

# УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСАМИ, ЛЕСОУСТРОЙСТВО И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

## FOREST MANAGEMENT, FOREST INVENTORY AND INFORMATION SYSTEMS IN FORESTRY

---

УДК 630\*242

**В. В. Коцан, О. А. Севко, Т. Л. Яронская**

Белорусский государственный технологический университет

### ВЛИЯНИЕ РУБОК ПРОРЕЖИВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЧИСТЫХ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

Влияние показателей пространственной структуры на прирост древостоя ярко выражено в период проведения рубки прореживания. С целью изучения данного явления в ельнике кисличном в возрасте 42 лет, в котором ранее была проведена рубка прореживания, была заложена пробная площадь. На основании цифровой модели пробной площади определены средние таксационные и пространственные показатели деревьев, у 21 дерева на основании стратифицированной выборки взяты керны и определен среднепериодический радиальный прирост за 10 лет.

Зависимость между диаметром ствола и средним расстоянием до деревьев-конкурентов показывает увеличение размаха вариации диаметра ствола с увеличением среднего расстояния до деревьев-конкурентов. Определено пограничное значение расстояния в 1,8 м, после которого размах вариации увеличивается в 2 раза. Анализ среднего расстояния до конкурентов от их количества выявил, что увеличение среднего расстояния между конкурентами до 1,5 м ведет к увеличению их количества, дальнейшее увеличение этого показателя данного эффекта не имеет.

Исследование дифференциации стволов по диаметру показывает, что деревья с минимальными диаметрами имеют в окружении доминирующие деревья, деревья с диаметром, близким к среднему, находятся в окружении схожих деревьев, а крупные деревья соседствуют с деревьями различного диаметра.

Анализ динамики радиального прироста подтверждает наличие влияния рубки прореживания на его прирост. После проведения рубки радиальный прирост, снижающийся до этого, остановился на одном уровне на 3 года и в дальнейшем начал увеличиваться.

**Ключевые слова:** конкуренция, рубка прореживания, пространственная структура, радиальный прирост, керн.

**Для цитирования:** Коцан В. В., Севко О. А., Яронская Т. Л. Влияние рубок прореживания на формирование чистых еловых древостоев // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 2 (246). С. 5–11.

**V. V. Kotsan, O. A. Sevko, T. L. Yaronskaya**

Belarusian State Technological University

### INFLUENCE OF THINNING CUTTINGS ON THE FORMATION OF CLEAN SPRUCE STANDS

The influence of the spatial structure indicators on the growth of the stand is pronounced during the thinning felling period. In order to study this phenomenon in the sorrel spruce forest at the age of 42 years, in which the thinning felling was carried out earlier, a test plot was laid. Based on the digital model of the trial plot, the average taxation and spatial indicators of trees were determined, cores were taken from 21 trees on the basis of a stratified sample and the average periodic radial growth over 10 years was determined.

The relationship between the trunk diameter and the average distance to competitors' trees shows an increase in the range of variation in the trunk diameter with an increase in the average distance to competitors' trees. The boundary value of the distance of 1.8 meters was determined, after which the range of variation doubles. An analysis of the average distance to competitors from their number re-

vealed that an increase in the average distance between competitors to 1.5 meters leads to an increase in their number, a further increase in this indicator does not have this effect.

The study of trunk diameter differentiation shows that trees with minimal diameters are surrounded by dominant trees, trees with a diameter close to the average are surrounded by similar trees, and large trees are adjacent to trees of different diameters. Analysis of the dynamics of radial growth confirms the influence of thinning felling on its growth. After the felling, the previously decreasing radial increment stopped at the same level for 3 years and then began to increase.

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

**For citation:** Kotsan V. V., Sevko O. A., Yaronskaya T. L. Influence of thinning cuttings on the formation of clean spruce stands. *Proceeding of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2021, no. 2 (246), pp. 5–11 (In Russian).

**Введение.** Рубки ухода за лесом – это одно из самых важных лесохозяйственных мероприятий, основной целью которого является формирование хозяйственно ценных, высокопродуктивных и устойчивых насаждений. Периодическая вырубка нежелательных деревьев создает благоприятные условия роста лучшим деревьям [1]. Цели проведения рубок ухода – более эффективное использование солнечной энергии за счет планового формирования крон деревьев и сомкнутости полога, что обеспечивает рост массы хвои и увеличение площади углеродного и минерального питания оставшихся после рубки деревьев и способствует сохранению деревьев с лучшими селекционными категориями и формами [2, 3].

В настоящее время актуальным вопросом является классификация деревьев на основании пространственной структуры древостоя при назначении деревьев в рубку ухода. Он напрямую связан с влиянием пространственного размещения деревьев на производительность насаждения [4, 5, 6]. Учет размещения деревьев позволяет выделить те из них, которые активно увеличивают жизненное пространство и имеют текущий прирост выше среднего для данного насаждения.

Пространственно-конкурентные показатели используются для классификации деревьев в древостое в зависимости от различных критериев. Одним из наиболее известных примеров является классификация Крафта, которая описывает социальное положение деревьев по соотношению высот соседних деревьев, а также размера и качества кроны. Принадлежность к определенному классу отражает положение дерева в насаждении, а значит, и его потенциал роста [7, 8].

В практике лесного хозяйства Республики Беларусь широкое применение получила хозяйственная классификация согласно «Правилам рубок леса в Республике Беларусь»: лучшие, вспомогательные (полезные) и нежелательные. Для выращивания оставляют лучшие и вспомогательные деревья, а нежелательные удаляют [1]. В предыдущих исследованиях мы предлагали собственную классификацию деревьев в зави-

симости от соотношения высоты центрального дерева к средней высоте деревьев-конкурентов. Классы получили следующие названия: доминирующие, средние и угнетенные деревья [9]. При проведении селекционного отбора деревьев в рубку учитывается горизонтальная структура насаждения.

Согласно «Закону о лесах» 1991 г., на основании которого ведется лесное хозяйство в Польше, подготовка к рубке прореживания, или так называемая «ранныя» рубка – это использование отрицательного отбора на ранних стадиях роста древостоя, чтобы ввести как можно больше хороших деревьев в будущий древостой. После перехода насаждения в период прореживания проводится положительное прореживание, выражающееся в отборе и поддержке соответствующего количества деревьев наилучшего качества из верхнего яруса и с высокими темпами роста, равномерно распределенных по насаждению. Необходимо поддерживать био групповое размещение деревьев, образующих каркас, с целью их дальнейшего роста до возраста рубки главного пользования. Это достигается путем систематического удаления деревьев, которые мешают нормальному развитию лучших деревьев [10]. Прореживание, при котором используется метод отрицательной селекции (удаление дефектных деревьев), приводит к ухудшению условий роста таких деревьев, а значит – к ухудшению их ценности.

По исследованиям А. В. Давыдова, вскоре после прореживания древостоя мощность скелетных корней, приходящихся на одно дерево, увеличивается по массе в 2–3 раза. Кроме того, после рубки ухода, если она выполнена правильно: удалением деревьев с наклоненным стволом, однобокой кроной, сильно угнетенных и больных, не остается деревьев, подверженных ветровалу и снеголому [11].

Современными особенностями рубок ухода в Германии является слабая интенсивность, но частая их повторяемость, что хорошо сказывается на формировании древостоя, но затратно в экономическом плане. А. А. Вайс в своих исследованиях предлагает проводить отбор деревьев

комбинированным методом с интенсивностью, не превышающей «природного отпада», а также с учетом оптимального размещения и прироста деревьев [12, 13]. При проектировании рубок ухода Е. Ассман в своих исследованиях предложил полноту насаждений выражать тремя степенями: максимальная, оптимальная и критическая [14]. Подобный подход только с использованием абсолютной полноты (сумм площадей сечений) и верхних высот при проектировании рубок ухода практикуется в настоящее время в Финляндии, Германии и других странах с передовым лесным хозяйством.

На основании вышеописанного можно сделать вывод, что для формирования продуктивного древостоя необходимо учитывать его пространственную структуру, классифицировать деревья при назначении в рубку, а также учитывать оптимальные пространственные показатели древостоя до и после проведения рубки.

**Основная часть.** В 2019 г. на территории Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза в 13-м выделе 48-го квартала в ельнике кисличном в возрасте 42 лет с составом 10Е + С + Б была заложена пробная площадь. Для ее закладки подбирался выдел, в котором 5–7 лет назад была проведена рубка прореживания. На выделе имеются сохранившиеся пни после рубки для определения пространственной структуры древостоя до и после ее проведения. Это необходимо для выявления влияния последствий изменения пространственной структуры и количественно-качественных показателей древостоя на дальнейшее развитие отдельных деревьев и древостоя в целом. По материалам проведения рубок ухода в Негорельском учебно-опытном лесхозе было установлено, что рубка в данном выделе проводилась в 2013 г.

Для точного определения местоположения всех деревьев или пней (картирования) всю пробную площадь разбивали на квадраты 10×10 м. В целях определения координат местоположения дерева внутри каждого квадрата применялся способ линейной засечки [15]. Измерение расстояния от каждого дерева до двух углов сетки квадратов производилось с использованием ультразвукового дальномера *Haglof DME (Haglof, Швеция)* [16]. На основании измеренных величин и известных координат сетки квадратов с использованием геометрических формул находятся координаты всех деревьев и пней.

У каждого дерева на пробной площади были измерены два взаимно перпендикулярных диаметра ствола на высоте 1,3 м, высота ствола, протяженность кроны, два диаметра горизонтальной проекции кроны (север – юг, запад – восток).

На основании полевых данных в *QGIS* создавалась электронная модель древостоя, по которой рассчитывались пространственные показатели каждого отдельного дерева и пней.

Для определения влияния пространственной структуры на прирост деревьев на пробной площади в камеральных условиях канцелярским ножом с кернов срезались неровности и заломы. Далее керны обрабатывались глицерином для увеличения контраста между слоями ранней и поздней древесины. Подготовленные керны сканировались с получением растрового изображения (*RGB*) с разрешением не менее 600 *dpi*. Полученные растровые изображения в дальнейшем обрабатывались в геоинформационной системе *QGIS*. Изначально проводилась их привязка, а далее строился линейный слой для каждого керна, в котором длина одной линии равнялась ширине годичного радиального прироста. Автоматически с использованием калькулятора полей в *QGIS* измерялась ширина всех годичных колец с точностью до сотых миллиметра. Полученные результаты экспортировались в *MS Excel* для дальнейшего анализа [9].

В электронных таблицах *MS Excel* для каждого дерева определялось количество деревьев-конкурентов и средние таксационные и пространственные показатели для центральных деревьев и деревьев-конкурентов. Конкурентом для каждого дерева в рамках данных исследований признаются деревья, имеющие с ним пересечение площадей роста (кругов с радиусом, равным среднему радиусу горизонтальной проекции кроны).

В ходе анализа было определено, что количество деревьев на пробной площади до рубки составляло 436 шт., вырубил 53 дерева, или 12% от количества. Среднее расстояние между деревьями до рубки составляло 0,72 м, а после рубки – 0,70 м. Эти данные свидетельствуют о слабой интенсивности проведенной рубки ухода и незначительном изменении средних пространственных показателей древостоя.

Исследование взаимосвязей между таксационными и пространственными показателями отдельных деревьев, которое проводилось в пакете программ *Statistica*, начиналось корреляционным анализом. Зависимость диаметра ствола от среднего расстояния до конкурентов отображена на графике (рис. 1).

Облако точек, приведенное на графике, свидетельствует об увеличении вариации диаметра ствола с увеличением среднего расстояния до конкурентов. При этом можно заметить, что минимальные значения диаметра 2–6 см могут встречаться при любом значении среднего расстояния до конкурентов от 0,3 м до 2,4 м, а максимальный диаметр интенсивно растет от

4 см для 0,3 м до 26 см при среднем расстоянии до конкурентов 1,95 м. Данные наблюдения говорят о том, что увеличение расстояния до конкурентов уменьшает конкурентное влияние и ослабляет действие пространственной структуры как лимитирующего фактора.

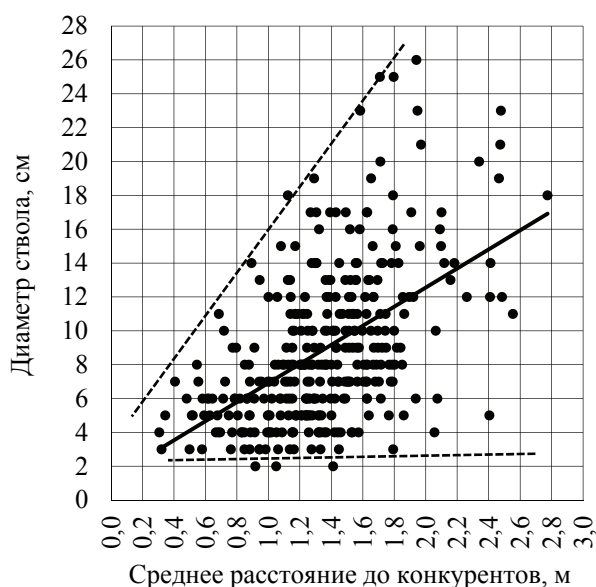


Рис. 1. Зависимость диаметра ствола от расстояния до конкурентов

Для более детального анализа вариации среднего расстояния до конкурентов все данные на пробной площади были разделены на 15 классов. На рис. 2 отображен размах вариации диаметра ствола для каждого из 15 классов расстояния до конкурентов. На графике четко просматривается увеличение этого показателя для классов с расстоянием больше 1,8 м, что свидетельствует об их пограничном значении в вопросе снижения конкуренции.

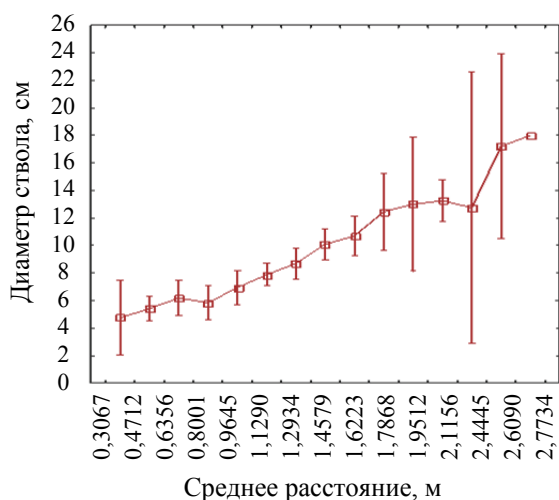


Рис. 2. Размах вариации диаметра ствола от расстояния до конкурентов

Взаимосвязь между средним расстоянием до деревьев-конкурентов и количеством конкурентов представлена на рис. 3. Связь статистически достоверная и имеет коэффициент корреляции, равный 0,364, что свидетельствует о средней силе связи. При этом на графике присутствует линия тренда, которая указывает на увеличение среднего расстояния до деревьев-конкурентов от 1,0 м для 1 дерева-конкурента до 1,5 м для 6 деревьев-конкурентов.

С целью анализа влияния пространственной структуры на дифференциацию древостоя по диаметру для всех пар деревьев на пробной площади был рассчитан коэффициент дифференциации диаметра:

$$T = 1 - D_{\min} / D_{\max},$$

где  $T$  – коэффициент дифференциации диаметра;  $D_{\min}$  – минимальный диаметр из двух деревьев, см;  $D_{\max}$  – максимальный диаметр из двух деревьев, см.

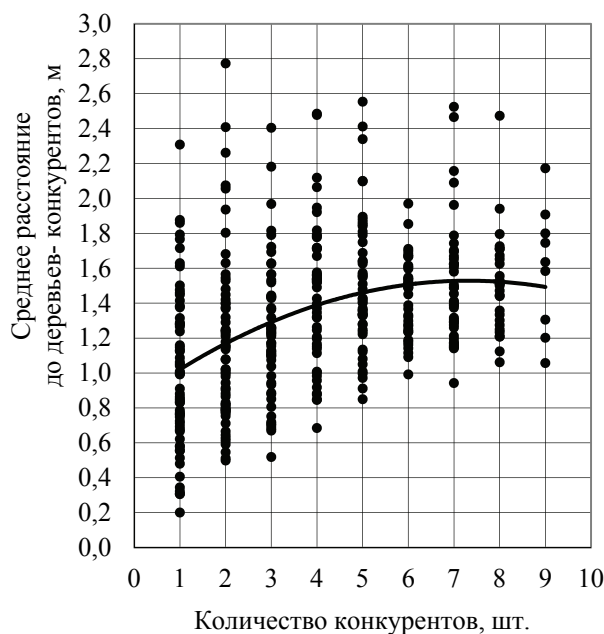


Рис. 3. Зависимость среднего расстояния до деревьев-конкурентов от количества деревьев-конкурентов

На рис. 4 изображена зависимость среднего коэффициента дифференциации диаметра от диаметра ствола центрального дерева. С увеличением диаметра ствола центрального дерева коэффициент дифференциации диаметра уменьшается до значения 0,3, а потом снова увеличивается. Деревья с диаметром, близким к среднему (8,7 см), имеют наименьший коэффициент дифференциации диаметра. Это свидетельствует о том, что у средних деревьев конкуренты с таким же диаметром, близким к среднему. Деревья с наименьшими диаметрами имеют наибольшие значения коэффициента дифферен-

циации, что говорит об их прибывании в окружении деревьев с большим диаметром и сильным влиянии на них конкуренции. Следствием этого являются низкие значения диаметра ствола. Деревья с большими диаметрами имеют большой разброс (вариацию) значений коэффициента дифференциации, что свидетельствует о низком влиянии на них конкуренции и соседстве с деревьями различного диаметра. Динамика роста среднего расстояния имеет следующий вид: от 1 до 2 конкурентов расстояние увеличивается на 0,2 м, а от 5 до 6 конкурентов на 0,05 м, дальнейшее увеличение количества конкурентов не ведет за собой увеличения среднего расстояния до деревьев конкурентов. Данная динамика показывает, что увеличение количества конкурентов связано с увеличением площади роста дерева и, соответственно, среднего расстояния до конкурентов. Деревья с минимальными средними расстояниями до конкурентов имеют от 1 до 3 конкурентов, а увеличение среднего расстояния больше 1,5 м не влечет за собой увеличения количества деревьев конкурентов, что говорит о его пограничном конкурентном значении.

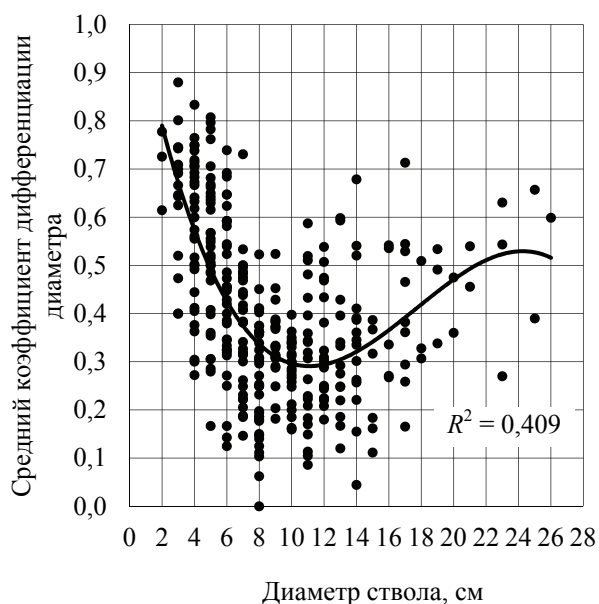


Рис. 4. Зависимость коэффициента дифференциации от диаметра ствола

По материалам проведения рубок промежуточного пользования в лесхозе было установлено, что в данном выделе в 2013 г. была проведена рубка прореживания, это подтверждается данными анализа радиального прироста, отображенными на рис. 5. На графике данные о радиальном приросте разделены на две группы на основании высоты дерева: доминирующие деревья со средней высотой 19,6 м и угнетенные с высотой 12,2 м.

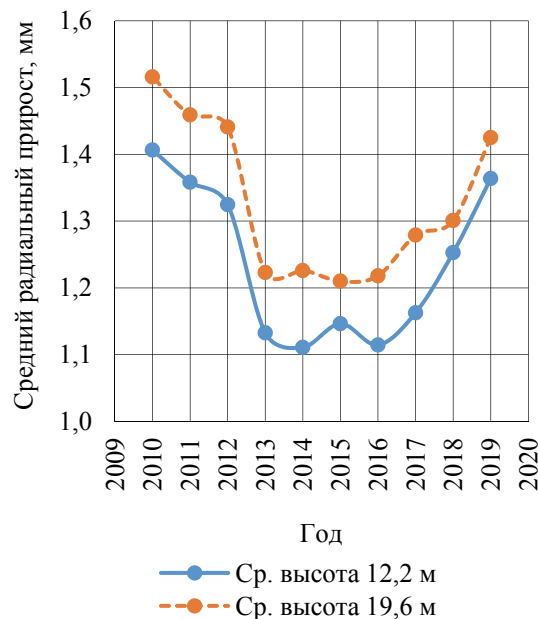


Рис. 5. Динамика радиального прироста доминирующих и угнетенных деревьев

До 2013 г. наблюдается снижение радиального прироста для всех деревьев, после проведения рубки радиальный прирост на протяжении 3 лет остается на том же уровне, после чего, начиная с 2017 г., происходит его увеличение. Динамика радиального прироста двух выделенных групп деревьев схожа, но можно заметить, что разница между приростами до рубки в 1 мм уменьшилась до 0,06, что свидетельствует о лучшей реакции на проведение рубки угнетенных деревьев.

**Заключение.** На основании проведенных исследований можно заключить, что связь между средним расстоянием до деревьев-конкурентов и диаметром ствола имеет среднюю силу, но является статистически достоверной. При этом наблюдается увеличение вариации диаметра с увеличением данного расстояния, что связано с уменьшением конкуренции как лимитирующего фактора. Для ельника кисличного в возрасте 40 лет определено граничное конкурентное расстояние между деревьями, оно составляет 1,5–1,8 м. При формировании био групп в чистом еловом древостое существенной дифференциации по диаметру не происходит. Проведение рубки прореживания влияет на радиальный прирост деревьев, у которых изменилась пространственная структура. В последующие 3 года после рубки прирост остается на уровне года рубки, после чего начинает увеличиваться. Дальнейшие исследования в древостоях других возрастов и условий местопрорастания позволят разработать таблицы динамики оптимальных пространственных показателей и нормативов проведения рубок ухода.

### Список литературы

1. Правила рубок в лесах Республики Беларусь / РД РБ 02080.019.2016. Минск: Минлесхоз Респ. Беларусь, 2016. 93 с.
2. Санкович М. М., Янушко А. Д. Организация производства и управление предприятием лесного хозяйства: учеб. пособие. Минск: БГТУ, 2004. 271 с.
3. Антонов О. И. Повышение качественной продуктивности насаждений – задача интенсивного лесного хозяйства // Лесной журнал 2017. № 1. С. 86–94.
4. Бойко, С. В. Типы размещения деревьев в естественных сосняках // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. трудов / отв. ред. А. И. Ковалевич. Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2011. С. 355–359.
5. Бузыкин А. И. Анализ структуры древесных ценозов. Новосибирск: Наука. Сибир. отделение, 1985. 80 с.
6. Грибанов В. Я. Пространственная структура сосновых и лиственных деревьев // Продуктивность лесных фитоценозов: сб. ст. / отв. ред. И. Н. Елагин. Красноярск: ИЛИД, 1984. С. 42–47.
7. Kaźmierczak K. Tree crown size as a measure of tree biosocial position in 135-year-old oak (*Quercus L.*) stand / *Folia Forestalia Polonica*, series A, 2016, vol. 58 (1). P. 31–42.
8. Усольцев В. А., Семышев М. М. Продукционные характеристики с учетом конкуренции деревьев в искусственных и естественных сосняках: сравнительный анализ. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 137 с.
9. 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.
10. Rozwój metod trzebieżowych: *Otwarta Encyklopedia Leśna: lesne forum*. URL: <http://www.encyklopedia.lasypolskie.pl/doku.php?id=r:rozwoj-metod-trzebiezowych> / (дата обращения: 10.02.2021).
11. Давыдов А. В. Рубки ухода за лесом. М.: Лесная пром-сть, 1971. 184 с.
12. Вайс А. А. Научные основы оценки горизонтальной структуры древостоев для повышения их устойчивости и продуктивности: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.02. Красноярск, 2014. 25 с.
13. Прокопцев В. В. Лесоводственно-таксационный анализ роста и пространственной структуры сосняков зеленомошников Брянского массива в связи с рубками ухода: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03. Брянск, 1997. 21 с.
14. Assmann E. *Waldertragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen* / Munchen, Bonn, Wien: Verlagsges, 1961. P. 490.
15. Геодезия: учебник / М. С. Нестеренок [и др.]; под общ. ред. М. С. Нестеренок. Минск: Універсітэцкае, 2001. 312 с.
16. Шебушев А. В. Использование новых лесотаксационных инструментов для таксации лесного фонда // 70-я науч.-техн. конф. учащихся, студентов и магистрантов, 15–20 апр. 2019 г., Минск, 2019. С. 132–136.

### References

1. *Pravila rubok v lesakh Respubliki Belarus'* [Rules for felling in the forests of the Republic of Belarus]. Minsk, Minleskhos Respubliki Belarus' Publ., 2016. 93 p.
2. Sankovich M. M., Yanushko A. D. *Organizatsiya proizvodstva i upravleniye predpriyatiyem lesnogo khozyaystva* [Organization of production and management of a forestry enterprise]. Minsk, BGTU Publ., 2004. 271 p.
3. Antonov O. I. Improving the qualitative productivity of plantations is the task of intensive forestry. *Lesnoy zhurnal* [Forest Journal], 2017, no. 1, pp. 86–94 (In Russian).
4. Boyko S. V. Types of tree placement in natural pine forests. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva* [Problems of forestry and forestry]. Gomel', Institut lesa NAN Belarusi Publ., 2011, pp. 355–359 (In Russian).
5. Buzykin A. I. *Analiz struktury drevesnykh tsenozov* [Analysis of the structure of tree cenoses]. Novosibirsk., Nauka Sibirskoye otdeleniye Publ., 1985. 80 p.
6. Griбанov V. Ya. The spatial structure of pine and deciduous trees. *Produktivnost' lesnykh fitotsenozov* [Productivity of forest phytocenoses]. Krasnoyarsk, ILID Publ., 1984, pp. 42–47 (In Russian).
7. Kaźmierczak K. Tree crown size as a measure of tree biosocial position in 135-year-old oak (*Quercus L.*) stand. *Folia Forestalia Polonica*, series A, 2016, vol. 58 (1), pp. 31–42 (In Poland).
8. Usol'tsev V. A., Semyshev M. M. *Produktsionnyye kharakteristiki s uchetom konkurentsii derev'yev v iskusstvennykh i estestvennykh sosnyakakh: sravnitel'nyy analiz* [Productive characteristics taking into

account the competition of trees in artificial and natural pine forests: a comparative analysis]. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 2007. 137 p.

9. Kotsan V. V. *Produktivnost' sosnyakov mshistykh iskusstvennogo proiskhozhdeniya razlichnoy prostranstvennoy struktury v lesorastitel'nykh usloviyakh Belarusi. Avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk* [Productivity of mossy pine forests of artificial origin of different spatial structure in forest conditions of Belarus. Abstract of thesis PhD (Agriculture Science)]. Minsk, 2016. 22 p.

10. Rozwój metod trzebieżowych: *Otwarta Encyklopedia Leśna : lesne forum*. Available at: <http://www.en-cyklopedia.lasypolskie.pl/doku.php?id=r:rozwoj-metod-trzebiezowych/> (accessed 10.02.2021).

11. Davydov A. V. *Rubki ukhoda za lesom* [Forest thinning]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1971. 184 p.

12. Vays A. A. *Nauchnye osnovy otsenki gorizontol'noy struktury drevostoyev dlya povysheniya ikh ustoychivosti i produktivnosti. Dis. dokt. ... s.-kh. nauk* [Scientific basis for assessing the horizontal structure of forest stands for increasing their stability and productivity. Diss. DSc (Agriculture Science)]. Krasnoyarsk, 2014. 25 p.

13. Prokoptsev V. V. *Lesovodstvenno-taksatsionnyy analiz rosta i prostranstvennoy struktury sosnyakov zelenomoshnikov Bryanskogo massiva v svyazi s rubkami ukhoda. Avtoref. dis. kand. ... s.-kh. nauk* [Silvicultural-taxation analysis of the growth and spatial structure of green moss pine forests in the Bryansk massif in connection with thinning. Abstract of thesis PhD (Agriculture Science)]. Bryansk, 1997. 21 p.

14. Assmann E. *Waldetragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen*. Munchen, Bonn, Wien, Verlagsges, 1961. 490 p.

15. Nesterenok M. S., Nesterenok V. F., Poznyak A. S. *Geodeziya* [Geodesy]. Minsk, Universitetskaye Publ., 2001. 312 p.

16. Shebushev A. V. Use of new forest inventory tools for forest inventory. *70-ya nauchno-tekhnikeskaya konf. uchashchikhsya, studentov i magistrantov* [70th scientific and technical conference of pupils, students and undergraduates]. Minsk, 2019, pp. 132–136 (In Russian).

#### Информация об авторах

**Коцан Владимир Васильевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель 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

**Яронская Татьяна Леонидовна** – магистрант кафедры лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: yaronskaya94@gmail.com

#### Information about the authors

**Kotsan Vladimir Vasil'yevich** – PhD (Agriculture), Senior 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

**Yaronskaya Tat'yana Leonidovna** – Master's degree student, the Department of Forest Inventory. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yaronskaya94@gmail.com

Поступила 15.03.2021