

УДК 630\*53:630\*546:633.877

## КЛАССИФИКАЦИЯ ОСОБЕЙ В ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Николаева И.О., Соловьев В.М.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург,  
e-mail: Nikolaevaio@m.usfeu.ru

Исследована степень изменчивости особей в насаждении и структура хвойных насаждений естественного генезиса. При изучении хвойных насаждений использовался способ классификации особей в древостое по положению внутри биогруппы совместного произрастания и росту. Подсчет особей в насаждении по классам относительного положения, а также их классификация учитывает многосторонний анализ экологического компонента лесных сообществ, что в свою очередь приводит к установлению совершенно иных особенностей рубок, при которых поменяются принципы отбора оставляемых на доращивание, а кроме того и вырубаемых особей в древостое, что в свою очередь зависит от лесоводственно-экологической ориентированности лесохозяйственных мероприятий в соответствии с категориями лесов. На примере густых 40-летних насаждений сосны обыкновенной в Верхотурском лесничестве Свердловской области (58° 49' с.ш., 60° 55' в.г.) был рассмотрен потенциал использования указанной систематизации насаждений в целях оценки изменчивости особей в насаждении а также их структуры. В насаждении в целом распределение особей характеризуется асимметричным распределением в соответствии с относительными степенями толщины в основном за счет отстающих в росте деревьев. Структура исследуемых насаждений в соответствии с классами относительного расположения (I–V) изучена с применением способа редукционных чисел, т.е. согласно условным значениям показателя в соответствии с рангом. Применение способа условных значений показателя согласно рангам с учетом распределения особей в насаждении согласно диаметру, дает возможность обнаруживать структуру насаждений по абсолютно всем лесоводственно-таксационным данным одновременно, что значительно определяет данный способ выше, нежели способ распределения особей в соответствии с рядами. Применение способа распределения особей согласно условному расположению в насаждении, а также способа редукционных чисел согласно рангам в комплексе (системный способ анализа насаждений) гарантирует обнаружение отличительных черт структуры лесных насаждений, что способно содействовать в улучшении лесоводственно-экологической эффективности лесохозяйственных мероприятий в насаждениях.

**Ключевые слова:** изменчивость особей, оценка таксационных показателей, хвойные насаждения, рост древостоев, редукционные числа, структура насаждений, Средний Урал, Свердловская область

## CLASSIFYING SPECIMEN WITHIN CONIFEROUS PLANTATIONS OF NATURAL ORIGIN IN ORDER TO ASSESS THEIR VARIABILITY

Nikolaeva I.O., Solovev V.M.

Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, e-mail: Nikolaevaio@m.usfeu.ru

The degree of specimen variability in standings and structure of coniferous standings of natural genesis has been studied. While studying coniferous standings, we used the method of classifying specimen in tree standings according to their position within biogroup of mutual growing and their height. Calculating specimen within standings according to class of relative location and their classification considers multi-dimensional analysis of ecologic component of forest societies that leads to establishment of completely different principles of cutting that imply selection of specimen, left for growing, as well as cut trees, and it depends upon ecologic direction of forestry enterprises according to categories of forests. At the example of dense 40-year standings of ordinary pine in Verkhoturskiy forestry of Sverdlovsk region (58° 49'N, 60° 55' E) we studied potential of facilitating the presented systematization of standings in order to evaluate variability of specimen within standings as well as their structure. Within standings on the whole distribution of specimen is defined by asymmetrical distribution in accordance with relative degrees of width, mainly due to trees, lagging in growth. Structure of the studied standings in correspondence to classes of relative location (I–V) was studied via method of reduction numbers, in other words, in accordance with conditional values of indexes in accordance to their rank. Implementing method of conditional values of index according to rank and considering distribution of species within standings according to their diameter allows us to discover structure of standings at the foundation of all forestry-taxation data simultaneously, and is defines this method as more preferable than method of distributing specimen in accordance with rows. Implementing method of specimen distribution according to their conditional location within standings as well as method of reduction numbers according to ranks in complex (system analysis of standings) guarantees revelation of distinctive characteristics in structure of forest standings, and it can assist us in improvement of forestry-ecological efficiency of forest management measures within standings.

**Keywords:** specimen variability, assessment of taxation indicators, coniferous standings, growth of standings, reduction numbers, structure of standings, Middle Urals, Sverdlovsk region

Изменчивость особей в насаждениях при совокупном произрастании в достаточной мере не исследована [1]. Это связано с трудностями выполнения продолжительных непрерывных исследований за определенными насаждениями, а также недостаточной изученностью параметров возобновления, структуры, а также разви-

тия насаждений на первоначальных этапах существования [2]. При этом следует отметить, что изменчивость особей в древостое может быть максимально подробно описана при использовании классификации деревьев по условному расположению, состоянию а также росту. Однако в регламентирующих документах по ведению лесного хозяйства [3–5] и проведению лесоустроительных работ [6], таксация насаждений при проведении рубок ухода предусматривает лишь разделение особей в насаждении на нежелательные, вспомогательные, а также лучшие, без учета специфики определенных насаждений в части пространственной структуры. Если принять во внимание то, что все без исключения особи в насаждении имеют устойчивое ранговое положение в группах совместного произрастания с момента формирования [7], а характеристики и свойства каждой особи сопряжены с их расположением по отношению к другим деревьям в биогруппах [8], то следует учитывать, что при рубках ухода рациональнее будет разделять особи в насаждении на классы по вертикальному положению (I–V) и на подклассы (а, б, в) по горизонтальному положению (рис. 1). При этом оценку состояния древесных растений рекомендовано осуществлять согласно уровню их межиндивидуальной а также эндогенной дифференциации [9].

При проведении перечета деревьев в насаждении производится учет особей по состоянию с разделением на жизнеспособные (Ж), сомнительные (С), отмирающие (О) и умершие (М) [10], а также по общепринятым категориям.

Учет особей в насаждении по указанной методике и применение способов классификации предусматривает всестороннее рассмотрение экологической составляющей лесных сообществ, что, в свою очередь, приводит к установлению иных характеристик рубок, при которых изменяется правила отбора оставляемых, а также вырубаемых особей в насаждении, что зависит от лесоводственно-экологической направленности рубок ухода по категориям лесов, а интенсивность изреживания в пределах установленных нормативов снижения полноты, от размеров особей и их количества в насаждении по установленным классам, а также подклассам.

Применение вышеизложенных методов оценки лесных насаждений позволит улучшить правила отбора деревьев в рубку при проведении рубок ухода за лесом, что в свою очередь позволит производить разделение

особей внутри группы совместного произрастания по размерам и положению в пологе древостоя, что непосредственно улучшит лесоводственно-экологическую эффективность лесохозяйственных мероприятий, а также обеспечит контроль за проведением рубок ухода без клеймения деревьев, что приведет к уменьшению затрат на проведение отвода и таксации лесосек.

Применение классификации особей в насаждении согласно их росту, а также положения в пологе древостоя при проведении рубок ухода позволит повысить эффективность лесохозяйственных мероприятий как в экологическом, так и экономическом аспекте.

Цель исследования: изучение степени изменчивости особей в древостое, а также структуры хвойных насаждений естественного генезиса большой густоты. Основными задачами исследования было изучение изменчивости особей методом классификации деревьев по положению внутри биогруппы совместного произрастания, изучение распределения особей по росту и проведение анализа структуры насаждения по количественным признакам особей и рангам редукционных чисел.

#### Материалы и методы исследования

Оценка изменчивости особей в древостое осуществлялась на основе изучения формы распределения вариационного ряда [9] по коэффициентам изменчивости а также дифференциации с учетом амплитуд редукционных чисел согласно рангам [7], а также рассмотрением степени асимметрии рядов и графиков распределения особей в соответствии с относительными ступенями толщины и по условным средним значениям. Данная методика оценки по относительному положению особей в насаждении была применена вместе с методом редукционных чисел по рангам.

На примере данных сплошного перечета деревьев сосны обыкновенной в насаждениях Верхотурского лесничества Свердловской области, характеризующихся большой густотой в возрасте 40 лет, рассмотрена возможность применения классификации насаждений для оценки изменчивости особей в древостое и их структуры. Густые насаждения проявляются высокой изменчивостью особей в древостое, при этом признаки особей различных классов и подклассов в целом для насаждения, так и для хвойных молодняков способны быть эталонами для сравнительного анализа.

Схематическая характеристика разделения особей в насаждении согласно относительного положения на классы и подклассы показана на рис. 1.

### Результаты исследования и их обсуждение

Разделение особей сосны в насаждении показано на рис. 2, а показатели статистических данных по относительному положению в пределах каждого класса и всего насаждения в целом в табл. 1.

Разделение особей в насаждении по условным ступеням толщины характеризуется асимметричным распределением, что в ос-

новном проявляется за счет отстающих в росте деревьев. При этом распределение особей II класса аналогично распределению деревьев всего насаждения, но следует отметить, что положительные меры косости так же сходны при значительной в 2 раза меньшей мерой крутости, чем у всех особей насаждения.

Разделение особей в насаждении по I–V классам хорошо распределяется от первого класса к пятому при логическом изменении разделения особей в древостое согласно положению рядов, при смещении максимумов числа особей в насаждении.

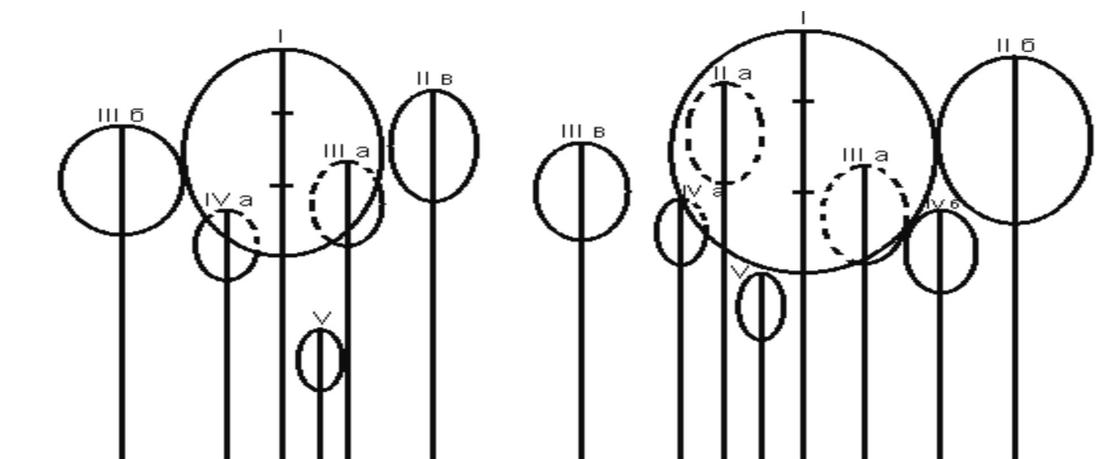


Рис. 1. Схема разделения особей в насаждении по относительному положению на классы и подклассы

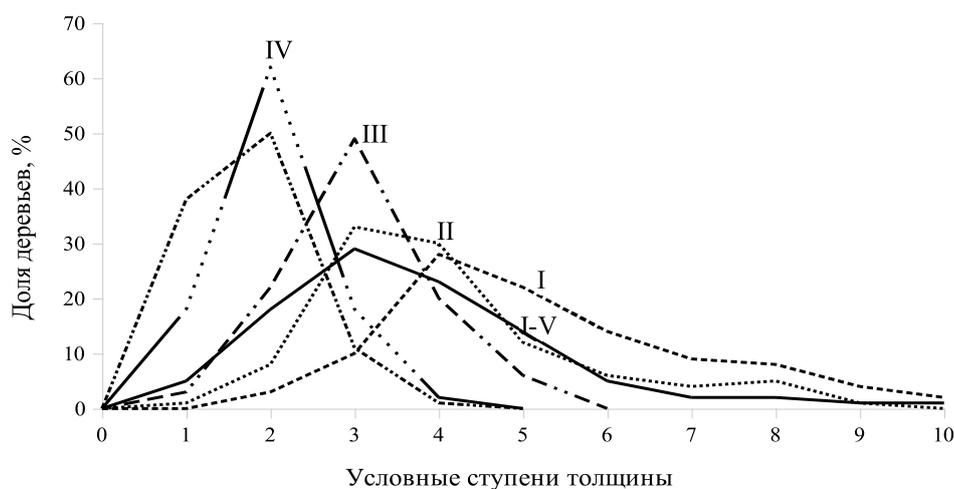


Рис. 2. Графики разделения особей сосны в насаждении по классам относительного положения (I, II, III, IV, V) и древостоя в целом (I–V) по условным ступеням толщины

Таблица 1

Статистические данные рядов разделения особей сосны по классам относительного положения в насаждении

Классы относительного положения	Значения по показателям							
	средние значения, см			коэффициенты		Точность опыта, %	меры	
	действительные, Xd	условные, Xu	основное отклонение, σ	Изменчивости, V, %	Дифференциации, Vd, %		косости	крутости
I-V	18,5 ± 0,171	25,5	4,1	21,9	16,7	0,9	1,15 ± 0,103	1,99 ± 0,204
I	22,1 ± 0,399	29,6	4,3	19,5	15,8	1,8	0,62 ± 0,22	-0,16 ± 0,423
II	19,4 ± 0,358	25,8	3,7	19,3	13,9	1,8	1,07 ± 0,228	0,95 ± 0,438
III	16,9 ± 0,202	20,5	2,1	12,4	8,9	1,2	0,18 ± 0,229	0,02 ± 0,44
IV	14,5 ± 0,153	17,2	1,6	10,9	6,9	1,1	0,388 ± 0,228	0,33 ± 0,438
V	13,8 ± 0,151	16,6	1,6	11,8	10,2	1,1	0,526 ± 0,22	-0,12 ± 0,423

Таблица 2

Относительные и абсолютные значения показателей в 40-летних насаждениях сосны обыкновенной естественного происхождения по классам роста

Значения показателей деревьев		Показатели абсолютные (1) и относительные (2)								
		Диаметр (d <sub>1,3</sub> ), см		Ранги диаметров (r), %	Высота (h), м		Относительная высота (h/d <sub>1,3</sub> )		Объем (V), м <sup>3</sup>	
		1	2		1	2	1	2	1	2
min		10,8	0,584	0	12	0,727	1,111	1,246	0,055	0,259
средние по классам	I-V	18,5	1,000	68	16,5	1,000	0,892	1,000	0,212	1,000
	I	22,1	1,195	90	18,4	1,115	0,833	0,933	0,321	1,514
	II	19,4	1,049	76	17	1,030	0,876	0,983	0,258	1,217
	III	16,9	0,914	51	15,7	0,952	0,929	1,042	0,185	0,873
	IV	14,5	0,784	24	14,4	0,873	0,993	1,113	0,114	0,538
	V	13,8	0,746	18	14,1	0,855	1,022	1,146	0,109	0,514
max		34,8	1,881	100	24,5	1,485	0,704	0,789	0,872	4,113
Амплитуда значений		0,449			0,261		0,212		1,0	

Различия в распределении особей хорошо описываются условными средними показателями по классам (I, II, III, IV, V) которые составляют 29,6; 25,8; 20,5; 17,2; 16,6. Густые сосновые 40-летние насаждения отличаются высокими коэффициентами дифференциации и изменчивости особей в насаждении, которые составляют 17% и 22% соответственно.

При этом следует отметить что по всем классам (I, II, III, IV, V) они значитель-

но меньше по сравнению с показателями во всем древостое. Значения показателей существенно снижаются от I к V классу. Меры крутости и косости по насаждению в целом (I-V) а также по (I, II, III, IV, V) классам положительны и достоверны (табл. 1).

Строение изучаемых насаждений по классам относительного положения (I-V) осуществлено с использованием метода редуционных чисел, т.е. по относительным значениям признака согласно рангов (табл. 2).

Использование метода относительных значений признака по рангам, с разделением особей в насаждении по диаметру, позволяет выявлять структуру насаждений по всем лесоводственно-таксационным характеристикам одновременно, что ставит этот метод существенно выше, чем метод распределения особей по рядам. При этом изменчивость особей в насаждении хорошо можно анализировать по значениям редукционных чисел и их амплитуд. При анализе амплитуд ярко выражается увеличение показателей постепенно от относительной высоты ( $h/d - 0,212$ ), высоты ( $h - 0,261$ ), диаметра ( $d - 0,449$ ) и объема ( $V - 1,0$ ).

Также необходимо учитывать, что при анализе структуры насаждений с использованием метода редукционных чисел по классам относительного положения и рангам, структура насаждений сопоставима только при использовании графического способа выражения относительных значений показателей при одинаковых значениях ранга особей.

### Заключение

Структура густых сосновых насаждений естественного происхождения характеризуется высокой межиндивидуальной и эндогенной изменчивостью, а также асимметричным разделением особей в насаждении по ступеням толщины.

Использование условных ступеней толщины позволяет четко разделить особи в насаждении, в исследуемом древостое наблюдается закономерное смещение максимального количества особей в левую часть ряда распределения.

Использование метода распределения особей по относительному положению в насаждении и метода редукционных чисел по рангам в комплексе (системный способ анализа насаждений) обеспечивает выявление особенностей структуры лесных насаждений, что может способствовать улучшению лесоводственно-экологической эффективности лесохозяйственных мероприятий в насаждениях.

Полученные результаты хорошо отражают характеристики изменчивости особей в насаждении, а также структуру самих насаждений, что способствует широкому применению классификации особей в насаждении по относительному положению. Системный способ анализа насаждений позволяет проводить оценку структуры насаждений по количественным характеристикам особей согласно классам от-

носительного положения, а также сравнение строения насаждений по рангам редукционных чисел средних показателей через графическое выражение структуры древостоев.

Учитывая высокую степень изменчивости особей в насаждениях, влияющих на формирование структуры древостоя, необходимо уделять большое внимание при таксации насаждений для проведения лесохозяйственных мероприятий.

### Список литературы / References

1. Соловьев В.М. Методические основы изучения строения и формирования древостоев лесных экосистем // Леса России и хозяйство в них. 2015. № 1 (51). С. 38–40.

Solovyev V.M. Methodical bases of studying the structure and formation of forest ecosystems stands // Lesa Rossii i khozyaystvo v nikh. 2015. № 1 (51). P. 38–40 (in Russian).

2. Санников С.Н., Петрова И.В., Санникова Н.С., Кочубей А.А., Санников Д.С. Дивергенция биогеоценозов в пределах типов сосновых лесов // Экология. 2017. № 4. С. 282–291. DOI: 10.7868/S036705971704014X.

Sannikov S.N., Petrova I.V., Sannikova N.S., Kochubey A.A., Sannikov D.S. Divergence of biogeocenoses within pine forests types. Russian Journal of Ecology. 2017. T. 48. № 4. P. 340–349. DOI: 10.1134/S1067413617040142.

3. Приказ Минприроды России № 626 от 22.11.2017 г. «Об утверждении правил ухода за лесами». [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-22.11.2017-N-626/> (дата обращения: 20.10.2019).

The Order of the Ministry of natural resources of Russia No. 626 of 22.11.2017 «On approval of the rules of forest care» [Electronic resource]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-22.11.2017-N-626/> (date of access: 20.10.2019) (in Russian).

4. Приказ Рослесхоза № 337 от 01.08.2011 г. «Об утверждении правил заготовки древесины». [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rosleshoza-ot-01.08.2011-N-337/> (дата обращения: 26.10.2019).

Order of the Federal forestry Agency No. 337 of 01.08.2011 «On approval of the rules of timber harvesting» [Electronic resource.] URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rosleshoza-ot-01.08.2011-N-337/> (date of access: 26.10.2019) (in Russian).

5. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 474 от 13.09.2016 г. «Правила заготовки древесины и особенности заготовки древесины в лесничествах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-13.09.2016-N-474/> (дата обращения: 20.10.2019).

The Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation No. 474 dated 13.09.2016. «Rules for the harvesting of wood and features of harvesting wood in forestries, forest parks specified in Article 23 of the Forest Code of the Russian Federation» [Electronic resource]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-13.09.2016-N-474/> (date of access: 20.10.2019) (in Russian).

6. Приказ Минприроды России № 122 от 29.03.2018 г. «Об утверждении лесохозяйственной инструкции» [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-29.03.2018-N-122/> (дата обращения: 20.10.2019).

Order of the Ministry of natural resources of Russia No. 122 of 29.03.2018 «on approval of forest management instructions» [Electronic resource]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-29.03.2018-N-122/>

acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-29.03.2018-N-122/ (date of access: 20.10.2019) (in Russian).

7. Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесная промышленность, 1984. 166 с.

Maslakov E.L. Formation of pine young growth. M.: Lesnaya promyshlennost, 1984. 166 p. (in Russian).

8. Третьяков Н.В. Закон единства в строении насаждений. М.-Л.: Новая Деревня, 1927. 113 с.

Tretyakov N.V. The law of unity in the structure of plantations. M.-L.: Novaya Derevnya, 1927. 113 p. (in Russian).

9. Митропольский А.К. Элементы математической статистики: учебное пособие. Л., 1969. 69 с.

Mitropolsky A.K. Elements of mathematical statistics: textbook. L., 1969. 69 p. (in Russian).

10. 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. С. 23–25.

Morozov A.M., Nikolaeva I.O., Ushakov M.I. Features of studying in the taiga zone conditions of the state and structure of pine undergrowth on felling site and under the canopy of forest stands of different forest types // Put' nauki. 2014. № 10. P. 23–25 (in Russian).