

проблемы расчёта нормативных параметров развития лесохозяйственных предприятий по природным зонам Украины. Представлены результаты корреляционно-регрессионного анализа по трем модельным лесохозяйственным предприятиям Восточного Полесья по итогам 2010 и 2011 гг., осуществленного с целью обоснования показателей для многофакторной регрессионной линейной модели организационно-экономической деятельности лесохозяйственных предприятий Восточно-Полесского региона.

Нормативные параметры, лесохозяйственные предприятия, сценарное планирование, корреляционно-регрессионный анализ.

Methodical expedience of the use of the scenario planning and methods cross-correlation – regressive analysis for the decision of problem of determination of normative parameters of development of Forestry enterprises for natural areas of Ukraine is certain. The results of cross-correlation regressive analysis after three model Forestry enterprises of East Polissya on results 2010 and 2011 years, realizable with a purpose ground of indexes for a multivariable regressive linear model of organizationally economic activity of Forestry enterprises of East Polissya are resulted.

Normative parameters, Forestry enterprises, scenario planning, cross-correlation regressive analysis.

УДК 630*83:621.311

ОЦЕНКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ В БИОЭНЕРГЕТИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**А.И. Ковалевич, кандидат сельскохозяйственных наук
В.В. Усеня, доктор сельскохозяйственных наук
ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»**

Представлена общая характеристика лесного фонда Республики Беларусь. Изложены структура и долевое участие лесных древесных ресурсов в топливно-энергетическом комплексе Беларуси и прогноз их дальнейшего использования в биоэнергетике страны. Рассмотрены экономические и экологические факторы, ограничивающие объемы использования топливной древесины в качестве местных видов топлива. Показаны перспективы ускоренного производства древесного сырья на топливно-энергетических плантациях быстрорастиющих древесных пород.

Республика Беларусь, биоэнергетика, лесные древесные ресурсы, топливная древесина, топливно-энергетический комплекс, плантационное лесовыращивание.

В настоящее время во многих странах мира наблюдается повышение интереса к возобновляемым источникам энергии, что связано с не-

прерывно снижающимися запасами ископаемых энергоносителей, ухудшением экологической ситуации, в связи с газовыми выбросами, приводящими к парниковому эффекту [3, 4].

В Европе в 2009 году функционировало около 650 производств по выпуску топливных древесных пеллет, которые произвели более 10 млн тонн продукции [8].

Биоэнергетика начинает интенсивно развиваться в условиях необходимости достичь определенного уровня энергетической безопасности в соответствии с Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь. Основной частью биотоплива в стране, которая может быть вовлечена в топливно-энергетический баланс для промышленной выработки электроэнергии и тепла, являются древесно-топливные ресурсы.

В Республике Беларусь по мере увеличения использования газа в промышленности, энергетике и в быту, при относительно низкой его стоимости, спрос на древесину в качестве топлива снижался. С увеличением мировых цен на газ повысился и интерес к использованию древесины как альтернативного топливного источника. В настоящее время с целью реализации Национальной программы развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011–2015 гг. поставлена задача по обеспечению получения 25–30 % всей потребляемой энергии в стране за счет местных источников топлива. Одним из основных резервных источников местного топлива, который можно использовать для нужд топливно-энергетического комплекса, являются лесные древесные ресурсы, что и определяет необходимость их оценки и перспектив использования в биоэнергетике.

Цель исследований – оценка ресурсов топливной древесины для нужд топливно-энергетического комплекса с учетом ограничивающих их использование факторов и целевого плантационного лесовыращивания.

Материалы и методика исследований. Объектом исследований явились лесные древесные ресурсы для нужд энергетики в Республике Беларусь, их структура и долевое участие в топливно-энергетическом комплексе страны и ускоренные технологии их плантационного воспроизводства.

Краткие сведения о лесном фонде и запасах насаждений быстрорастущих древесных пород представлены в соответствии с Государственным лесным кадастром Республики Беларусь [2].

Оценка прогнозной потребности в топливной древесине для развития электро- и теплогенерирующих мощностей на древесном топливе выполнена в соответствии с Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь (утверждена Указом Президента Республики Беларусь от 17 сентября 2007 г. № 433), Государственной программой строительства энергоисточников на местных видах топлива в 2010–2015 гг. (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19 июля 2010 г. № 1076) и Национальной программой развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011–2015 гг. (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10 мая 2011 г. № 586).

Прогнозная оценка объемов доступного и пригодного для использования в качестве топлива древесного отпада в лесном фонде Беларуси на период до 2020 г. представлена в соответствии с методологией оценки древесно-топливных ресурсов и определения масштабов эффективного использования древесных ТЭР в энергетике [6].

Расчет прогнозных объемов получения и использования в энергетических целях отходов деревообработки выполнен на основании действующих мощностей и вводимых в действие до 2020 г. на территории Беларуси лесопильных и деревообрабатывающих производств.

Ресурсы топливных дров и лесосечных отходов рассчитаны на основании объемов проведения рубок леса в насаждениях основных лесобразующих пород Беларуси в соответствии с Государственной программой развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 гг. [1] с учетом Нормативов изъятия биомассы лесосечных отходов при проведении рубок леса [5].

Результаты исследований. Общая площадь лесного фонда Республики Беларусь по состоянию на 1.01.2012 г. – 9,45 млн га. Лесные земли занимают 91,1 %, среди них покрытые лесом – 85,5 %. Лесистость территории страны достигла 39,0 %. Леса Беларуси распределены на группы и категории защитности. Площадь лесов первой группы составляет 4,87 млн га, второй (эксплуатационные) – 4,58 млн га. В видовом составе древесных пород преобладают насаждения сосны обыкновенной – 50,2 %, березы повислой – 23,1 %, ольхи черной – 8,5 %, ели европейской – 9,3 % от лесопокрытой площади. Общий запас растущей древесины составляет 1,63 млрд м³. В лесном фонде преобладают средневозрастные насаждения – 48,2 %, молодняки составляют 19,8 % и приспевающие – 21,4 %, спелые и перестойные – 10,6 %. Средний запас насаждений на 1 га покрытых лесом земель составляет 202 м³, средний возраст – 53 года [2].

К ресурсам топливной древесины на территории Беларуси относятся:

- дрова топливные, заготавливаемые при проведении рубок главного и промежуточного пользования лесом;
- лесосечные отходы;
- отходы деревообработки;
- древесный отпад, не вырубаемый в настоящее время;
- древесина быстрорастущих пород;
- вышедшие из употребления изделия из древесины (вторичное древесинное сырье);
- древесина от уборки зеленых насаждений и ухода за ними в населенных пунктах;
- древесно-кустарниковая растительность за пределами лесного фонда.

В топливно-энергетическом балансе Беларуси древесные ресурсы в настоящее время составляют 6,6 % (9,2 млн м³ древесного топлива), а к

2020 году их долевое участие увеличится до 7,8 % (11,7 млн м³ древесного топлива) (табл. 1).

1. Древесные ресурсы в топливно-энергетическом балансе Беларуси

Показатели	Годы					
	2012		2015		2020	
	млн м ³	%	млн м ³	%	млн м ³	%
	млн т.у.т.		млн т.у.т.		млн т.у.т.	
Древесное сырье, в т. ч.	<u>9,2</u> 2,5	6,6	<u>10,6</u> 2,8	7,1	<u>11,7</u> 3,1	7,8
Древесное топливо, заготавливаемое в лесу	<u>7,7</u> 2,1	5,5	<u>9,1</u> 2,4	6,0	<u>10,2</u> 2,7	6,7
Отходы деревообработки	<u>1,5</u> 0,4	1,1	<u>1,5</u> 0,4	1,1	<u>1,5</u> 0,4	1,1

В настоящее время резервы древесного топлива составляют 52 млн м³, в том числе: древесный отпад – 32,4 млн м³, остатки дров топливных – 0,15 млн м³, запас насаждений быстрорастущих древесных пород (ольха серая) – 19,1 млн м³, лесосечные отходы – 0,4 млн м³. Оценка объемов, вышедших из употребления изделий из древесины (вторичного древесного сырья), не производилась.

На объемы использования лесных древесных ресурсов оказывают влияние ряд факторов. На значительной площади лесного фонда лесопользование ограничено вследствие выделения на его территории лесных особоохраняемых природных территорий и особозащитных участков (в 2012 г. их площадь составила 1,35 млн га, или 14,3 % лесного фонда). Значительные площади лесов подвержены радиоактивному загрязнению (18,8 % лесного фонда) и труднодоступны (заболоченны) (15 % лесного фонда). В суммарном выражении эти факторы снижают ежегодные объемы использования лесосырьевых ресурсов до 1 млн м³ ликвидной древесины.

В стране в настоящее время при проведении рубок главного и промежуточного пользования лесом заготавливается 6,5 млн м³ дров топливных, к 2020 году планируется увеличение объемов их заготовки до 7,3 млн м³ (табл. 2).

Экономически и экологически целесообразный объем возможного использования отходов лесозаготовок в энергетических целях в настоящее время составляет 0,4 млн м³, а к 2020 году увеличится до 0,45–0,5 млн м³. Определенный объем лесосечных отходов при рубках леса используется для технологических нужд, а также оставляется в лесу для поддержания плодородия почвы и сохранения биологического разнообразия согласно требованиям нормативных правовых актов в лесном хозяйстве и лесной сертификации [5].

2. Объемы дров топливных в лесном фонде Республики Беларусь на период до 2020 г., тыс. м³

Годы	Область						Всего
	Брест- ская	Витеб- ская	Гроднен- ская	Гомель- ская	Могилев- ская	Минская	
2012	922,1	3167,3	747,0	1642,4	1085,2	1460,0	9024,0
2013	922,1	3181,8	747,0	1806,3	1110,6	1460,0	9227,8
2014	922,1	3181,8	747,0	1806,3	1320,8	1460,0	9438,0
2015	1014,2	3181,8	747,0	1917,4	1320,8	1463,2	9644,4
2016	1032,1	3361,5	753,2	1979,7	1320,8	1463,2	9910,5
2017	1056,0	3484,9	789,3	1983,3	1330,8	1539,1	10183,4
2018	1056,0	3737,0	789,3	1983,3	1330,8	1539,1	10435,5
2019	1056,0	3782,7	789,3	1983,3	1330,8	1791,2	10733,3
2020	1060,3	3831,1	987,8	1983,3	1322,0	1812,1	10996,6

В соответствии с вышеуказанными требованиями в лесном фонде Беларуси в целях экологического равновесия в лесных насаждениях, в зависимости от типа леса установлены следующие нормативы оставления лесосечных отходов на местах проведения рубок леса: хвойные леса – 50–70 %, мелколиственные – 70–80 % и широколиственные – до 80 %. Исключением являются черноольховые насаждения, в которых практически весь объем лесосечных отходов, образующихся при рубках главного пользования, используется для устройства технологических волоков.

Для увеличения к 2020 году объемов заготовки древесного топлива до 3,1 млн тонн условного топлива, предусмотренных Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь, необходимо использовать не вырубаемый в настоящее время древесный отпад, ежегодно образующиеся объемы которого в лесном фонде составляют 9,5 млн м³ [6].

Древесный отпад подразделяется на общий и доступный, который в настоящее время в качестве топливно-энергетического ресурса (ТЭР) не используется. Общий, доступный и пригодный для использования в качестве ТЭР объем древесного отпада в лесном фонде составляет 32,4 млн м³. При этом следует отметить, что себестоимость заготовки топливных дров при использовании древесного отпада в 1,5–2 раза выше чем дров топливных, заготавливаемых на рубках ухода за лесом. Срок пригодности древесного отпада для топливно-энергетических целей составляет, в среднем, около четырех лет.

Объемы доступного и пригодного для использования в качестве топлива древесного отпада в лесном фонде страны на период до 2020 г. представлены в табл. 3.

В связи с изменением возрастной структуры лесных насаждений темпы накопления ежегодного объема древесного отпада увеличатся к 2020 году, по отношению к 2013 году, на 10,6 %. Для увеличения объемов заготовки древесного топлива необходимо использовать не вырубаемый в настоящее время древесный отпад с ежегодным объемом 1,25–1,30 млн м³.

3. Объемы доступного и пригодного для использования в качестве топлива древесного отпада в лесном фонде Беларуси на период до 2020 г., млн м³

Годы	Государственное производственное лесохозяйственное объединение						Всего
	Брест- ское	Витеб- ское	Грод- нен- ское	Гомель- ское	Моглев- ское	Минское	
Ежегодные объемы древесного отпада							
2010	1,15	1,65	1,00	1,85	1,42	1,73	8,8
2011	1,16	1,66	1,01	1,87	1,44	1,75	8,89
2012	1,17	1,68	1,02	1,89	1,46	1,76	8,98
2013	1,18	1,70	1,03	1,91	1,47	1,78	9,07
2014	1,19	1,72	1,04	1,93	1,48	1,80	9,16
2015	1,21	1,73	1,05	1,95	1,50	1,82	9,26
2016	1,22	1,75	1,06	1,97	1,51	1,84	9,36
2017	1,23	1,76	1,07	1,99	1,53	1,86	9,46
2018	1,24	1,78	1,08	2,01	1,54	1,88	9,53
2019	1,26	1,80	1,09	2,03	1,56	1,90	9,63
2020	1,28	1,82	1,11	2,05	1,57	1,92	9,73
Общие объемы древесного отпада							
2010	4,19	5,56	3,62	7,85	5,18	6,00	32,4
2011	4,24	5,61	3,66	7,90	5,21	6,02	32,6
2012	4,29	5,67	3,70	7,98	5,27	6,08	33,0
2013	4,34	5,73	3,74	8,06	5,33	6,14	33,3
2014	4,39	5,79	3,78	8,13	5,39	6,20	33,6
2015	4,44	5,85	3,82	8,22	5,45	6,27	33,9
2016	4,49	5,91	3,86	8,31	5,51	6,34	34,2
2017	4,54	5,97	3,90	8,40	5,58	6,40	34,6
2018	4,59	6,03	3,94	8,48	5,66	6,46	34,9
2019	4,64	6,09	3,98	8,56	5,74	6,54	35,3
2020	4,69	6,15	4,02	8,66	5,82	6,60	35,7

Мощности лесопильных и деревообрабатывающих производств позволяют в настоящее время ежегодно получать и использовать в энергетических целях 1,5–2,0 млн м³ отходов деревообработки.

Запасы насаждений быстрорастущей ольхи серой, пригодные для использования в качестве топливного сырья, составляют 18,1 млн м³. Ежегодно возможный объем заготовки древесины ольхи серой для производства древесного топлива может составлять около 1 млн м³.

Одним из перспективных направлений производства биотоплива является создание топливно-энергетических плантаций быстрорастущих древесных пород. В природно-климатических и лесорастительных условиях Беларуси для плантационного лесовыращивания в энергетических целях перспективными являются быстрорастущие породы (береза бородавчатая, осина, ольха черная, ольха серая, ива), включая интродуценты (сорта и формы ив и тополей).

В лесном фонде Беларуси в течение 2008–2012 гг. с целью увеличения объемов древесного сырья для нужд энергетики в соответствии с разработанными Институтом леса Рекомендациями по созданию топливно-энергетических плантаций быстрорастущих древесных пород [7] создаются топливно-энергетические плантации в объеме 304–324 га в год. Ежегодные объемы создания топливно-энергетических плантаций представлены в табл. 4.

4. Объемы создания топливно-энергетических плантаций в лесном фонде Беларуси в 2008–2012 гг.

Древесная порода	Годы									
	2008		2009		2010		2011		2012	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Сосна обыкновенная	175,0	54,0	184,2	60,2	179,0	58,9	185,3	58,8	160,0	50,4
Ель европейская	31,0	9,6	12,0	3,9	15,4	5,1	21,0	6,7	27,0	8,5
Береза повислая	90,0	27,8	98,0	32,0	105,8	34,8	92,9	29,5	114,9	36,2
Тополь	11,0	3,4	-	-	1,0	0,3	-	-	-	-
Осина	-	-	-	-	-	-	7,1	2,2	8,0	2,5
Ольха черная	6,0	1,9	5,0	1,6	2,8	0,9	4,0	1,3	2,0	0,6
Ольха серая	1,0	0,3	-	-	-	-	2,0	0,6	3,0	0,9
Ива	10,0	3,0	7,0	2,3	-	-	3,0	0,9	1,0	0,3
Клен остролистный									1,0	0,3
Лиственница европейская										
Всего	324,0	100	306,2	100	304	100	315,3	100	317,9	100

В период 2008–2012 гг. значительная площадь топливно-энергетических плантаций создана с использованием сосны обыкновенной и ели европейской.

Выращивание быстрорастущих древесных пород на топливно-энергетических плантациях по интенсивным технологиям позволяет получить к 20–25-летнему возрасту насаждений 150–250 м³ древесины с 1 га. В лесорастительных условиях Беларуси 25-летние насаждения быстрорастущих древесных пород, прототипов энергетических плантаций, в частности, насаждений ольхи серой, имеют продуктивность более 200 м³/га. Продуктивность 20-летних культур тополя составляет до 233 м³/га.

Многолетняя лесокультурная практика на территории Беларуси свидетельствует о том, что важным условием ускоренного роста плантационных культур является использование для их создания крупномерного, а также микроклонально размноженного селекционного посадочного материала.

Использование биотехнологических методов, в первую очередь метода микроклонального черенкования, позволяет максимально быстро

получить большое количество (до нескольких десятков тысяч растений из одного черенка) селекционного посадочного материала. В Институте леса разработана технология микроклонального размножения быстрорастущих древесных растений. Создана коллекция культур *in vitro* лесных растений (более 80 клонов 25 видов), которая включает, в том числе, более 60 клонов быстрорастущих древесных пород (берёза повислая, берёза пушистая, осина, тополь канадский, тополь волосистоплодный) и более 20 гибридных форм и видов тополя. Материнские деревья, использованные для создания коллекции культур *in vitro*, быстрорастущих древесных пород представляют собой плюсовые деревья, отобранные в естественных насаждениях, или деревья, выделенные на специальных сортоиспытательных участках. Например, введенные в культуру формы тополя отобраны в 45-летних сортоиспытательных культурах, которые имеют запас древесины 750–950 м³/га.

В настоящее время в лесном фонде Беларуси созданы опытно-производственные культуры с использованием в качестве посадочного материала микроклональные растения березы повислой, березы пушистой, осины и ряда видов тополя. В целях широкомасштабного внедрения в лесное хозяйство страны разработанных биотехнологических методов получения посадочного материала быстрорастущих древесных пород для лесовосстановления и лесоразведения, в том числе для создания топливно-энергетических плантаций, в Республиканском лесном селекционно-семеноводческом центре Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь создан специализированный биотехнологический центр.

Выводы

1. В Республике Беларусь развитие малой энергетики на основе использования древесного топлива является одним из важнейших направлений, обеспечивающих снижение доли импортозамещающих энергоресурсов, повышение энергоэффективности экономики.

2. В топливно-энергетическом балансе страны древесные ресурсы составляют 6,6 % (9,2 млн м³ древесного топлива), к 2020 году их долевое участие увеличится до 7,8 % (11,7 млн м³ древесного топлива).

3. С целью увеличения в топливно-энергетическом балансе объемов потребления древесного топлива до 3,1 млн тонн условного топлива необходимы заготовка и комплексное использование дровяной древесины (7,3 млн м³) отходов лесозаготовок (0,4–0,5 млн м³) древесины насаждений ольхи серой и других быстрорастущих древесных пород (1 млн м³), отходов деревообработки (1,5 млн м³) и неиспользуемого древесного отпада (1,25–1,30 млн м³).

4. В лесорастительных условиях Беларуси увеличение сырьевой базы лесных древесных ресурсов для топливно-энергетических целей возможно на основе получения биомассы на специальных лесных плантациях быстрорастущих древесных пород с коротким (20–25 лет) оборотом рубки, созданных селекционным посадочным материалом.

5. Успешная реализация биоэнергетических проектов с использованием лесных древесных ресурсов может быть основана только на прин-

ципах экономической выгоды и экологической безопасности, которые возможны только при внедрении эффективных современных технологий получения древесной биомассы, ее заготовки, транспортировки и переработки, охраны окружающей среды.

Список литературы

1. Государственная программа развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы. – Минск, 2010. – 28 с.
2. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2012 г. / Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. Лесоустроительное республиканское унитарное предприятие «Белгослес». – Минск, 2012. – 95 с.
3. Карпачев С.П. Биоэнергетика сегодня и завтра / С.П. Карпачев // Лесопромышленник. – 2004. – №5 (27). – С. 4–13.
4. Карпачев С.П. Социально-экономические, экологические и технологические проблемы развития биоэнергетики в удаленных лесных регионах России / С.П. Карпачев, Е.Н. Щербаков, А.Н. Слинченко // Лесопромышленник. – 2008. – № 4 (48) – С. 28–32.
5. Нормативы использования порубочных остатков в экологических и топливно-энергетических целях при проведении рубок леса / Приложение У в изменении № 3 ТКП 143-2008 (02080) «Привила рубок леса в Республике Беларусь» от 26 мая 2011 г. – № 11.
6. Отчет о НИР «Разработка методологии оценки древесно-топливных ресурсов и определение масштабов эффективного использования древесных ТЭР в энергетике». – Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2010. – 44 с.
7. Рекомендации по созданию топливно-энергетических плантаций быстрорастущих древесных пород / Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. – Минск, 2010. – 10 с.
8. Hakila P. Developing technology for large-scale production of forest chips. Wood Energy Technology Programme 1999-2003. Technology Programme Report 5/2003. Tekes.

Наведено загальну характеристику лісового фонду Республіки Білорусь. Викладено структуру і пайову участь лісових деревних ресурсів у паливно-енергетичному комплексі Білорусі та прогноз їх подальшого використання в біоенергетиці країни. Розглянуто економічні і екологічні чинники, які обмежують обсяги використання паливної деревини як місцевих видів палива. Показано перспективи прискореного виробництва деревного палива на паливно-енергетичних плантаціях швидкоростучих деревних порід.

Республіка Білорусь, біоенергетика, лісові деревні ресурси, паливна деревина, паливно-енергетичний комплекс, плантаційне лісовирощування.

The paper gives general characteristics of the areas managed by state forest authorities of Belarus. Information is provided about the structure and share of timber resources in the fuel and energy complex and prospects are evaluated for the use of these resources in the country's bioenergetics. Also, economic and ecological factors are listed that constrain the consumption of fuelwood as local fuels and prospects are discussed for establishing energy plantations of faster-growing forest trees for accelerated fuelwood production.

Republic of Belarus, bioenergetics, timber resources, fuelwood, fuel and energy complex, establishing energy plantations.