



## 2. ЛЕСОВЕДЕНИЕ И ЛЕСОВОДСТВО. ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*5:612

### ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ СОСТАВА СОСНОВО-БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В ЛЕСАХ БЕЛАРУСИ

**Багинский В.Ф.**

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины (г. Гомель, Беларусь)*

*Показана динамика доли сосны и березы в смешанном сосново-березовом насаждении в возрасте от молодняков до спелого древостоя. Приведены модели изменения состава сосново-березового насаждения в зависимости от возраста, площади роста деревьев и соотношения численности каждой породы. Приведена динамика запасов сосны и березы в смешанном насаждении при разной доле пород в составе от 20 до 90 лет.*

**Ключевые слова:** *сосна, береза, сосново-березовые древостои, динамика древостоя, модель хода роста, лесной фонд Беларуси*

### FORECAST OF THE DYNAMICS OF THE COMPOSITION OF PINE-BIRCH TREE STANDS IN THE FORESTS OF BELARUS

**Baginsky V.F.**

*The dynamics of the proportion of pine and birch in a mixed pine-birch plantation aged from young to mature stands is shown. Models of changes in the composition of a pine-birch plantation depending on the age, area of tree growth and the ratio of the abundance of each species are given. The dynamics of stocks of pine and birch in a mixed plantation with a different proportion of species in the composition from 20 to 90 years is given.*

*Key words: pine, birch, pine-birch forest stands, forest stand dynamics, growth course model, forest fund of Belarus*

## ВВЕДЕНИЕ

Прогноз динамики состава сосново-березовых древостоев имеет важное народнохозяйственное значение. В соответствии с лесным кадастром [1] площадь березовых насаждений на 2022 год составляла 23,4 % от всех земель, покрытых лесом. Оптимальное количество березовых древостоев в лесах Республики Беларусь должно составлять 8-9 % [2]. В то же время, березовая древесина является востребованной для производства фанеры, высококачественной бумаги и других материалов как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Значительное количество этой древесины может быть получено при выращивании смешанных хвойно-березовых древостоев, где основными являются сосново-березовые. Смешанные сосново-березовые насаждения в Беларуси занимают площадь около 1,4 млн. га. При этом береза находится в смешении с сосной во всех типах леса. Доля ее в составе находится в пределах от 10 до 90 %.

Поэтому целесообразно иметь прогнозные величины изменения составов сосново-березовых древостоев в разные возрастные периоды. Такой прогноз можно сделать путем разработки моделей составов смешанного древостоя.

Подобные модели могут быть разнообразными. Существующие типы моделей исследователи [3] разделяют на три группы.

1. Модели с отсутствием пространственного осреднения характеристик и координат деревьев [4].
2. Модели с промежуточной степенью усреднения. Каждое дерево имеет свои индивидуальные характеристики, но без пространственных координат [5].
3. Модели с максимальной степенью усреднения. Это модели динамики популяций или их элементов [6, 7, 8].

Наибольшее развитие получило моделирование, имитирующее развитие чистых древостоев. Так называемые «модели на макроуровне». Это связано, с одной стороны, с относительной простотой разработок такого рода, а с другой – с наличием возможности их практического приложения в лесном хозяйстве. Целями моделирования при этом является получение возможности адекватного определения таксационных показателей имитируемого древостоя в любой момент времени.

В качестве примера можно привести работу В.П. Машковского [9], где предлагается математическая модель, описывающая изменение запасов и общей продуктивности в чистых одновозрастных древостоях в зависимости

сти от высоты насаждения. При построении модели учитывается влияние полноты древостоев на соотношение приростов по высоте и диаметру.

Для смешанных древостоев моделирование является более сложным, так как надо учесть динамику таксационных показателей разных пород. Наиболее существенным и неопределенным здесь будет модель, описывающая динамику состава, так как состав древостоя зависит от силы и направленности рубок промежуточного пользования.

Для достаточно больших территорий (область, республика) можно использовать усредненные данные изменения состава и составить соответствующие модели. Разработка именно таких моделей и является целью настоящей работы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для наших исследований явились данные пробных площадей, которые закладывались под руководством автора в 2003-2005 годах в лаборатории проблем лесоведения и управления лесными ресурсами Института леса НАН Беларуси. Использовался также материал предыдущих исследований автора при его работе в Институте леса НАН Беларуси.

Измерения и вычисления таксационных параметров на объектах проведены по стандартным методикам. Использованы также общепринятые методики математического моделирования, лесоводственного, лесотаксационного и системного анализа [10, 11, 12, 13, 14, 15].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Форма существования сосново-березовых насаждений многообразна. Береза часто развивается путем возобновления в сосновом фитоценозе. В этом случае она имеет возраст меньше, чем у сосны. Во втором случае обе породы имеют одинаковый возраст. Обычно это бывает в культурфитоценозах. Третий вариант, когда береза, поселяясь первой на лесосеке, превосходит по возрасту появляющееся затем сосновое возобновление. Варианты насаждений могут четко не наблюдаться в результате проведения рубок, реконструкции насаждений. По таксационным параметрам насаждения имеют различия, которые обусловлены исходным типом возобновления и определяют дальнейшее формирование древостоев и размер пользования древесиной в таких насаждениях.

Выращивание сосново-березовых насаждений проводится в целях сохранения биологического разнообразия, почвозащитных и водоохраных функций лесных земель, а также получения к 60-65 летнему возрасту в смешанных древостоях товарного качества березовой древесины. При этом используются преимущества высокой скорости ее нарастания по сравнению с сосной в начальные сроки (за 40-50 лет) формирования насаждения. К воз-

расту спелости сосны получается однопородное хвойное насаждение с 10-15 % примесью березы.

Поскольку доля любой породы в составе насаждений является весьма изменчивой величиной, то аргументированное выявление ее возрастной динамики возможно по данным периодических наблюдений на постоянных опытных объектах, или по анализу большого статистического материала, подобранного методом случайной выборки.

Анализ изменчивости соотношения пород показал, что величина доли участия сосны в составе насаждения связана с площадью роста деревьев, соотношением числа пород ( $R=0,53-0,71$ ), изменения которых имеют возрастную динамику ( $R=0,40-0,88$ ). На основе этого были найдены корреляционные зависимости их от возраста породы ( $R^2=0,74$ ), позволившие затем построить прогнозные модели изменения состава (при объясняемой дисперсии 65 %):

$$S=52,513-6,424 \cdot \ln(A)+14,699 \cdot (Ns/Nb), \quad (1)$$

$$S = 32,08+0,326 \cdot P+13,44 \cdot (Ns/Nb), \quad (2)$$

где  $S$  – доля сосны в составе (%),

$A$  – возраст породы (лет),

$P$  – площадь роста деревьев ( $m^2$ ),

$Ns/Nb$  – соотношение численности сосны и березы.

Расчеты по ним показывают, что в насаждениях, где сосна преобладает по высоте и численности, при площади роста деревьев от 5 до 25  $m^2$ , состав формируется в пользу сосны (от 65 % и выше).

В насаждениях, где береза находится в верхнем пологе (когда кроны березовых деревьев растут плотным пологом, превышая сосновую часть насаждения по высоте на 1,5-2 и более метров) формирование состава в пользу сосны (доля в составе 45 и более процентов) возможно в достаточно редких древостоях при площади роста от 10  $m^2$  и более и преобладании сосны по численности в 1,5 и более раза, чем березы.

В насаждениях, где сосна и береза имеют примерно одинаковые высоты, и кроны их располагаются в одном пологе формирование насаждений с преобладанием сосны возможно также при редком стоянии деревьев (площадь роста от 10  $m^2$  и более). При меньшей же площади роста сосна снижает свое участие в составе до уровня единичного.

Поскольку в составе смешанного древостоя наибольшее значение имеет запас и прирост, то представляет интерес проанализировать динамику этих показателей в сосново-березовых древостоях.

Наиболее полно результат внешних воздействий на развитие древостоя отражает прирост по запасу и линейный по диаметру, а также производные от них показатели. Чаще всего при обосновании экологических,

экономических и лесохозяйственных проблем используют текущий прирост по объему стволовой древесины.

Снижение темпов накопления диаметра сосной происходит неравномерно по возрастным периодам. Наиболее активно влияние березы сказывается на стадии смыкания полога, примерно в 13-15 лет. С повышением возраста это влияние снижается.

Корреляционная связь прироста диаметра с размером ствола находится в пределах  $R=0,7-0,82$ . На нее значительное влияние оказывает изменчивость прироста. В смешанных с березой биогруппах наблюдается уменьшение амплитуды изменений замеренного прироста, что приводит к увеличению тесноты связи в зависимости его от диаметра. В чистых же по составу биогруппах прирост диаметра изменяется в больших пределах по грациям толщины деревьев, что влечет за собой снижение уровня коррелированности этих показателей. Это косвенно свидетельствует о более низком уровне конкурентных взаимоотношений между деревьями сосны, чем в смешанных биогруппах.

При большой доле участия березы (более 60 % и до 90 %) в насаждении проявляется ее угнетающая роль на прирост сосны, что заметно после 20 лет совместного произрастания. Накопление стволовой древесины сосной снижается в среднем на 20-40 % в зависимости от состава.

Полученная величина множественного коэффициента корреляции взаимообусловленных изменений объемного прироста сосны и березы, ранга и возраста деревьев при различной доле участия пород в составе (от 10 до 90 %) показала, что изменения ранга дерева и его объемного прироста довольно тесно взаимосвязаны ( $R=0,68-0,70$ ). Возрастные особенности деревьев слабее обуславливают изменчивость прироста деревьев ( $R=0,27-0,38$ ). Расчет показателя множественной корреляции проведен для уровня значимости 0,05.

В результате проведенных расчетов было установлено оптимальное соотношение сосны и березы в составе смешанного насаждения. При этом учитывался возраст древостоев и типы леса. Наиболее продуктивными сосново-березовые насаждения являются в мшистых, кисличных и черничных типах леса, где классы бонитета сосны и березы колеблются от I до I<sup>a</sup>.

Поскольку сосна и береза по своим биологическим свойствам являются конкурирующими породами, то при нерегулируемом соотношении пород в древостое у сосны происходит снижение накопления стволовой древесины, и она оказывается вытесненной из насаждения. Поэтому при выращивании насаждений должны соблюдаться следующие принципы:

- до 40-45-летнего возраста для улучшения роста сосны необходимо примесь березы поддерживать в количестве 2-3 единиц в составе;
- к 50-летнему возрасту береза не должна превышать по средней высоте сосну;
- доля березы в составе в 55-60 лет должна быть не более 15-20 % от общего запаса стволовой древесины.

Используя полученные ранее модели изменений средних высот и суммы площадей сечений был проведен расчет запаса древесины для вышеобозначенных насаждений в рамках возрастного периода и доли участия породы в составе [16]. Для примера в таблицах 1-2 приведены показатели запасов сосны и березы в смешанных насаждениях при доле березы от 10 до 90 % в мшистом типе леса.

Таблица 1 – Динамика запасов сосны в смешанном сосново-березовом насаждении при разной доле сосны в составе в мшистом типе леса

Возраст, лет	Запас (м <sup>3</sup> ) при доле сосны в составе (%)							
	100	90	80	70	60	50	40	30
20	126	123	114	102	89	75	61	47
40	296	281	258	232	204	177	149	123
60	448	420	382	342	301	260	220	182
80	551	513	465	416	365	314	265	219
100	588	546	495	441	387	333	281	232

Таблица 2 – Динамика запасов березы в смешанном сосново-березовом насаждении при разной доле березы в составе в мшистом типе леса

Возраст, лет	Запас (м <sup>3</sup> ) при доле березы в составе (%)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
20	15	24	31	38	44	49	55	60	64	69
40	21	38	55	72	89	106	124	142	161	181
60	24	47	70	94	120	148	177	208	241	277
80	25	49	75	103	133	167	204	244	288	336
100	23	45	69	97	127	162	201	244	293	347

Анализируя таблицы 1-2 мы видим, что в молодом возрасте запасы березы в смешанном насаждении весьма значительны, поэтому при проведении рубок ухода вырубается запас определяется в основном изъятием березы. С увеличением возраста запас сосны существенно повышается, т.е. сосновая компонента составляет наибольшую долю запаса. Эти положения в целом общеизвестны [13, 14, 17]. В то же время березовая древесина в средневозрастных и приспевающих насаждениях представляет определенную ценность, так как стоимость березовых фанерных бревен на мировом рынке высока. Лесное хозяйство Беларуси в целом придерживается приведенной выше схемы сохранения в составе смешанного насаждения сосны и березы. Поэтому сокращение доли березовой хозсекции в лесном фонде не приведет к негативным последствиям. Наличие березовой древесины на рынке будет достаточным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе изложенного приходим к следующим выводам.

1. Изменения доли сосны и березы в смешанном сосново-березовом насаждении описывается моделью, где учитываются возраст породы, площадь роста деревьев, соотношение численности сосны и березы.

2. В молодом возрасте запас березы в смешанном насаждении занимает больший удельный вес. В более старшем возрасте сосновая компонента по запасу преобладает.

3. При выращивании смешанных древостоев доля березы в составе с увеличением возраста должна постепенно снижаться от 20-40 % в молодняках до 10-15 % в приспевающих древостоях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесной Кадастр Республики Беларусь на 01.01.2022 года. – Минск: Минлесхоз. – 2022. – 90 с.
2. Багинский, В.Ф. Комплексная оценка лесных ресурсов: учебное пособие / В.Ф. Багинский, О.В. Лапицкая. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – 135 с.
3. Кузнецов, Г.П. Моделирование динамики древостоев для оценки воздействия на них хозяйственной деятельности / Г.П. Кузнецов, В.С. Микуцкий, А.В. Пугачевский // Природные ресурсы : межведомственный бюллетень. – 1997. – № 3. – С. 61-67.
4. Галицкий, В.В. О моделировании продукционного процесса в растительном сообществе / В.В. Галицкий // Моделирование биогеоценотических процессов. – 1981. – М.: Наука. – С. 104-118.
5. Shugart, H.H. Theory of Forestry Dynamics / H.H. Shugart. – N.Y.: Springer-Verlag, 1984. – 278 p.
6. Корзухин, М.Д. Синэкология леса / М.Д. Корзухин, Ф.И. Семевский. – СПб.: Наука, 1992. – 192 с.
7. Четвериков, А. Н. Моделирование лесных биогеоценозов / А.Н. Четвериков // Математическое моделирование биогеоценотических процессов. – 1985. – М.: Наука. – С. 37-51.
8. Гусаков, С.В. Моделирование на ЭВМ пространственной структуры лесных фитоценозов / С.В. Гусаков, А.И. Фрадкин. – Мн.: Наука и техника, 1990. – 112 с.
9. Машковский, В.П. Моделирование связи запаса и продуктивности древостоев с высотой / В.П. Машковский // Труды БГТУ. Серия I. Лесное хозяйство. – 1999. – Вып. VII. – Минск: БГТУ. – С. 95-100.
10. Никитин, К.Е. Методы и техника обработки лесохозяйственной информации / К.Е. Никитин, А.З. Швиденко. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 270 с.

11. Багинский, В.Ф. Биометрия в лесном хозяйстве : учебник / В.Ф. Багинский, О.В. Лапицкая. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины. – 2017. – 376 с.
12. Багинский, В. Ф. Применение системного анализа в лесном хозяйстве: учебник / В. Ф. Багинский. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины. – 2016. – 175 с.
13. Мелехов, И.С. Лесоведение / И.С. Мелехов. – Лесная промышленность, 1980. – 406 с.
14. Багинский, В. Ф. Лесная таксация: учебник / В. Ф. Багинский. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины. – 2018. – 365 с.
15. Атрощенко, О. А. Моделирование роста леса и лесохозяйственных процессов / О. А. Атрощенко. – Мн. : БГТУ, 2004. – 249 с.
16. Багинский В.Ф. Нормативы выращивания смешанных хвойных древостоев / В.Ф. Багинский, В.М. Ефименко // Лесоведение, экология и биоресурсы. Материалы международной научно-производственной конференции. – Брянск: БГНТА. – 2005. - С. 32–35.
17. Багинский, В.Ф. Лесопользование в Беларуси / В.Ф. Багинский, Л.Д. Есимчик. – Минск: Беларуская навука, 1996. – 367 с.

Статья поступила в редколлегию 12.04.2023 г.

