

УДК 639.5

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ОПТИМАЛЬНЫХ СОСТАВОВ СОСНОВО-БЕРЕЗОВЫХ
ДРЕВОСТОЕВ В ВОЗРАСТЕ СПЕЛОСТИ**

О. В. ЛАПИЦКАЯ

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого»,
Республика Беларусь*

Введение

Сосновые и березовые насаждения в Республике Беларусь в совокупности занимают почти $\frac{3}{4}$ земель (73 %), покрытых лесом [1], [2]. Сосна и береза являются ценными древесными породами. Стоимость 1 м³ деловой сосновой древесины 1 и 2 сорта на товарно-сырьевых биржах доходит до 200–250 дол. Стоимость березовых фанерных бревен оценивается примерно 100–120 евро за 1 м³ [3]–[5]. В то же время сосновые древостои обычно являются более предпочтительными, чем березовые. Вызвано это не только большей ценой сосновой древесиной, но и более высокими запасами этой древесной породы [3], [6]–[9]. Лесоводы считают березовые насаждения производными [6]–[8], [10], [11] и рекомендуют заменять их на хвойные или твердолиственные.

В то же время требования принципов устойчивого развития, которые определены решениями специальной сессии ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 г. диктуют необходимость сохранения экологического императива при ведении хозяйства. Одним из основных элементов в экологической составляющей лесного хозяйства является сохранение биологического разнообразия, в частности, видового. Требования сохранения биологического разнообразия, куда входит сохранение ассортимента древесных пород, приводит к формированию смешанных древостоев.

В практическом плане сохранение и расширение биологического разнообразия необходимо для прохождения лесной сертификации предприятиями лесного хозяйства (по системе FSC и др.), что дает им определенные преимущества на международных рынках [4], [12], [13].

Общепризнанно, что смешанные древостои более устойчивы и обладают повышенным биологическим разнообразием против чистых. Разработаны разные оптимальные составы сосново-березовых, елово-мягколиственных и иных смешанных насаждений. В то же время имеется значительное количество чистых хвойных древостоев. При разработке оптимальных составов хвойно-лиственных насаждений ученые исходили из необходимости обеспечить доминирование хвойных, для чего предлагается постепенное снижение доли лиственных с увеличением возраста. Упор здесь делается на величину запасов древесины. Экономические расчеты в этом случае если и проводились, то в основном сводились к денежной оценке запасов леса на корню по таксам.

В настоящее время повышаются требования к сохранению биологического разнообразия, к экологическим функциям лесов, особенно в части депонирования CO₂. Участие Беларуси в международной торговле лесными материалами делает необходимым экономически оценить весь комплекс факторов, определяющих ценность насаждений

различного состава при условии сохранения биоразнообразия, достаточного для получения и поддержания экологического сертификата по системе FSC, EFSC.

Из вышеизложенного следует, что сосново-березовые древостои представляют собой важный объект исследования, который в экономическом и экологическом планах до конца не изучен. Поэтому целевой установкой настоящей работы является разработка эколого-экономического обоснования сохранения и расширения в составе сосновых древостоев березы повислой на зонально-типологической основе.

Основная часть

Материалом для настоящих исследований послужили массовые лесоустроительные данные для модельных лесхозов. Использование массовых лесоустроительных материалов позволяет избежать систематических ошибок, а случайные ошибки в силу большого количества проанализированных выделов незначительны [14]–[17].

Количество выделов, имеющих в своем составе сосну и березу, колеблется в лесхозах от 2 до 4–5 тыс. шт. При этом их число обычно пропорционально доле каждой группе возраста в лесном фонде. Анализ количества выделов по подзонам и точность определения при этом таксационных показателей приведены ниже.

Модальные составы выведены для каждого типа леса в разрезе лесорастительных подзон на основе сведений, имеющих в банке данных «Лесной фонд», что отражает фактическое состояние лесов на момент исследования.

Стоимость древесины сильно зависит от цены на внутреннем и международном рынках. Учитывая, что «Программой развития лесного хозяйства на 2011–2015 годы» [18] предусмотрено основной объем продаж оценивать через товарно-сырьевую биржу, то для оценки стоимости древесины использованы как таксы, так и отпускные цены на лесопroduкцию, а также биржевые котировки.

Мы признаем экономические и экологические параметры древостоев равноценными, что подтверждает анализ литературы [12], [19]–[26]. Поэтому при сведении обоих параметров в единую модель можем иметь две неулучшаемые альтернативы (α и β), принадлежащие множеству Парето [16], [27]. Обобщение в этом случае проведено в соответствии с правилами системного анализа [15], [16], [27], [28].

Обработка и анализ материала проводились с использованием общеизвестных методов лесной экономики [23], [29]–[31], лесоустройства и лесной таксации [6], [12], [14], [31], [32], а также методы математической статистики, моделирования и системного анализа [15], [16], [27], [28], [33].

Для организации корректного сбора полевого материала требовалось выбрать модельные лесхозы с помощью объективных методов. При этом необходимо изучить видовой состав, состояние, продуктивность, уровень биологического разнообразия и другие показатели сосново-березовых древостоев. Для исследования были выбраны кисличные (I^a класс бонитета), мшистые (I класс бонитета), черничные (II класс бонитета) древостои. В совокупности эти три типа леса составляют свыше 60 % всех сосново-березовых древостоев. При этом класс бонитета сосны и березы может отличаться. Как правило, класс бонитета березы в названных типах леса выше, чем бонитет сосны.

Выбор объекта исследования обычно сочетает в себе метод типичного и случайного отбора [28]. При этом метод типичного отбора применим, когда надо выбрать объект исследования на макроуровне. Так, исследуя закономерности роста сосново-березовых древостоев в разных лесорастительных подзонах в кисличном, мшистом и черничном типах леса, мы должны собрать экспериментальный материал именно в этих объектах, но внутри объектов уже осуществляется случайный выбор [15], [28], [32].

Выбор модельных лесхозов может осуществляться разными методами: типичным и случайным. Как показали исследования А. Г. Мошкалева [34], В. В. Антанайтиса [6], [35], А. З. Швиденко [36], В. Ф. Багинского [12], [37], в этом случае при типичном выборе мы не гарантированы от систематических ошибок. Поэтому наиболее приемлемым методом выбора модельных объектов исследования является случайный отбор в границах исследуемых макросовокупности [17], [28]. Одной из разновидностей случайного отбора можно будет выбирать объекты по систематической сетке [17], [28] или по жребью. Оба метода идентичны.

Сосна и береза в лесном фонде Беларуси распределены относительно равномерно, т. е. их распространение в отличие от ели, дуба, граба, ольхи черной, не имеет выраженной зональности [12], [38], [39]. Во всех лесорастительных подзонах, выделенных И. Д. Юркевичем и В. С. Гельтманом [39], сосна и береза являются преобладающими древесными видами.

Правда, учет лесного фонда ведут не по подзонам, а по областям и лесхозам. Но данные по Витебской, Могилевской и Гомельской областям близки к соответствующим характеристикам лесорастительных подзон, описанным И. Д. Юркевичем и В. С. Гельтманом [39].

В силу вышеизложенного выбор модельных лесхозов можно осуществлять по методу географических меридианов и по жребью. Метод географического меридиана для выбора объектов исследования ранее использован Ф. П. Моисеенко [40], В. Ф. Багинским [37] при исследовании сосновых и еловых древостоев и нахождения их модальных составов. Учитывая, что леса Беларуси по лесорастительному районированию разделяются на три подзоны [39], нами выбрано по два модельных лесхоза в каждой подзоне.

Одна линия, на которой размещались модельные лесхозы, проведена по меридиану, проходящему примерно по линии Браслав–Молодечно–Барановичи–западнее Пинска. Вторая линия проходила примерно по меридиану, проходящему через Витебск–Оршу–Быхов–Брагин–Комарин.

В каждой лесорастительной подзоне взято по два лесхоза.

В подзоне широколиственно-еловых (дубово-темнохвойных) в качестве модельных взяты Молодеченский и Оршанский лесхозы.

В подзоне елово-грабовых дубрав (грабово-дубово-темнохвойных лесов) в качестве модельных приняты Барановичский и Бобруйский лесхозы.

В подзоне грабовых дубрав (широколиственно-сосновых лесов) в качестве модельных приняты Пинский и Хойникский лесхозы.

Отобранные лесхозы по своим природно-климатическим и почвенно-грунтовым условиям являются типичными для исследуемых подзон. Породный состав древостоев, их возрастная структура, уровни производительности близки к средним данным для лесорастительной подзоны [1], [2].

В каждом из отобранных лесхозов проанализировали все выдела сосново-березовых древостоев. Это позволило получить достаточно репрезентативные материалы для получения достоверных выводов.

Приняв на основе литературных источников [6], [12], [14], [17], [32], [32]–[35] величины изменчивости средних диаметров и составов как наиболее варьирующих признаков в первом классе возраста за 65 %, во втором – 45 %, в третьем – 35 %, в четвертом – 30 %, в пятом – 25 %, в шестом и выше – 20 %, рассчитали точность определения этих показателей в зависимости от количества обследованных объектов.

В результате проведенных вычислений, которые не приводятся для сокращения, установлено, что определение таксационных показателей на основе использованных материалов проводится для отдельных лесхозов с точностью 2,2–4,3 % в I классе

возраста, 1,4–2,2 % во II классе возраста, 0,8–1,8 в III классе возраста, до 1,5–1,6 % в IV и V. В более высоких классах возраста из-за небольшого количества перестойных объектов эта точность опускается до 3 %. В целом точность определения таксационных показателей для всей совокупности объектов достаточно высока и в основном имеет значение ниже 1 %.

Для расчетов оптимальных составов необходимо было определить запасы сосново-березовых древостоев при разных составах древостоев, уровень биологического разнообразия и стоимость древесины. Величины запасов и уровень биологического разнообразия приведены нами в ранее опубликованных работах [5], [13], поэтому они здесь опускаются для сокращения.

Себестоимость выращивания и стоимость древесины рассчитаны нами по общепринятым методикам [23], [30], [41]. При этом коэффициенты, рассчитанные А. Д. Янушко и Т. С. Береговой «В» и «К₂» или К₁, К₂ и К₃ по А. Д. Янушко, были использованы в нашей работе.

Проводя расчеты, воспользовались методом прямого счета. При этом отдельно учитывались затраты на искусственное и естественное возобновление, а также принимали во внимание условия местопроизрастания в соответствии с принятыми технологиями лесовосстановления и рубок ухода. Важно найти затраты живого и овеществленного труда, так как технологии лесовыращивания остаются относительно стабильными в течение длительного времени – до 10–15 лет и больше. Трудозатраты на 1 га земель, занятых древесной породой, в отличие от их денежного выражения по годам существенно не различаются.

Современные технологии лесовыращивания базируются на научно обоснованных методах и приемах, которые отражены в литературе и в различных инструкциях, наставлениях и правилах по лесовосстановлению, рубкам ухода, главному пользованию и т. д. Для практического воплощения требования по проведению тех или иных мероприятий изложены в технологических картах. Для Беларуси они разработаны Государственным проектно-изыскательским предприятием «Белгипролес».

Достаточно сложным является выбор той или иной технологии лесовыращивания для проведения расчетов. Здесь возможны два подхода: использовать те методы и приемы, которые в основном применяются в лесном хозяйстве республики или те, что базируются на передовых технологиях нашего государства и зарубежных стран. Решающее значение имеют здесь концептуальные положения на будущее, воплощенные в Государственной программе устойчивого развития лесного хозяйства и в Стратегическом плане развития лесного хозяйства [18], где взят курс на передовые технологии. В лесном хозяйстве Беларуси используют именно передовые технологии.

Для определения стоимости отдельных видов работ применены действующие нормы выработки и расценки на лесокультурные, лесозащитные, лесохозяйственные и иные работы [42].

Технологии проведения ухода за лесом и другие работы зависят от древесной породы, типа леса, наличного запаса (полноты) и т. д. По имеющимся исследованиям и нормативным документам в Беларуси сегодня нет существенной разницы в проведении лесокультурных, лесохозяйственных, лесозащитных и иных мероприятий в зависимости от групп и категорий лесов [12].

В принципе могут отличаться объем работ по лесхозам из-за различия в величинах площадей древостоев в зависимости от группы возраста и полноты. В то же время для сравнительных показателей метод прямых затрат, примененный для некоторых технологий лесовыращивания, дает приблизительно одинаковые результаты, так как нормативные показатели для расчетов стабильны.

Конкретные расчеты достаточно громоздки, поэтому в настоящей работе промежуточные результаты опущены для сокращения. В табл. 1 для примера приведены результаты вычислений себестоимости выращивания сосново-березовых древостоев в мшистом типе леса с учетом приведения рубок ухода в молодняках, прореживаний и проходных рубок, выборочных санитарных рубок, а также создание лесных культур. Следует учитывать, что приведенные данные относятся к 2012 г. Хотя абсолютные цифры с течением времени изменяются, но для определения оптимальных составов важно знать их соотношение, а оно достаточно статично.

Таблица 1

Себестоимость выращивания естественных сосново-березовых древостоев в мшистом типе леса при разном составе насаждения

Состав насаждения	Себестоимость выращивания насаждений в разрезе древесных пород, млн р.		
	сосна	береза	итого
9С1Б	164,93	1,60	166,53
8С2Б	144,04	3,21	147,25
7С3Б	126,04	4,81	130,85
6С4Б	108,03	6,41	114,44
5С5Б	90,03	8,02	98,05
6Б4С	72,02	9,62	81,64
7Б3С	54,02	11,22	65,24
8Б2С	36,01	12,82	48,83
9Б1С	18,00	14,43	32,43

Для наиболее распространенных сосново-березовых древостоев при составе 7С3Б себестоимость выращивания до возраста рубки равна 130,85 млн р. или 15,6 тыс. дол. США.

Себестоимость выращивания древостоев искусственного происхождения выше, чем естественного. В зависимости от класса бонитета сравнительные коэффициенты изменения себестоимости выращивания древостоев в зависимости от происхождения и класса бонитета по А. Д. Янушко и Т. С. Береговой [41] показаны в табл. 2. Данные приведены для сосны, так как площади культур березы незначительны.

Таблица 2

Коэффициенты изменения себестоимости выращивания древостоев в зависимости от класса бонитета K_6

Класс бонитета	Культуры	Естественные древостой	Средневзвешенное
	сосна	сосна	сосна
I ^a	1,40	1,43	1,42
I	1,20	1,21	1,21
II	1,00	1,00	1,00
III	0,89	0,86	0,87
IV	–	0,45	0,45
V	–	0,45	0,45

В результате всех расчетов получили сводную таблицу себестоимости выращивания сосново-березовых древостоев для всего диапазона их условий произрастания (табл. 3).

Таблица 3

Средневзвешенная себестоимость выращивания сосново-березовых древостоев при разном составе насаждения и разных классах бонитета

Состав насаждения	Себестоимость выращивания сосны, тыс. дол.	Себестоимость выращивания березы, тыс. дол.	Итого, тыс. дол.
I ^a класс бонитета			
9С1Б	22,5	1,0	23,5
8С2Б	20,0	2,0	22,0
7С3Б	17,5	3,0	20,5
6С4Б	15,0	4,0	19,0
5С5Б	12,5	5,0	17,5
6Б4С	10,0	6,0	16,0
7Б3С	7,5	7,0	14,5
8Б2С	5,0	8,0	13,0
9Б1С	2,5	9,0	11,5
I класс бонитета			
9С1Б	19,2	0,8	20,0
8С2Б	17,0	1,6	18,6
7С3Б	14,9	2,4	17,3
6С4Б	12,8	3,2	16,0
5С5Б	10,7	4,0	14,7
6Б4С	8,5	4,7	13,2
7Б3С	6,4	5,5	11,9
8Б2С	4,3	6,3	10,6
9Б1С	2,1	7,1	9,2
II класс бонитета			
9С1Б	15,8	0,7	16,5
8С2Б	14,0	1,4	15,4
7С3Б	12,3	2,1	14,4
6С4Б	10,6	2,8	13,4
5С5Б	8,8	3,6	12,4
6Б4С	7,0	4,3	11,3
7Б3С	5,3	5,0	10,3
8Б2С	3,5	5,7	9,2
9Б1С	1,8	6,4	8,2
III класс бонитета			
9С1Б	13,8	0,5	14,3
8С2Б	12,2	1,0	13,2
7С3Б	10,7	1,5	12,2
6С4Б	9,2	2,0	11,2
5С5Б	7,7	2,6	10,3
6Б4С	6,1	3,0	9,1
7Б3С	4,6	3,6	8,2
8Б2С	3,1	4,0	7,1
9Б1С	1,5	4,6	6,1
IV класс бонитета			
9С1Б	7,1	0,4	7,5
8С2Б	6,3	0,8	7,1
7С3Б	5,5	1,2	6,7
6С4Б	4,7	1,6	6,3

Окончание табл. 3

Состав насаждения	Себестоимость выращивания сосны, тыс. дол.	Себестоимость выращивания березы, тыс. дол.	Итого, тыс. дол.
5С5Б	3,9	1,9	5,8
6Б4С	3,2	2,3	5,5
7Б3С	2,4	2,7	5,1
8Б2С	1,6	3,1	4,7
9Б1С	0,8	3,5	4,3

Имея себестоимость выращивания древостоя, надо определить стоимость выращенной и заготовленной древесины.

Стоимость древесины, полученной к возрасту рубки, рассчитали по таксам и отпускным ценам на готовую лесопroduкцию. Расчеты достаточно громоздки, поэтому в настоящей статье опускаются. В настоящее время основные объемы продаж древесины должны осуществляться на товарно-сырьевой бирже. Поэтому здесь приведем данные расчетов стоимости древесины в сосново-березовых древостоях в зависимости от состава именно на товарно-сырьевой бирже. Расчеты сделаны для сосняка мшистого, кисличного и черничного. Для сокращения в табл. 4 приведены данные для сосняка мшистого. Для сосняка черничного значения, приведенные в табл. 4, лишь незначительно меньше, а для сосняка кисличного – несколько больше.

Таблица 4

Стоимость промышленных сортиментов с 1 га спелых древостоев по биржевым ценам в типе леса сосняк мшистый в зависимости от состава

Состав	Итого ликвида, тыс. р.	Стоимость сортиментов, тыс. р.								
		сосна				береза				
		пило-вочник	баланс	тех. сырье	итого	фанер. сырье	пило-вочник	баланс	тех. дрова	итого
Нормальные древостои										
8С2Б	222431	98220	62520	36435	197175	12408	3960	4400	4488	25256
6С4Б	188043	70200	44700	26075	140975	23124	7380	8200	8364	47068
4С6Б	127621	44100	28050	16363	60463	32994	10530	11700	11934	67158
Модальные древостои										
8С2Б	144622	63900	40650	23713	128263	8037	2565	2850	2907	16359
6С4Б	117409	44616	28392	16562	89570	13677	4365	4850	4947	27839
4С6Б	101195	28248	17976	10486	56710	21855	6975	7750	7905	44485

Оптимизация составов насаждений должна решать следующие задачи:

- обеспечивать наивысшую совокупную продуктивность насаждения;
- получить оптимальное соотношение сортиментов в спелых древостоях;
- достичь максимального экономического эффекта;
- сохранить существующее биологическое разнообразие насаждений.

Исследования, которые проводили разные ученые [7], [11], [20], [43]–[47], показывают, что рекомендуемые составы в сосново-березовых древостоях в среднем определены по лесоводственным соображениям и соответствует данным табл. 5.

Таблица 5

Динамика оптимальных составов в сосново-березовых древостоях по типам леса

Класс возраста	Состав по типам леса			Средний состав
	мшистый	кисличный	черничный	
1	70С30Б	60С40Б	50С50Б	65С35Б
2	80С20Б	80С20Б	55С45Б	75С25Б
3	80С20Б	80С20Б	65С35Б	80С20Б
4	85С15Б	80С20Б	70С30Б	80С20Б
5	85С15Б	90С10Б	70С30Б	85С15Б
6	90С10Б	95С5Б	75С25Б	85С15Б
7	90С10Б	100С	90С10Б	95С5Б

Приведенные составы соответствуют общепризнанным положениям по оптимизации выращивания сосново-березовых древостоев на основе максимальной продуктивности. В целом они отвечают и модальным составам сосново-березовых древостоев, которые получены нами в процессе выполнения настоящей работы путем анализа таксационных описаний модельных лесхозов.

Оптимальная продуктивность древостоев не всегда отвечает оптимальному выходу сортиментов. Оптимальный выход сортиментов зависит от возраста древостоя, его среднего диаметра, типа леса (класса бонитета) и доли каждой породы в составе. Исследования, проведенные нами на основе анализа фактических древостоев, показали, что выход крупной деловой древесины в спелых насаждениях увеличивается с увеличением доли сосны в составе. Для примера в табл. 6 приведены данные, которые подтверждают изложенное выше.

Таблица 6

Выход древесины по категориям крупности для нормальных сосново-березовых древостоев в зависимости от состава в сосняке кисличном

Доля породы в составе	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Общий запас	Выход древесины в м ³ /га от общего запаса						
				круп- ная	сред- няя	мелкая	итого деловой	дрова	ликвид	отходы
8С	32	32	537	242	199	16	457	16	473	64
2Б	26	28	81	27	27	7	61	13	74	7
<i>Итого</i>	–	–	618	269	226	23	518	29	547	71
6С	32	32	403	181	216	12	409	12	421	18
4Б	26	28	162	53	53	13	119	26	145	17
<i>Итого</i>	–	–	565	234	269	25	528	38	566	35
4С	32	32	268	121	99	8	228	8	236	32
6Б	26	28	244	81	81	20	182	39	221	23
<i>Итого</i>	–	–	512	202	180	28	410	47	457	55

Из табл. 6 мы видим, что количество крупной деловой древесины при увеличении доли сосны в 2 раза повышается приблизительно на 30 %. Следовательно, к возрасту спелости для получения лучшей сортиментной структуры целесообразно в составе иметь большую долю сосны. Проведенный нами анализ стоимости древесины в зависимости от состава показал, что увеличение доли сосны в составе повышает общую стоимость древесины. В то же время в последние годы стоимость березовой древесины на мировых рынках существенно возросла. Поэтому разница в стоимости

основных сортиментов в смешанном сосново-березовом древостое несколько меньше, чем при сравнении таксовых стоимостей сосны и березы.

Анализ полученных цифр, которые достаточно громоздки и для сокращения опускаются, показал, что если по таксовой стоимости отношение цены сортиментов в составе 8С2Б и 4С6Б составляет 1,8 в пользу большей доли сосны, то при оценке сортиментов разница не превышает 10 %. Таким образом, можно считать, что оптимальным составом при стоимости сортиментов, оцениваемых по таксам, будет 8С2Б и даже 9С1Б, а при учете стоимости промышленных сортиментов между составами с участием сосны от 4 до 8 существенной разницы не замечается, и мы можем оптимальным составом здесь считать 5С5Б-6С4Б. Такое соотношение появилось сравнительно недавно и соответствует общепринятой точке зрения практических работников на ценность сосны и березы с учетом их экспортного потенциала.

Ранее показано, что себестоимость выращивания сосново-березовых древостоев существенно уменьшается при возрастании доли березы. Наиболее распространенные сосново-березовые древостои при составе 7С3Б имеют себестоимость выращивания до возраста рубки 130,85 млн р./га или 15,6 тыс. дол. США/га. При этом разница в себестоимости выращивания древостоев с составом 8С2Б и 4С6Б составляет 180 %. Поскольку рентабельность выращивания зависит от двух показателей – прибыли и себестоимости, то при расчете экономических показателей надо принимать во внимание как стоимость заготовленной древесины, так и стоимость выращивания насаждения.

Экологизация лесопользования состоит в необходимости сохранения биологического разнообразия, а также в обеспечении выполнения лесным участком экологических функций: водоохраных, почвозащитных и т. д. Нами проведены исследования о наличии биологического разнообразия в разных типах леса при разных составах древостоев, которые проведены по материалам модельных лесхозов. Результаты этих исследований показывают, что практически при всех составах запас, себестоимость выращивания, стоимость древесины на корню, стоимость заготовленных сортиментов видовое биологическое разнообразие сохраняется.

Таким образом, мы имеем различные данные о ценности сосново-березовых древостоев различных составов в зависимости от того, что мы принимаем за критерий оценки. Для комплексной оценки ценности этих насаждений с учетом их экологического потенциала нам необходимо получить некоторую объединенную оценку при признании их одинаково значимыми. В то же время приведенные оценки представляют собой неулучшаемые альтернативы, относящиеся к множеству Парето. Поэтому решение данной задачи должно осуществляться специфическими приемами системного анализа [16], [27].

Наиболее приемлемым методом здесь будет применение индексов, которые будут присвоены каждому показателю в зависимости от состава. При этом наивысший показатель мы оцениваем наименьшим значением индекса (1), а наихудший – самым высоким баллом. Учитывая, что главная последовательность изменения стоимости древесины, себестоимости и биологического разнообразия мало зависит от типа леса, то в табл. 6 приведены усредненные данные, которые характеризуют средние показатели основного типа леса – сосняка мшистого. В результате соединения воедино всех индексов, мы получаем данные, приведенные в табл. 7.

**Индексы различных показателей для оценки разных составов
спелых сосново-березовых древостоев**

Состав древостоя	Продук- тивность на 1 га	Стоимость древесины по таксам	Стоимость сортимен- тов	Себестои- мость	Биоразно- образия	Итого
9С1Б	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0
8С2Б	1,03	1,02	1,0	0,9	0,95	4,9
7С3Б	1,06	1,05	1,0	0,8	0,95	4,86
6С4Б	1,25	1,1	1,0	0,7	0,90	4,95
5С5Б	1,15	1,15	1,01	0,7	0,90	4,91
6Б4С	1,32	1,2	1,03	0,6	0,85	4,98
7Б3С	1,35	1,15	1,04	0,6	0,80	4,94
8Б2С	1,4	1,3	1,1	0,5	0,80	5,15
9Б1С	1,45	1,35	1,15	0,4	0,75	5,1

Таким образом, табл. 7 показывает, что в спелом сосново-березовом насаждении оптимальным составом является 7С3Б или 8С2Б. В настоящее время оптимальными составами считаются 8С2Б и 9С1Б. Учет экологического фактора, а также стоимость промышленных сортиментов на бирже, где береза часто ценится выше сосны, изменили это соотношение в пользу березы. В результате индексы составов 8С2Б и 7С3Б практически сравнялись и могут считаться оптимальными составами в спелых смешанных сосново-березовых древостоях.

Заключение

На основании вышеизложенного можем сделать следующие выводы:

1. Установлено, что использование лесоустроительных материалов из банка данных «Лесной фонд» обеспечивает точность определения таксационных показателей древостоев в пределах 1–3 %, что достаточно для проведения исследований.

2. При расчете оптимальных составов сосново-березовых древостоев учитывали следующие показатели:

– наивысшая совокупная продуктивность насаждения в зависимости от состава древостоя;

– оптимальное соотношение сортиментов и спелых древостоев при разных составах насаждений;

– себестоимость выращивания 1 га древостоя при разных составах насаждений

– максимальный экономический эффект лесовыращивания при разных составах насаждений;

– видовое биологическое разнообразие древесной и кустарниковой растительности при разных составах древостоя.

3. В спелом сосново-березовом насаждении оптимальным составом является 7С3Б или 8С2Б. В настоящее время оптимальными составами считаются 8С2Б и 9С1Б. Учет экологического фактора, а также стоимость промышленных сортиментов на бирже, где береза часто ценится выше сосны, изменили это соотношение в пользу березы. В результате индексы составов 8С2Б и 7С3Б практически сравнялись и могут считаться оптимальными составами в смешанных сосново-березовых древостоях. Увеличение доли березы в составе приводит также к расширению биологического разнообразия.

4. Использование результатов настоящего исследования позволит лесоведам в процессе проведения рубок ухода и выборочных оптимальных рубок, формируя оп-

тимальный состав смешанного сосново-березового древостоя, добиться оптимизации лесовыращивания с учетом лесоводственных, экономических и экологических факторов. Экономический эффект от формирования оптимальных составов может составить в зависимости от условий местопроизрастания 20–30 тыс. дол. США на 1 га покрытых лесом земель, где произрастают данные насаждения.

Литература

1. Материалы коллегии Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь 11 февраля 2010 года. – Минск : Минлесхоз Респ. Беларусь, 2011. – 63 с.
2. Государственный учет лесного фонда по состоянию на 01.01.2011 года. – Минск : Минлесхоз Респ. Беларусь, 2011. – 65 с.
3. Янушко, А. Д. Лесное хозяйство Беларуси / А. Д. Янушко. – Минск : БГТУ, 2001. – 218 с.
4. Багинский, В. Ф. Проблемы и перспективы устойчивого развития лесного хозяйства / В. Ф. Багинский // Гомельщина: экологические проблемы региона и пути их решения : материалы науч.-практ. конф. – Гомель : Знание, 2004. – С. 8–14.
5. Лапицкая, О. В. Себестоимость выращивания сосново-березовых древостоев в лесах Беларуси / О. В. Лапицкая // Проблемы лесоведения и лесоводства : сб. науч. тр. – Гомель : ИЛ НАН Беларуси, 2013. – Вып. 73. – С. 334–343.
6. Антанайтис, В. В. Современное направление лесоустройства / В. В. Антанайтис. – М. : Лесная пром-сть, 1977. – 280 с.
7. Багинский, В. Ф. Оптимизация видового состава лесов Беларуси / В. Ф. Багинский // Трансграничное сотрудничество в области охраны окружающей среды: состояние и перспективы развития : материалы науч.-практ. конф. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2006. – С. 262–267.
8. Мелехов, И. С. Лесоведение / И. С. Мелехов. – М. : Лесная пром-сть, 1980. – 406 с.
9. Багинский, В. Ф. Состояние, проблемы и перспективы лесопользования в Республике Беларусь в условиях устойчивого развития / В. Ф. Багинский, О. В. Лапицкая // Лесная таксация и лесоустройство : междунар. науч.-практ. журн. – Красноярск : КрасГГУ, 2011. – № 1/2. – С. 114–127.
10. Белов, С. В. Лесоводство / С. В. Белов // Лесоведение. – Ленинград : ЛТА, 1976. – Ч. 1. – 224 с.
11. Котов, А. И. Исследование роста сосново-березовых насаждений высшей производительности. – автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. И. Котов. – Воронеж, 1949. – 25 с.
12. Багинский, В. Ф. Лесопользование в Беларуси / В. Ф. Багинский, Л. Д. Есимчик – Минск : Беларус. навука, 1996. – 367 с.
13. Лапицкая, О. В. Биологическое разнообразие модальных сосново-березовых древостоев Беларуси / О. В. Лапицкая // тр. БГТУ. Науч. журн. Серия «Лесное хозяйство», 2012. – № 1 (148). – С. 44–49.
14. Анучин, Н. П. Лесная таксация / Н. П. Анучин. – 4-е изд. – М. : Лесная пром-сть, 1977. – 512 с.
15. Атрощенко, О. А. Моделирование роста леса и лесохозяйственных процессов / О. А. Атрощенко. – Минск : БГТУ, 2009. – 249 с.
16. Багинский, В. Ф. Системный анализ в лесном хозяйстве : учеб. пособие / В. Ф. Багинский. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 168 с.

17. Багинский, В. Ф. Биометрия в лесном хозяйстве : учеб. для вузов / В. Ф. Багинский, О. В. Лапицкая. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2010. – 415 с.
18. Государственная Программа развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы // Лесное и охотничье хоз-во. – 2010. – № 11. – С. 19–30.
19. Багинский, В. Ф. Новая парадигма лесного хозяйства Республики Беларусь – путь инновационного развития / В. Ф. Багинский // Наука и инновация. – Минск : НАН Беларуси. – 2004. – № 5. – С. 49–56.
20. Зябченко, С. С. Биологическое обоснование оптимального состава и густоты сосново-лиственных насаждений Карелии / С. С. Зябченко, И. П. Лазарева, Ю. Е. Новицкая // Формирование эталонных насаждений : тез. докл. конф. – Каунас, 1979. – Ч. 1. – С. 17–20.
21. Исаев, А. С. Проблемы оценки углеродного бюджета в лесах с использованием данных дистанционного зонирования / А. С. Исаев, Г. Н. Коровин // Аэрокосмические методы и геоинформационные системы в лесоведении и лесном хозяйстве : материалы II Всерос. совещ. – М. : РАН, 1998. – С. 16–21.
22. Лапицкая, О. В. Экономическое содержание спелости леса в условиях перехода к рыночной экономике / О. В. Лапицкая // Проблемы лесоведения и лесоводства на радиоактивно загрязненных землях : сб. науч. тр. / Ин-т леса НАНБ ; под науч. ред. В. Ф. Багинского. – Гомель, 2004. – Вып. 60. – С. 314–326.
23. Моисеев, Н. А. Экономика лесного хозяйства / Н. А. Моисеев. – М. : МГУЛ, 1999. – Ч. 1. – 158 с.
24. Неверов, А. В. Нормативно-правовые и методические основы функционирования эколого-экономического механизма устойчивого развития лесного хозяйства / А. В. Неверов // Тр. БГТУ. Серия 1, Лесное хозяйство. – Минск : БГТУ, 1998. – Вып. VI. – С. 25–29.
25. Нявераў, А. В. Вызначэнне каштоўнасці лясоў у складзе нацыянальнага багацця краіны / А. В. Нявераў, П. У. Шаліма // Тр. БГТУ. Лесное хоз-во. – Минск : БГТУ, 1996. – Вып. 3. – С. 24–28.
26. Писаренко, А. И. Экологические аспекты управления лесами России / А. И. Писаренко // Лесное хоз-во. – 2000. – № 3. – С. 8–10.
27. Гиг, Дж. Ван. Прикладная общая теория систем : в 2 т. / Дж. Ван Гиг. – М. : Наука, 1981. – 628 с.
28. Никитин, К. Е. Методы и техника обработки лесоводственной информации / К. Е. Никитин, А. З. Швиденко. – М. : Лесная пром-сть, 1978. – 270 с.
29. Неверов, А. В. Эколого-экономические основы природопользования (на примере воспроизводства лесных ресурсов) : автореф. дис ... д-ра экон. наук : 08.00.05 ; 08.00.19 / А. В. Неверов ; МЛТИ. – М., 1991. – 40 с.
30. Моисеев, Н. А. Воспроизводство лесных ресурсов / Н. А. Моисеев. – М. : Лесная пром-сть, 1980. – 263 с.
31. Ермаков, В. Е. Лесоустройство / В. Е. Ермаков. – Минск : Выш. шк., 1993. – 259 с.
32. Багинский, В. Ф. Лесная таксация : учеб. пособие / В. Ф. Багинский. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 398 с.
33. Дворецкий, М. Л. Изменчивость и взаимосвязь таксационных признаков / М. Л. Дворецкий // Сб. тр. Поволж. ЛТИ им. М. Горького. – Йошкар-Ола : ПЛТИ. – 1975. – № 52. – С. 41–54.

34. Таксация товарной структуры древостоев / Мошкалев [и др.]. – М. : Лесная промышленность, 1982. – 157 с.
35. Антанайтис, В. В. Закономерности лесной таксации / В. В. Антанайтис. – Каунас : ЛитСХА, 1976. – 127 с.
36. Швиденко, А. З. Теоретические и экспериментальные обоснования системы инвентаризации горных лесов зоны интенсивного ведения лесного хозяйства : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А. З. Швиденко. – Киев : УСХА, 1981. – 38 с.
37. Багинский, В. Ф. Повышение продуктивности лесов / В. Ф. Багинский. – Минск : Урожай, 1984. – 135 с.
38. Юркевич, И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И. Д. Юркевич. – Минск : Наука и техника, 1980. – 120 с.
39. Юркевич, И. Д. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии / И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. – Минск : Наука и техника, 1965. – 288 с.
40. Моисеенко, Ф. П. О закономерностях в росте, строении и товарности насаждений / Ф. П. Моисеенко // Доклад, обобщающий содержание опубликованных работ, на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук. – Киев : УСХА, 1965. – 78 с.
41. Янушко, А. Д. О совершенствовании методики определения себестоимости лесовыращивания / А. Д. Янушко, Т. С. Берегова // Лесоведение и лесное хозяйство : Республ. межвед. сб. науч. тр. – Минск : БТИ, 1989. – Вып. 29. – С. 122–125.
42. Республиканские нормы выработки, расценки и нормы расхода топлива на рубки ухода за лесом и лесохозяйственные работы : сб. 1. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Минлесхоз, 1989. – 289 с.
43. Макаренко, А. А. Формирование сосновых и сосново-березовых насаждений / А. А. Макаренко, Н. Т. Смирнов. – Алма-Ата : Кайнар, 1973. – 188 с.
44. Мирошников, В. С. Сосново-березовые насаждения БССР, их строение, лесоводственное и хозяйственное значение : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. С. Мирошников. – Минск, 1955. – 14 с.
45. Неволин, О. А. Ход роста сосново-березовых древостоев высшей производительности в Архангельской области / О. А. Неволин // Лесной журн. – 1966. – № 1. – С. 19–23.
46. Тябера, А. П. Роль березы в спелых сосняках / А. П. Тябера // Лесное хоз-во. – 1979. – № 8. – С. 25–27.
47. Загреев, В. В. Факторы и условия, влияющие на возрасты спелости и рубки леса / В. В. Загреев // Многоцелевое лесопользование : сб. науч. тр. – М. : ВНИИЛМ, 1992. – С. 11–12.

Получено 17.05.2014 г.