

Методические подходы к оценке потенциала лесной биомассы для коммунальной биоэнергетики

А. А. Мартынюк – Федеральное государственное бюджетное научно-исследовательское учреждение «Совет по изучению производительных сил», аспирант

В статье рассматриваются методические особенности оценки потенциала лесной биомассы, получаемой в процессе заготовки древесины от разных видов рубок и от переработки древесного сырья. Описана специфика оценки природного, фактического и экономически доступного потенциального ресурса древесной биомассы. Указаны этапы работ по оценке потенциала лесной энергетической биомассы.

Ключевые слова: энергетический потенциал, лесная биомасса, рубки насаждений, деревопереработка, расчетная лесосека, экономически доступные ресурсы биомассы.

Во многих европейских странах для достижения устойчивого развития экономики взят курс на сбалансированное использование возобновляемых биологических ресурсов в промышленных целях, обеспечивающий соблюдение требований к сохранению качества окружающей среды. Этот курс предусматривает постепенное сокращение объемов использования ископаемых природных ресурсов и переход к так называемой «зеленой экономике», основанной на вовлечении в переработку возобновляемых природных ресурсов. Важное место в данном направлении отводится лесному сектору экономики. Если традиционно при лесопереработке использовалась в основном стволовая часть древесины, то сегодня актуально комплексное использование всего объема биологической массы лесов.

Ключевым направлением, ориентированным на решение указанных задач, является лесная биоэнергетика, которая базируется на максимально полной переработке всей лесной биомассы, состоящей из мелкотоварной и низкосортной древесины, отходов лесозаготовок и деревообработки. В настоящее время использование лесной биомассы для энергетических целей, прежде всего в коммунальной биоэнергетике, во многих странах мира рассматривается как реальная альтернатива природному ископаемому топливу. Доля возобновляемых энергоресурсов в мировом потреблении энергии составляет около 13 % (для сравнения: нефть – 34 %, каменный уголь – 25 %, газ – 21 %, ядерная энергия – 6 %). Из общего объема заготовки древесины в мире (3,2 млрд м³), более половины (55 %) составляет дровяная древесина, что покрывает около 10 % первичной мировой потребности в энергии. В мире потребляется около 15 % так называемой «зеленой» энергии, наиболее активны в этом направлении Финляндия (доля лесной биомассы в структуре топливно-энергетического баланса составляет 21 %), Швеция (17 %), Австрия (11 %), Германия (5 %) [1].

Российская Федерация находится на первом месте в мире по площади лесов и на втором месте (после Бразилии) по общему запасу древеси-

ны в них, что обеспечивает благоприятные возможности для развития лесной биоэнергетики в нашей стране. Переориентация энергетики на использование неликвидной низкосортной древесины, отходов лесозаготовок и лесопереработки позволяет, с одной стороны, решить проблему комплексного использования древесного сырья (например, при осуществлении приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов), а с другой, – обеспечить энергией не только собственные нужды лесоперерабатывающих предприятий, но и потребности муниципальной энергетики отдельных территорий страны.

Схема образования лесной энергетической биомассы на разных этапах выращивания насаждений и переработки древесины представлена на рисунке. Опишем более детально отдельные объекты с точки зрения получения целевого биоэнергетического сырья.

Здоровые насаждения: получение сырья достигается при уходе за лесами, рубке спелых и перестойных древостоев, рубке лесных насаждений для целей создания лесной и нелесной инфраструктуры (называемые ранее – прочие рубки).

При уходе за лесами для энергетических целей может использоваться практически весь объем биомассы срубленных деревьев (за исключением полученных в результате проходных рубок и, частично, прореживаний, ландшафтных рубок и рубок реконструкции насаждений).

При заготовке древесины в спелых и перестойных древостоях для энергетических целей может использоваться только часть заготовленной древесины (дровяная древесина, древесина кроны, листья/хвоя, потенциально – пни), поскольку ее основной объем представлен деловой частью и предназначается для дальнейшей лесопереработки. Рубки лесных насаждений для целей создания лесной и нелесной инфраструктуры проводятся в насаждениях любого возраста. Объемы потенциального биоэнергетического сырья при таких рубках зависят и от возраста вырубемых насаждений, и от видов рубок.

Поврежденные (ослабленные) лесными пожарами, вредными организмами, другими не-

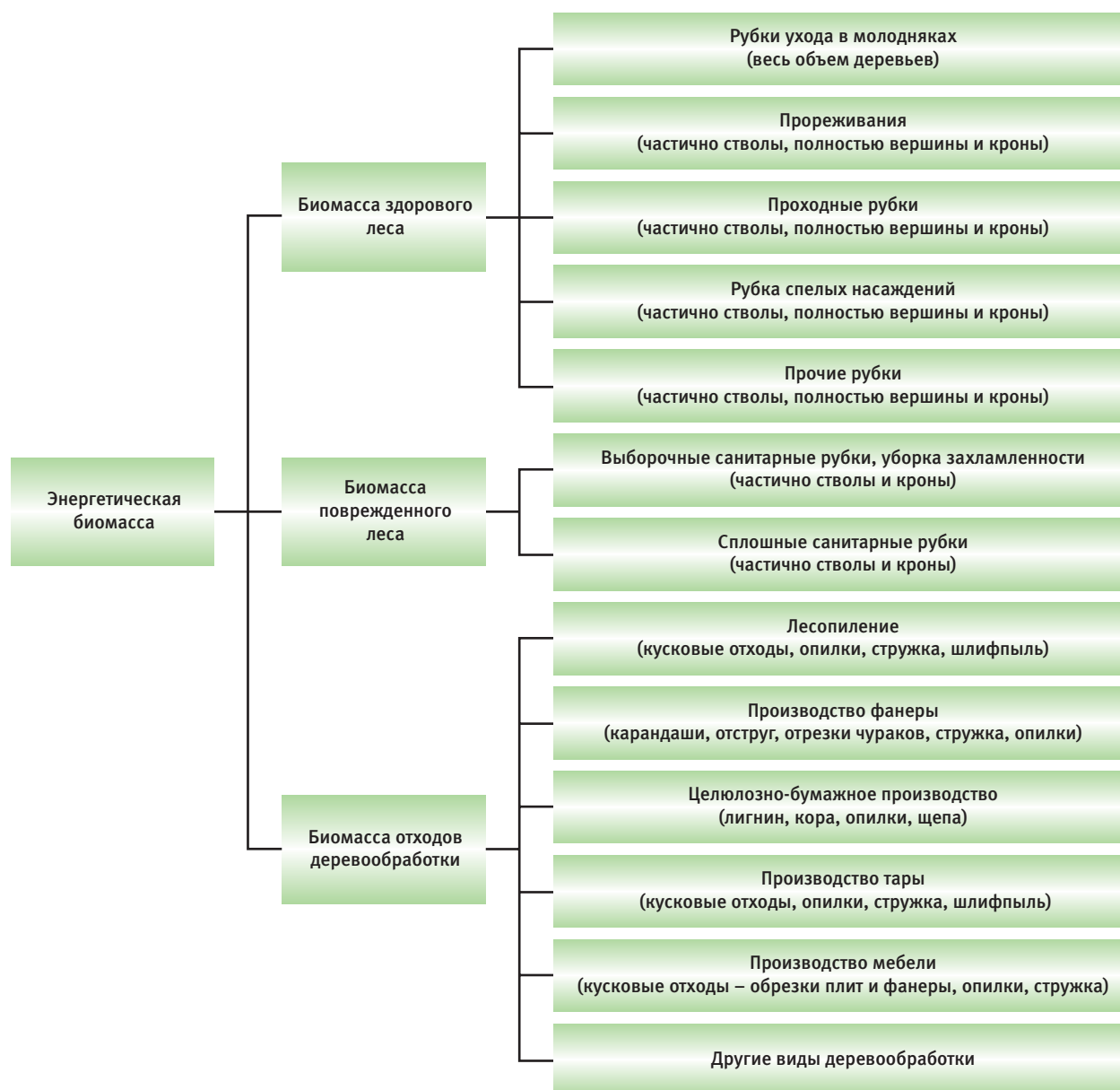


Схема образования энергетической биомассы от различных видов рубок и деревообработки

благоприятными факторами насаждения: получение биосырья достигается при выборочных и сплошных санитарных рубках, уборке захламленности, проводимых в соответствии с Правилами санитарной безопасности в лесах Российской Федерации (2013). Для биоэнергетических целей используется, прежде всего, заготавливаемая дровяная древесина, доля которой может значительно возрасти в связи с повреждением деревьев. Следует учитывать, что объемы древесины сучьев, ветвей крон, листьев/хвои и коры будут сильно зависеть от срока начала рубки насаждений – чем длительней

этот период, тем больше будут потери указанных фракций биомассы.

Отходы лесопереработки включают отходы лесопильного производства, производства фанеры, целлюлозы, тарной продукции, производства мебели, а также других видов продукции (пеллет, погонажных изделий и др.) – опилки, стружка, кусковые отходы лесопиления, отходы фанерного производства, кора, лигнин и др.

Анализ использования лесной биомассы для получения энергии лесопромышленными предприятиями, проведенный Государственным научным центром лесопромышленного

комплекса, показывает, что на отечественных лесоперерабатывающих предприятиях преобладает использование отходов переработки древесины (включая опилки) при низком уровне использования отходов лесозаготовок (дров, щепы). При этом около 3/4 предприятий потребляют древесное топливо, из них около 60 % – только древесное топливо, но они используют менее 20 % реального ресурса древесного биотоплива [2].

Данные о современной структуре потребления лесной древесной биомассы в муниципальной энергетике отсутствуют. Однако можно предположить, что среди всех ее видов доминируют дрова топливные. То есть в настоящее время в Российской Федерации использование древесных отходов в качестве биотоплива наиболее широко практикуется только на предприятиях лесопромышленного комплекса (энергия частично может передаваться и в расположенные рядом муниципальные объекты – жилищный фонд, школы, больницы и т. п.). Использование их для получения энергии в муниципальной энергетике можно рассматривать как ожидаемую перспективу.

В научной литературе в целом сформированы методические подходы к оценке потенциала лесной биомассы для биоэнергетических целей [1, 3, 4], которые, как правило, предусматривают 3 уровня таких оценок:

1) Природный (располагаемый, полный) потенциальный ресурс древесной биомассы, под которым понимается годовой объем лесной энергетической биомассы, образуемой при всех видах рубок и видах лесопереработки (включая вторичное использование древесины и экспорт древесного сырья) при полном использовании расчетной лесосеки. Расчеты показывают, что в таком случае в России может образоваться около 480 млн м³ лесной энергетической биомассы, эквивалентной 90 млн т условного топлива [4]. В наших расчетах получены похожие результаты [5].

Вместе с тем, расчетная лесосека, являющаяся больше лесоводственно-экологическим нормативом использования лесов, лишь теоретиче-

ски отражает реально возможные объемы получения древесины. В последние 5 лет уровень использования расчетной лесосеки в целом по стране не превышал 30 %, а объем заготовки древесины составлял около 200 млн м³ [6]. В лесном научном сообществе поднимается вопрос о переходе на показатель экономически доступной расчетной лесосеки, который увязывал бы объемы заготовки древесины с учетом экономических факторов – рыночного спроса на лесные товары, товарности древостоев, условий заготовки и вывозки, себестоимости заготовки, рыночной цены. По экспертным оценкам, экономически доступная расчетная лесосека не будет превышать 350 млн м³ в целом по стране, что, разумеется, значительно снизит и оценки природного потенциального ресурса древесной биомассы.

2) Фактический (действительный, промышленный, технический) потенциальный ресурс соответствует годовому объему лесной энергетической биомассы, образующейся при всех видах рубок и видах лесопереработки при фактических объемах заготовки древесины. Данный показатель свидетельствует о реальном потенциале энергетического сырья для конкретного региона (муниципального района), который может стать базой для обоснования развития биоэнергетики. В целях повышения точности оценок данного вида потенциального ресурса целесообразно использовать усредненные данные о фактических объемах заготовки древесины и выпуске лесобумажной продукции за несколько предыдущих лет.

Некоторые авторы предлагают не включать в объем данного ресурса биомассу пней и листьев/хвои [4]. На наш взгляд, использование биомассы пней, действительно, вряд ли будет рентабельно и, кроме того, повлечет за собой существенные экологические риски. В то же время использование зеленой массы крон, особенно при переработке биомассы в щепу, вполне реально, поэтому исключать данную фракцию из оценки неоправданно.

3) Экономически доступный ресурс древесной биомассы чрезвычайно важен для оценок

биоэнергетического потенциала, поскольку связывает объемы биомассы с рыночной возможностью ее использования с целью получения энергии. В современном представлении он включает часть действительного потенциального ресурса при выполнении следующего условия [4]:

$$C_{дб}^э \leq T^э,$$

где:

$C_{дб}^э$ – себестоимость энергии, получаемой при сжигании древесного биотоплива или его отдельных видов;

$T^э$ – тарифы на энергию.

Величина экономически доступного ресурса древесной биомассы больше других изменяется в зависимости от колебания цен на энергетическом рынке. Непосредственными конкурентами древесной биомассы на топливном рынке являются газ, мазут и уголь, использование которых, особенно мазута, на протяжении многих лет поддерживалось государством. Перспектива развития лесной биоэнергетики во многом зависит от снижения издержек на получение древесной биомассы и энергии из нее, в том числе путем предоставления сопоставимых предпочтений относительно ископаемых видов топлива, например, на ее заготовку и транспортировку к месту использования.

Методически оценка потенциала лесной энергетической биомассы включает решение нескольких последовательных задач:

1) сбор исходных данных о ежегодных объемах заготовки древесины и объемах продукции лесопереработки (лесобумажной продукции);

2) получение расчетных данных о древесной биомассе и биомассе древесных отходов лесопереработки;

3) определение энергетических показателей сгорания древесной биомассы (таблица).

На первом этапе оценки проводится сбор исходных данных о величине расчетной лесосеки (целесообразно получить значения экономически доступной расчетной лесосеки), а также о ежегодных объемах заготовки древесины по всем видам рубок (по древесным породам или хозяйствам – хвойное, твердолиственное и мягколиственное) и объемах производства лесобумажной продукции. Указанные показатели, в зависимости от целей исследований, могут быть получены как в целом по стране, так и по отдельным субъектам или муниципальным районам (лесничествам).

Для расчета экономически доступной энергетической биомассы необходимо получить сведения о себестоимости ее заготовки или исходные данные для расчета такой себестоимости, а также данные о расходах на транспортировку к месту использования. С целью повышения точ-

Этапность оценки потенциала энергетической лесной биомассы

Этапы оценки	Источники информации, нормативно-технические документы	Результаты
Получение исходных данных о ежегодных объемах заготовки древесины и объемах продукции лесопереработки	1. Данные статистических служб 2. Отчеты органов управления лесным хозяйством 3. Отчетность лесопромышленных предприятий 4. Лесоустроительная документация 5. Лесные планы субъектов Российской Федерации 6. Лесохозяйственные регламенты, проекты освоения лесов 7. Документация по приоритетным инвестиционным проектам	1. Величина расчетной (экономически доступной) лесосеки 2. Объем ежегодной заготовки древесины по всем видам рубок 3. Ежегодный объем производства лесобумажной продукции
Определение объемов энергетической биомассы	1. Таксационные справочники (таблицы объемов ветвей кроны, коры, пней и др.) 2. Справочники по образованию отходов при деревообработке 3. Фактические данные о выходе биоэнергетического древесного сырья на предприятиях лесопромышленного комплекса 4. Литературные данные о выходе биоэнергетического сырья	1. Объем заготовки дровяной древесины при всех видах рубок 2. Объемы отходов стволовой древесины, сучьев, ветвей, коры, пней 3. Объем отходов при разных видах лесопереработки
Оценка энергетических показателей сгорания лесной биомассы	Справочники: по соотношению мер единицы энергии; по тепловым эквивалентам для различных фракций биотоплива	Энергетические показатели, тонны условного топлива

ности и достоверности расчетов целесообразно использовать геоинформационные базы данных по оцениваемым участкам земель лесного фонда на повыведельном уровне, позволяющие оперировать сведениями о местоположении участков заготовки, переработки и использования энергетической биомассы, а также информацией о сортиментной структуре насаждений, их товарности, продуктивности и других таксационных характеристиках.

На 2-м этапе определяют объемы энергетической биомассы исходя из объемов заготовки древесины, производства лесобумажной продукции и коэффициентов образования фракций биомассы и отходов деревообработки в процессе заготовки древесины:

- ✓ при сплошных рубках в спелых и перестойных насаждениях;
- ✓ при выборочных рубках в спелых и перестойных насаждениях;
- ✓ при сплошных санитарных рубках;
- ✓ при рубке насаждений под лесную инфраструктуру;
- ✓ при выборочных санитарных рубках;
- ✓ при осветлениях и прочистках;
- ✓ при прореживаниях;
- ✓ при проходных рубках.

Значения коэффициентов образования древесных отходов рассчитывают по фактическим данным или при их отсутствии – по таблицам (таблицы хода роста насаждений, товарные таблицы, иные специальные таблицы из лесотаксационных справочников). При необходимости могут вводиться и другие коэффициенты, связан-

ные с необходимостью оценки выхода энергетической биомассы при ландшафтных рубках, при уходе за лесами путем проведения агролесомелиоративных и иных мероприятий – реконструкции малоценных насаждений, уходе за опушками, уходе за подростом и т. п.

Для каждого вида рубок отдельно устанавливают объем дров топливных (по табличным данным или по фактическому объему заготовки дров).

Объемы образования отходов лесопереработки устанавливаются через коэффициенты их образования при производстве лесоматериалов, фанеры, тары, целлюлозно-бумажной продукции. Коэффициенты получают по фактическим материалам работы предприятий, материалам отраслевой статистической отчетности и/или специальным справочникам.

На заключительном (3-м) этапе проводится оценка энергетических показателей сгорания древесной биомассы путем перевода ее объема в энергетические показатели, например, в тонны условного топлива (т усл.топ.).

В связи с большим объемом выполняемых расчетов целесообразно разработать соответствующие компьютерные программы, применение которых позволит дополнительно осуществлять моделирование процессов получения и доставки биоэнергетического сырья с учетом производственно-экономических факторов – породного состава лесных насаждений, условий заготовки древесины, удаленности от объектов коммунальной энергетики, способа доставки биосырья и т. п.

Список литературы

1. Лесная биоэнергетика : учеб. пособ. / Под ред. Ю. П. Семенова. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 348 с.
2. Левин, А. Б. Энергетический потенциал топливного ресурса лесной биоэнергетики Российской Федерации / А. Б. Левин, В. С. Суханов, Д. В. Шереметьев // Лесной вестник. – 2010. – № 4. – С. 37–42.
3. Биотопливо из древесного сырья. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. – 384 с.
4. Левин, А. Б. Топливный ресурс лесной биоэнергетики РФ / А. Б. Левин // Лесной вестник. – 2010. – № 4. – С. 30–37.

5. Мартынюк, А. А. Потенциал лесных ресурсов для целей биоэнергетики в Российской Федерации / А. А. Мартынюк // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-техн. конф. – Вып. 37. – Брянск : БГИТА, 2013. – С. 50–53.

6. Доклад о повышении эффективности и развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года/ region.adm.nov.ru/upload/iblock/863/09doklad_pechat_itogovaya.pdf.

Referens

1. Lesnaya bioenergetika : ucheb. posob. / Pod red. Yu. P. Semenova. - M. : GOU VPO MGUL, 2008. – 348 s.

2. Levin, A. B. Energeticheskij potentsial toplivnogo resursa lesnoj bioenergetiki Rossijskoj Federaczii / A. B. Levin, V. S. Suxanov, D. V. Sheremet'ev // Lesnoj vestnik. – 2010. 0 № 4. – S. 37–42.

3. Biotoplivo iz drevesnogo syr'ya. - M. : GOU VPO MGUL, 2010. – 384 s.

4. Levin, A. B. Toplivnyj resurs lesnoj bioenergetiki RF / A. B. Levin // Lesnoj vestnik. 0 2010. – № 4. – S. 30037.

5. Martynyuk, A. A. Potentsial lesnyx resursov dlya czelej bioenergetiki v Rossijskoj Federaczii / A. A. Martynyuk // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa : sb. nauch. tr. po itogam mezhdunar. nauch.-texn. konf. – Vyp. 37. – Bryansk : BGITA, 2013. – S. 50–53.

6. Doklad o povyshenii effektivnosti i razvitiya lesnogo kompleksa Rossijskoj Federaczii na period do 2030 goda/ region.adm.nov.ru/upload/iblock/863/09doklad_pechat_itogovaya.pdf.

Methodological approach to assess forest biomass potential for municipal bioenergy

A. Martynyuk – Federal State budget research institution «the Council for the study of productive forces», PhD student

Key words: energy potential, wood biomass, felling trees, wood processing, allowable cut, economically available biomass resources.

The paper reviews methodological specifics of forest biomass potential assessment for its application in municipal bioenergy. The author describes a principal arrangement of forest energy biomass development at various stages of stand production and timber processing including live woods and stands affected by various adverse factors, timber processing wastes on the basis of research literature analysis. Specifics of bioenergy raw material production in various loggings as well as timber raw material processing for the stages in question are reviewed.

For bioenergy several levels of forest biomass assessment are under review: 1) Natural (available, total) forest biomass potential resource produced in all loggings and timber processing with complete utilization of estimated allowable cut, 2) actual (real, industrial technical) same in actual timber production volumes, 3) Economically accessible timber biomass resource relating its volumes to market application opportunity for energy production.

Methodological assessment of forest energy biomass potential addresses some subsequent targets: 1). Collection of initial data on annual timber harvests and timber processing production (forest paper products), 2). Estimation of data on forest biomass and timber processing waste biomass, 3). Estimation of its combustion energy indicators.

Performance requirements for every assessment step are shaped, initial data sources for calculations are presented as well as principal approaches (mainly due to application of coefficients of various biomass fraction and timber processing production) to define energy biomass volumes.

At final stage timber biomass combustion energy indicators are assessed through energy biomass volume conversion into energy indicators for example in reference fuel tons (r. f. t.).