

УДК 630*564

В. В. Коцан, О. А. Севко

Белорусский государственный технологический университет

**ДИНАМИКА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ
С РАЗЛИЧНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРОЙ
И УСЛОВИЯМИ ПРОИЗРАСТАНИЯ**

В данной работе исследовалось влияние показателей пространственной структуры и условий местопроизрастания на радиальный прирост деревьев. Пробные площади, материалы которых использовались в данной работе, были заложены в чистых сосняках в возрасте 51 года в мшистой и кисличной сериях типов леса. На всех пробных площадях с использованием ГИС QGIS были определены средние расстояния до деревьев-конкурентов, площади конкуренции, средние таксационные показатели деревьев и средние таксационные показатели деревьев-конкурентов, у 20% стволов взяты керны и определен среднепериодический радиальный прирост за 10 лет.

Анализ зависимости радиального прироста от основных таксационных и пространственных критериев показал, что с увеличением диаметра ствола наблюдается повышение среднего периодического радиального прироста, а увеличение пересечения площадей роста отрицательно влияет на радиальный прирост отдельных деревьев. На основании данных наблюдений был предложен индекс потенциального прироста, который рассчитывается делением диаметра ствола на долю пересечения площадей роста.

При регрессионном анализе зависимости радиального прироста от пространственных и таксационных показателей использовались следующие данные: средняя высота деревьев-конкурентов, их средний диаметр кроны и среднее расстояние до соседних деревьев, зависимость радиального прироста от их общего воздействия. Для сосняка мшистого корреляция составила 0,71, для сосняка кисличного – 0,64. Из этого можно заключить, что в бедных условиях произрастания пространственная структура древостоев имеет большее влияние на радиальный прирост и объем ствола.

Ключевые слова: конкуренция, рубки ухода, пространственная структура, радиальный прирост, керн.

V. V. Kotsan, O. A. Sevko

Belarusian State Technological University

**DYNAMICS OF RADIAL GROWTH OF PINE FORESTS WITH VARIOUS
SPATIAL STRUCTURE AND GROWING CONDITIONS**

In this work, we investigated the influence of spatial structure and site growth indicators on the radial growth of trees. The test plots, the materials of which were used in this work, were laid in clean pine-trees at the age of 51 years old in mossy and sorrel forest types. On all sample plots, using the QGIS, the average distances to competitor trees, competition areas, average taxation values of trees and average taxation values of competing trees were determined, cores were taken from 20% of trunks and the average radial growth for 10 years was determined.

Analysis of the dependence of the radial growth on the main taxation and spatial indicators showed that with an increase in the diameter of the trunk, an increase in the average periodic radial growth is observed, and an increase in the intersection of growth areas negatively affects the radial growth of individual trees. Based on these observations, the index of potential growth was proposed, which is calculated by dividing the diameter of the trunk by the proportion of the intersection of growth areas.

In the regression analysis of the dependence of the radial growth on the spatial and taxation indicators, the following data were used: average height of competing trees, their average crown diameter and average distance to neighboring trees, and the dependence of the radial growth on their overall impact was described. For mossy pine, the correlation was 0.71, for the sorrel pine was 0.64. Consequently, in poor growth conditions, the spatial structure of forest stands has a greater influence on the radial growth and trunk volume.

Key words: competition, thinning, spatial structure, radial growth, core.

Введение. Изучение пространственной структуры древостоя имеет большое значение для увеличения общей производительности насаждений. Лесные сообщества разделяются на части различной

восприимчивости к тем или иным факторам, следовательно, анализ этих частей может дать ценную информацию о различных факторах, влияющих на лесные насаждения.

Исследованием влияния пространственной структуры на таксационные показатели и в разной степени занимались В. А. Усольцев [1], О. С. Ожич [2] и др.

Точное описание пространственной структуры древостоя, особенно в горизонтальной плоскости, является довольно сложной задачей. Результаты анализа горизонтального размещения деревьев зависят от комплекса факторов, которые иногда сложно идентифицировать и выразить в статистических мерах. Сложность процесса изучения горизонтальной структуры древостоев также обуславливается значительным разнообразием методических подходов к ее анализу. Результаты анализа размещения, полученные с применением различных методик, не всегда сопоставимы. Это связано с анализом пространственной структуры в разных пространственных масштабах или без его учета.

В целом ряде крупных лесоэкологических и фитоценологических исследований зарубежных ученых особое внимание уделяется связям, устанавливающимся между факторами внешней среды и древостоем и факторами конкурентного влияния деревьев друг на друга. При этом в большинстве случаев предпринимаются попытки оценить роль взаимного влияния деревьев в составе древостоя с различной структурой – этому и посвящено наше исследование.

Основная часть. В течение 2018 г. были заложены пробные площади в чистых сосновых насаждениях в возрасте 51 года в мшистой и кисличной сериях типов леса с картированием деревьев и взятием кернов у каждого 5-го дерева. В камеральных условиях канцелярским ножом с кернов срезались неровности и заломы. Далее

для получения большего контраста между слоями ранней и поздней древесины керны обрабатывались глицерином. Подготовленные керны сканировались с получением растрового изображения (RGB) с разрешением не менее 600 dpi. Полученные изображения загружались в геоинформационную систему QGIS, где изначально проводилась их привязка. Далее строился линейный слой для каждого керна, где длина одной линии равнялась ширине годичного радиального прироста. Автоматически с использованием внутренних средств QGIS определялась ширина всех годичных колец с точностью до сотых миллиметра. Полученные результаты экспортировались в MS Excel для дальнейшего анализа [3].

Для исследования взаимосвязей между таксационными и пространственными показателями отдельных деревьев с помощью пакета программ Statistica был проведен корреляционный анализ. Самая тесная связь была выявлена между площадью горизонтальной проекции кроны и площадью пересечения площадей роста, она составляет 0,823.

Корреляционный анализ показывает, что высота имеет самую тесную связь с диаметром ствола (0,770). Процент пересечения площадей роста имеет связь средней силы с площадью пересечения площадей роста (0,594). Среднее расстояние до деревьев-конкурентов имеет связь средней силы с площадью горизонтальной проекции кроны (0,692). Среднепериодический радиальный прирост за 10 лет имеет слабую связь с диаметром ствола – 0,327.

Графический анализ парных связей среднепериодического радиального прироста изображен на рис. 1 и 2.

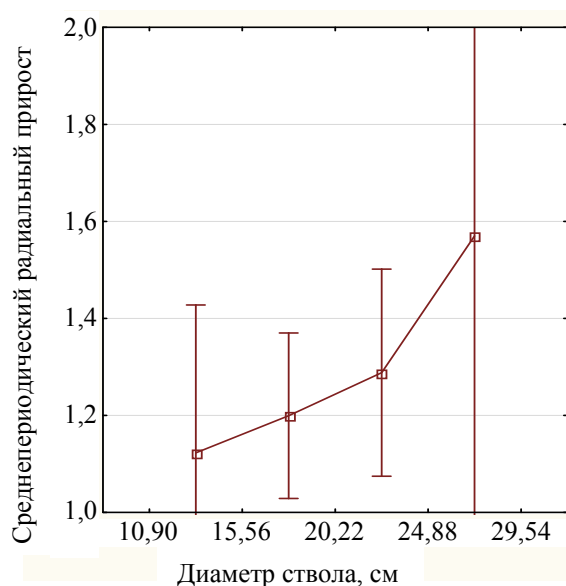


Рис. 1. Зависимость радиального прироста от диаметра ствола

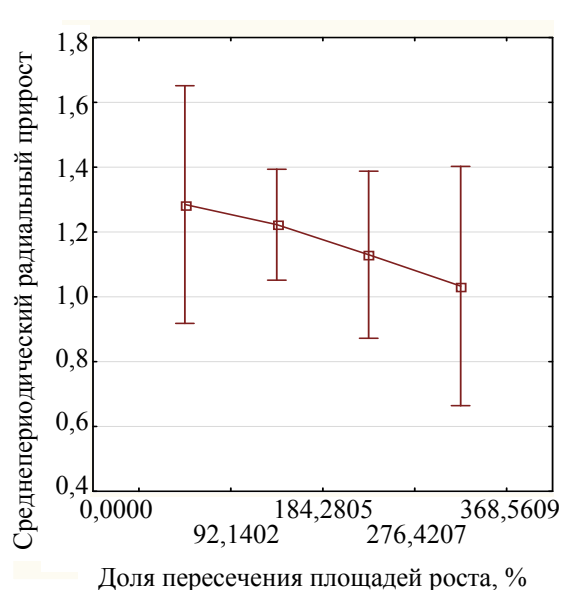


Рис. 2. Зависимость радиального прироста от доли пересечения площадей роста

На рис. 1 представлена зависимость средне-периодического радиального прироста за 10 лет от диаметра ствола. При увеличении диаметра ствола с 12,20 см до 26,80 см возрастает средне-периодический радиальный прирост за 10 лет с 1,10 мм до 1,58 мм. На рис. 2 представлена зависимость среднепериодического радиального прироста за 10 лет от доли пересечений площадей роста. При увеличении доли пересечений площадей роста от 46,5% до 320,6% уменьшается среднепериодический радиальный прирост за 10 лет от 1,30 мм до 1,04 мм.

Далее был проведен регрессионный анализ зависимости радиального прироста от пространственной структуры. Влияние суммы площадей пересечения кругов конкуренции описано с помощью гиперболы 3-й степени. Коэффициент корреляции оказался выше для сосняка кисличного. Явно выражена обратная зависимость радиального прироста от средней высоты соседних деревьев-конкурентов, их среднего диаметра крон. Для описания всех взаимосвязей использовались полиномы 3-й степени. Во всех случаях корреляция для мшистой серии типов леса оказывалась на 0,05–0,10 выше, чем для кисличной серии. Наиболее ярко видно влияние расстояния до деревьев-конкурентов на радиальный прирост: в мшистом типе леса влияние одного этого фактора определяется корреляцией 0,57, в кисличном – 0,47. С использованием таких показателей, как средняя высота соседних деревьев, их средний диаметр кроны и среднее расстояние до соседних деревьев, описана зависимость радиального прироста от суммы их воздействий. Для сосняка мшистого корреляция составила 0,71, для сосняка кисличного – 0,64. Таким образом, практически по всем показателям было выявлено, что в более бедных условиях произрастания пространственная структура древостоев имеет большее влияние на прирост и объем стволов деревьев.

На основании данных наблюдений был предложен индекс потенциального прироста,

который рассчитывается делением диаметра ствола на долю пересечения площадей роста.

$$I = d / P_{\text{пер}},$$

где I – индекс потенциального прироста, см/%; d – диаметр ствола, см; $P_{\text{пер}}$ – доля пересечения площадей роста, %.

На одной из пробных площадей на основании значений индекса потенциального прироста провели моделирование проходной рубки и дальнейшего роста древостоя до возраста спелости. Полученные результаты сравнили с результатами рубки, проведенной лесхозом, и увеличение прибыли от использования предложенного индекса составило 6%.

Также на основании данных о годичном радиальном приросте одной из пробных площадей был построен график динамики радиального прироста каждого отдельного дерева. Исходя из записей в лесничестве было определено, что в данном выделе в 2008 г. проводилась рубка ухода – прореживание. Деревья на пробной площади были разделены на две группы: получившие после рубки дополнительное жизненное пространство и не получившие его. По данным группам был рассчитан средний годичный радиальный прирост и построен график, изображенный на рис. 3.

Деревья, получившие дополнительную площадь роста, в 2009 г. имели уменьшение радиального прироста, а в 2010–2011 гг. наблюдалось его резкое увеличение от 1,3 мм до 1,8 мм в год. Далее идет снижение данного показателя до уровня предыдущего периода. На основании наблюдения можно заключить, что деревья, получившие дополнительную площадь роста после рубки, изначально снижают прирост из-за стресса, а через 1–2 года увеличивают радиальный прирост на протяжении 2–3 лет. Следовательно, рубки ухода приводят к увеличению радиального прироста только тех деревьев, которые получили дополнительное жизненное пространство.

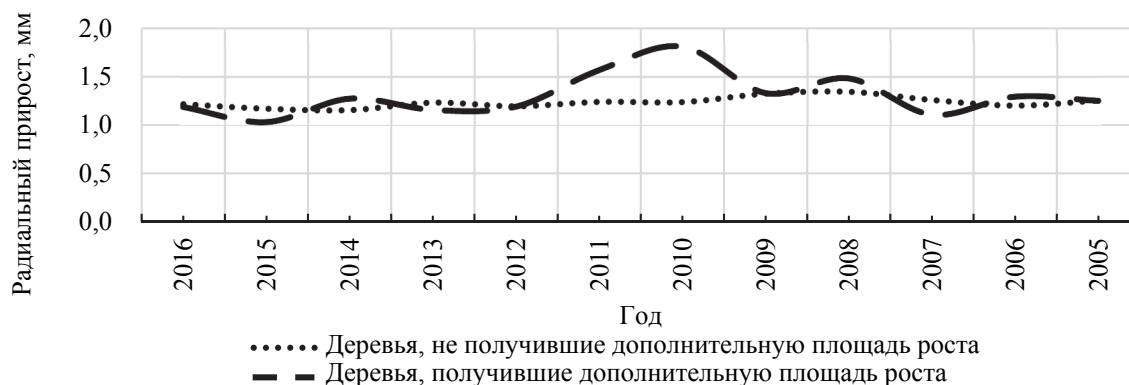


Рис. 3. Динамика радиального прироста в древостое после проведения рубки ухода

Заключение. Основываясь на индексе потенциального прироста, можно проводить отбор деревьев в рубки ухода. Для максимального прироста оставляемой части древостоя необходимо

покидать деревья с большими диаметрами (низовой метод), при этом обращать внимание на равномерное их распределение по площади для уменьшения конкурентного влияния друг на друга.

Литература

1. Усольцев В. А., Семышев М. М. Продукционные характеристики с учетом конкуренции деревьев в искусственных и естественных сосняках: сравнительный анализ // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер. «Лес. Экология. Природопользование». 2010. № 2. С. 5–13.
2. Ожич О. С., Толкач И. В. Автоматизированная система измерительного дешифрирования чистых сосновых древостоев на цифровых аэро- и космических снимках // Лесное хозяйство: тез. докл. 81-й науч.-техн. конф. проф.-преподават. состава, науч. сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 1–12 февраля 2017 г. Минск: БГТУ, 2017. С. 16.
3. Коцан В. В. Продуктивность сосняков мшистых искусственного происхождения различной пространственной структуры в лесорастительных условиях Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02. Минск, 2016. 22 с.

References

1. Usoltsev V. A., Semyshev M. M. Production characteristics with regard to the competition of trees in artificial and natural pine forests: a comparative analysis. Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the Mari State Technical University], series "Forest. Ecology. Nature", 2010, no. 2, pp. 5–13 (In Russian).
2. Ozhich O. S., Tolkach I. V. Automated system for measuring the interpretation of pure pine stands on digital airborne and satellite images. Tez. dokl. 81-y nauch.-tekhn. konf. "Lesnoye khozyaystvo" [Theses of the 81st scientific and technical conference "Forestry"]. Minsk, 2017, p. 16 (In Russian).
3. Kotsan V. V. Produktivnost' sosnyakov mshistykh iskusstvennogo proishozhdeniya razlichnoy prostanstvennoy struktury v lesorastitel'nykh usloviyakh Belarusi. Avtoref. dis. kand. s.-kh. nauk [Productivity of mossy pine forests of artificial origin of various spatial structure in forest growing conditions of Belarus. Abstract of thesis cand. of agricult. sci.]. Minsk, 2016. 22 p.

Информация об авторах

Коцан Владимир Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Wolodia250@belstu.by

Севко Оксана Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, Республика Беларусь). E-mail: o.sevko@belstu.by

Information about the authors

Kotsan Vladimir Vasil'evich – PhD (Agriculture), assistant lecturer, the Department of Forest Inventory, Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Wolodia250@belstu.by

Sevko Oksana Aleksandrovna – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Forest Inventory, Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: o.sevko@belstu.by

Поступила 18.03.2019