

УДК 630\*562.1

**О. А. Севко**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (БГТУ)**ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ БЕРЕЗЫ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ  
В СМЕШАННЫХ СОСНОВО-БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ**

В статье проведен анализ влияния примеси березы в сосново-березовых древостоях на радиальный прирост сосны. С помощью программных средств QGIS проведено картирование древесных стволов и проанализировано влияние пространственной структуры на таксационные показатели деревьев сосны. На основании оценки радиального прироста стволов сосны произведено разделение их на три группы по интенсивности прироста. На основании регрессионного анализа выявлено влияние таксационных показателей деревьев березы в биогруппах и пространственной структуры древостоя на радиальный прирост стволов сосны.

The article deals with the analysis of the influence of the birch trees impurity in pine-birch forest stands on the radial growth of pine trees. With the help of software Q-GIS forest trees mapping was done. Also using Q-GIS features, some analysis of the influence of the forest stand spatial structure on pine trees characteristics was carried out. Based on an assessment of the radial growth of pine stems, some classification into three groups according to the growth intensity was done. As a result of a regression analysis the effect of forest stand characteristics of birch trees in biogroups on radial growth of pine stems was indicated and researched.

**Введение.** Для удовлетворения потребностей народного хозяйства, а также выполнения почвозащитных, водорегулирующих, санитарно-гигиенических, рекреационных и других полезных функций особенно важное значение имеют смешанные по составу насаждения. На данный момент в связи с возрастающими запросами лесного хозяйства перед лесоводами стоит вопрос о том, какие из насаждений – смешанные или чистые – наиболее качественно смогут решить задачи лесной промышленности. Преимущества смешанных древостоев были выявлены Г. Ф. Морозовым, М. К. Турским.

По данным К. А. Гаврилова и В. П. Корнева, произрастание березы оказывает положительное влияние на видовой состав и количество почвенной фауны, приводит к накоплению гумуса, общего азота, уменьшению обменной кислотности и повышению степени насыщенности почвы основаниями; введение листовенной примеси в верхний полог или в подлесок насаждений сосны в условиях дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв может ускорить разложение подстилки, что способствует высвобождению питательных веществ [1].

Смешанные насаждения в лесах Беларуси имеют широкое распространение. Среди них насаждения из сосны и березы встречаются повсеместно и отличаются часто высокой производительностью. Однако вопросы организации хозяйства в них до сих пор разрабатываются.

Анализ лесокультурного опыта показывает, что сосновые насаждения, даже в экстремальных условиях местопроизрастания лучше по возможности создавать смешанными. Взаимоотношения древесных пород могут быть самыми различными в зависимости от климатических и почвенных условий. Но такие насажде-

ния, безусловно, являются более устойчивыми к энтомофагам и особенно к грибным заболеваниям. В условиях бора насаждения сосны создаются преимущественно чистыми по составу, в суборах чистые или смешанные с березой, а в более богатых условиях в смешении с елью [2, 3].

И. Н. Рахтеенко и Г. И. Кабашникова [4, 5] проводили исследования в сосново-березовых насаждениях различного состава и выяснили, что они проходят 3 этапа. Первый (30 лет) – сосна находится под пологом березы и испытывает некоторое угнетение с ее стороны, второй этап (30–40 лет) – сосна по высоте сравнивается с березой, и наконец, третий этап – сосна как порода долговечная, используя положительное влияние березы, обгоняет ее по высоте и занимает господствующее положение.

Рост и развитие сосны и березы в смешанном насаждении зависят от его состава. Небольшая примесь березы (20–30%) положительно влияет на рост и развитие сосны. При создании смешанных насаждений необходимо учитывать взаимоотношения сосны и других древесных видов при совместном произрастании.

**Основная часть.** Для выявления влияния примеси березы, оказываемого на радиальный прирост сосны, была заложена пробная площадь (ПП) в 6-м выделе 29-го квартала Негорельского учебно-опытного лесхоза, представленном сосняком орляковым I класса бонитета в возрасте 67 лет. В процессе полевых работ были определены таксационные показатели 408 деревьев на участке пробной площади: диаметр С – Ю и З – В, высота, возраст, диаметр кроны С – Ю и З – В, протяженность кроны, качественная категория, особенность кроны, площадь

поперечного сечения и объем каждого ствола, а также координаты  $X$  и  $Y$ .

В ходе обработки экспериментальных данных и картирования по собранным в процессе полевых работ координатам была определена пространственная структура древостоя.

При помощи программных средств Quantum GIS построена схема расположения деревьев на пробной площади (рис. 1).

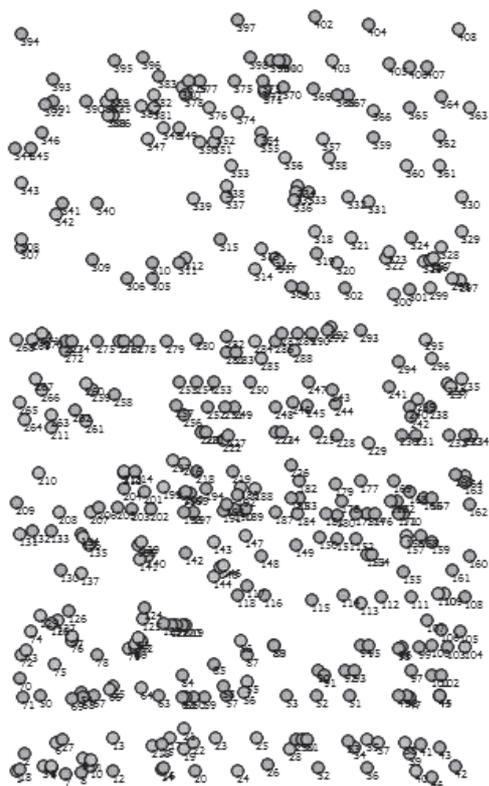
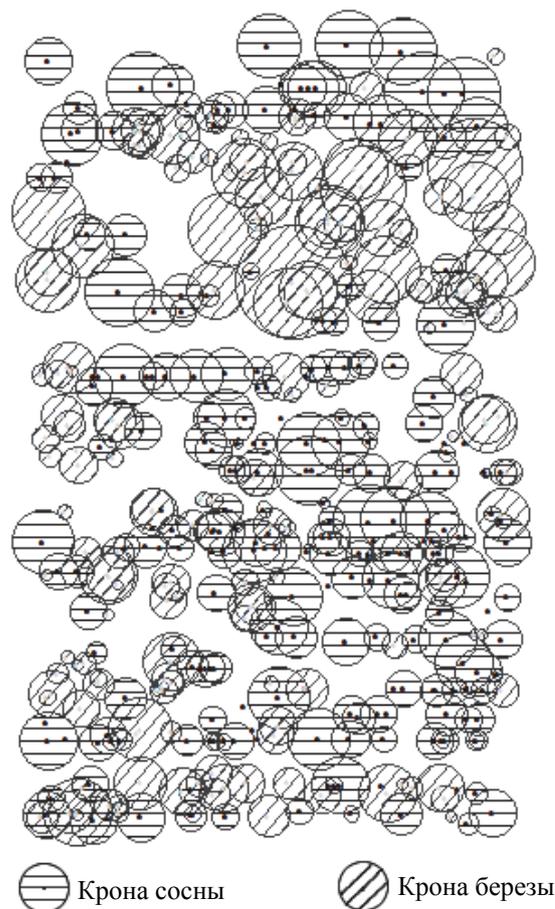


Рис. 1. Схема расположения деревьев на ПП (Quantum GIS)

Для наглядного изображения влияния деревьев различных древесных видов на основании данных картирования крон деревьев в Quantum GIS была построена схема расположения их на пробной площади с указанием диаметров крон. На рис. 2 хорошо видно, что конкуренция березы и сосны в насаждении довольно сильна.

Для определения уровня влияния примеси березы проведен анализ прироста сосны в насаждении. Для 10% деревьев сосны был определен радиальный прирост (с помощью приростного бурава взяты керны и измерена ширина годовичных колец за 10 лет. Все полученные данные были разделены на три группы по степени влияния березы на прирост сосны: сильная – радиальный прирост за 10 лет 0–10 мм, средняя – 10–20 мм и слабая – 20 мм и более. Таким образом получены три ранга биогрупп древесных растений, где сосна имеет три состояния: угнетенное, среднее и доминирующее.



Крона сосны      Крона березы

Рис. 2. Схема расположения деревьев и перекрытия крон березы и сосны на ПП

Далее было найдено среднее расстояние до ближайших к сосне стволов березы, сформированы биогруппы. Учитывались те деревья березы, которые находились на расстоянии двух диаметров кроны сосны. За пределами этого расстояния влияние березы на прирост не так сильно, большее влияние оказывают межвидовые отношения в сосновой части древостоя. Анализ экспериментального материала был проведен на основе обработки координат деревьев в программе Quantum GIS. Подготовка данных проходила в таблицах атрибутов слоев.

Влияние таксационных показателей деревьев березы на радиальный прирост сосны определялось при помощи регрессионного анализа в пакете программ STATISTICA 10.0.

Основными критериями для оценки регрессионных уравнений послужили коэффициент корреляции, стандартная ошибка и критерий Фишера.

Зависимой переменной являлся радиальный прирост стволов сосны (центральных в биогруппе), параметрами уравнений послужили среднее расстояние до деревьев березы, высота, диаметр кроны и объем стволов деревьев березы (таблица).

## Данные для регрессионного анализа

Радиальный прирост сосны за 10 лет, мм	Среднее расстояние до березы в биогруппе, м	Высота березы, м	Диаметр кроны березы, м	Объем ствола березы, м <sup>3</sup>
Низкий прирост деревьев сосны				
6,0	2,63	19,5	3,3	0,1967
9,5	4,13	23,3	3,7	0,2282
9,0	2,82	20,2	3,0	0,2699
4,0	2,40	17,5	1,7	0,1401
5,0	2,52	27,8	3,8	0,3977
6,0	3,00	22,1	3,4	0,2383
3,5	3,28	16,3	2,2	0,0997
5,5	3,35	21,2	3,3	0,1934
6,0	2,28	23,9	3,0	0,2981
6,5	3,22	22,1	2,7	0,2318
5,0	3,69	26,3	7,0	0,7240
5,0	3,21	24,3	4,7	0,4411
5,5	2,86	24,7	4,0	0,3945
6,0	2,65	18,8	1,7	0,1129
Средний прирост деревьев сосны				
10,0	2,03	18,1	3,3	0,1873
16,0	1,96	21,6	3,6	0,1578
14,5	2,59	19,8	3,3	0,2177
17,5	5,07	16,8	2,7	0,1200
15,5	3,21	20,0	2,3	0,2300
18,0	3,77	23,7	3,0	0,2642
14,0	3,02	22,2	2,9	0,2297
12,5	3,03	21,1	3,0	0,2150
12,5	3,50	21,2	2,5	0,1954
10,5	3,87	19,3	2,4	0,1462
13,5	3,63	21,1	3,5	0,2316
15,0	2,45	18,5	2,7	0,1702
12,0	3,39	23,9	3,0	0,2981
10,0	2,50	20,3	2,9	0,1996
15,0	3,90	22,7	1,8	0,2892
18,0	4,19	22,5	5,8	0,3756
18,5	3,58	17,8	2,2	0,1284
19,5	4,44	20,6	3,3	0,2426
11,0	6,70	21,3	4,3	0,2977
Высокий прирост деревьев сосны				
26,0	4,74	25,4	3,5	0,3237
24,5	3,99	22,5	2,9	0,2170
22,5	4,13	26,3	3,3	0,3336
30,0	5,17	20,7	3,4	0,1932
23,0	2,86	20,8	2,3	0,2143
25,3	7,42	22,9	4,5	0,5181
25,4	5,43	22,3	5,0	0,3786
32,0	5,25	20,6	4,8	0,3081
20,0	3,45	22,0	2,6	0,2318

Было проверено большое количество различного рода регрессионных моделей, задачей которых являлось отображение наиболее точной картины взаимоотношений между березой и сосной в лесном насаждении.

В результате исследования выявлено, что наибольшая корреляция между радиальным приростом угнетенной сосны и таксационными показателями близрастущей березы в биогруппе получается при использовании уравнения

$$Z_{r_1} = \frac{L}{b_1 + b_2L + b_3h} + b_4h + b_5V^3 + b_6d_k,$$

где  $Z_{r_1}$  – радиальный прирост, мм;  $L$  – среднее расстояние до деревьев березы в области двух радиусов крон деревьев сосны, м;  $h$  – средняя высота деревьев березы в биогруппе, м;  $V$  – средний объем деревьев березы в биогруппе, м<sup>3</sup>;  $d_k$  – средний диаметр крон деревьев березы в группе, м.

Коэффициент корреляции данного уравнения 0,705. Это свидетельствует о значительном влиянии выбранных таксационных показателей березы на прирост сосны в смешанном насаждении.

Этим же уравнением описать взаимоотношения между сосной и березой для следующего ряда био групп со средним приростом сосны невозможно. Была проведена дальнейшая обработка данных, наилучшие показатели регрессионного анализа были выявлены в результате использования следующего уравнения связи радиального прироста сосны среднего уровня  $Z_{r_2}$  с таксационными показателями деревьев березы в биогруппе:

$$Z_{r_2} = b_1Le^{-b_3L} + b_4e^{-b_5h} + b_4 \log V.$$

Коэффициент корреляции в данном случае составил 0,564. Взаимосвязь между показателями уменьшается, так как взаимоотношения сосны и березы уравниваются и деревья находятся в равной конкуренции между собой.

Графическое изображение представлено на рис. 3.

Для био группы, где сосна занимает доминирующее положение по отношению к березам, было определено следующее уравнение для определения радиального прироста  $Z_{r_3}$ :

$$Z_{r_3} = b_1 + b_2L + b_3h + b_4d_k + b_5V^3.$$

Значение коэффициента корреляции составило 0,876, что свидетельствует о значительном взаимном влиянии между деревьями сосны и березы в древостое, причем береза может оказывать и положительный эффект на радиальный прирост сосны.

$$\begin{aligned} \text{Model: } Z_r &= b_1 * L * b_2 * 2,71^{-(b_3 * L)} + \\ &+ b_4 * 2,71^{-(b_5 * h)} + b_6 * \log(V) \\ z &= (-,01029) * x * (,01029) * \\ &* 2,71^{-(1,4579) * x} + (9,14104) * \\ &* 2,71^{-(1,14022) * x} + (-,01135) * \log(y) \end{aligned}$$

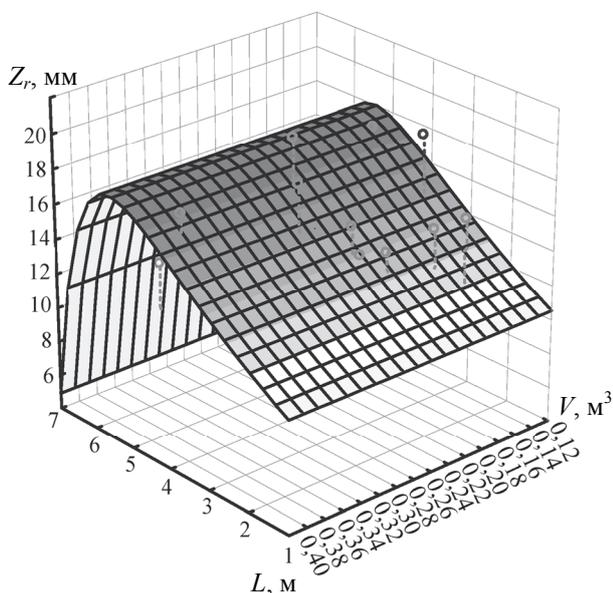


Рис. 3. График зависимости радиального прироста деревьев сосны от таксационных показателей окружающих деревьев березы

В результате анализа расстояний между деревьями сосны и березы в пределах биогруппы было выявлено:

- среднее расстояние до ближайших берез в биогруппах с угнетенной сосной составляет в среднем 3,0 м и менее;
- сосна имеет средний прирост там, где в пределах двух диаметров ее кроны находятся стволы березы и расстояние между ними составляет порядка 3,5 м;
- доминирующее положение сосна занимает в биогруппах со средним расстоянием до деревьев березы 4,7 м.

**Выводы.** В Беларуси большую часть лесопокрытой площади занимают смешанные насаждения, которые имеют высокую продуктивность. Древесные породы – сосна и береза обладают сходными биологическими свойствами – по требовательности к свету, влажности и богатству почв.

Смешанные сосново-березовые насаждения наиболее полно удовлетворяют запросы народного хозяйства, так как они обеспечивают получение большего числа различных видов сортиментов, в том числе высоких технических качеств. Причем не требуется посадка отдельных березовых насаждений: сортименты по данной породе получаются при проведении рубок в смешанных древостоях.

Работа посвящена актуальной теме: определено воздействие таксационных показателей березы на прирост сосны за десять лет. В результате моделирования была определена и описана их степень влияния.

#### Литература

1. Сироткин Ю. Д., Праходский А. Н. Лесные культуры. Минск: Выш. шк., 1988. 239 с.
2. Юркевич И. Д., Гельтман В. С. География, типология и районирование лесной растительности. Минск: Наука и техника, 1965. 345 с.
3. Юркевич И. Д. Выделение типов леса при лесостроительных работах. Минск: Наука и техника, 1980. 120 с.
4. Кабашникова Г. И. Строение корневой системы сосны и березы в чистых и смешанных насаждениях // Корневое питание растений в фитоценозах. Минск: Наука и техника, 1971. С. 115–123 с.
5. Взаимоотношения древесных пород в чистых и смешанных насаждениях / И. Н. Рахтеенко [и др.] // Эколого-физиологические основы взаимодействия растений в фитоценозах. Минск: Наука и техника, 1976. С. 96–116.

Поступила 18.01.2014