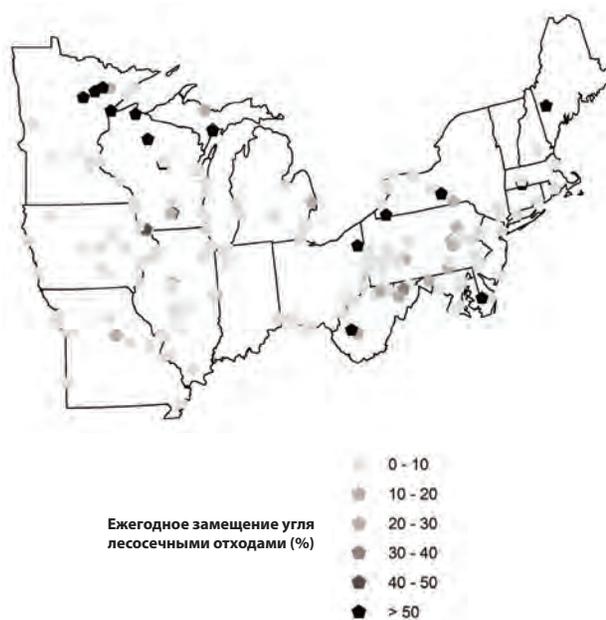
Расчетный среднегодовой объем производства электроэнергии на выбранных электростанциях в зависимости от вида древесного энергетического сырья и расстояния перевозки



Примечание: Доля от среднегодового объема производства электроэнергии с использованием угля (МВт) на выбранных электростанциях указана отдельно – ей соответствуют горизонтальные линии.

РИСУНОК 6.8

Доля годового объема производства электроэнергии с использованием угля, которая, согласно расчетам, могла бы приходиться на лесосечные отходы на каждой из выбранных в радиусе 60 км электростанций



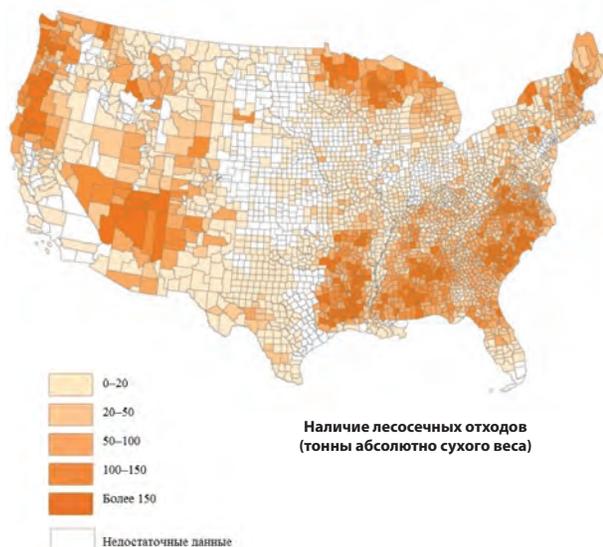
В 2012 году был проведен анализ возможностей использования технологий совместного сжигания угля и древесного топлива на отдельных электростанциях в районах заготовки топливной древесины в «Северо-восточном углу» США (квадранте, крайними границами которого служат штаты Мэн, Мэриленд, Миссури и Миннесота). Этим анализом были охвачены три вида заготавливаемого древесного энергетического сырья: лесосечные отходы, тонкомерные деревья и комбинированное сырье (сочетание первых двух видов). Вокруг каждой из выбранных электростанций были начерчены концентрические круги поставок различного радиуса, который был определен с учетом подготовленных на уровне округов оценок по каждому виду заготавливаемого древесного энергетического сырья. Стоимость перевозки каждого вида сырья была рассчитана исходя из оценок приростных (на км) и постоянных фиксированных затрат. В заключение были выявлены электростанции, которые с учетом затрат на перевозку и наличия ресурсов могли бы ежегодно производить большую часть электроэнергии с использованием древесного энергетического сырья. Закупочные цены (долл.США/тонна) на древесное топливо, заготавливаемое непосредственно в лесах, были рассчитаны исходя из предположений в отношении приростных и постоянных фиксированных затрат. Результаты анализа закупаемых видов древесного энергетического сырья и районов их заготовки (рис. 6.7) показали, что в условиях отсутствия конкуренции со стороны близлежащих электростанций объем производства электроэнергии с использованием тонкомерных деревьев мог бы достигнуть 30% от текущего показателя выработки электричества на основе сжигания угля (рис. 6.8).

При использовании данных ПТАЛ в США степень разрешения пространственных данных, как правило, устанавливается для всей страны. Одна из основных проблем заключается в том, что качество данных не является одинаковым во всех штатах. Например, некоторые из них реже, чем другие, проводят измерения на участках ПТАЛ или используют для измерений несколько иные параметры. В этих случаях, как отмечается в работе Агилара и др. (2012), приходится полагаться на оценки по древесному энергетическому сырью, подготовленные на уровне штатов, или, по крайней мере, допускать однородность запасов древесных энергетических ресурсов на больших территориях. Министерство энергетики США (2016) подготовило подборку данных о лесных ресурсах на уровне округов, которые позволяют получить представление о масштабах наличия сырья и в то же время свидетельствуют об ограниченности мелкомасштабных данных на национальном уровне. На рисунке 6.9 показаны масштабы наличия лесосечных отходов в США.

Оценки наличия лесосечных отходов на уровне округов в 2017 году, которые приводятся на рисунке 6.9, были подготовлены исходя из высокого спроса на энергию, умеренного спроса на жилье и средней цены в размере 60 долл.США/тонна абсолютно сухих отходов. В этих оценках также учтены текущие показатели объема лесозаготовок в промышленных лесах и тенденции на рынке круглого леса. Показанные на карте районы

РИСУНОК 6.9

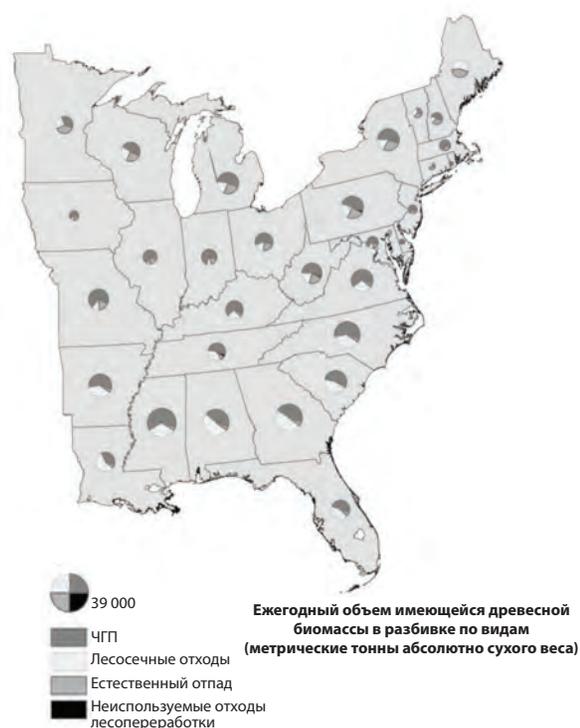
Оценки наличия лесосечных отходов для целей производства биоэнергии на уровне округов (тонны абсолютно сухого веса) в 2017 году



Источник: U.S. Department of Energy, 2016.

РИСУНОК 6.10

Наличие биомассы в восточной части США в разбивке по видам



С высокими показателями наличия лесосечных отходов полностью совпадают с наиболее лесистыми районами США. Однако лесохозяйственных данных во многих округах недостаточно для подготовки таких оценок. Ситуация с данными о наличии древесины для производства энергии и других лесных товаров в отдельных округах является неодинаковой, при этом многое зависит от источника сырья и допущений в отношении спроса и использования лесных товаров (US Department of Energy, 2016).

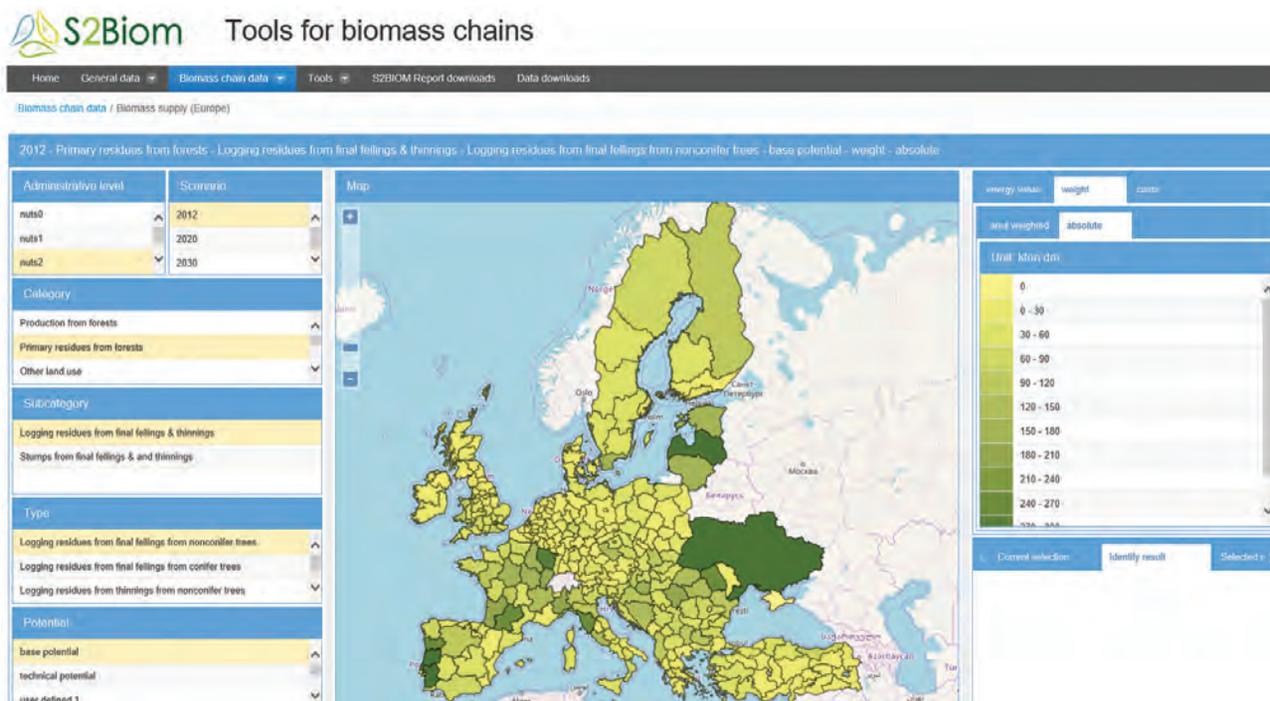
В исследовании Гоерндта и др. (2014) с использованием многоэтапного подхода был проведен анализ наличия на национальном уровне древесного топлива для производства биоэнергии в США. Первый этап явился своего рода продолжением стратегии моделирования логистической деятельности, которая использовалась в работе Агилара и др. (2012) с целью определения округов США с наибольшим потенциалом для применения технологии совместного сжигания угля и древесины. В рамках метода моделирования Гоерндта и др. (2014) в качестве ковариат использовались внутренние, внешние и географические факторы, касающиеся исключительно электроэнергетической отрасли, а также переменные параметры, имеющие отношение непосредственно к древесному

энергетическому сырью. Эта модель позволила с учетом соответствующих ограничений и имеющихся данных выявить округа США с высоким потенциалом для применения технологий совместного сжигания. Однако был сделан вывод, что такой анализ не подходит для масштабов всей страны ввиду несовместимости данных на национальном уровне и высокой степени обобщения ключевых факторов в части как отрасли, так и ресурсов. Поэтому результаты этого анализа были использованы для проведения оценки лишь по восточной части США (рис. 6.10).

После определения того, в каких штатах много округов с высоким потенциалом для применения технологии совместного сжигания, данные ПТАЛ были использованы в рамках проведения на уровне штатов оценки ресурсов древесного топлива, имеющихся для этих целей. Увеличение пространственного масштаба анализа позволило выявить несколько источников древесного топлива, включая чистый годичный прирост древесной биомассы (т.е. прирост биомассы надземной части лесной древесной растительности за вычетом текущего показателя объема вывозок), лесосечные отходы, естественный отпад и неиспользуемые отходы лесопереработки. Согласно оценкам, источники древесного топлива в отдельных штатах весьма

РИСУНОК 6.11

Копия экрана общедоступной программы просмотра потенциально возможных показателей заготовки биомассы в Европе



Примечание: Пользователь может, например, задать такие параметры, как степень интенсивности использования биоэнергии, временные рамки и категория биомассы, а ему в ответ будут представлены соответствующие потенциально возможные показатели заготовки биомассы.

Источник: S2Biom, 2017.

разнообразны, однако данные неизменно указывают на то, что ключевыми из них являются чистый годичный прирост древесной биомассы и порубочные остатки, при том что определенным потенциалом также обладает и естественный отпад.

6.4.3 Региональный и международный уровень

Сравнительный анализ потенциального устойчивого уровня заготовки древесного топлива между странами сопряжен с еще большими трудностями, чем составление оценок на субнациональном/национальном уровне и уровне отдельных предприятий. В силу различий, существующих в системах таксации лесов, качество исходных данных является весьма неодинаковым. Единицы измерения, используемые в отдельных странах, также разнятся. Попытки обеспечить согласованность оценок на международном уровне не прекращаются.

В Европе по линии седьмой Рамочной программы ЕС были выделены средства для финансирования проекта S2Biom (Обеспечение устойчивых поставок непищевой биомассы для поддержки развития ресурсоэффективной биоэкономики в Европе), цель которого состоит в оценке потенциала в области заготовки биомассы на субнациональном уровне в ЕС-28, странах западной части Балкан, Молдове, Турции и Украине (S2Biom, 2017). Для расчета потенциала в области производства древесного топлива на основе данных НТЛ каждой страны использовался метод моделирования сценариев (Dees et al. 2017a). Сценарии были подготовлены для 2012, 2020 и 2030 годов, при этом они учитывали различные сдерживающие факторы. Потенциально возможный с технической точки зрения показатель представлял собой максимальный объем имеющейся в лесах лигноцеллюлозной биомассы, который при минимальных ограничениях может быть заготовлен для его возможного последующего использования в целях производства энергии. Исходя из норм в области обеспечения устойчивости к базовому потенциально возможному показателю были применены дополнительные ограничения. К их числу относились ограничения на заготовку лесосечных отходов и древесины пней, вводимые с учетом таких факторов, как продуктивность участка, пересеченность местности, мощность почвы, текстура поверхности почвы, риск уплотнения почвы, биоразнообразие, коэффициент рекуперации и несущая способность грунта. Кроме того, были подготовлены девять других сценариев потенциально возможного объема заготовки древесного топлива, основанные на различных допущениях в отношении площади лесов, пригодных для заготовки древесины, коэффициента рекуперации и альтернативных областей использования.

В базовом сценарии потенциальное предложение древесной биомассы (включая круглый лес) в

37 странах, охваченных оценкой 2012 года, составляло, согласно расчетам, 728 млн м³ в год (Dees et al. 2017b). Приблизительно треть показателя, полученного после вычета объема производства круглого леса, данные о котором были представлены ФАОСТАТ, использоваться не будет. Затраты на заготовку были рассчитаны с учетом доставки на верхний склад, а также переработки в щепу или измельчения, но исключая затраты на автомобильные перевозки и производство. Методика оценки уровня затрат состояла из двух основных компонентов: 1) оценки стоимости машино-часа и 2) оценки производительности труда. Для обеспечения большей сопоставимости затрат между субрегионами цепочки производства и сбыта были стандартизированы. В Восточной Европе затраты на заготовку, как правило, ниже, чем в других частях региона, охваченного исследованием. Это можно объяснить, по крайней мере отчасти, более низкими затратами на капиталовложения, топливо, и особенно рабочую силу.

Все расчетные показатели потенциально возможного объема заготовки биомассы и соответствующих затрат имеются в открытом доступе на веб-платформе (www.biomass-tools.eu). Помимо программ для просмотра потенциально возможных показателей (рис. 6.11) и кривых затрат на заготовку, платформа включает ряд других инструментов для подбора технологии преобразования с учетом вида биомассы, определения местоположения энергообъектов и проектирования производственно-сбытовых цепочек.

6.5 Выводы

Оценки устойчивого уровня заготовки древесного энергетического сырья могут помочь спрогнозировать потенциал лесов как прямого источника древесного топлива. Оценки с использованием различных масштабов могут применяться на различных уровнях: местном, национальном и международном. Недавно был проведен целый ряд исследований, в рамках которых анализ потенциального уровня заготовки древесного топлива проводился на основе данных таксации лесов и с учетом биофизических и экономических ограничений. Биоэнергетические проекты становятся явью, и составляемые оценки уже можно сравнивать с результатами, полученными в рамках их реализации. Эти результаты могут служить своего рода контрольными показателями для того, чтобы исходя из наилучшей имеющейся информации и знаний определить, превышает или нет объем вывозок устойчивый уровень. В будущем важно будет принять меры в целях мониторинга устойчивости заготовок древесного топлива, поскольку он позволит проводить эмпирический анализ воздействия закупок древесины, производимых в различных масштабах, на лесорастительные условия и ландшафт.

6.6 Справочная литература

- Aguilar, F. X., Goerndt, M. E., Shifley, S. and N. Song. 2012. Internal, external and location factors influencing cofiring of biomass with coal in the U.S. northern region. *Energy Economics*. 34:1790-1798.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. and P. Väisänen (eds.) 2014. *Metsänhoidon suosituksset*. [Guidelines for sustainable forest management.] Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. Имеется по адресу http://www.metsanhoitosuosituksset.fi/wp-content/uploads/2016/08/Metsanhoiton_suosituksset_Tapio_2014.pdf.
- Borsboom, N., Hektor, B., McCallum, B. and E. Remedio. 2002. Social Implications of forest energy production. 2002. In Richardson, J., Björheden, R., Hakkila, P., Lowe, A., & Smith, C.T. (eds). *Bioenergy from sustainable forestry. Guiding principles and practice*. Kluwer Academic Publishers. *Forestry Sciences*.71:265-297.
- Dees, M., Elbersen, B., Fitzgerald, J., Vis, M., Anttila, P., Forsell, N., Ramirez-Almeyda, J., García Galindo, D., Glavonjic, B., Staritsky, I., Verkerk, H., Prinz, R., Monti, A., Leduc, S., Höhl, M., Datta, P., Schrijver, R., Zudin, S., Lindner, M., Lesschen, J. and K. Diepen. 2017a. A spatial data base on sustainable biomass cost-supply of lignocellulosic biomass in Europe - methods & data sources. Project Report. S2BIOM – a project funded under the European Union 7th Frame Programme. Grant Agreement n°608622. Chair of Remote Sensing and Landscape Information Systems, Institute of Forest Sciences, University of Freiburg. 176 p.
- Dees, M., Elbersen, B., Fitzgerald, J., Vis, M., Anttila, P., Forsell, N., Ramirez-Almeyda, J., Glavonjic, B., Staritsky, I., Verkerk, H., Prinz, R., Leduc, S., Datta, P., Lindner, M., Zudin, S. and M. Höhl. 2017b. Atlas with regional cost supply biomass potentials for EU 28, Western Balkan Countries, Moldavia, Turkey and Ukraine. Project Report. S2BIOM – a project funded under the European Union 7th Framework Programme for Research. Grant Agreement n°608622. Chair of Remote Sensing and Landscape Information Systems, Institute of Forest Sciences, University of Freiburg. 103 p.
- FAO. 2010. Criteria and indicators for sustainable woodfuels. *FAO Forestry Paper* 160. 103 p.
- Goerndt, M. E., Aguilar, F. X., Miles, P., Song, N., Shifley, S. and H. Stelzer. 2012. Regional assessment of woody biomass physical availability as an energy feedstock for combined combustion in the U.S. Northern Region. *Journal of Forestry*. 110(3): 138-148.
- Goerndt, M.E., D'Amato, A., and J. Kabrick. 2014. Chapter 4: Wood Energy and Forest Management. In: Aguilar, F.X. (ed). *Wood Energy in Developed Economies*. London,UK: Earthscan Publishing. Pp. 93-127.
- Goerndt, M.E., Aguilar, F.X. and K. Skog. 2013a. Resource potential for renewable energy generation from co-firing of woody biomass with coal in the Northern U.S. *Biomass and Bioenergy*. 59:348-361.
- Goerndt, M.E., Aguilar, F.X. and K. Skog. 2013b. Drivers of biomass co-firing in U.S. coal-fired power plants. *Biomass and Bioenergy*. 58:158-167.
- Goerndt, M.E., Aguilar, F.X. and K. Skog. 2015. Potential for Coal Power Plants to Co-Fire with Woody Biomass in the U.S. North, 2010-2030: A Technical Paper Supporting the Northern Forest Futures Project. US Forest Service Technical Report.
- International Organization for Standardization. 2014. ISO 17225-1:2014(en). Solid biofuels. Fuel specifications and classes. Part 1: General requirements.
- Koistinen, A., Luro, J-P. and K. Vanhatalo. (eds.) 2016. *Metsänhoidon suosituksset energiapuun korjuuseen, työopas*. [Guidelines for sustainable harvesting of energy wood.] Tapion julkaisuja. Available at: http://tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/MHS-Energiapuun-korjuun-suositukset_verkkojulkaisu2.pdf.
- Lattimore, B., Smith, C. T., Titus, B. D., Stupak, I. and Egnell, G. 2009. Environmental factors in woodfuel production: Opportunities, risks, and criteria and indicators for sustainable practices. *Biomass and Bioenergy*. 33(10):1321-1342.
- Lunnan, A., Stupak, I., Asikainen, A., and R. Raulund-Rasmussen. 2008. Introduction to sustainable utilisation of forest energy. In: Röser, D., Asikainen, A., Raulund-Rasmussen, K. & Stupak, I. (eds.). *Sustainable use of forest biomass for energy. A synthesis with focus on the Baltic and Nordic region*. *Managing Forest Ecosystems* 12: 1-8.
- Nivala, M., Anttila, P. and J. Laitila. 2015. A GIS-based comparison of long-distance supply of wood for energy for future needs from young forests to the coast of Finland. *International Journal of Forest Engineering*. 26(3): 185-202.
- Nivala, M., Anttila, P., Laitila, J., Salminen, O. and M. Flyktman. 2016. A GIS-based methodology to estimate the regional balance of potential and demand of forest chips. *Journal of Geographic Information Systems*. 8: 633-662.
- Perlack, R., Wright, L. L., Turhollow, A. F., Graham, R. L., Stokes, B.C. and D. Erbach. 2005. Biomass as feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: the technical feasibility of a billion-ton annual supply. Oak Ridge National Laboratory. Имеется по адресу http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/final_billionton_vision_report2.pdf, accessed Sept 10, 2010.
- S2Biom. 2017. Имеется по адресу <http://www.s2biom.eu>.
- Shepard, J. P. 2006. Water quality protection in bioenergy production: The US system of forestry Best Management Practices. *Biomass and Bioenergy*. 30: 378-384.
- Smith, W.B., Miles, P., Perry, C. and S. Pugh. 2009. *Forest Resources of the United States, 2007*. US For. Serv. Gen. Tech. Rep. WO-78. 336 p.
- U.S. Department of Energy. 2016. 2016 Billion-Ton Report: Advancing Domestic Resources for a Thriving Bioeconomy, Volume 1: Economic Availability of Feedstocks. M. H. Langholtz, B. J. Stokes, and L. M. Eaton (Leads), ORNL/TM-2016/160. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. 448p. doi: 10.2172/1271651.
- Vis, M.W., van den Berg, D., Anttila, M.P., Böttcher, H., Dees, M., Domac, J., Eleftheriadis, I., Gecevaska, V., Goltsev, V., Gunia, K., Kajba, D., Koch, B., Köppen, S., Kunikowski, G., Lehtonen, A.H.S., Leduc, S., Lemp, D., Lindner, M., Mustonen, J., Paappanen, T., Pekkanen, J.M., Ramos, C.I.S., Rettenmaier, N., Schneider, U.A., Schorb, A., Segon, V., Smeets, E.M.W., Torén, C.J.M., Verkerk, P.J., Zheliezna, T.A. and S. Zibtsev. 2010. Harmonization of biomass resource assessments Volume I: Best Practices and Methods Handbook. 220 p.



ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО СТРАНАМ СОЭД

ТАБЛИЦА А1.1

Страны, представившие ответы

Страна	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Албания	-	-	-	A	-	-
Армения	NC	NC	-	B	A	A
Австрия	A	A	A	A	A	A
Азербайджан	NC	-	-	-	A	A
Беларусь	-	-	I	-	-	-
Бельгия	-	-	A	-	-	-
Босния и Герцеговина	-	-	I	A	A	A
Болгария	-	-	-	NC	-	-
Канада	A	B	I	S	A	A
Хорватия	-	-	-	-	A	A
Кипр	NC	A	A	A	A	A
Чешская Республика	A	-	A	A	A	A
Дания	-	-	-	A	A	-
Эстония	-	-	A	A	A	A
Финляндия	A	A	A	A	A	A
Франция	A	A	A	A	A	A
Грузия	-	-	-	-	-	A
Германия	A	A	B	A	A	A
Греция	-	-	-	-	-	-
Венгрия	-	-	-	-	B	-
Исландия	-	-	NC	A	A	A
Ирландия	-	A	A	A	A	B
Израиль	-	-	NC	NC	-	-
Италия	NC	-	B	S	-	A
Казахстан	NC	NC	-	-	-	B
Кыргызстан	NC	-	-	-	-	-
Латвия	-	B	-	-	-	A
Лихтенштейн	-	B	A	NC	-	-
Литва	A	A	A	-	-	A
Люксембург	-	A	A	A	A	A
Мальта	-	-	-	-	-	-
Черногория	-	-	-	-	-	B
Нидерланды	A	A	-	A	A	A
Норвегия	A	NC	A	A	A	A
Польша	-	NC	-	A	-	A
Португалия	-	-	-	-	-	A
Республика Молдова	-	-	-	-	A	A
Румыния	-	-	-	S	-	-
Российская Федерация	-	B	A	-	-	-
Сербия	-	A	A	A	A	A
Словацкая Республика	-	A	A	A	-	A
Словения	A	A	A	A	A	A
Испания	-	-	-	-	-	-
Швеция	A	A	A	A	A	A
Швейцария	A	A	A	A	A	A
Таджикистан	-	-	-	-	-	-
Бывшая югославская Республика Македония	NC	-	-	-	A	-
Турция	-	NC	I	I	-	-
Туркменистан	-	-	-	-	-	-
Украина	NC	-	-	A	-	-
Соединенное Королевство	A	A	A	A	A	A
Соединенные Штаты	A	A	A	A	A	A
Узбекистан	-	-	-	-	-	-

Условные обозначения:

A: качественные данные. Таблица IV заполнена.

S: оценки секретариата на основе данных МЭА за 2010 год, официальные данные не представлялись.

I: недостаточные данные.

NC: отсутствие потенциала.

B: частичные данные. Таблица IV не заполнена.

- : ответ не представлялся.

Затенение: 12 стран СОЭД.

Примечание: Андорра, Монако и Сан-Марино процессом СОЭД не охвачены.

ТАБЛИЦА А 1.2

Агрегированные данные по странам за 2015 год

АРМЕНИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	5	502	0	507
	S2 Опосредованные источники	0	0	0	0	0
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		0	5	502	0	507

АВСТРИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	6 859	529	7 388
	S2 Опосредованные источники	6 352	7 357	1 105	1 404	16 218
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		6 352	7 357	7 964	1 932	23 606

АЗЕРБАЙДЖАН		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	235	110	346
	S2 Опосредованные источники	0	0	24	12	36
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		0	0	259	122	382

БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	78	3 385	40	3 502
	S2 Опосредованные источники	0	0	0	0	0
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		0	78	3 385	40	3 502

ТАБЛИЦА А1.2

Агрегированные данные по странам за 2015 год (продолжение)

КАНАДА		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	15 387	0	15 387
	S2 Опосредованные источники	0	48 048	3 150	0	51 198
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		0	48 048	18 536	0	66 584

ХОРВАТИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	121	49	2 668	0	2 838
	S2 Опосредованные источники	67	72	353	0	492
	S3 Рекуперированная древесина	23	180	0	0	202
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		211	301	3 021	0	3 533

ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	8 384	0	8 384
	S2 Опосредованные источники	1 620	2 251	547	131	4 550
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		1 620	2 251	8 932	131	12 935

КИПР		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	12	0	12
	S2 Опосредованные источники	0	1	39	54	94
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		0	1	51	54	105

ТАБЛИЦА А1.2

Агрегированные данные по странам за 2015 год (продолжение)

ЭСТОНИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	805	22	1 292	25	2 143
	S2 Опосредованные источники	1 334	1 020	548	23	2 924
	S3 Рекуперированная древесина	29	0	0	0	29
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		2 167	1 042	1 840	48	5 096

ФИНЛЯНДИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	4 762	617	4 668	689	10 735
	S2 Опосредованные источники	4 912	20 027	999	234	26 171
	S3 Рекуперированная древесина	621	39	169	72	901
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		10 295	20 682	5 836	995	37 807

ФРАНЦИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	1 818	1 658	19 472	0	22 949
	S2 Опосредованные источники	1 105	5 126	7 037	2 222	15 490
	S3 Рекуперированная древесина	1 253	967	0	0	2 219
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		4 175	7 751	26 510	2 222	40 657

ГРУЗИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	4	2 082	35	2 121
	S2 Опосредованные источники	0	0	1	0	1
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		0	4	2 082	35	2 122

ТАБЛИЦА А1.2

Агрегированные данные по странам за 2015 год (продолжение)

ГЕРМАНИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	3 661	2 715	20 111	1 112	27 599
	S2 Опосредованные источники	3 598	4 825	5 667	1 413	15 503
	S3 Рекуперированная древесина	6 039	4 479	1 410	41	11 968
	S4 Неустановленные источники	106	79	0	19	204
	Сумма [S1;S2;S3;S4]	13 404	12 097	27 189	2 584	55 274

ИСЛАНДИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	2	0	0	0	2
	S2 Опосредованные источники	2	22	0	0	24
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
	Сумма [S1;S2;S3;S4]	5	22	0	0	26

ИТАЛИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	27 614	0	27 614
	S2 Опосредованные источники	8 644	877	4 209	414	14 144
	S3 Рекуперированная древесина	0	974	0	0	974
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
	Сумма [S1;S2;S3;S4]	8 644	1 851	31 823	414	42 732

ЛАТВИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	66	223	322	32	642
	S2 Опосредованные источники	810	1 235	172	132	2 349
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
	Сумма [S1;S2;S3;S4]	876	1 458	493	165	2 992

ТАБЛИЦА А 1.2

Агрегированные данные по странам за 2015 год (продолжение)

ЛИТВА		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	0	0	0
	S2 Опосредованные источники	0	0	0	0	0
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	2 871	547	2 525	226	6 169
Сумма [S1;S2;S3;S4]		2 871	547	2 525	226	6 169

ЛЮКСЕМБУРГ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	110	1	112
	S2 Опосредованные источники	97	103	9	0	209
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		97	103	119	1	321

РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	10	3 518	77	3 606
	S2 Опосредованные источники	0	3	14	6	23
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		0	13	3 533	84	3 629

НИДЕРЛАНДЫ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	197	0	1 677	278	2 152
	S2 Опосредованные источники	22	158	224	210	615
	S3 Рекуперированная древесина	1 397	0	344	44	1 785
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		1 616	158	2 246	532	4 552

ТАБЛИЦА А 1.2

Агрегированные данные по странам за 2015 год (продолжение)

НОРВЕГИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	1 827	0	1 827
	S2 Опосредованные источники	0	1 240	364	0	1 605
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	808	0	0	0	808
	Сумма [S1;S2;S3;S4]	808	1 240	2 191	0	4 240

ПОЛЬША		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	9 316	9 464	26 646	6 400	51 825
	S2 Опосредованные источники	0	0	0	0	0
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
	Сумма [S1;S2;S3;S4]	9 316	9 464	26 646	6 400	51 825

ПОРТУГАЛИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	6 678	0	6 678
	S2 Опосредованные источники	2 655	7 946	259	106	10 967
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	0	0	0
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
	Сумма [S1;S2;S3;S4]	2 655	7 946	6 937	106	17 645

СЕРБИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	10	182	5 466	293	5 951
	S2 Опосредованные источники	7	458	349	144	958
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	38	0	38
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
	Сумма [S1;S2;S3;S4]	17	641	5 853	437	6 947

ТАБЛИЦА А1.2

Агрегированные данные по странам за 2015 год (продолжение)

СЛОВАКИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	993	0	859	26	1 878
	S2 Опосредованные источники	1 020	1 311	50	52	2 432
	S3 Рекуперированная древесина	23	6	6	0	35
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		2 036	1 317	915	78	4 345

СЛОВЕНИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	1 528	0	1 528
	S2 Опосредованные источники	220	484	346	23	1 074
	S3 Рекуперированная древесина	0	0	10	0	10
	S4 Неустановленные источники	0	0	264	0	264
Сумма [S1;S2;S3;S4]		220	484	2 149	23	2 877

ШВЕЦИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	6 712	0	3 982	507	11 201
	S2 Опосредованные источники	7 351	21 921	1 084	663	31 020
	S3 Рекуперированная древесина	2 012	0	0	0	2 012
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		16 076	21 921	5 067	1 170	44 233

ШВЕЙЦАРИЯ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	890	73	1 168	412	2 543
	S2 Опосредованные источники	148	621	471	45	1 284
	S3 Рекуперированная древесина	682	294	0	7	984
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
Сумма [S1;S2;S3;S4]		1 720	988	1 639	464	4 811

ТАБЛИЦА А 1.2

Агрегированные данные по странам за 2015 год (продолжение)

СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	520	77	7 199	0	7 796
	S2 Опосредованные источники	16 009	6 775	1 379	497	24 660
	S3 Рекуперированная древесина	863	15	796	0	1 674
	S4 Неустановленные источники	0	0	0	0	0
	Сумма [S1;S2;S3;S4]	17 393	6 866	9 373	497	34 129

СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ		ПОТРЕБИТЕЛИ				
2015	[1 000 м³]	U1 Профильные производители электроэнергии и тепла	U2 Промышленный сектор	U3 Жилищно- коммунальный сектор	U4 Прочие потребители	Сумма [U1;U2;U3;U4]
ИСТОЧНИКИ	S1 Прямые источники	0	0	46 741	0	46 741
	S2 Опосредованные источники	0	75 461	13 315	0	88 777
	S3 Рекуперированная древесина	7 583	5 243	0	1 269	14 095
	S4 Неустановленные источники	30 875	47 876	0	9 230	87 981
	Сумма [S1;S2;S3;S4]	38 458	128 581	60 057	10 499	237 594

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ГЛОССАРИЙ

В настоящем глоссарии обобщаются используемые в публикации термины и определения, которые приводятся в соответствии со структурой вопросника Совместного обследования ЕЭК ООН/ФАО по сектору энергоносителей на базе древесины. Представленные в глоссарии термины и определения основаны на Международном стандарте ISO 16559:2014, Биотопливо твердое – термины, определения и описания. Основные термины и определения, содержащиеся в этом Стандарте, взяты из ранее опубликованных стандартов и Единой терминологии ФАО по биоэнергии (ЕТБЭ). Каждый термин и определение снабжены ссылками.

A2.1 Основные термины

биотопливо – топливо (твердое, жидкое или газообразное), полученное непосредственно или опосредованно из биомассы и используемое для производства биоэнергии. **Общая масса** твердого биотоплива состоит из массы **абсолютно сухого вещества** (органического и неорганического) и массы **влаги** (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

биоэнергия

Энергия, получаемая из биомассы.

Биомасса может либо непосредственно преобразовываться в энергию, либо перерабатываться в твердое, жидкое или газообразное топливо (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

биомасса

Материал биологического происхождения, за исключением материалов, залегающих в геологических образованиях и/или превратившихся в ископаемые остатки (на основе EN 14588:2010).

древесная биомасса

Биомасса деревьев, кустов и кустарников.

Это определение включает древесину из лесов, с плантаций и прочую первичную древесину, побочные продукты и отходы лесоперерабатывающей промышленности, а также древесину, бывшую в употреблении (ISO 16559: 2014; на основе EN 14588: 2010).

общая масса

Масса всех компонентов твердого топлива, включая сухое вещество и влагу (ISO 16559:2014; на основе EN 14588: 2010).

абсолютно сухое вещество

Не содержащая влаги биомасса, получаемая путем сушки до постоянной массы в специальных условиях (ISO 16559: 2014; на основе EN 14588: 2010).

неорганическое вещество

Негорючая часть топлива (ISO 16559:2014; на основе EN 14588: 2010).

зола (зольность)

Масса неорганического остатка, образующегося после сжигания топлива в стандартных условиях, которая обычно выражается в процентах от массы сухого вещества в топливе (ISO 16559: 2014; на основе ISO 1213-2:1992).

органическое вещество

Горючая часть топлива (ISO 16559:2014; на основе EN 14588: 2010).

влаги (содержание влаги, общее содержание влаги)

Вода в топливе, удаляемая в стандартных условиях (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

A2.2 Источники волокна

Источниками волокна для производства биотоплива являются **первичная биомасса (стволовая древесина, лесосечные отходы, корни, кора, энергетические культуры), вторичная биомасса (кора, торцевые обрезки, кромоочная обрезь, волокнистый шлам, шлифовальная пыль, опилки, горбыль и древесная стружка) и третичная биомасса (твердое топливо из бытовых отходов, древесина, бывшая в употреблении). Кору** можно рассматривать в качестве первичной биомассы, когда она используется в виде **топливной древесины**, и вторичной биомассы, когда она используется в качестве **побочного продукта лесоперерабатывающей промышленности. Лесосечные отходы означают древесную биомассу**, которая не может быть использована для производства делового круглого леса.

первичная биомасса

Биомасса, производимая непосредственно путем фотосинтеза и заготавливаемая или собираемая на поле или в лесу, где она выращивается (ISO 16559:2014; на основе ANSI/ASABE S593).

кора

Органическая клеточная ткань, которая формируется на высоких растениях (деревьях, кустах) и располагается снаружи зоны роста в виде оболочки древесного корпуса (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

лесосечные отходы

Отходы древесной биомассы (ветви и вершины деревьев, которые можно утилизировать в сыром виде или после сушки), образующиеся при проведении лесозаготовительных работ (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

стволовая древесина (круглый лес)

Часть ствола дерева без ветвей и вершины, длиной более 100 см (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

пень

Часть ствола дерева ниже линии валочного пропила (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

энергетические культуры

Древесные или травянистые культуры, выращиваемые и заготавливаемые именно по причине их энергетической ценности (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

послеуборочное хозяйство с коротким оборотом рубки

Производство древесной биомассы, обычно на сельскохозяйственных землях, путем возобновления стеблей (побегов) от (живых) пней или корней деревьев с коротким периодом роста (оборотом рубки), составляющим, как правило, от одного года до восьми лет (ISO 16559:2014).

вторичная биомасса

Отходы и побочные продукты переработки пищевых продуктов, кормов, волокна, древесины и материалов (такие, как опилки, черный щелок и сырная сыворотка), а также навоз, поступающий с животноводческих предприятий (ISO 16559:2014; на основе ANSI/ASABE S593).

побочные продукты лесоперерабатывающей промышленности (отходы лесоперерабатывающей промышленности)

Побочные продукты (или отходы) древесной биомассы, получаемые в процессе обработки древесины, а также в целлюлозно-бумажной промышленности (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

торцевые обрезки

Короткие кусочки древесины с корой или без коры, получаемые при обрезке торцов бревен или пиломатериалов (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

кромочная обрезь

Куски древесины с корой или без коры, получаемые при обрезке кромок пиломатериалов и сохраняющие часть первоначальной округлой поверхности дерева (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

волокнистый шлам

Шлам, который образуется в отстойниках при очистке сточных вод на целлюлозно-бумажных предприятиях, и сепарация которого производится методом седиментации или флотации (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

шлифовальная пыль

Пылевидные древесные отходы, образующиеся в процессе шлифования пиломатериалов и досок (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

опилки

Мелкие частицы, которые образуются при распиловке древесины, и длина большинства из которых составляет, как правило, от 1 до 5 мм (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

горбыль

Куски древесины с корой или без коры, получаемые из боковых частей бревен и имеющие с одной стороны, полностью или частично, первоначальную округлую поверхность дерева (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

древесная стружка

Древесная стружка, образующаяся в процессе строгания древесины (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

третичная биомасса

Отходы потребления, например жиры, смазочные материалы и масла, древесные отходы, образующиеся в процессе строительства и сноса зданий, прочий древесный лом, собираемый в городах, а также отходы упаковки, твердые коммунально-бытовые отходы и свалочные газы (ISO 16559:2014, на основе ANSI/ASABE S593).

твердые коммунально-бытовые отходы

Отходы, представляющие собой материалы, которые завершают свой жизненный цикл. *Твердые коммунально-бытовые отходы могут содержать фракции как биомассы, так и не биомассы. Твердым биотопливом могут служить только отделенные и незагрязненные фракции биомассы* (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

твердое топливо из бытовых отходов

Твердое топливо, подготовленное из неопасных отходов и предназначенное для выработки энергии на мусоросжигательных фабриках (установках) или фабриках (установках) попутного мусоросжигания (ISO 16559:2014; на основе EN 15359:2011).

древесина, бывшая в употреблении

Древесина или предметы из дерева, которые выполнили свое предназначение (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

древесные отходы от сноса зданий и сооружений

Бывшая в употреблении древесина, получаемая в результате сноса зданий или гражданских сооружений (ISO 16559:2014; на основе EN 13965-1: 2004).

рекуперированная строительная древесина

Древесина, бывшая в употреблении при строительстве зданий или гражданских сооружений (ISO 16559:2014; на основе EN 13965-1: 2004).

A2.3 Топливо, получаемое переработкой древесины

Древесная биомасса может перерабатываться в разнообразные **виды древесного топлива** с использованием различных процессов преобразования. Классификация **видов древесного топлива** основывается на таких признаках, как источники древесного волокна и применяемые процессы преобразования. Древесное топливо, перерабатываемое без изменения исходного состава древесины (**топливная древесина**), поступает, главным образом, непосредственно из леса (лесное топливо). Однако источником некоторых его видов может быть вторичная или третичная биомасса, а также первичная биомасса, получаемая вне лесов. Для производства **прессованного биотоплива** используется прежде всего **вторичная биомасса (побочные продукты лесоперерабатывающей промышленности)**, а **термически обработанная биомасса** представляет собой еще один шаг вперед в деле повышения удельной энергоемкости **древесного топлива**.

древесное топливо (топливо на базе древесины, биотопливо древесного происхождения)

Все виды биотоплива, источником которых является древесная биомасса (ISO 16559:2014; на основе ЕТБЭ, 2004).

лесное топливо

Топливо, которое производится механическим способом непосредственно из древесины, поступающей из леса или с плантации; сырье ранее в каких-либо других целях не использовалось (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

топливная древесина

Топливо в виде древесины, исходный состав и первоначальная форма которой не изменялись (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

дрова (дровяная древесина)

Топливая древесина, распиленная и расколотая на куски длиной от 20 до 100 см, которые используются в таких бытовых отопительных устройствах, как печи, камины и котлы центрального отопления (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

измельченная топливная древесина

Кусочки топливной древесины различных размеров и формы, полученные путем ее дробления с помощью

тупых инструментов, например, валковых, молотковых и цеповых измельчителей (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

поленья

Топливная древесина, разрезанная на куски, большая часть которых имеет длину 500 мм и более (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

мелкие дрова

Топливная древесина, разрезанная с помощью острых режущих устройств на куски, большая часть которых имеет длину от 50 до 500 мм (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

древесная щепа

Древесная биомасса, измельченная механическим способом с помощью острых инструментов, например ножей, до кусочков определенного размера (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

заводская щепа

Древесная щепа, полученная в качестве побочного продукта в лесоперерабатывающей промышленности, с корой или без коры (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

лесная щепа

Древесная щепа из свежесрубленной древесины (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

прессованное биотопливо, агломерированное биотопливо

Твердое биотопливо, получаемое посредством механического прессования или термической обработки биомассы с целью придания твердому биотопливу конкретного размера и формы, например формы кубиков, поленьев, брикетов или гранул (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

топливные древесные брикеты

Биотопливо, получаемое с применением добавок или без них путем прессования размельченной в порошок древесной биомассы, которая на выходе становится продуктом кубообразной или цилиндрической формы и диаметром более 25 мм (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

топливные древесные гранулы

Биотопливо, получаемое с применением добавок или без них из древесной биомассы, которая на выходе становится продуктом кубообразной, многогранной, сферической или цилиндрической формы, длиной, как правило, от 3,15 до 40 мм, с обломанными концами и диаметром до 25 мм (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

термически обработанная биомасса

Биомасса, химический состав которой был изменен под воздействием тепла (обычно при температуре от 200 °C до 300 °C и выше) (ISO 16559:2014).

древесный уголь

Твердое биотопливо, получаемое в результате углежжения и пиролиза биомассы (ISO 16559:2014, на основе ANSI/ASABE S593).

торрефицированная биомасса

Твердое биотопливо, получаемое в результате торрефикации биомассы. *Торрефикация – процесс мягкого пиролиза, который протекает при температуре от 200 °C до 300 °C в инертной среде. В этих условиях биомасса превращается в промежуточный продукт между древесиной и*

древесным углем. Масса торрефицированного биоматериала и его чистая теплотворная способность, как правило, составляют соответственно 60–70% и 90% от показателей по исходному сырью (стандарт ISO 16559:2014).

черный щелок

Щелок, который получают из древесины в процессе производства целлюлозы и который обладает теплотворностью благодаря, главным образом, содержанию лигнина, удаляемого из древесины в процессе варки целлюлозы (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

A2.4 Использование в энергетических целях

В ходе сжигания топлива часть выделяемого тепла (**высшая теплотворная способность**) идет на испарение воды, содержащейся в топливе, и воды, образующейся в результате химической реакции водорода и кислорода во время сжигания (Hakkila 1989). Дальнейшее сокращение **нижней теплотворной способности** зависит от **влажности** топлива.

теплотворная способность (теплота сгорания)

Количество теплоты, получаемое на единицу массы или объема топлива при его полном сгорании (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

высшая теплотворная способность (высшая теплота сгорания)

Измеряемое количество теплоты, выделяемой на единицу массы твердого топлива при его сгорании в кислородной среде в калориметрической бомбе в условиях, при которых вся вода, содержащаяся в продуктах реакции, доводится до жидкого состояния (ISO 16559:2014; на основе ISO 1928:1995), или количество теплоты, получаемое при абсолютно эффективном преобразовании материала в энергию без потерь тепла [Fonseca]. Количество теплоты, высвобождаемое определенным количеством топлива (первоначальная температура которого составляет 25°) в процессе его сгорания и последующего снижения температуры продуктов до 25 °C, а также с учетом скрытой теплоты испарения воды, содержащейся в продуктах сгорания (Spellman, 2012).

нижняя теплотворная способность (нижняя теплота сгорания)

Расчетное количество теплоты, выделяемой на единицу массы твердого топлива при его сгорании в кислородной среде в условиях, при которых вся вода, содержащаяся в продуктах реакции, остается в виде водяного пара (ISO 16559:2014; на основе ISO 1928:1995), или количество теплоты, получаемое при фактическом преобразовании материала в энергию с учетом потерь тепла в системе выхлопа и испарения воды [Fonseca]. Количество теплоты, высвобождаемое определенным количеством топлива (первоначальная температура которого составляет 25°) в процессе его сгорания и последующего снижения температуры продуктов сгорания до 150 °C; предполагается, что скрытая теплота испарения воды, содержащейся в продуктах сгорания, не рекуперирована (Spellman, 2012).

Профильные производители электроэнергии

В рамках этой категории представляется информация об объемах возобновляемого топлива и отходов, использованных для производства электроэнергии.

Информация об объемах возобновляемого топлива и отходов, использованных предприятиями, в структуре которых имеется по меньшей мере одна ТЭЦ, подлежит представлению в рамках категории «Профильные производители электроэнергии и тепла (ТЭЦ)» (IEA 2017).

Профильные производители электроэнергии и тепла (ТЭЦ)

В рамках этой категории представляется информация об объемах возобновляемого топлива и отходов, использованных для производства электроэнергии и тепла. Профильные производители тепла: в рамках этой категории представляется информация об объемах возобновляемого топлива и отходов, использованных для производства тепла (IEA 2017).

Непрофильные производители электроэнергии

В рамках этой категории представляется информация об объемах возобновляемого топлива и отходов, использованных для производства электроэнергии. Информация об объемах возобновляемого топлива и отходов, использованных предприятиями, в структуре которых имеется по меньшей мере одна ТЭЦ, подлежит представлению в рамках категории «Непрофильные производители электроэнергии и тепла (ТЭЦ)» (IEA 2017).

Непрофильные производители электроэнергии и тепла (ТЭЦ)

Представляется информация об объемах возобновляемого топлива и отходов, соответствующих количеству выработанной электроэнергии и проданного тепла (IEA 2017).

Непрофильные производители тепла

В рамках этой категории представляется информация об объемах возобновляемого топлива и отходов, соответствующих количеству проданного тепла (IEA 2017).

A2.5 Коэффициенты пересчета

Древесное топливо в твердом состоянии, как правило, продается в единицах массы или объема. Для составления и анализа баланса биоэнергосистем на основе данных о производстве (в единицах объема или массы) и потреблении (в единицах массы или энергии) необходимо использовать соответствующие коэффициенты пересчета (учитывающие свойства сырьевого материала). Для целей пересчета **объема** в массу, а затем в энергию чаще всего используется такая величина, как **базисная плотность**.

плотность

Отношение массы к объему или отношение объема к энергосодержанию. *Всегда следует указывать, о какой плотности идет речь: о плотности отдельных частиц или о насыпной плотности материала, и, кроме того, учитывается ли масса воды, содержащейся в материале* (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

базисная плотность

Отношение массы в абсолютно сухом состоянии к объему в плотной мере и сыром виде (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

насыпная плотность

Масса части (т.е. большого количества сыпучего материала) твердого топлива, деленная на объем контейнера, который заполняется этой частью при

определенных условиях (ISO 16559:2014; на основе ISO 1213-2:1992).

удельная энергоемкость

Отношение низшей теплоты сгорания топлива к его насыпному объему (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

средняя плотность

Отношение массы древесины к ее объему с учетом всех полостей (пор и сосудов) при любой данной общей влажности (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

действительная плотность твердого материала

Плотность твердого материала без учета имеющихся в нем пор (ISO 16559:2014).

объем

Количественная характеристика пространства, занимаемого телом или веществом (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

насыпной объем (объем в неуплотненном состоянии)

Объем материала с учетом пространства между частицами (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

объем в плотной мере

Объем отдельных частиц без учета объема пустого пространства между частицами (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

объем в складочной мере

Объем сложенного материала с учетом пространства между его отдельными единицами (ISO 16559:2014; на основе EN 14588:2010).

A2.6 Справочная литература

ANSI/ASABE S593.1: 2011 Terminology and Definitions for Biomass Production, Harvesting and Collection, Storage, Processing, Conversion and Utilization.

EN 13965-1:2004 Characterization of waste - Terminology - Part 1: Material related terms. Доступ через: www.cencenelec.eu.

EN 14558:2010 Solid biofuels. Terminology, definitions and descriptions. Доступ через: www.cencenelec.eu.

EN 15359:2011 - Solid recovered fuels. Specifications and classes. Доступ через www.cencenelec.eu.

Hakkila, P., 1989: Utilization of Residual Forest Biomass. Springer-Verlag, Berlin, 1–568.

ISO 1213-2:1992 Solid mineral fuels; vocabulary; part 2: terms relating to sampling, testing and analysis. Доступ через: www.iso.org.

ISO 16559:2014 Solid biofuels — Terminology, definitions and descriptions. Доступ через: www.iso.org.

ISO 1928:1995 Solid mineral fuels – Determination of gross calorific value by the bomb calorimetric method, and calculation of net calorific value. Доступ через: www.iso.org.

IEA 2017. Renewables annual questionnaire 2016 and historical revisions имеется по адресу https://www.iea.org/media/statistics/questionnaires/Renewables_questionnaire_instructions_2016.pdf.

Spellman, F. 2012. Forest-Based Biomass Concepts and Applications. CRC Press.

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О КОМИТЕТЕ ПО ЛЕСАМ И ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

Комитет по лесам и лесной отрасли является одним из вспомогательных органов ЕЭК ООН (Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций). Он представляет собой форум для развития сотрудничества и проведения консультаций между странами-членами по вопросам, касающимся лесного хозяйства, лесной промышленности и лесных товаров. Все страны Европы, Содружества Независимых Государств, Соединенные Штаты Америки, Канада и Израиль являются членами ЕЭК ООН и участвуют в ее работе.

Комитет ЕЭК ООН по лесам и лесной отрасли, в контексте устойчивого развития, предоставляет странам-членам информацию и услуги, которые им необходимы для разработки политики и принятия решений в отношении их сектора лесного хозяйства и лесной промышленности, включая торговлю лесными товарами и их использование, и в соответствующих случаях подготавливает рекомендации для правительств стран-членов и заинтересованных организаций. С этой целью он:

1. при активном участии стран-членов проводит анализ краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных изменений, которые происходят в секторе и влияют на его состояние, включая изменения, которые обеспечивают возможности для упрощения международной торговли и повышения эффективности охраны окружающей среды;
2. в целях проведения такого анализа собирает, накапливает и распространяет касающиеся сектора статистические данные и принимает меры для повышения их качества и сопоставимости;
3. создает условия для развития сотрудничества, например путем организации семинаров, рабочих совещаний и специальных совещаний и создания временных специальных групп в целях обмена между правительствами и другими учреждениями стран-членов экономической, экологической и технической информацией, необходимой для разработки и проведения политики, обеспечивающей устойчивое развитие лесного сектора и охрану окружающей среды в соответствующих странах;
4. осуществляет задачи, определенные ЕЭК ООН или Комитетом по лесам и лесной отрасли в качестве приоритетных, включая деятельность в области развития субрегионального сотрудничества и оказания помощи странам Центральной и Восточной Европы с переходной экономикой и странам региона, которые являются развивающимися с экономической точки зрения;
5. также держит в поле зрения свою структуру и приоритеты и сотрудничает с другими международными и межправительственными организациями, осуществляющими активную деятельность в секторе, и в частности с ФАО (Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций) и ее Европейской комиссией по лесному хозяйству, а также с МОТ (Международной организацией труда), в целях обеспечения взаимодополняемости и предотвращения дублирования работы, оптимизируя тем самым использование ресурсов.

Более подробную информацию о работе Комитета можно получить по адресу:

UNECE/FAO Forestry and Timber Section
Forests, Land and Housing Division
United Nations Economic Commission for Europe/
Food and Agriculture Organization of the United Nations
Palais des Nations
CH-1211 Geneva 10, Switzerland

info.ECE-FAOforests@unece.org

www.unece.org/forests

ПУБЛИКАЦИИ ЕЭК ООН/ФАО

Примечание: Другие публикации и информация, касающаяся ситуации на рынке, имеются в электронном формате на нашем веб-сайте.

Женевская серия исследований по сектору лесного хозяйства и лесной промышленности

Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2016–2017 годы	ECE/TIM/SP/41
Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2015–2016 годы	ECE/TIM/SP/40
Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2014–2015 годы	ECE/TIM/SP/39
Promoting Sustainable Building Materials and the Implications on the Use of Wood in Buildings	ECE/TIM/SP/38
Леса региона ЕЭК: тенденции и вызовы в области достижения глобальных целей в отношении лесов	ECE/TIM/SP/37
Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2013–2014 годы	ECE/TIM/SP/36
Рованиемийский план действий для лесного сектора в условиях развития «зеленой» экономики	ECE/TIM/SP/35
Ценность лесов: плата за экосистемные услуги в условиях «зеленой» экономики	ECE/TIM/SP/34
Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2012–2013 годы	ECE/TIM/SP/33
Львовский форум «Леса в "зеленой" экономике»	ECE/TIM/SP/32
Forests and Economic Development: A Driver for the Green Economy in the ECE Region	ECE/TIM/SP/31
Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2011–2012 годы	ECE/TIM/SP/30
Перспективное исследование по лесному сектору Северной Америки, 2006–2030 годы	ECE/TIM/SP/29
Перспективное исследование по лесному сектору Европы 2010–2030 годы	ECE/TIM/SP/28
Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2010–2011 годы	ECE/TIM/SP/27
Частные лесовладения в Европе	ECE/TIM/SP/26
Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2009–2010 годы	ECE/TIM/SP/25
Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2008–2009 годы	ECE/TIM/SP/24
Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2007–2008 годы	ECE/TIM/SP/23
Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2006–2007 годы	ECE/TIM/SP/22
Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2005–2006 годы	ECE/TIM/SP/21
Перспективное исследование по лесному сектору Европы: 1960–2000–2020 годы, Основной доклад	ECE/TIM/SP/20
Лесохозяйственная политика и учреждения Европы, 1998–2000 годы	ECE/TIM/SP/19
Краткий национальный очерк о секторе лесного хозяйства и лесной промышленности: Российская Федерация	ECE/TIM/SP/18
Лесные ресурсы Европы, СНГ, Северной Америки, Австралии, Японии и Новой Зеландии	ECE/TIM/SP/17

Приобрести вышеуказанные публикации или подписаться на них можно через Службу изданий Организации Объединенных Наций:

Sales and Marketing Section, Room DC2-853
United Nations
2 United Nations Plaza
New York, NY 10017
United States of America

Факс: + 1 212 963 3489

Эл. почта: publications@un.org

Веб-сайт: <https://unp.un.org>

ПУБЛИКАЦИИ ЕЭК ООН/ФАО

Женевская серия документов для обсуждения по сектору лесного хозяйства и лесной промышленности (только на языке оригинала)

Forecast of the Committee on Forests and the Forest Industry: Forest Products Production and Trade 2016-2018	*ECE/TIM/DP/69
Forecast of the Committee on Forests and the Forest Industry: Forest Products Production and Trade 2015-2017	*ECE/TIM/DP/68
ECE Committee on Forests and the Forest Industry and European Forestry Commission: 70 years working in the Service of Forests and people	ECE/TIM/DP/67
Pilot project on the System for the Evaluation of the Management of Forests (SEMAFOR)	ECE/TIM/DP/66
Comparative assessment of wood biomass for energy in Europe	*ECE/TIM/DP/65
Forecast of the Committee on Forests and the Forest Industry: Forest Products Production and Trade 2014-2016	ECE/TIM/DP/64
Forecast of the Committee on Forests and the Forest Industry: Forest Products Production and Trade 2013-2015	ECE/TIM/DP/63
Competitiveness of the European Forest Sector	ECE/TIM/DP/62
Forecast of the Committee on Forests and the Forest Industry: Forest Products Production and Trade 2012-2014	ECE/TIM/DP/61
Forecast of the Committee on Forests and the Forest Industry: Forest Products Production and Trade 2011-2013	ECE/TIM/DP/60
Econometric Modelling and Projections of Wood Products Demand, Supply and Trade in Europe	ECE/TIM/DP/59
Swedish Forest Sector Outlook Study	ECE/TIM/DP/58
The Importance of China's Forest Products Markets to the UNECE Region	ECE/TIM/DP/57
Good Practice Guidance on Sustainable Mobilisation of Wood: Proceedings from the Grenoble Workshop	*ECE/TIM/DP/56
Harvested Wood Products in the Context of Climate Change Policies: Workshop Proceedings - 2008	*ECE/TIM/DP/55
The Forest Sector in the Green Economy	ECE/TIM/DP/54
National Wood Resources Balances: Workshop Proceedings	*ECE/TIM/DP/53
Potential Wood Supply in Europe	*ECE/TIM/DP/52
Wood Availability and Demand in Europe	*ECE/TIM/DP/51
Forest Products Conversion Factors for the UNECE Region	ECE/TIM/DP/49
Mobilizing Wood Resources: Can Europe's Forests Satisfy the Increasing Demand for Raw Material and Energy Under Sustainable Forest Management? Workshop Proceedings - January 2007	*ECE/TIM/DP/48
European Forest Sector Outlook Study: Trends 2000-2005 Compared to the EFSOS Scenarios	ECE/TIM/DP/47
Forest and Forest Products Country Profile; Tajikistan	*ECE/TIM/DP/46
Forest and Forest Products Country Profile: Uzbekistan	ECE/TIM/DP/45
Forest Certification – Do Governments Have a Role?	ECE/TIM/DP/44
International Forest Sector Institutions and Policy Instruments for Europe: A Source Book	ECE/TIM/DP/43
Forests, Wood and Energy: Policy Interactions	ECE/TIM/DP/42
Outlook for the Development of European Forest Resource	ECE/TIM/DP/41
Forest and Forest Products Country Profile: Serbia and Montenegro	ECE/TIM/DP/40
Forest Certification Update for the UNECE Region, 2003	ECE/TIM/DP/39
Forest and Forest Products Country Profile: Republic of Bulgaria	ECE/TIM/DP/38
Forest Legislation in Europe: How 23 Countries Approach the Obligation to Reforest, Public Access and Use of Non-Wood Forest Products	ECE/TIM/DP/37
Value-Added Wood Products Markets, 2001-2003	ECE/TIM/DP/36
Trends in the Tropical Timber Trade, 2002-2003	ECE/TIM/DP/35
Biological Diversity, Tree Species Composition and Environmental Protection in the Regional FRA-2000	ECE/TIM/DP/33
Forestry and Forest Products Country Profile: Ukraine	ECE/TIM/DP/32
The Development of European Forest Resources, 1950 To 2000: a Better Information Base	ECE/TIM/DP/31
Modelling and Projections of Forest Products Demand, Supply and Trade in Europe	ECE/TIM/DP/30
Employment Trends and Prospects in the European Forest Sector	ECE/TIM/DP/29
Forestry Cooperation with Countries in Transition	ECE/TIM/DP/28
Russian Federation Forest Sector Outlook Study	ECE/TIM/DP/27
Forest and Forest Products Country Profile: Georgia	ECE/TIM/DP/26
Forest certification update for the UNECE region, summer 2002	ECE/TIM/DP/25
Forecasts of economic growth in OECD and central and eastern European countries for the period 2000-2040	ECE/TIM/DP/24
Forest Certification update for the UNECE Region, summer 2001	ECE/TIM/DP/23
Structural, Compositional and Functional Aspects of Forest Biodiversity in Europe	ECE/TIM/DP/22
Markets for secondary processed wood products, 1990-2000	ECE/TIM/DP/21
Forest certification update for the UNECE Region, summer 2000	ECE/TIM/DP/20

Trade and environment issues in the forest and forest products sector	ECE/TIM/DP/19
Multiple use forestry	ECE/TIM/DP/18
Forest certification update for the UNECE Region, Суммамер 1999	ECE/TIM/DP/17
A Summary of "The competitive climate for wood products and paper packaging: the factors causing substitution with emphasis on environmental promotions"	ECE/TIM/DP/16
Recycling, energy and market interactions	ECE/TIM/DP/15
The status of forest certification in the UNECE region	ECE/TIM/DP/14
The role of women on forest properties in Haute-Savoie (France): Initial research	ECE/TIM/DP/13
Interim report on the Implementation of Resolution H3 of the Helsinki Ministerial Conference on the protection of forests in Europe (Results of the second enquiry)	ECE/TIM/DP/12
Manual on acute forest damage	ECE/TIM/DP/7

* Только в виде электронных публикаций.

Вышеуказанные публикации могут быть бесплатно получены в:

UNECE/FAO Forestry and Timber Section
Forests, Land and Housing Division
United Nations Economic Commission for Europe/
Food and Agriculture Organization of the United Nations
Palais des Nations
CH-1211 Geneva 10, Switzerland

Эл. почта: info.ECE-FAOforests@unece.org

Материалы для загрузки на компьютер имеются по адресу:

www.unece.org/forests



