

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ПОТЕНЦИАЛА ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ БЕЛАРУСИД. С. ВОРОБЬЁВ<sup>1)</sup><sup>1)</sup>Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Представлены результаты геоэкологической оценки энергетического потенциала древесного сырья Республики Беларусь. Выявлены существенные территориальные различия его размещения и использования в энергетических целях. Приведена типизация административных районов Беларуси по величине потенциала древесного сырья как источника возобновляемой энергии и уровню его использования. Определены перспективные направления рационального использования ресурсов древесной биомассы в энергетических целях. По результатам исследования даны рекомендации, касающиеся соответствующего применения древесного потенциала в зависимости от структуры лесопользования территориальных единиц. Предлагаются пути повышения потенциала древесной растительности. Результаты настоящего исследования могут быть использованы при планировании дальнейшего развития и оптимизации территориального размещения объектов малой теплоэнергетики, функционирующих на древесной биомассе, а также для ведения Государственного кадастра возобновляемых источников энергии в целях оценки энергетического потенциала территории административных районов республики, учета возобновляемых источников энергии и анализа эффективности их использования.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии; древесное топливо; древесная щепа; древесные пеллеты; биоэнергетика.

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF ENERGY POTENTIAL  
OF WOOD RAW MATERIALS OF BELARUSD. S. VOROBYOV<sup>a</sup><sup>a</sup>Belarusian State University, Niezaliežnasci Avenue, 4, 220030, Minsk, Belarus

The results of geoecological assessment of the energy potential of raw wood Belarus are provided. Significant territorial differences in its location and use for energy purposes have been revealed. Typology of administrative districts of Belarus by total potential of raw wood as a renewable energy source energy and the level of its use is given. Prospective directions of rational use of resources of wood biomass for energy purposes are determined. According to the results of the research recommendations for the appropriate use of wood potential depending on the structure of forest management units are given. Directions for increasing of potential of woody vegetation are proposed. The results of the research can be used in planning the further development and optimization of the territorial location of small power system functioning on wood biomass as well as for maintaining the State inventory of renewable energy sources for an assessment of energy potential of the territory of the administrative regions of the republic, register renewable energy sources and analysis the efficiency of their use.

**Key words:** renewable energy; fuelwood; wood chips; wood pellets; bioenergy.

**Образец цитирования:**

Воробьёв Д. С. Геоэкологическая оценка энергетического потенциала древесного сырья Беларуси // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2017. № 2. С. 73–81.

**For citation:**

Vorobyov D. S. Geoecological assessment of energy potential of wood raw materials of Belarus. *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2017. No. 2. P. 73–81 (in Russ.).

**Автор:**

Дмитрий Сергеевич Воробьёв – кандидат географических наук; старший преподаватель кафедры географической экологии географического факультета.

**Author:**

Dmitry Vorobyov, PhD (geography); senior lecturer at the department of geographical ecology, faculty of geography. [dzm.varabyou@gmail.com](mailto:dzm.varabyou@gmail.com)

## Введение

Максимальное вовлечение в энергетический баланс местных видов топлива и возобновляемых источников энергии является первостепенной задачей для Беларуси, особенно в контексте обеспечения энергетической безопасности, выступающей фактором устойчивого развития государства. Согласно Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь (2015) в области энергосбережения и использования возобновляемых источников энергии поставлены задачи снизить энергоемкость внутреннего валового продукта, обеспечить экономию энергоресурсов и увеличить долю потребления собственных энергоресурсов для производства тепловой и электрической энергии<sup>1</sup>. Геоэкологическая оценка энергетического потенциала древесного сырья как источника возобновляемой энергии служит основой оптимального территориального размещения и дальнейшего развития сети объектов малой энергетики республики, а также повышения энергетической безопасности государства.

## Методика исследования

В Беларуси вопросам потребления древесного сырья в энергетических целях посвящены исследования преимущественно специалистов в области лесоводства и экономики природопользования. Методические подходы к оценке потенциала древесного сырья как источника энергии базируются на статистических показателях и заключаются в определении его объема на основе данных о планируемых лесозаготовительных работах, породном составе древостоев и их теплотворной способности (В. Ф. Багинский, А. И. Ковалевич, С. П. Кундас, А. В. Ледницкий, А. П. Матвейко, В. В. Усень, А. С. Федоренчик и др.). Помимо ресурсной оценки значительное внимание уделено технологии и эффективности создания энергетических плантаций древесных пород (П. И. Волович, О. И. Родькин, А. И. Русаленко, С. С. Штукин и др.), различным аспектам использования в качестве источника энергии древесного отпада, малопродуктивных насаждений мягколиственных пород и порубочных остатков (В. Ф. Багинский, М. Ф. Исайчиков, В. А. Скригаловская, Н. В. Толкачева, В. Г. Шатравко и др.), а также другим технологическим и экономическим проблемам развития биоэнергетики на древесной биомассе (В. П. Баранчик, А. В. Вавилов, Г. А. Василенко, А. Н. Дорофейчик и др.).

Зарубежные исследования в данной области в основном ориентированы на топливно-энергетический рынок, их целью является стабильное обеспечение поставок древесного топлива. Идея многих работ заключается в унификации терминологии и методологии исследований, создании научного потенциала в области биоэнергетики и устойчивого управления лесами, позволяющего совершенствовать логику закупок биотоплива.

Множество проведенных исследований по оценке потенциала энергетической биомассы в странах Европейского союза [1; 2] объединены программой «Энергия биомассы в Европе» (BEE), осуществленной в 2008–2010 гг. [2]. Целью проекта являлось совершенствование методологии оценки ресурсов биомассы для энергетических целей в Европе и соседних странах путем унификации методики оценок. Это позволило улучшить согласованность, точность и надежность процесса оценки биомассы для получения энергии и сделало его эффективным инструментом планирования энергетической политики. Среди международных программ также выделяется проект KEMET, задача которого заключалась в создании информационной службы для стран Восточной Европы, в том числе Беларуси, Эстонии, Чехии, Латвии, Литвы, Польши, Румынии, Словакии и Украины, в целях развития бизнеса и поиска новых рынков в государствах, участвующих в данной инициативе. Итогом стало издание специализированных атласов лесного хозяйства стран – участниц проекта [3; 4].

Целью настоящего исследования является геоэкологическая оценка энергетического потенциала древесного сырья Беларуси, а также выявление территориальных различий его размещения и степени использования в качестве источника энергии. Объектом исследования выступает древесное сырье как потенциальный источник возобновляемой энергии, включающее в себя низкокачественную и тонкомерную древесину, отходы лесозаготовок, лесопиления и деревообработки, предназначенные для потребления в качестве топлива. Геоэкологическая оценка энергетического потенциала древесного сырья представляет собой количественное определение ресурса древесной биомассы, которая может быть применена в энергетических целях с учетом принципов рационального природопользования. В качестве территориальной единицы исследования принята территория административного района.

Структурно-логическую модель оценки энергетического потенциала древесного сырья образуют следующие составные элементы:

- качественная и количественная характеристика древесной растительности, определение ее ресурсного потенциала;

<sup>1</sup>Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.12.2015 г. № 1084 «Об утверждении Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь».

- установление объема древесных ресурсов, которые реально могут быть использованы в энергетических целях;
- анализ современного потребления древесных ресурсов в качестве источника энергии и установление степени реализации их потенциала;
- типизация административных районов Беларуси по величине потенциала древесного сырья и степени его использования в энергетических целях;
- определение направлений рационального потребления древесного сырья в энергетических целях на уровне административного района.

Ресурсы древесного сырья, пригодные для потребления в энергетических целях, складываются из дровяной древесины от рубок главного пользования и ухода, лесосечных отходов и древесного отпада. Потенциальный ежегодный объем древесного топлива определяется на основе данных о планируемых лесозаготовках с учетом товарной структуры насаждений и технических возможностей по извлекаемости отходов [5; 6]. Оценка отпада проводится по нормативам величины ежегодного древесного отпада на единицу площади в древостоях главных лесообразующих пород с учетом возраста насаждений [7]. При этом учитываются критерии устойчивого управления лесами, предполагающие сохранение продуктивности лесов, поддержание биоразнообразия и выполнение других экологических функций [8; 9]. На основе материалов о топливно-энергетическом балансе административных районов, производстве и потреблении древесного топлива оценивается уровень использования потенциала древесного сырья, осуществляется типизация районов и определяются направления оптимизации его применения.

Геоэкологическая оценка энергетического потенциала древесного сырья базируется на задействовании как традиционных географических методов и подходов (математическая статистика, комплексный анализ, моделирование), так и новых ГИС-методов, которые позволили упростить анализ показателей и визуализацию результатов. Используемая в работе база географических данных строится на широком охвате статистической и картографической информации. Баланс производства и потребления древесного топлива анализируется по материалам Национального статистического комитета Республики Беларусь (Белстат), Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, областных исполнительных комитетов (статистические данные о балансе древесного топлива, его потребителях и производителях); его ресурсная база оценивается с учетом информации Государственного лесного кадастра Республики Беларусь (характеристика лесного фонда) и РУП «Белгослес» (материалы по заготовкам древесины и существующим топливно-энергетическим плантациям древесных пород) [10].

### Результаты исследования и их обсуждение

**Краткая характеристика лесного фонда.** Общая площадь лесного фонда Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2015 г. составляла 9,5 млн га, в том числе лесопокрытая – 8,2 млн га<sup>1</sup>. Начиная с 1994 г. наблюдается тенденция к повышению общей площади лесного фонда и лесопокрытых земель, а также уменьшению нелесных земель. За указанный период общая площадь земель лесного фонда увеличилась на 832,5 тыс. га. Наибольшая площадь земель лесного фонда приходится на территорию Гомельской области и составляет 23,9 % общего фонда, наименьшая зафиксирована в Гродненской области (10,4 %). Лесистость, определяемая отношением площади земель, покрытых лесом в лесном фонде, к общей площади территории в целом по республике (по состоянию на 1 января 2015 г.), достигла 39,5 %. Наибольшей лесистостью отличаются Гомельская (45,4 %) и Витебская (39,5 %) области, наименьшей – Брестская (35,7 %) и Гродненская (34,8 %). Значение показателя лесистости варьирует в широких пределах по административным районам – от 11,1 % для Несвижского района до 66,1 и 69,0 % для Россонского и Лельчицкого районов соответственно. Низкая доля лесов в структуре земельного фонда также характерна для небольших по площади и высоко освоенных в сельскохозяйственном плане Берестовицкого, Мстиславского, Зельвенского, Горецкого, Жабинковского, Копыльского и Шкловского районов (менее 20 %). Высокий удельный вес лесов (более 50 %) отмечен для 18 районов, главным образом Гомельской, Витебской и Могилёвской областей.

По состоянию на 1 января 2015 г. общий запас древесины превысил 1,7 млрд м<sup>3</sup>. По общему запасу насаждений лидируют Гомельская, Минская и Витебская области; деревьев хвойных пород – Гомельская и Минская области (253,2 млн м<sup>3</sup>, или 22,4 % общего запаса хвойных, и 236,7 млн м<sup>3</sup>, или 20,9 %, соответственно); мягколиственных пород – Витебская область (141,0 млн м<sup>3</sup>, или 28,0 %); твердолиственных пород – Гомельская область (26,3 млн м<sup>3</sup>, или 46,3 %). Среди административных единиц минимальными запасами древесины на корню отличаются небольшие по площади районы: Несвижский, Жабинковский и Берестовицкий (запасы менее 3 млн м<sup>3</sup> для каждого). Запас древесины для большей части районов находится в пределах от 10 до 20 млн м<sup>3</sup>. Около 20 млн м<sup>3</sup> древесины запасено

<sup>1</sup>Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2015 г.

в лесном фонде 17 районов, а в Борисовском и Полоцком районах ее запас сопоставим с общим годовым объемом прироста для республики (32,7 и 33,3 млн м<sup>3</sup> соответственно). Максимальный показатель зафиксирован для Лельчицкого района (36,3 млн м<sup>3</sup>).

**Оценка потенциала древесного сырья как возобновляемого источника энергии.** Основным источником древесного сырья в республике являются рубки главного и промежуточного пользования и прочие. В среднем за 2010–2014 гг. объем заготовки ликвидной древесины составил 18,6 млн м<sup>3</sup>. За десятилетний период объемы заготовки леса существенно увеличились: рост к уровню 2003 г. достиг 3 млн м<sup>3</sup>, или 19 %. Согласно идее непрерывного и неистощительного лесопользования потенциал потребления древесной растительности лимитируется ее годовым приростом, который достигает около 32 млн м<sup>3</sup>. При этом в настоящее время заготавливается лишь половина объема ежегодного прироста. Последний факт объясняется отсутствием устойчивого спроса на балансы малоценных мягколиственных пород (удельный вес в запасе спелых и перестойных насаждений превышает 47 %), изъятием из расчета главного пользования лесной площади, имеющей важное природоохранное значение (особо охраняемые природные территории (7,6 %), особо защитные участки леса (10,2 % общей площади)), наличием земель, загрязненных радионуклидами (менее 20,0 % лесов), и труднодоступных лесных массивов (более 10,0 % площади лесов), где заготовка возможна при определенных погодных условиях и существующей транспортной инфраструктуре.

При современном объеме заготовки древесины технически доступный потенциал древесной биомассы, возможный к использованию в топливно-энергетических целях, в 2010–2014 гг. в среднем составил 9,5 млн м<sup>3</sup>, или 2,5 млн т условного топлива (т у. т.), и представлен топливными дровами на 81,8 %, отходами лесозаготовительных работ – на 18,2 %. Основная часть доступной биомассы находится в пределах Гомельской (1,9 млн м<sup>3</sup>, или 20,5 %), Витебской и Минской (по 1,8 млн м<sup>3</sup>, или 19,4 %) областей. В разрезе районов суммарный объем доступного древесного топлива варьирует от 7,6 тыс. м<sup>3</sup> в Жабинковском районе до 199,2 тыс. м<sup>3</sup> – в Речицком.

В зависимости от величины потенциала древесного топлива были выделены четыре группы районов:

- с низким потенциалом (менее 50,0 тыс. м<sup>3</sup>) – 28 районов (16,9 % территории республики);
- средним (50,1–100,0 тыс. м<sup>3</sup>) – 61 район (50,1 %);
- высоким (100,1–150,0 тыс. м<sup>3</sup>) – 20 районов (21,3 %);
- очень высоким (150,1 тыс. м<sup>3</sup> и более) – 9 районов (11,7 %).

Резервом топливной древесины также служат пригодные для использования в качестве топливного сырья насаждения быстрорастущей ольхи серой, запасы которой превышают 20 млн м<sup>3</sup> (1,2 тыс. га), и плантации быстрорастущих пород деревьев. Создание последних является одним из государственных приоритетов в развитии энергетического потенциала республики<sup>1</sup>. В то же время высаженные в 2007–2014 гг. плантации быстрорастущих древесно-кустарниковых пород для топливно-энергетических целей на общей площади свыше 2,4 тыс. га могут быть использованы лишь в среднесрочной перспективе.

**Современное производство и использование древесного топлива.** Субъекты хозяйствования потребляют в энергетических целях топливные дрова, заготавливаемые при проведении рубок главного и промежуточного пользования, а также прочих рубок, отходы лесопиления и деревообработки, лесосечные отходы, древесные пеллеты и брикеты.

На протяжении 2010–2014 гг. в среднем ежегодно производилось 7,9 млн м<sup>3</sup> древесного топлива, основная часть которого приходится на топливные дрова. За указанный период в среднем было использовано 7,8 млн м<sup>3</sup> древесного топлива, главным образом топливных дров (60,4 % общего потребления) и древесной щепы (23,9 %). Баланс производства и потребления древесного топлива носит положительный характер, однако на уровне административных районов выявлены существенные территориальные различия. Рост потребления древесного топлива в 2010–2015 гг. с 6,75 до 8,1 млн м<sup>3</sup> позволил ежегодно экономить около 0,45 млн т у. т. и оставить связанным 750–800 тыс. т CO<sub>2</sub>.

Суммарный ежегодный объем производства топливных дров в среднем составил 4,9 млн м<sup>3</sup>, при этом их производят во всех административных районах республики. Минимальные объемы зафиксированы в Жабинковском, Берестовицком, Несвижском, Шарковщинском, Кормянском, Кореличском, Зельвенском, Вороновском, Ивановском и Чечерском районах (в среднем менее 15 тыс. м<sup>3</sup> в год). Максимальные показатели производства получены для Витебского, Лунинецкого, Борисовского и Гомельского районов (в среднем более 100 тыс. м<sup>3</sup> в год). Топливные дрова практически в полном объеме используются организациями ЖКХ и социальной сферы, отпускаются населению, а также в незначительной степени задействованы в производстве энергии.

<sup>1</sup>Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 03.11.2010 г. № 1626 «Об утверждении Государственной программы развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы».

Отходы лесопиления и деревообработки главным образом используются самими переработчиками, а также частично идут на производство древесных пеллет и брикетов. Ежегодно они потребляются в объеме 1,3 млн м<sup>3</sup>, а их производство приурочено преимущественно к крупным предприятиям лесоперерабатывающей отрасли – ОАО «Гомельдрев», ОАО «Мостовдрев», ОАО «Ивацевичдрев», ОАО «Витебскдрев», ЗАО «Холдинговая компания “Пинскдрев”», ОАО «ФанДОК» и др. Более 50 % валового производства сконцентрировано на территории 14 районов, где ежегодный показатель превышает 30 тыс. м<sup>3</sup>: Лунинецкого, Мозырского, Витебского, Гомельского, Борисовского, Речицкого, Шкловского, Могилевского, Бобруйского, Пинского, Ивацевичского, Молодечненского, Светлогорского и Петриковского. Высоким удельным весом (свыше 30 %) данного вида древесного топлива в общем производстве характеризуются Лидский, Бобруйский, Петриковский, Шкловский, Каменецкий, Круглянский, Молодечненский и Светлогорский районы.

Отходы лесозаготовок, составляющие около 30 % ликвидной части древесины, в энергетических целях потребляются ограниченно (за 2010–2014 гг. в среднем заготовлено 51 % возможного). Ежегодно в среднем использовалось 128,1 тыс. м<sup>3</sup> с тенденцией к сокращению объемов, что связано с невысокими конкурентными преимуществами по сравнению с другими видами древесного топлива. Данный вид топлива заготавливается менее чем в половине районов. Более 65 % производства приходится на Витебский (10,5 тыс. м<sup>3</sup>), Жлобинский (10,5 тыс. м<sup>3</sup>), Бобруйский (20,1 тыс. м<sup>3</sup>) и Борисовский (61,6 тыс. м<sup>3</sup>) районы. Максимальным удельным весом данного вида древесного топлива в общем производстве характеризуются Чаусский (10,4 %), Бобруйский (13,5 %), Жлобинский (15,5 %) и Борисовский (16,3 %) районы.

За рассматриваемый период одним из основных видов древесного топлива стала древесная щепа, производство которой налажено как в системе Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, так и частными предприятиями. В 2010–2014 гг. организациями всех форм собственности в среднем было выпущено 2,1 млн м<sup>3</sup> древесной щепы. Указанный вид топлива изготавливается в пределах 92 административных единиц в объеме от 1 тыс. м<sup>3</sup> в Мядельском, Браславском и Рогачевском районах до более чем 100 тыс. м<sup>3</sup> – в Пинском и Борисовском. Высоким удельным весом данного вида древесного топлива в общем производстве характеризуются Дятловский (58,3 %), Мостовский (64,0 %) и Пружанский (71,8 %) районы.

В системе лесохозяйственного ведомства создание производственной инфраструктуры по изготовлению и доставке до энергоисточников топливной щепы было предусмотрено в соответствии с Программой развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 гг. К концу 2015 г. в пределах 55 административных районов в системе Министерства лесного хозяйства была налажена инфраструктура для производства древесной щепы мощностью 1,5 млн м<sup>3</sup> ежегодно. В рамках реализации государственной программы «Белорусский лес» на 2016–2020 гг.<sup>1</sup> будет продолжено наращивание мощностей по изготовлению щепы, что позволит увеличить объем ее производства к концу 2020 г. до 1,8 млн м<sup>3</sup> в год. Развитие данного направления должно осуществляться за счет переработки дровяной древесины и отходов лесозаготовок.

Производство древесных пеллет и брикетов требует сложного технологического оборудования и, как следствие, имеет меньшие масштабы по сравнению с выпуском щепы. Ежегодно изготавливается более 73,3 тыс. т пеллет на территории 24 районов республики (в том числе Ивацевичского, Пинского и Поставского районов – свыше 10,0 тыс. т) и более 27,6 тыс. т брикетов в пределах 27 административных единиц (в том числе Березинского, Новогрудского, Островецкого, Борисовского, Вилейского, Бобруйского, Ивацевичского, Пинского, Речицкого районов – свыше 1,0 тыс. т).

Суммарный объем производства древесного топлива в разрезе административных единиц варьирует от 7,5 тыс. м<sup>3</sup> в Несвижском районе до 376,9 тыс. м<sup>3</sup> – в Борисовском. Ранжирование районов Беларуси по уровню использования потенциала древесного топлива показало, что 12 из них имеют очень низкую степень реализации потенциала (не выше 0,25); 54 – низкую (в пределах от 0,25 до 0,50); 35 – среднюю (от 0,51 до 0,75); 17 – высокую (выше 0,75).

**Типизация административных районов Беларуси по величине потенциала древесного сырья и уровню его использования в энергетических целях.** Оценка энергетического потенциала древесного топлива, баланса его потребления и производства позволила провести типизацию районов Беларуси по величине потенциала древесного сырья и уровню его использования в энергетических целях, а также выделить среди них группы, которые характеризуются различной степенью сбалансированности биоэнергетики на древесной биомассе, и предложить направления ее развития.

<sup>1</sup>Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18.03.2016 г. № 215 «Об утверждении Государственной программы “Белорусский лес” на 2016–2020 гг.».

По соотношению показателей величины потенциала древесного топлива и степени его использования административные районы Беларуси объединены в три группы в зависимости от сбалансированности показателей лесопользования в энергетических целях (рис. 1):

- со сбалансированной структурой: средним и высоким потенциалом древесного топлива, низкой и средней степенью его использования. Рекомендуется сохранение размера потребления ресурсов древесного сырья как возобновляемого источника энергии на территории 51 района (43,6 % площади республики);
- с относительно сбалансированной структурой: высоким и средним потенциалом древесного сырья, который использован в недостаточной мере (низкий и средний уровень реализации). Рекомендуется интенсификация потребления ресурсов древесного сырья в энергетических целях на территории 27 районов (27 % площади республики);
- с несбалансированной структурой: высоким уровнем реализации потенциала древесного топлива, для которых требуются мероприятия по повышению ресурсной базы. Группа включает в себя 40 районов (29,4 % площади республики).

В свою очередь, в этих группах были выделены 14 подгрупп (таблица).

Структура лесопользования

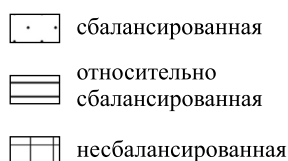


Рис. 1. Типизация административных районов Беларуси по структуре лесопользования в энергетических целях

Fig. 1. Typology of administrative districts of Belarus according to the degree of balance of forest management for energy purposes

**Перспективы использования древесного сырья в энергетических целях.** В настоящее время в лесном фонде Беларуси достигнута близкая к оптимальной возрастная структура насаждений. Размер лесосеки по рубкам главного лесопользования в связи с выравниванием возрастной структуры лесов ежегодно растет за счет увеличения количества готовой к рубке спелой древесины. По данным Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, к 2020 г. расчетная лесосека по рубкам главного пользования составит 13,1 млн м<sup>3</sup>, а к 2025 г. превысит 14,7 млн м<sup>3</sup>; общий объем заготовки древесины достигнет 20,8 и 22,6 млн м<sup>3</sup> соответственно. По расчетам автора, при запланированном объеме заготовки древесины к 2020 г. ежегодный потенциал древесного топлива, образующийся при всех видах рубок, составит 10,1 млн м<sup>3</sup> (эквивалентно 3,1 млн т у. т.), а к 2025 г. – 11,1 млн м<sup>3</sup> (эквивалентно 3,5 млн т у. т.). Наибольшие запасы ресурса будут сосредоточены в Витебской (2,4 млн м<sup>3</sup> к 2020 г., 2,6 млн м<sup>3</sup> к 2025 г.) и Гомельской (2,1 млн м<sup>3</sup> к 2020 г., 2,3 млн м<sup>3</sup> к 2025 г.) областях – 23,3 и 20,9 % общего запаса в среднем соответственно (рис. 2).

Максимальным потенциалом (более 200 тыс. м<sup>3</sup>) к 2020 г. будут обладать Городокский (307,9 тыс. м<sup>3</sup>), Речицкий (245,2 тыс. м<sup>3</sup>), Петриковский (243,1 тыс. м<sup>3</sup>), Лельчицкий (231,9 тыс. м<sup>3</sup>), Витебский (231,1 тыс. м<sup>3</sup>), Калинковичский (210,7 тыс. м<sup>3</sup>), Полоцкий (207,4 тыс. м<sup>3</sup>) и Осиповичский (204,7 тыс. м<sup>3</sup>) районы. К 2025 г. объем древесного топлива для них в среднем возрастет на 10,6 тыс. м<sup>3</sup> к уровню 2020 г.

Матрица типизации административных районов Беларуси по величине потенциала  
древесного топлива и степени его использования в энергетических целях

Matrix of typology of administrative regions of Belarus  
by the volume of potential wood fuel and degree of its use for energy purposes

| Критерий                                            | Величина потенциала древесного топлива, тыс. м <sup>3</sup> в год |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | менее 50,0                                                        | 50,1–100,0                                                                                                                                                                                          | 100,1–150,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 150,1 и более                                                                                               |
| Степень реализации потенциала<br>древесного топлива | менее 0,25                                                        | Дзержинский, Дятловский, Любанский, Мостовский, Стародорожский, Столбцовский, Чечерский                                                                                                             | Дубровенский, Ивьевский                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Вилейский, Логойский, Пружанский                                                                            |
|                                                     | 0,25–0,50                                                         | Берестовицкий, Брагинский, Ветковский, Вороновский, Ивановский, Клецкий, Кореличский, Кормянский, Лоевский, Минский, Мстиславский, Наровлянский, Несвижский, Чашникский, Чериковский, Шарковщинский | Буда-Кошелевский, Волковысский, Воложинский, Добрушский, Климовичский, Копыльский, Крупский, Лидский, Лиозненский, Молодечненский, Мядельский, Новогрудский, Островецкий, Пуховичский, Рогачевский, Росонский, Свислочский, Сенненский, Слонимский, Слуцкий, Смолевичский, Солигорский, Узденский, Хойникский, Шкловский | Березинский, Быховский, Городокский, Гродненский, Кличевский, Мозырский, Толочинский, Червенский, Щучинский |
|                                                     | 0,51–0,75                                                         | Березовский, Дрогичинский, Зельвенский, Кобринский, Ляховичский, Славгородский, Хотимский                                                                                                           | Белыничский, Бешенковичский, Верхнедвинский, Глубокский, Глусский, Жлобинский, Каменецкий, Кировский, Костоковичский, Круглянский, Малоритский, Миорский, Октябрьский, Ошмянский, Светлогорский, Сморгонский, Столинский, Ушачский, Чаусский, Шумилинский                                                                | Докшицкий, Житковичский, Ивацевичский, Могилёвский, Оршанский, Полоцкий                                     |
|                                                     | более 0,75                                                        | Горецкий, Дрибинский, Жабинковский, Краснопольский, Кричевский                                                                                                                                      | Барановичский, Бобруйский, Браславский, Брестский, Ганцевичский, Ельский, Лепельский, Пинский, Поставский                                                                                                                                                                                                                | Витебский, Гомельский, Лунинецкий                                                                           |

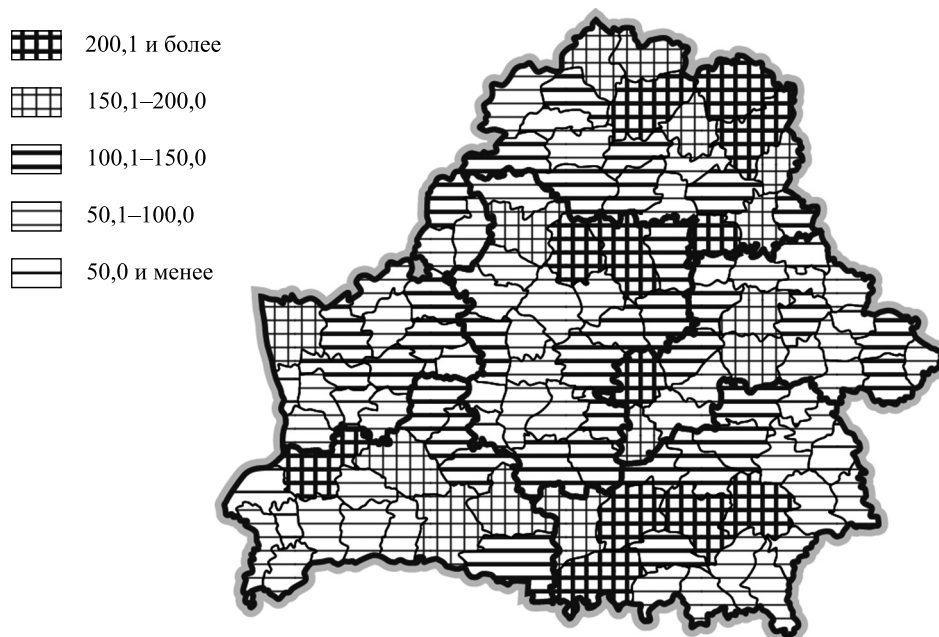


Рис. 2. Прогноз доступных ресурсов древесного топлива административных районов Беларуси на 2025 г., тыс. м<sup>3</sup>

Fig. 2. Forecast of available wood fuel resources of the administrative districts of Belarus in 2025, ths m<sup>3</sup>

Минимальные значения (потенциал не превышает 30 тыс. м<sup>3</sup>) показателя получены для небольших по площади районов: Жабинковского (16,6 тыс. м<sup>3</sup>), Кричевского (16,7 тыс. м<sup>3</sup>), Несвижского (17,1 тыс. м<sup>3</sup>), Зельвенского (18,0 тыс. м<sup>3</sup>), Берестовицкого (22,9 тыс. м<sup>3</sup>), Молодечненского (25,3 тыс. м<sup>3</sup>), Круглянско-го (26,3 тыс. м<sup>3</sup>), Ветковского (27,3 тыс. м<sup>3</sup>), Дрибинского (29,0 тыс. м<sup>3</sup>) и Хотимского (29,5 тыс. м<sup>3</sup>). К 2025 г. количество районов в данной группе сократится на фоне роста потенциала древесного топлива в среднем на 2,0 тыс. м<sup>3</sup>.

На заключительном этапе исследования оценивался потенциал древесной растительности на уровне административного района путем анализа топливно-энергетического баланса и современного использования древесной биомассы в качестве источника энергии, установления потенциала древесного топлива, определения возможности его увеличения и повышения продуктивности лесов. Способами повышения потенциала древесной растительности могут стать выявление и оценка факторов, снижающих продуктивность лесных насаждений района, реконструкция древостоев с использованием образующегося древесного сырья в хозяйственных целях и выращивание древесной биомассы для энергетических потребностей. Указанные подходы к изучению потенциала древесного топлива апробированы автором на примере Жлобинского района [11; 12].

### Заключение

Реализация выделенных направлений рационального использования древесной биомассы в энергетических целях для всех административных районов Республики Беларусь позволит повысить эффективность потребления местных и возобновляемых источников энергии, обеспечит создание новых рабочих мест в сельских регионах и экономии валютных расходов государства на импортируемые энергоносители.

### Библиографические ссылки

1. Fischer G., Hizsnyik E., Prieler S., et al. Assessment of biomass potentials for bio-fuel feedstock production in Europe: methodology and results // Methodology and assessment of biomass potentials in EU27+ under alternative future scenarios. 2007.
2. Status of Biomass Resource Assessments // Biomass Energy Europe. 2010.
3. Gerasimov Y. Energy sector in Belarus: focus on wood and peat fuels // Metlan työraportteja. 2010. Vol. 171.
4. Gerasimov Y., Karjalainen T. Atlas of the forest sector in Belarus // Metlan työraportteja. 2010. Vol. 170.
5. Кундас С. П., Позняк С. С., Шенец Л. В. Возобновляемые источники энергии. Минск, 2009.
6. Федоренчик А. С., Ледницкий А. В. Энергетическое использование низкокачественной древесины и древесных отходов. Минск, 2010.
7. Багинский В. Ф. Потенциал использования древесной массы для топлива в Республике Беларусь // Природ. ресурсы. 2005. № 4. С. 44–51.

8. Неверов А. В. Лесное управление. Минск, 2014.
9. Шатравко В. Г., Толкачева Н. В., Булко Н. И. Использование порубочных остатков: направления и перспективы // Пробл. лесоведения и лесоводства : сб. науч. тр. Ин-та леса НАН Беларуси. 2011. Вып. 71. С. 186–196.
10. Воробьев Д. С. Оценка запасов древесного сырья Беларуси как возобновляемого источника энергии // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. 2013. № 2. С. 95–100.
11. Воробьев Д. С. Оценка состояния и перспективы использования древесного сырья как альтернативного источника энергии на территории Жлобинского района // Природопользование : сб. науч. тр. 2015. Вып. 27. С. 118–125.
12. Воробьев Д. Пути повышения потенциала древесного сырья как возобновляемого источника энергии (на примере административного района) // Економічна та соціальна географія : наук. зб. 2015. Вип. 72. С. 62–66.

## References

1. Fischer G., Hizsnyik E., Prieler S., et al. Assessment of biomass potentials for bio-fuel feedstock production in Europe: methodology and results. *Methodology and assessment of biomass potentials in EU27+ under alternative future scenarios*. 2007.
2. Status of Biomass Resource Assessments. *Biomass Energy Europe*. 2010.
3. Gerasimov Y. Energy sector in Belarus: focus on wood and peat fuels. *Metlan työraportteja*. 2010. Vol. 171.
4. Gerasimov Y., Karjalainen T. Atlas of the forest sector in Belarus. *Metlan työraportteja*. 2010. Vol. 170.
5. Kundas S. P., Poznyak S. S., Shenets L. V. [Renewable sources of energy]. Minsk, 2009 (in Russ.).
6. Fedorenchik A. S., Lednitskii A. V. [Energy use of low-quality wood and wood waste]. Minsk, 2010 (in Russ.).
7. Baginskii V. F. [The potential of use of woody biomass for fuel in the Republic of Belarus]. *Nat. Res.* 2005. No. 4. P. 44–51 (in Russ.).
8. Neverov A. V. [Forest management]. Minsk, 2014 (in Russ.).
9. Shatravko V. G., Tolkacheva N. V., Bulko N. I. [The use of forest residues: trends and prospects]. *Probl. lesoved. i lesovod.* : sb. nauchn. tr. Inst. lesa NAN Belarusi. 2011. Issue 71. P. 186–196 (in Russ.).
10. Vorobyov D. S. Estimation of wood raw of Belarus as the renewable energy source. *Vestnik BSU. Ser. 2, Khim. Biol. Geogr.* 2013. No. 2. P. 95–100 (in Russ.).
11. Vorobyov D. S. Assessment and prospects of use of wood materials as energy resource on the territory of Zhlobin district. *Prirodopol'zovanie* : sb. nauchn. tr. 2015. Issue 27. P. 118–125 (in Russ.).
12. Vorobyov D. Directions to increase the potential of raw wood as a renewable energy source (on the example of the administrative district). *Економічна та соціаль'на географія* : наук. зб. 2015. Issue 72. P. 62–66 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 06.03.2017.  
Received by editorial board 06.03.2017.