



ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ДЕРЕВЬЕВ И ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В. В. КОСТЫШЕВ,

аспирант,

В. М. СОЛОВЬЕВ,

доктор биологических наук, профессор, Уральский государственный лесотехнический университет
(620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, д. 37; e-mail: kostychev@yandex.ru)

Ключевые слова: сосна обыкновенная, дифференциация, динамика роста, условные ступени толщины и высоты, классификация деревьев по относительному положению, анализ роста.

При формировании древостоев происходит перегруппировка деревьев в ранжированных рядах, ступенях толщины и классах роста, о чем свидетельствуют результаты ранее проведенных нами исследований. Такая перегруппировка связана со спецификой роста и дифференциации деревьев, представляющих эколого-биологический механизм самоизреживания ценопопуляций древесных видов, который недостаточно изучен. При этом следует иметь в виду, что в «чистом виде» дифференциация как процесс может быть выявлена только у одних и тех же деревьев при их измерениях в разном возрасте, наблюдениях на одних и тех же пробных площадях с распределением деревьев с одинаковым числом ступеней и классами роста. Изучение возрастных изменений рядов распределения деревьев предполагает применение одинакового числа условных ступеней. Такая работа с использованием условных ступеней толщины нами была выполнена в шести вариантах 20-летних сосновых культур и одного варианта естественных молодняков на учебно-научном лесокультурном полигоне учебно-опытного хозяйства Уральского государственного лесотехнического университета. Варианты культур отличались методами создания, способами посадки и подготовки почвы, схемами размещения и густотой (исходной и текущей). Интенсивная дифференциация одних и тех же деревьев по росту и размерам за короткий промежуток времени ведет к значительной перегруппировке деревьев, существенно меняет строение наличных древостоев. Установлена зависимость роста и дифференциации деревьев от происхождения древостоев, метода создания культур, способов посадки культур и подготовки почвы, размещения посадочных мест и густоты культур. Показана перспективность применения для выявления закономерностей перегруппировки деревьев в ступенях толщины постоянного числа условных ступеней, а для оценки их дифференциации – классификации деревьев по относительному положению. Результаты работы предлагается использовать для выделения типов строения и формирования древостоев искусственного происхождения, учитывать при разработке проектов лесных культур и выращивании древостоев оптимальной структуры и высокой производительности.

DIFFERENTIATION OF TREES AND AGE STRUCTURE DYNAMICS OF YOUNG PINES OF ARTIFICIAL ORIGIN

V. V. KOSTYSHEV,

graduate student,

V. M. SOLOVIEV,

doctor of biological sciences, professor, Ural State Forest Engineering University

(37 Sibirskiy tr. Str., 620100, Ekaterinburg; e-mail: kostychev@yandex.ru)

Keywords: common pine, differentiation, dynamics of growth, conditional stage thickness and height, classification of trees on the relative position, the analysis of growth.

In the formation forest stands of trees happening realignment in ranked rows, diameter classes and grades of growth, as evidenced by the results of previously conducted by our research. This rearrangement is associated with the specific growth and differentiation of trees, representing the ecological and biological mechanism of self-thinning valuable populations of wood types which is insufficiently studied. It should be kept in mind that in the “pure form” as a process of differentiation can be detected only in the same tree, when measured at different ages, observations on the same plots the distribution of trees with the same number of steps and classes growth. The study of age-related changes of rows of trees distribution involves the use of an equal number of conventional steps. This work using the conventional steps of thickness was made by us in six 20-year-old pine and cultures of one embodiment of natural saplings on educational and scientific silviculture range of educational and experimental farm of the Ural State Forestry Engineering University. Cultures have different methods of creation, ways of planting and soil preparation, layout and density (initial and ongoing). Intensive differentiation of the same trees on the growth and size in a short time leads to a substantial rearrangement of trees, significantly alters the structure of cash stands. It was discovered the dependence of the growth and differentiation of the origin of the tree stands, the method of creating cultures, ways of planting crops and soil preparation, placement of seats and density cultures. The prospects of application to detect patterns of rearrangement of trees in diameter classes of conditional permanent stages and to evaluate their differentiation – classification of trees on the relative position. The results of the proposed use to distinguish types of structure and formation of stands of artificial origin, take into account when developing projects of forest plantations and cultivation of forest stands of optimum structure and high performance.

Положительная рецензия представлена А. П. Кожевниковым, доктором сельскохозяйственных наук, профессором, ведущим научным сотрудником Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук.



Цель и методика исследований. Цель настоящей работы – с применением метода условных ступеней выявить влияние дифференциации деревьев сосны обыкновенной по толщине в культурах на возрастные изменения строения древостоев по этому показателю.

Преимуществом условных ступеней (обычных ступеней, замененных порядковыми номерами) перед естественными является постоянство их числа и то, что они позволяют определить все статистические показатели в рабочих единицах и, таким образом, обеспечивают их зависимость только от характера (формы) распределения деревьев по ступеням значений признака.

Для сравнительной оценки характера распределения деревьев по толщине составлялись ряды их распределения по десяти обычным ступеням, поскольку только при одинаковом их числе можно выявить различия в форме распределений, численными характеристиками которой служат меры косости (асимметрии) и крутости (эксцесса). Кроме того, постоянство числа ступеней позволяет устанавливать изменения в их плотности (заселенности) с повышением возраста молодняков, т. е. возрастные изменения в строении древостоев.

Результаты исследований. В табл. 1 представлено процентное участие деревьев сосны в условных ступенях толщины по данным учета в 2008 и 2012 гг.

Рассматривая в табл. 1 распределение деревьев по всем вариантам в целом, можно заметить, что за четыре года максимум числа деревьев переместился из четвертой ступени в пятую. Это же наглядно подтверждают и многоугольники процентного распределения на рис. 1.

Смещение максимума числа деревьев от низших ступеней к высшим сопровождается снижением и повышением плотности (заселенности) ступеней левой и правой частей этих рядов. С повышением возраста и дифференциации деревьев происходит перегруппировка деревьев в ступенях: часть их отстает от соседей в росте и заполняет низшие ступени, а другая часть улучшает рост и переходит в высшие ступени. От соотношения численности тех и других деревьев и зависит трансформация рядов и многоугольников распределения разных вариантов молодняков (табл.1, рис.1, варианты 1–7).

В каждом варианте молодняков наблюдаются специфические изменения в характере распределения деревьев, о чем свидетельствуют не только многоугольники на рис. 2, но и данные табл. 2, в которой изменения за четыре года представлены процентами отклонений числа деревьев по ступеням в 2012 г. от их количества в 2008 г.

Во всех вариантах опыта, кроме последнего – 7-го, где посадка двухлетних семян была проведена без подготовки почвы с шириной междурядий 3 м и шагом посадки 0,7 м, наблюдается переход деревьев из низших ступеней в высшие. Это означает, что часть деревьев улучшают рост и заполняют более высокие ступени толщины, и соответственно на тот же процент уменьшается численность деревьев в низших ступенях толщины. В табл. 2 это фиксируется одинаковыми суммарными процентами отклонений со знаками «минус» и «плюс». И только в варианте 7 наблюдается противоположная картина, когда деревья из высших ступеней переходят в низшие в количестве 15,3 % от общего их числа. Надо полагать, что посадка сосны в необработанную почву влечет

Таблица 1
Процентное распределение деревьев 20-летних культур сосны по условным ступеням толщины

Варианты молодняков	Процент одних и тех же деревьев в 2008 г. (числитель) и 2012 г. (знаменатель) в условных ступенях толщины										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего
1	10,0	15,0	15,0	17,0	14,0	12,0	8,0	5,0	2,0	2,0	100
	4,2	14,5	16,9	14,5	15,7	15,0	10,2	6,0	1,8	1,2	
2	9,0	13,0	15,0	15,0	16,0	14,0	9,0	6,0	2,0	1,0	100
	9,1	10,5	10,9	13,4	12,7	15,6	12,9	8,9	3,8	2,2	
3	6,0	14,0	14,0	17,0	16,0	12,0	9,0	7,0	4,0	1,0	100
	8,2	9,7	16,7	11,1	12,6	11,8	13,7	7,8	6,9	1,5	
4	7,0	10,0	16,0	21,0	20,0	9,0	7,0	5,0	3,0	2,0	100
	6,9	5,2	4,3	13,7	14,7	14,7	12,9	9,5	8,6	9,5	
5	12,0	13,0	19,0	20,0	15,0	8,0	5,0	5,0	2,0	1,0	100
	4,3	6,4	18,6	13,6	24,3	12,9	10,0	7,1	2,1	0,7	
6	10,0	10,0	16,0	20,0	19,0	10,0	6,0	4,0	3,0	2,0	100
	6,1	7,5	15,5	12,2	17,4	15,0	9,9	9,9	4,2	2,3	
7	5,0	9,0	12,0	14,0	14,0	13,0	13,0	12,0	7,0	1,0	100
	8,7	13,0	13,8	15,2	17,4	13,8	10,9	5,8	0,0	1,4	
Всего	5,0	9,0	12,0	14,0	14,0	13,0	13,0	12,0	7,0	1,0	100
	8,7	13,0	13,8	15,2	17,4	13,8	10,9	5,8	0,0	1,4	



Рис. 1. Многоугольники обобщенного процентного распределения одних и тех же деревьев сосны в молодняках по условным ступеням толщины в 2008 г. (—) и в 2012 г. (---)

более медленный ее рост и развитие, в них активнее накапливаются и в данный момент преобладают отставшие в росте деревья. Кроме того, здесь с возрастом заметно повышается эксцесс распределений (мера крутости меняется с $-0,99$ до $-0,67$). Но и в иных вариантах перехода деревьев из одних ступеней в другие наблюдаются некоторые особенности.

Наименьшие изменения в характере распределения деревьев прослеживаются в вариантах 1 и 3, т. е. при посадке семян сосны в бульдозерные площадки и при посеве семян сосны в площадки. В перегруппировке здесь участвуют соответственно 9,8 и 13,8 % числа деревьев (табл. 2). В этих вариантах четкое разграничение рядов на левую и правую части, отличающиеся убылью и прибылью деревьев, не прослеживается, поскольку положительные и отрицательные отклонения процентов числа деревьев есть в ступенях всего ряда распределения, что в итоге и приводит к некоторой двухвершинности многоугольников распределений и к нечетко выраженным их изменениям с повышением возраста молодняков (рис. 2, варианты 1 и 3). Более высокий процент перегруппировки деревьев в варианте 3 связан с преобладанием и лучшим ростом более крупных деревьев ступеней 2 и 4 по сравнению с ростом и участием деревьев ступеней 1 в варианте 1. При этом из-за преобладания в посевах (вариант 3) отставших в росте особей максимум численности деревьев сместился здесь на одну ступень не вправо, а влево. В вариантах опыта 2, 4, 5, 6 максимум числа деревьев смещается вправо на одну ступень и лишь в варианте 3 – на ступень влево. Но степень изменения многоугольников распределения даже при сходном перемещении максимумов числа деревьев оказывается несколько различной. Наибольшие изменения прослеживаются в естественных молодняках, где размер перегруппировки достигает 29,2 % и с возрастом существенно меняется характер распределения деревьев (табл. 2, рис. 2, вариант 4).

Заметные различия в трансформации характера распределения наблюдаются и в вариантах культур 5 и 6, где посадка двухлетних семян сосны проведена в дно борозд, подготовленных плугами ПЛП-135 и ПЛ-1. Процент перегруппировки деревьев здесь соответственно составляет 21,4 и 16,4, причем в этом направлении, как и в варианте 7, заметно меняется эксцесс распределений (табл. 2, рис. 2, варианты 5 и 6). В варианте 6 мера крутости за четырехлетний период изменилась с $-0,14$ до $-0,72$. Варианты опыта 1 и 2 – посадки семян сосны в бульдозерные площадки и валы в верхней части южного склона – несколько отличаются по характеру перегруппировки и успешности роста деревьев. В варианте 1 положительные и отрицательные процентные отклонения в числе деревьев чередуются по всему ряду распределения, что приводит к неопределенности изменений многоугольников распределения деревьев. В варианте 2 отрицательные отклонения находятся в левой, а положительные в правой части ряда распределения, что свидетельствует о прогрессирующем росте и дифференциации деревьев, которые подтверждаются также четким перемещением максимума числа деревьев вправо на одну ступень.

Результаты дифференциации деревьев в древостоях различной исходной структуры можно оценивать с помощью классификации особей по относительному положению и состоянию, при которой учитываются рост (размеры), взаимное расположение и состояние стволов и крон деревьев в группах, а разделение деревьев по вертикали на классы (I–V) и по горизонтали на подклассы (а, б, в) проводится по отношению крон относительно наиболее перспективных в группе деревьев, из большинства которых сформируется спелый древостой. Процентное распределение деревьев сосны по классам и подклассам роста в изученных нами вариантах молодняков представлено в табл. 3.

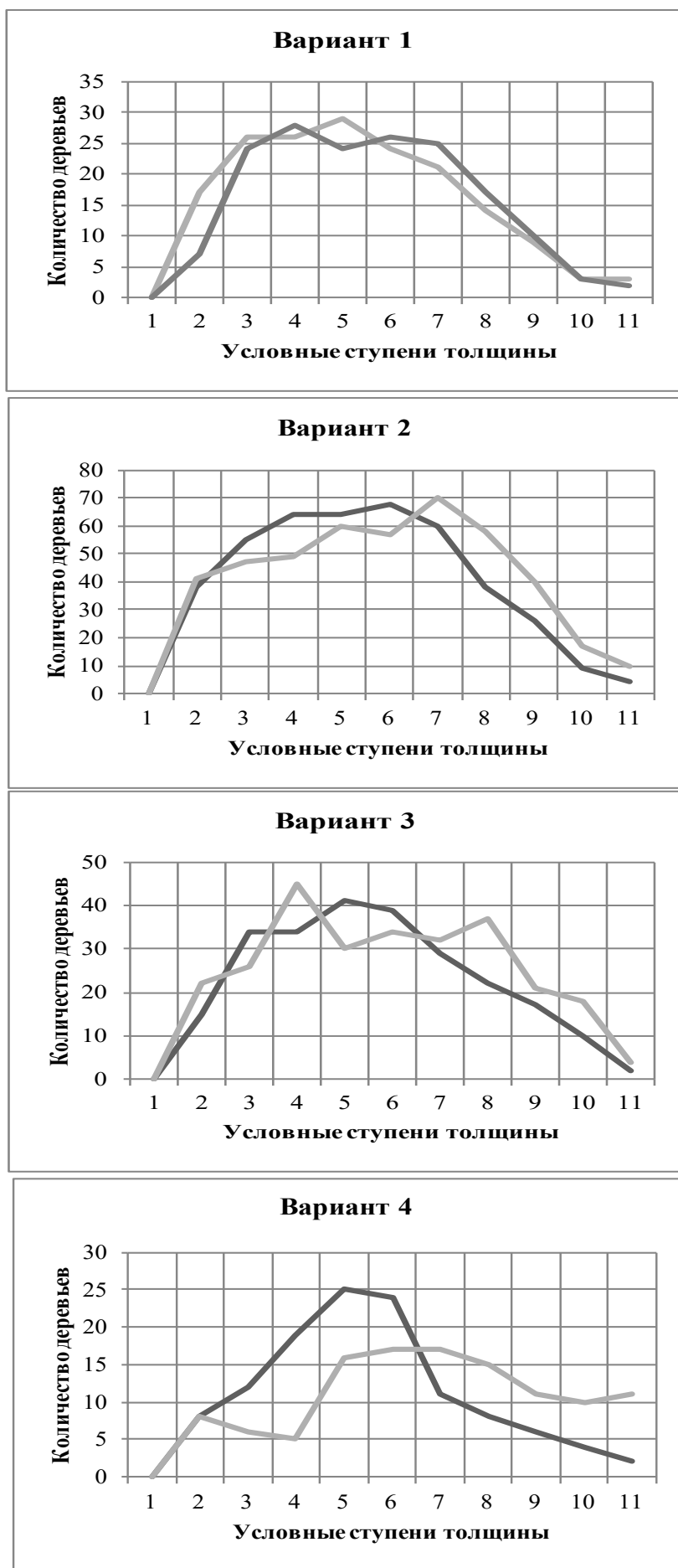


Рис. 2. Многоугольники процентного распределения одних и тех же деревьев сосны в молодняках по условным ступеням толщины в 2008 г. (—) и в 2012 г. (—) по вариантам опыта 1–7

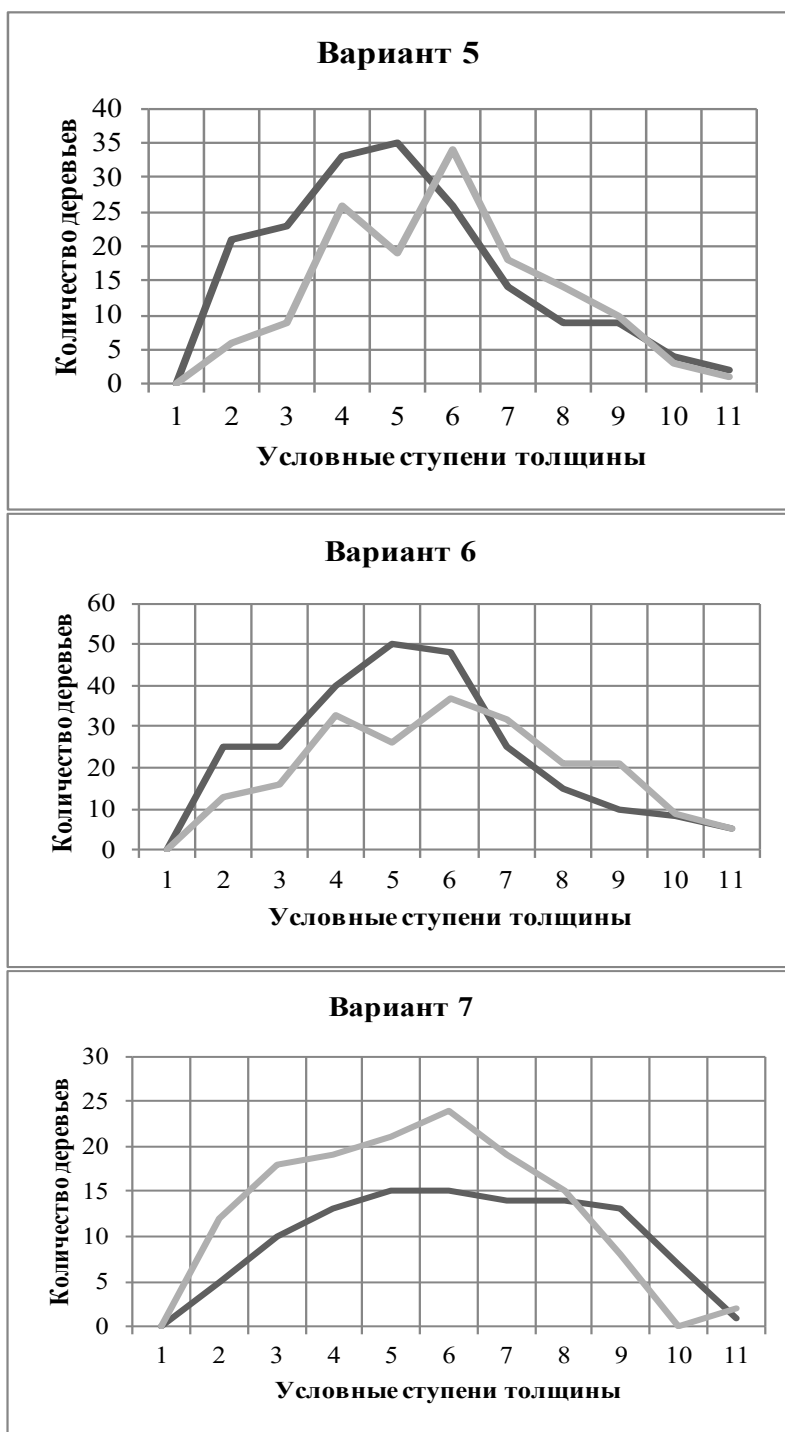


Рис. 2. Многоугольники процентного распределения одних и тех же деревьев сосны в молодняках по условным ступеням толщины в 2008 г. (—) и в 2012 г. (---) по вариантам опыта 1–7 (продолжение)

Посадки сосны в бульдозерные площадки (вариант 1) и валы (вариант 2) на верху южного склона отличаются текущей густотой, которая составляет соответственно 988 и 1796 деревьев на 1 га. При сходном процентном распределении деревьев верхнего полога в более густых посадках во всех классах преобладают деревья подкласса «а», т. е. деревья, вершины которых находятся в кронах и под кронами более крупных деревьев. Ясно, что такие деревья при рубках ухода нужно удалять в первую очередь как бесперспективные в росте.

В культурах, созданных посевом семян в площадки (вариант 3), больше деревьев IIв класса, и меньше деревьев IIб класса, чем при посадках сеянцев в бульдозерные площадки (вариант 1). Меньше в посевных культурах деревьев IIа класса, но больше деревьев III класса (вариант 1), чем в естественных молодняках (вариант 4). Эти несоответствия в процентном соотношении деревьев различных классов и подклассов подтверждают необходимость выделения трех разных типов строения и формирования молодняков: естественного происхождения, культуры, созданные посевом и посадкой.



Таблица 2

Процентные отклонения числа деревьев сосны в условных ступенях толщины в 2012 г. от их количества в 2008 г. по вариантам молодняков

Варианты молодняков	Изменение процентов числа деревьев сосны в период с 2008 г. по 2012 г. по условным ступеням толщины										Суммы положитель- ных и отрицательных отклонений
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	-5,8	-0,5	+1,9	-2,5	+1,7	+3,0	+2,2	+1,0	-0,2	-0,8	±9,8
2	+0,1	-2,5	-4,1	-1,6	-3,3	+1,6	+3,9	+2,9	+1,8	+1,2	±11,4
3	+2,2	-4,3	+2,7	-5,9	-3,4	-0,2	+4,7	+0,8	+2,9	+0,5	±13,8
4	-0,1	-4,8	-11,7	-7,3	-5,3	+5,7	+5,9	+4,5	+5,6	+7,5	±29,2
5	-7,7	-6,6	-0,4	-6,4	+9,3	+4,9	+5,0	+2,1	+0,1	-0,3	±21,4
6	-3,9	-2,5	-0,5	-7,8	-1,6	+5,0	+3,9	+5,9	+1,2	+0,3	±16,3
7	+3,7	+4,0	+1,8	+1,2	+3,4	+0,8	-2,1	-6,2	-7,0	+0,4	±15,3
Всего	-11,5	-17,2	-10,3	-30,3	+0,8	+20,8	+23,5	+11,0	+4,4	+8,8	±69,3

Таблица 3

Процентное распределение деревьев сосны по классам и подклассам относительного положения в 23-летних молодняках, различных по густоте и предпосадочной обработке почвы

Варианты молодняков	Текущая густота	Процентное распределение деревьев по классам и подклассам роста													Всего
		I	II				III				IV				
			а	б	в	Итого	а	б	в	Итого	а	б	в	Итого	
1	1166	31	6	47	–	53	3	9	3	15	–	0,5	0,5	1	100
2	1716	27	20	29	1	50	12	4	–	16	7	–	–	7	100
3	1079	30	4	36	13	53	5	8	4	17	–	–	–	–	100
4	1385	30	15	33	9	57	3	6	3	12	1	–	–	1	100
5	1194	44	6	29	8	43	5	4	4	13	–	–	–	–	100
6	1228	45	–	46	4	50	3	2	–	5	–	–	–	–	100
7	706	38	5	36	12	53	1	4	4	9	–			–	100

В посадках сосны без подготовки почвы (вариант 7) меньше деревьев I и IIб классов, но больше деревьев IIв и III классов, чем у посадок в дно борозд плугом ПЛ-1 (вариант 6), что указывает на разную направленность роста и дифференциацию деревьев в этих вариантах культур и большое значение подготовки почвы для улучшения роста и состояния молодняков.

Посадки в дно борозд, подготовленных плугом ПЛП-135, имеют значительно меньше деревьев IIб класса, но больше деревьев IIа и III классов по сравнению с посадками в дно борозд, подготовленных плугом ПЛ-1.

Таким образом, распределение деревьев сосны по классам и подклассам роста в различных вариантах 23-летних сосновых молодняков характеризует результаты прошедшей в них дифференциации, которая зависит от происхождения и густоты молодняков, метода создания культур и способов обработки почвы для искусственного лесовозобновления.

Проведенный анализ роста и дифференциации деревьев, а также возрастных изменений в строении сосновых молодняков показывает, что на эти процессы существенное влияние оказывают густота, метод создания культур и способ обработки почвы.

При создании сосновых культур на участках с обработанной почвой с повышением возраста молодняков усиливаются рост и дифференциация деревьев, при этом более значительная их часть, как правило, из низших ступеней переходят в высшие, характеризуя этим самым успешное развитие древостоев. Вместе с тем замедленный рост посадок на необработанной почве с активным накоплением отставших в росте деревьев характеризует нисходящий процесс дифференциации с преобладанием медленнорастущих особей над быстрорастущими.

Отмеченные возрастные изменения в процентном распределении одних и тех же деревьев по обычным ступеням толщины четко проявляются лишь при одинаковом числе этих ступеней, которые для сравнительной оценки характера (формы) распределений целесообразно заменять порядковыми номерами (условными ступенями), рассчитывая для тех и других рядов распределения статистические характеристики.

Самым активным ростом и дифференциацией деревьев отличаются естественные молодняки, в которых объем перегруппировки – перехода деревьев из низших ступеней в высшие – максимальный (±29,3 %) и наиболее значительные изменения многоугольников распределения деревьев по ступеням толщины.



Посевы по сравнению с посадками характеризуются более высоким процентом перегруппировки деревьев – их долей от общего числа, переходящей из низших ступеней в высшие. Объем такой перегруппировки в других вариантах молодняков зависит также от текущей густоты посадок, применяемых орудий и характера обработки почвы.

От интенсивности роста, дифференциации и отпада деревьев зависит процесс формирования и продуктивность древостоев. В связи с этим установленную в работе направленность и активность перегруппировки деревьев в сосновых молодняках, отличающихся исходной и текущей густотой, методами создания культур и способами обработки почвы нужно использовать для выделения типов строения и формирования древостоев и учитывать при разработке проектов лесных культур в целях выращивания искусственных древостоев, оптимальных по структуре и высокой производительности.

Выводы. Результаты работы позволяют утверждать, что интенсивная дифференциация одних и тех же деревьев по росту и размерам даже за короткий промежуток времени существенно меняет строение древостоев. Использованный в работе метод оценки возрастной динамики рядов распределения деревьев при постоянном числе обычных и условных ступеней может быть рекомендован для дальнейшего применения в научных исследованиях.

Для выражения и оценки результатов дифференциации деревьев в молодняках искусственного происхождения целесообразно использовать классификацию деревьев в биогруппах по относительному положению и состоянию, которая позволяет не только выявлять особенности строения древостоев, но и устанавливать показатели рубок ухода за лесом в древостоях различных типов строения и формирования.

Литература

1. Эйтинген Г. Р. Избранные труды. М. : Из-во с.-х. литературы, 1962. 500 с.
2. Грибанов Л. Н. Перегруппировка сосны по высоте в естественных борах // Научные доклады высшей школы. 1959. № 1. С.17–21.
3. Комин Г. Е. Изменения рангов деревьев по диаметру в древостое // Лесообразовательные процессы на Урале. Свердловск, 1970. С. 252–262.
4. Маслаков Е. Л. Формирование сосновых молодняков. М. : Лесная промышленность, 1984. 166 с.
5. Соловьев В. М. Ход роста и изменчивость положения деревьев в сосновых молодняках // Тр. УЛТИ. Свердловск, 1970. Вып. XXI. С. 303–307.
6. Соловьев В. М. Естественнонаучные основы изучения и формирования древостоев лесных экосистем. Екатеринбург, 2008. 352 с.

References

1. Eytingen G. R. Selected works. M. : Publ. of agricultural literature, 1962. 500 p.
2. Griбанov L. N. Regrouping of pine height in natural pine forests // Scientific reports of higher education. 1959. № 1. P. 17–21.
3. Komyn G. E. Changes ranks of trees in diameter in the stand // Forest forming process in the Urals. Sverdlovsk, 1970. P. 252–262.
4. Maslakov E. L. Formation of pine saplings. M. : Forest Industry, 1984. 166 p.
5. Soloviev V. M. Stroke growth and variability provisions of trees in the pine young trees // Proceed. of UFEI. Sverdlovsk, 1970. Issue XXI. P. 303–307.
6. Soloviev V. M. Natural-scientific basis of the study and formation of stands of forest ecosystems. Ekaterinburg, 2008. 352 p.