

Научная статья
УДК 630.53

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ СРЕДНЕГО УРАЛА

Ирина Олеговна Николаева

Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия
nikolaevaio@m.usfeu.ru

Аннотация. Изучение развития и изменений сосновых молодняков, выявило ключевую роль микроклимата в формировании древостоев. Условия, в которых начинает формироваться молодое поколение деревьев сосны (под пологом материнского древостоя, на опушках или вырубках), существенно влияют на начальную структуру и состояние молодняков. Эти особенности определяют, как лес будет развиваться с возрастом.

Ключевые слова: формирование молодняков, дифференциация, возрастная динамика, редуциционные числа, рост древостоев

Для цитирования: Николаева И. О. Возрастная динамика структуры сосновых молодняков Среднего Урала // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий = Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : материалы XVII Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 129–134.

Original article

AGE DYNAMICS OF THE STRUCTURE OF YOUNG PINE FORESTS IN THE MIDDLE URALS

Irina O. Nikolaeva

Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia
nikolaevaio@m.usfeu.ru

Abstract. The study of the development and changes of young pine forests revealed the key role of the microclimate in the formation of forest stands. The conditions in which the young generation of pine trees begins to form (under the canopy of the parent forest stand, on the edges or clearings) significantly influence

the initial structure and condition of the young forests. These features determine how the forest will develop with age.

Keywords: young forest formation, differentiation, age dynamics, reduction numbers, stands growth

For citation: Nikolaeva I. O. (2026) *Vozrastnaya dinamika struktury sosnovykh molodnyakov Srednego Urala* [Age dynamics of the structure of young pine forests in the Middle Urals]. *Effektivnyi otvet na sovremennye vyzovy s uchetom vzaimodeistviya cheloveka i prirody, cheloveka i tekhnologii* [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : materials of the XVII International Scientific and Technical Conference]. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 129–134. (In Russ).

При оценке роста и продуктивности лесов важно учитывать не только текущие размеры деревьев, но и их изначальное строение, а также изменения, произошедшие в процессе роста и естественного отмирания деревьев. Для понимания внутренних процессов развития молодняков (эндогенной дифференциации) необходимо анализировать, как меняются характеристики отдельных деревьев с возрастом.

Структура и возрастная динамика молодых сосновых древостоев существенно отличаются от лесных насаждений старшего возраста [1], что обуславливает необходимость их комплексного изучения. Понимание характеристик молодых насаждений критично для прогнозирования формирования и продуктивности спелых древостоев. В связи с чем необходимо более полное изучение молодняков как объектов, представленных различными сочетаниями как структуры, так и состояния.

Исследование влияния эколого-биологических факторов, оказывающих воздействие на саморазвитие популяций деревьев (такие как рост, дифференциация и самоизреживание), остаются недостаточно изученными. Недостаточно изучен сам процесс дифференциации при развитии особей в лесном насаждении. Существующие научные публикации, как правило, ограничиваются лишь общим упоминанием о разделении деревьев в условиях совместного произрастания на различные классы роста [2, 3]. Существенным недостатком при исследовании процессов дифференциации является недостаточное применение количественных методов анализа процессов роста особей в условиях совместного произрастания.

Оценка процессов дифференциации деревьев в лесном насаждении проведена в сосновых молодняках Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ. Исследуемые участки молодняков располагались под пологом материнского древостоя, на полуоткрытых пространствах (опушках) и на вырубках сосновых древостоев различных типов леса.

На двадцати специально выделенных участках первоначально в 2010 г. и повторно в 2025 г. проводились наблюдения, в ходе которых были измерены одни и те же деревья в возрасте 5–8 и 20–23 лет, чтобы отследить их развитие.

Для того чтобы понять, как деревья растут и отличаются друг от друга, применялись статистические методы анализа распределения деревьев и колебаний их размеров. А для изучения структуры лесных насаждений использовались специальные подходы, основанные на процентном распределении деревьев по различным характеристикам и анализе этих характеристик по их рангу [4].

При простом сопоставлении данных ранжирования деревьев нельзя судить об успехе роста и продуктивности лесных насаждений [5]. Дело в том, что эти показатели сами по себе не отражают всей картины. Для получения достоверной картины необходимо анализировать не только текущие данные, но и исходную структуру насаждения, а также внимательно следить за состоянием молодняков и их динамикой на протяжении времени. Важно знать, какими были насаждения изначально, в каком состоянии находятся молодые деревья (молодняки) и как это состояние меняется с течением времени. Без этой информации, без понимания исходных условий и динамики развития, мы не сможем получить ответы на ключевые вопросы, касающиеся роста и продуктивности древостоев.

С возрастом деревьев наблюдается тенденция к снижению изменчивости их диаметров [6]. Это связано с тем, что более взрослые деревья демонстрируют более устойчивый и пропорциональный рост как по высоте, так и по диаметру, даже при одинаковом их количестве.

Снижение изменчивости объясняется рядом взаимосвязанных процессов, разворачивающихся в динамично развивающемся лесном сообществе. На начальных этапах роста молодняка, когда конкуренция за ресурсы (свет, питательные вещества, воду) наиболее остра, наблюдается значительная дифференциация особей [7]. Деревья, изначально обладающие более благоприятными генетическими характеристиками или оказавшиеся в более выгодных условиях произрастания, получают преимущество в росте, подавляя развитие менее удачливых конкурентов. Это приводит к формированию широкого диапазона диаметров стволов и, соответственно, к более высокой изменчивости данного показателя.

С возрастом естественный отбор и процессы самоизреживания приводят к элиминации слабых и угнетенных деревьев. Оставшиеся особи, прошедшие жесткий отбор, демонстрируют более устойчивый и сбалансированный рост [8]. Они обладают более развитой корневой системой, обеспечивающей стабильное поступление питательных веществ, и более эффективным фотосинтетическим аппаратом, позволяющим максимально использовать доступный свет. В результате рост в высоту и по диаметру становится более пропорциональным и равномерным.

Снижение показателей формы распределений, таких как асимметрия и эксцесс, свидетельствует о том, что распределение диаметров смещается в сторону более симметричного и нормального вида. Это отражает тенденцию к выравниванию условий роста и уменьшению различий между отдельными деревьями.

В силу вышеуказанных процессов, с повышением возраста сосновых молодняков наблюдается тенденция к преобладанию обычного для распределения деревьев максимума числа деревьев, сначала по диаметру, а затем и по высоте. Это означает, что в общей массе деревьев начинают доминировать особи, приближающиеся к средним значениям по этим показателям, а количество деревьев с экстремально малыми или большими значениями уменьшается. Иными словами, кривая распределения становится более пологой и симметричной, отражая стабилизацию процесса роста и уменьшение индивидуальных различий между деревьями.

Анализ исследованных вариантов сосновых молодняков выявил существенные различия в рядах распределения и вариацией расположения максимумов числа деревьев как по диаметру, так и по высоте. Наблюдаемые различия по обоим признакам, как совместно, так и по каждому в отдельности, позволяют говорить о формировании различных структур молодняков, сформировавшихся под пологом материнского древостоя, полуоткрытых пространствах (опушках) и вырубках.

Сосновые молодняки, формирующиеся в разных условиях местопроизрастания, связывает общий тренд по распределению максимального количества совместно произрастающих особей в лесном насаждении в возрасте 5–8 лет смещенными в область меньших диаметров, по мере взросления происходит перераспределение максимума деревьев в область меньших высот. Необходимо отметить о различиях в изменчивости диаметров и высот деревьев в молодняках. Изменчивость диаметров совместно произрастающих особей сосны в молодняках превышает вариативность значений высот в 1,5–2 раза, что свидетельствует о большей чувствительности ростовых процессов по диаметру к различным условиям конкуренции и окружающей природной среды.

Для оценки изменчивости совместно произрастающих особей в насаждении необходимо использовать амплитуды редуцированных чисел в рядах относительных значений признаков по рангам, при этом характер связей между относительными значениями признаков позволяет выявить особенностей корреляционной структуры лесных насаждений [9], что должно быть положено в основу разработки рекомендации по формированию высокопродуктивных насаждений.

Сравнение абсолютных значениях таксационных признаков не всегда корректно, а также не обеспечивает понимания относительных изменений внутри древостоя, нивелировать различия позволяют редуцированные числа,

представляющие собой безразмерные показатели. Анализ амплитуд редуцированных чисел дает возможность выявить доминирующие тенденции в распределении ресурсов и оценить степень изменчивости совместно произрастающих особей в насаждении по различным признакам.

С повышением возраста формируется более однородная и устойчивая структура древостоя, обеспечивающая эффективное использование ресурсов и стабильное накопление биомассы. Данный факт имеет важное практическое значение для лесного хозяйства. Он позволяет более точно прогнозировать рост и продуктивность сосновых насаждений, а также разрабатывать эффективные стратегии по управлению лесами. Зная динамику распределения деревьев по диаметру и высоте, можно оптимизировать рубки ухода, направленные на формирование здоровых и устойчивых древостоев, способных максимально реализовать свой потенциал.

Список источников

1. Верхунов П. М., Черных В. Л. Таксация леса. Йошкар-Ола : ПГТУ, 2007. 396 с.
2. Луганский Н. А., Залесов С. В., Луганский В. Н. Лесоведение. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 432 с.
3. Дивергенция биогеоценозов в пределах типов сосновых лесов / С. Н. Санников, И. В. Петрова, Н. С. Санникова [и др.] // Экология. 2017. № 4. С. 282–291. DOI 10.7868/S036705971704014X.
4. Чернов Н. Н., Соловьев В. М., Нагимов З. Я. Методические основы лесокультурных исследований. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2012. 421 с.
5. Морозов А. М., Николаева И. О., Ушаков М. И. Особенности изучения в условиях таежной зоны состояния и структуры соснового подростка на вырубках и под пологом древостоев различных типов леса // Путь науки. 2014. № 10(10). С. 23–25.
6. Машковский В. П. Возрастные особенности варьирования диаметров стволов в чистых сосновых древостоях // Труды БГТУ. № 1. Лесное хозяйство, 2013. С. 31–35.
7. Николаева И. О., Соловьев В. М. Классификация особей в хвойных насаждениях естественного происхождения для оценки их изменчивости // Успехи современного естествознания. 2019. № 12. С. 14–19.
8. Василенко Н. А. Самоорганизация древесных ценозов. Владивосток : Дальнаука, 2008. 170 с.
9. Николаева И. О., Соловьев В. М. Системный способ оценки структуры хвойных молодняков для образования высокопроизводительных насаждений на примере среднего Урала // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2019. № 4 (57). С. 80–87. DOI 10.34655/bgsha.2019.57.4.012.

References

1. Verkhunov P. M., Chernykh V. L. Forest Taxation. Yoshkar-Ola : PSTU, 2007. 396 p.
2. Lugansky N. A., Zalesov S. V., Lugansky V. N. Forestry. Ekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2010. 432 p.
3. Divergence of biogeocenoses within pine forest types / S. N. Sannikov, I. V. Petrova, N. S. Sannikova [et al.] // Ecology. 2017. No. 4. P. 282–291. DOI 10.7868/S036705971704014X.
4. Methodological Foundations of Forest Culture Research / N. N. Chernov, V. M. Solovyov, Z. Ya. Nagimov. Ekaterinburg : USFEU, 2012. 421 p.
5. Morozov A. M. Features of studying the condition and structure of pine undergrowth on clearings and under the canopy of different types of forests in the taiga zone / A. M. Morozov, I. O. Nikolaeva, M. I. Ushakov // The Way of Science. 2014. No. 10 (10). P. 23–25.
6. Mashkovsky V. P. Age-related Variations in Trunk Diameter in Pure Pine Forests // Proceedings of BSTU. Forestry. 2013. No. 1. P. 31–35.
7. Nikolaeva I. O., Solovyov V. M. Classification of individuals in natural coniferous plantations for assessing their variability // Advances in Modern Natural Sciences. 2019. No. 12. P. 14–19.
8. Vasilenko N. A. Self-organization of woody cenoses. Vladivostok : Dalnauka, 2008. 170 p.
9. Nikolaeva I. O., Solovyov V. M. Systematic approach to assessing the structure of coniferous young stands for the formation of high-yielding plantations: the case of the Middle Urals // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov. 2019. No. 4(57). P. 80–87. DOI 10.34655/bgsha.2019.57.4.012.