

УДК 51.0001.2 : 634.948

В. С. Ипатов, Т. Н. Тархова

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЦЕНОТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ
В РАЗМЕЩЕНИИ ДЕРЕВЬЕВ ПО ТЕРРИТОРИИ**

V. S. IPATOV, T. N. TARCHOVA. QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE COENOTIC EFFECT IN TREES' DISTRIBUTION ON THE TERRITORY

В одновидовых древостоях сосны, ели и березы разного класса возраста изучался характер размещения деревьев по территории и влияние ценотических факторов на изменение их размещения. Использован анализ кривых распределения наименьших расстояний между деревьями. На всех участках обнаружено групповое размещение деревьев. Выявлено существенное влияние ценотического фактора на размещение, которое проявляется: 1) в том, что с возрастом становится более равномерным размещение древостоя и 2) в перестройке групп деревьев.

Уже длительное время наблюдается устойчивый интерес исследователей к изучению рисунка размещения растений вообще и характера размещения деревьев в лесу в частности. И это понятно: в размещении растений выражается одна из сторон строения ценозов; размещение же деревьев в лесу может во многом определять строение и структуру лесного фитоценоза в целом.

Существуют два основных способа получения исходных данных для анализа характера размещения растений. Первый заключается в подсчете числа особей данного вида на учетной площадке или числа особей, ближайших к случайной точке. При втором способе измеряются расстояния между соседями. Эти исходные данные, представленные в виде эмпирических распределений, сравниваются с теоретическими случайными распределениями. Естественно, что в первом случае теоретическими моделями служат дискретные распределения, а во втором должны использоваться распределения непрерывных признаков (кривые Пирсона). Несоответствие эмпирических распределений теоретическим служит указанием на неслучайный характер размещения растений.

Многочисленные публикации (они весьма полно отражены в сводках Грейг-Смита, 1967; Василевича, 1969) определенно свидетельствуют, что в природе хотя и наблюдается случайное размещение растений, но преобладает групповое, контагиозное. Это относится и к травянистым, и к древесным растениям.

В последние годы ряд исследователей установили групповое размещение деревьев в разных условиях: в горах и на равнине, в подросте и во взрослых древостоях (Макаренко, 1965; Плотников, 1968; 1970; Проскураков, 1971, 1972, 1973; Георгиевский, 1972; Злобин, 1972; Ипатов, 1974). И тем не менее справедливо мнение Ю. А. Злобина (1972), что пока недостаточно материалов для утверждения, что это явление универсально. Имеются лесоводческие работы (Пацакас, 1964, 1967; Жирин, 1970), в которых не обнаружены отклонения от случайного размещения деревьев (в работах А. И. Пацакаса имеются в виду так называемые однородные насаждения).

При изучении размещения растений по территории в настоящее время представляют интерес ответы на три вопроса: 1) каков характер размеще-

ния растений (групповое, случайное), 2) в случае группового размещения, какие первоначальные причины его вызывают (особенности распространения зачатков, факторы абиотической среды и т. п.), 3) какова роль ценологических процессов (конкуренции, дифференциации, самоизреживания) в изменении рисунка размещения.

В настоящей работе нас интересовали первый и третий вопросы. Материал собирался в Ленинградской, Псковской и Новгородской областях. Объектами изучения служили одновидовые древостои сосны, ели и березы разного возраста и бонитета. Для анализа использовались наименьшие расстояния между соседними деревьями. Были выбраны участки, относительно однородные по условиям среды и без признаков нарушения древостоя человеком. Размеры участков определялись минимальным числом расстояний между ближайшими деревьями, достаточным для количественного анализа (не менее 150 расстояний). Материал собирался следующим образом. От исходного дерева на границе участка измерялось расстояние до ближайшего дерева в полукруге, соответствующем выбранной стороне света (С, Ю, З, В). Таким же путем уже от этого дерева находилось расстояние до ближайшего к нему дерева и т. д. — до противоположной границы участка. Далее, от нового исходного дерева измерения велись в обратном направлении. Измерение расстояний между одними и теми же деревьями исключалось. Для того чтобы получить данные о влиянии ценологических процессов на размещение деревьев, необходимо провести учет наименьших расстояний на разных стадиях этих процессов, в разном возрасте древостоя на одном и том же участке. С этой целью измерения на участках, где сохранился сухостой, проводились в два приема. В первой серии измерений учитывались все деревья, включая сухие, во второй — определялись наименьшие расстояния только между живыми деревьями. Таким образом, в нашем распоряжении оказались сведения о размещении деревьев на одном и том же участке с разрывом во времени примерно в 40—15 лет.

Наиболее существенными параметрами размещения деревьев, на которые, как можно ожидать, влияют ценологические факторы, являются: среднее наименьшее расстояние между деревьями, варьирование наименьших расстояний (неравномерность размещения), рисунок размещения (случайное, групповое; в случае группового размещения можно ожидать изменения числа и размера групп).

Увеличение равномерности размещения деревьев с возрастом древостоя. Каков бы ни был исходный рисунок размещения деревьев, всегда наблюдается определенная неравномерность размещения, выражающаяся в варьировании наименьших расстояний между деревьями. В соответствии с этим плотность наложения фитогенных полей (Уранов, 1965) в разных точках участка неодинакова. Естественно, что в зонах наибольшей плотности фитогенных полей интенсивность конкуренции выше, быстрее идут дифференциация деревьев и самоизреживание. В итоге в целом на участке должно происходить некоторое уменьшение неравномерности размещения. По мере роста деревьев увеличиваются и размеры фитогенных полей деревьев, в результате чего могут появляться новые зоны наиболее острых конкурентных взаимоотношений, которые обуславливают гибель части деревьев, что вновь приводит к уменьшению неравномерности размещения. Рост деревьев и их фитогенных полей не беспределен, поэтому на завершающих этапах развития древостоя иссякает источник интенсивной конкуренции и процесс выравнивания расстояний затухает. При этом не может быть полного выравнивания, т. е. регулярного размещения, так как размер фитогенных полей зависит, по-видимому, от размеров особей, варьирование которых значительно выше в перестойных древостоях, поэтому остается и источник варьирования расстояний между деревьями. Таким образом, можно ожидать, что с увеличением возраста древостоя одновременно с увеличением расстояний между деревьями размещение их становится более равномерным.

Неравномерность размещения в принятом здесь понимании совпадает с варьированием расстояний. Численно ее можно выразить коэффициентом вариации ($v=s/x$, где s — среднее квадратическое отклонение, x — среднее арифметическое). Очевидно, чем меньше коэффициент вариации, тем равномернее размещены по территории деревья.

Все данные (число учтенных растений, среднее арифметическое, коэффициент вариации) по исследованным участкам представлены в табл. 1. Сравнение коэффициентов вариации для каждого участка в отдельности по строкам «все деревья» и «живые» дает возможность судить об изменении размещения деревьев во времени.¹

ТАБЛИЦА 1

Изменение наименьших расстояний между деревьями с увеличением возраста древостоя

Древостой участков: состав, бонитет, сомкнутость	Класс возраста	Учены деревья	n	\bar{x}	v
Сосняки					
10С, II, 0.9	I	Все	252	39	52
		Живые	271	57	53
10С, I, 0.8	II	Все	384	102	56
		Живые	183	145	52
10С, I—II, 0.8	II	Все	500	64	68
		Живые	150	134	55
10С, I—II, 0.6	II	Все	191	85	64
		Живые	42	177	36
10С, I, 0.8	III	Все	476	68	65
		Живые	244	94	58
10С, II, 0.4	IV	Все	264	183	50
		Живые	167	205	45
10С, III, 0.8	III	Все	468	94	51
		Живые	220	155	44
10С+Б+Ос, II	V	Все	398	161	54
		Живые	208	183	46
Ельники					
10Е+Б+Ос, I, 0.8	III	Все	629	157	53
		Живые	141	191	38
10Е+С+Б, IV, 0.7	III	Все	326	158	61
		Живые	124	205	48
8Е2Б+С, II—III, 0.9	IV	Все	411	84	51
		Живые	144	150	47
8Е2Б+Ос+С, III, 0.8	VI	Все	226	134	53
		Живые	114	125	55
10Е+С+Б, III, 0.7	VI	Все	199	166	61
		Живые	155	175	58
10Е+С+Б+Ос, III, 0.7	VI	Все	227	190	57
		Живые	181	194	57

Примечание. n — число измерений, \bar{x} — среднее наименьшее расстояние (см), v — коэффициент вариации (%).

¹ Практически все кривые распределения растений (рис. 1—7) отличаются от нормальных кривых, поэтому коэффициентам вариации нельзя приписывать все свойства, присущие им в случае нормальных распределений. Но, поскольку сравнение коэффициентов вариации проводится нами в пределах одного участка и кривые распределения в каждом случае однотипны, нам представляется правомерным использование этих коэффициентов.

Полученные результаты указывают на четкую тенденцию: с увеличением возраста древостой коэффициент вариации уменьшается. Правда, в ельниках, имеющих VI класс возраста, исключение из учета сухих деревьев практически не меняет значения коэффициента. Но это легко объяснимо: сухих деревьев на участке было мало, поэтому исключение их почти не сказывается на значении коэффициента вариации. В итоге мы вправе сделать вывод, что с возрастом размещение деревьев становится более равномерным. Из этого следует, что и напряженность взаимовлияний между деревьями выравнивается в той части, которая зависит от неравномерности размещения деревьев.

Групповое размещение деревьев. Увеличение равномерности размещения деревьев с возрастом древостоя в результате конкуренции и самоизреживания — это лишь общая тенденция изменения размещения деревьев. Теперь рассмотрим другую сторону явления — характер размещения деревьев по территории (размещаются ли деревья группами или случайно) и какие изменения в характере размещения происходят с увеличением возраста древостоя. Рабочие гипотезы о характере размещения деревьев могут быть разделены на две группы: относящиеся к первым этапам формирования древостоя (до начала процесса самоизреживания) и к стадиям, когда этот процесс уже идет.

Естественно допустить, что в процессе возобновления древесных пород действует множество факторов, положительно и отрицательно влияющих на осуществление конкретного события — появление всходов древесной породы в данной точке. Такой процесс является стохастическим, и размещение всходов и подростка по территории оказывается случайным. Вместе с тем нельзя исключать и причины, определяющие повышенную вероятность появления всходов (большую их плотность) на ограниченных участках (деятельность животных, неоднородность среды — микрорельеф, скопление всходов под материнским деревом и т. п.). Очевидно, в этих случаях возникает групповое размещение. Ниже будет показано, что даже в культуре, когда задано регулярное расположение саженцев, появляется возможность возникновения группового размещения. На более поздних стадиях развития древостоя, когда в результате конкуренции хотя бы часть деревьев погибает, первоначальный рисунок размещения может измениться. Правда, при случайной гибели деревьев исходный характер размещения не изменится. В действительности дело обстоит иначе. Интенсивность конкуренции, дифференциации и самоизреживания, как уже говорилось, больше там, где гуще стоят деревья. И при групповом, и при случайном размещении существуют зоны с повышенной плотностью. Процесс самоизреживания в группах деревьев или в зонах большей густоты при их случайном размещении должен опережать этот процесс в местах разреженного расположения деревьев. Следовательно, общий характер размещения должен изменяться. Но сформулировать вполне определенный прогноз о том, каким образом изменится размещение, трудно.

Мы допускаем две возможности. При исходном групповом размещении: 1) первоначальные группы исчезают, и оставшиеся деревья образуют новые группы, большие по размеру (занимают большую площадь); 2) размещение деревьев постепенно приближается к случайному. При исходном случайном размещении в результате разрежения зон с высокой плотностью: 1) формируется новое случайное размещение; 2) формируются группы деревьев в зонах, где первоначальная плотность была невысокой.

Наименьшее расстояние при случайном размещении деревьев на данной пробной площади обусловлено одной определенной вероятностью осуществления элементарного события (здесь это — вероятность появления расстояния вообще) или одним законом изменения вероятности с изменением значения расстояния, например, при увеличении его. Поэтому кривая распределения наименьших расстояний должна подчиниться закономерности одной из «случайных» кривых Пирсона, т. е. существенно не отличаться от нее.

При групповом размещении наименьшие расстояния должны быть разных типов: 1) внутригрупповые расстояния, 2) расстояния между деревьями разных групп. Если имеются группы деревьев, наличие которых обусловлено несколькими разными причинами, характеризующимися различным типом расстояний, то, естественно, и число типов расстояния будет большим. В пределах каждого типа распределение наименьших расстояний носит случайный характер и подчиняется закономерности одного из распределений Пирсона. Суммарное же распределение наименьших расстояний (всей совокупности наименьших расстояний на данном участке) при групповом размещении деревьев, естественно, должно отличаться от любого «случайного» распределения Пирсона: кривая распределения будет иметь деформации, т. е. несколько пиков, изломов и т. д.

Таким образом, задача сводится к анализу кривых распределений наименьших расстояний: к установлению сходства или различия эмпириче-

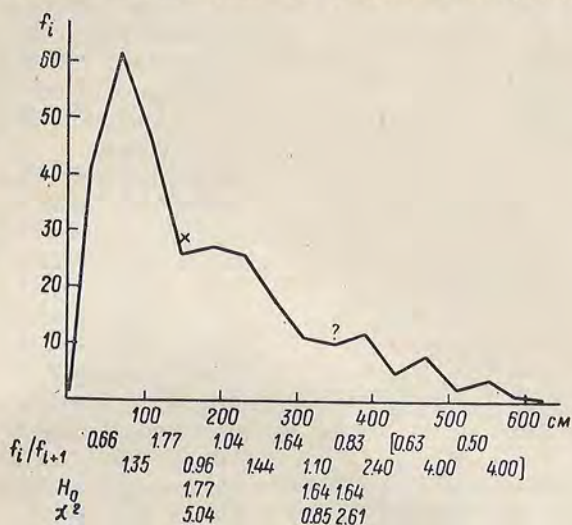


Рис. 1. Анализ распределения наименьших расстояний между деревьями. Березняк луговиково-черничный; $n=299$.

По оси абсцисс — наименьшее расстояние, по оси ординат — частоты.

ской кривой и модельной (теоретической) кривой случайного распределения. Но нас интересует не различие вообще, а наличие, число и место деформаций на эмпирической кривой. Для этой цели нами использован метод «отношений частот», подробно изложенный в статьях В. С. Ипатова (1968, 1969, 1970). Применение этого метода кратко покажем на примере березняка луговиково-черничного с сомкнутостью крон 0.7—0.8, имеющего возраст 33 года. В этом древостое, несомненно, имеет место групповое размещение берез вследствие вегетативного размножения. Группы берез отчетливо обнаруживаются и визуально. На рис. 1 изображена кривая распределения наименьших расстояний. Расчет специального критерия (Митропольский, 1971) показал, что если бы это эмпирическое распределение подчинялось закономерностям случайного распределения, то ему соответствовала бы одна из кривых распределения Пирсона типа I. При анализе уравнения этой кривой было выявлено, что ряд отношений каждой предыдущей частоты к каждой последующей монотонно возрастает (отметим, что и для всех остальных кривых распределения, анализируемых ниже, теоретические кривые имеют такую же закономерность). Ниже оси абсцисс приведены отношения каждой предыдущей к каждой последующей частоте (f_i/f_{i+1}). После отношения $f_3/f_4=1.77$ следует $f_4/f_5=0.96$, поэтому здесь возможна деформация. Проверим, не является ли это отклонение от «нормы» случайным. Примем за нулевую гипотезу (H_0) предположение, что

отношение f_4/f_5 не отличается существенно от теоретического отношения $r=1.77$. Для этого применим критерий $\chi^2=(f_i-f_{i+1}\cdot r)^2/r(f_i-f_{i+1})$ при числе степеней свободы $d. f. = 1$. Значение хи-квадрат оказалось равным 5.06, что превышает значение хи-квадрат 3.84, соответствующее уровню значимости 0.05. Отбрасывая нулевую гипотезу, принимаем единственно возможную альтернативу — отношение f_4/f_5 существенно отличается (меньше) от отношения f_3/f_4 . Тем самым мы получили указание, что в этом месте кривой распределения с достаточно высокой вероятностью можно подозревать деформацию (на рисунке отмечена крестиком). Кривая распределения является сложной, образована минимум двумя случайными распределениями. Расстояния левее деформации являются по преимуществу расстояниями между березами, входящими в группы. Следует отметить, что проверку наличия деформации можно было бы проводить, сравнивая два ряда эмпирических частот (Урбах, 1964), $f_3 : f_4$ и $f_4 : f_5$.

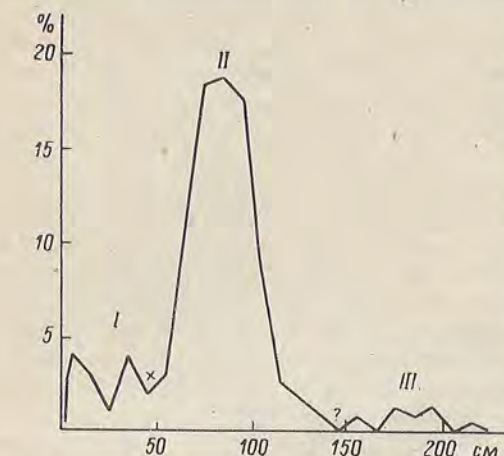


Рис. 2. Анализ распределения наименьших расстояний между деревьями. Культура сосны 7 лет; $n=239$.

I, II, III — типы расстояний. Здесь и на рис. 3—7 по оси абсцисс — наименьшее расстояние, по оси ординат — частоты в процентах (f_i/n), × и ? — деформации.

что отражено на рисунке вопросительным знаком. Вывод о деформации в этой форме менее надежен, так как, во-первых, оставление в силе нулевой гипотезы не является доказательством ее правильности и, во-вторых, даже у теоретической кривой на отдельных ее участках в принципе соседние отношения могут столь незначительно отличаться друг от друга, что проверка критерием хи-квадрат не обнаружит их различия. Остальные отклонения от «нормы» проверять не имеет смысла, так как теоретические частоты оказываются слишком малыми (меньше 5).

Конечные результаты такого анализа кривых распределения наименьших расстояний по всем участкам представлены на рис. 2—7. На всех рисунках приняты одинаковые обозначения: по оси абсцисс указано наименьшее расстояние, по оси ординат — частоты в процентах (f_i/n , %), крестиком отмечены деформации, выявленные в виде уменьшения отношений частот, вопросительным знаком — деформации в виде постоянства отношений.

Рассмотрим прежде всего распределение наименьших расстояний в молодой культуре сосны (рис. 2, табл. 2). Это насаждение создано путем посадки трехлетних саженцев рядами. Деревья едва сомкнулись кронами в рядах, процесс дифференциации только начинается и самоизреживание не наблюдается. Кривая распределения наименьших расстояний имеет одну четкую деформацию, а одна деформация только намечается. В соответствии с этим расстояния разбиваются на 3 типа: I — расстояния между

сближенными саженцами (при посадке по ошибке, а иногда намеренно высаживаются в одно место по 2—3 саженца: вместе с хилыми — здоровый), II — «нормальные» расстояния и III — расстояния, образовавшиеся в результате гибели поврежденных саженцев. Разные причины возникновения этих расстояний привели к тому, что здесь имеются в сущности три разных распределения расстояний, которые в сумме и образовали деформированную кривую распределения. Очевидно, что имеются две категории саженцев — сближенные при посадке саженцы и группы с «нормальными» расстояниями между саженцами. Но, вообще говоря, можно считать группой третьего типа саженцы, между которыми оказались «выпады» (группы с третьим типом расстояний). При этом крайние в группах деревья входят одновременно в несколько групп. Попытаемся количественно охарактеризовать выявленные типы групп деревьев.

ТАБЛИЦА 2

Количественная характеристика групп деревьев по расстоянию между деревьями. Культура сосны 7 лет

Типы групп	Встречаемость, %	Средние		
		число расстояний	расстояние, см	размер групп, см
I	31	1.1	18	21
II	53	4.7	91	424
III	16	1.0	176	176

ТАБЛИЦА 3

Количественная характеристика групп деревьев (типов расстояний) по расстоянию между деревьями. Сивузии подраста. Ель

№ участка	Типы групп	Встречаемость, %	Средние		
			число расстояний	расстояние, см	размер групп, см
3	I	48	2.9	40	116
	II	52	1.8	95	171
4	I	48	2.0	53	104
	II	50	1.6	128	208
5	«окна»	2	2.0	234	467
	I	48	4.3	55	236
6	II	44	1.4	147	211
	«окна»	8	1.6	243	382
7	I	41	1.8	43	78
	II	45	2.1	104	216
	III	14	1.1	184	200
	I	31	1.2	16	20
7	II	45	2.5	48	120
	III	23	1.2	90	108
	«окна»	1	1.0	120	120

ризовать выявленные типы групп деревьев. Будем считать значение расстояния, которому соответствует деформация, пограничным между соседними типами расстояний. Тогда в рассматриваемом случае этими значениями являются точки, соответствующие 35 и 130 см; следовательно, зона кривой, относящаяся к I типу расстояний — до 35 см, ко II типу — от 36 до 130 см, к III типу — свыше 131 см. Такое разделение приблизительно и условно, так как точное положение деформации на кривой установить невозможно, а главное в действительности распределения расстояний каждого типа перекрываются, поэтому одинаковые значения расстояний могут относиться к двум разным типам. Исходные фактические данные представляют собой ряд цифр — результат последовательного измерения расстояний. Используя пограничные значения, разбиваем этот ряд на группы, например:

45, 37, 83, 81, 70 149 90, 75, 85 10 52, 82, 74, 69 138, 160 и т. д.
 II III II I II III

Каждая группа расстояний приблизительно характеризует группу деревьев одного их трех типов. Теперь нетрудно подсчитать для каждого типа групп относительную встречаемость (в %), среднее число расстояний в типе, средний размер группы. Все эти данные приведены в табл. 2.

Несмотря на то что полученная средняя характеристика групп приблизительно, она неплохо отражает реальную картину. Чаще всего наблюдаются группы с «нормальным» расстоянием между саженцами, по числу расстояний они также преобладают, поэтому такие группы в основном и образуют насаждение на участке. Среднее число расстояний в груп-

пах I типа немногим больше единицы, а среднее расстояние мало (не больше ширины лопаты), что подтверждает высказанное предположение об образовании их за счет саженцев; расстояния III типа представлены лишь по одному в группе и в среднем кратны «нормальным» расстояниям (в 2 раза больше их). Из этого следует, что они образовались действительно в результате гибели отдельных саженцев.

Размещение деревьев в синузиях подроста (рис. 3, табл. 3) регулируется многими факторами — особенностями их размножения, неоднородностью среды, деятельностью животных и т. п., которые могут обусловить как групповое, так и случайное размещение. В рассматриваемых синузиях самоизреживание еще не началось (кроме одного участка), поэтому размещение можно считать первичным. На участках 3, 4 и 5 выявлено по одной

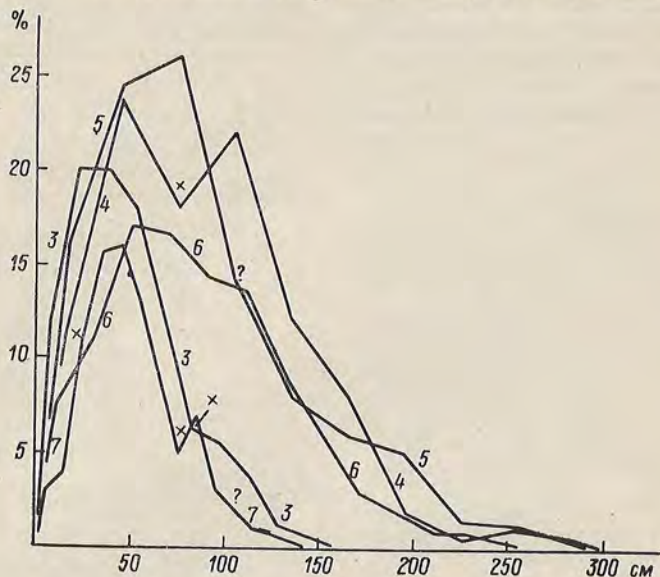


Рис. 3. Анализ распределения наименьших расстояний между деревьями в синузиях подроста.

Кривые для участков 3—7.

- 3 — сосняк с березой чернично-зеленомошный; I ярус: 5С5В, сомкнутость 0.3—0.4; II ярус: 10Е, сомкнутость 0.9, возраст I; $n=521$.
 4, 5 — березняк со вторым ярусом ели костянично-вейниковый; I ярус: 10В+С, сомкнутость 0.6; II ярус: 10Е, сомкнутость 0.7, возраст II; $n_1=205$; $n_2=260$.
 6 — сосняк рамишиво-кисличный; I ярус: 10С, сомкнутость 0.8; II ярус: 10Е, сомкнутость 0.9, возраст II; $n=308$.
 7 — сосняк рамишиво-кисличный; I ярус: 10С, сомкнутость 0.8; II ярус: 10Е, сомкнутость 0.9, возраст II; $n=301$.

деформации у кривых распределения, поэтому они расчленяются на две зоны, соответствующие двум типам расстояний. При измерении на участках 4 и 5 несколько раз отмечались большие разрывы между пятнами подроста «окна», что нашло свое отражение в табл. 3. На участке 6 не обнаружено ни одной деформации. Все же отношения частот между значениями расстояний 50, 70, 90 и 110 см различаются очень незначительно, поэтому можно подозревать и на этом участке групповое размещение особей, но на основе фактических данных мы должны сделать вывод о случайном размещении. Кривая распределения расстояний на участке 7 деформирована трижды, причем две деформации выявляются вполне надежно, третья же в области наибольших значений расстояния менее достоверна, так как обнаруживается в виде постоянства отношений, к тому же здесь малы частоты. Таким образом, имеются 4 типа расстояний, которые, возможно, соответствуют группам с большой и малой густотой стояния, межгрупповым расстояниям и «окнам». Не исключено и иное толкование. Допустим, какая-либо причина обуславливает групповое (пятнистое) размещение подроста. Пятна могут частично перекрываться друг другом. В зонах перекрытия расстояния

наиболее интенсивно идет в группах деревьев, и первоначальные группы исчезают, новые же возникают на месте зон относительно разреженного стояния деревьев.

Такие же закономерности наблюдаются в **средневозрастных, при-спевающих и спелых насаждениях** (рис. 5—7, табл. 5 и 6). В насаждениях всех возрастов наблюдается групповое размещение деревьев. Кривые распределения имеют по одной-две достоверно выявленных деформации, поэтому на участках можно выделить по 2—3 типа расстояний. Обращает на себя внимание одна общая для всех кривых особенность: в зоне наибольших значений расстояния наблюдается своеобразный «хвост» —

ТАБЛИЦА 4

Количественная характеристика групп деревьев (типов расстояний) по расстоянию между деревьями. Молодые насаждения. Сосна

№ участка	Учтены деревья	Типы групп	Встречаемость, %	Средние		
				число расстояний	расстояния, см	размер групп, см
8	Все	I	42	1.7	23	38
		II	41	1.7	50	83
		III	17	1.1	81	84
	Живые	I	49	2.8	38	111
		II	40	1.5	88	123
		III	11	1.1	121	133
9	Все	I	41	2.2	62	138
		II	35	1.4	127	173
		III	14	1.1	182	204
		«Окна»	10	1.0	250	250
	Живые	I	50	2.0	86	169
		II	50	1.9	217	401
10	Все	I	50	4.7	45	212
		II	50	1.4	129	185
11	Все	I	43	2.2	44	98
		II	41	1.4	107	154
		III	16	1.6	187	298

ТАБЛИЦА 5

Количественная характеристика групп деревьев (типов расстояний) по расстоянию между деревьями. Средневозрастные насаждения. Сосна

№ участка	Учтены деревья	Группы	Встречаемость, %	Средние		
				число расстояний	расстояния, см	размер групп, см
12	Все	I	41	2.8	40	112
		II	33	1.3	88	116
		III	26	1.3	149	191
	Живые	I	46	2.4	5.9	138
		II	43	1.5	137	202
		III	11	1.1	223	238
13	Все	I	45	2.5	65	163
		II	45	1.4	131	185
		III	10	1.0	223	232
	Живые	I	48	2.4	108	260
		II	46	1.8	211	388
		«Окна»	6	1.0	343	343

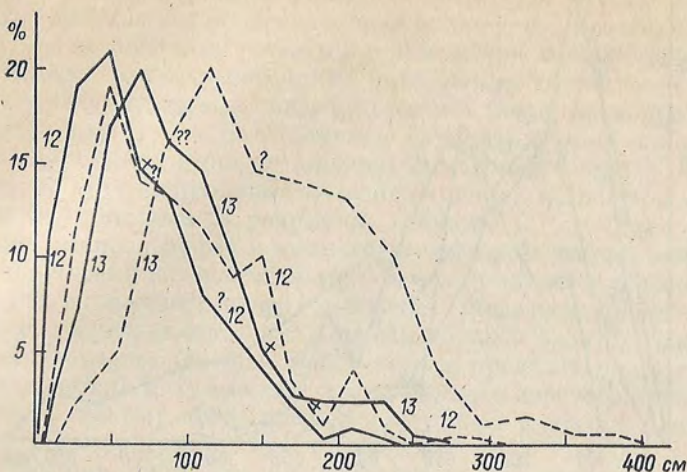


Рис. 5. Анализ распределения наименьших расстояний между деревьями. Средневозрастные насаждения.

Кривые для участков 12 и 13.

- 12 — сосняк бруснично-зеленомошный; 10С, сомкнутость 0.8, бонитет I, возраст III; $n_1=476$, $n_2=244$.
 13 — сосняк бруснично-лишайниково-зеленомошный; 10С, сомкнутость 0.8, бонитет III, возраст III; $n_1=468$, $n_2=220$.

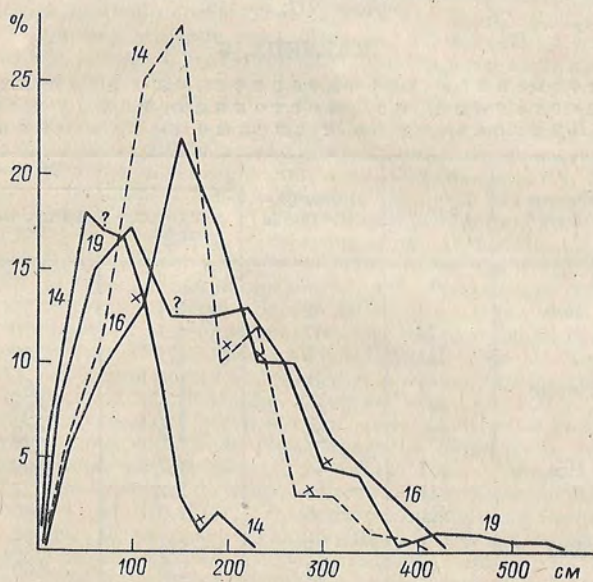


Рис. 6. Анализ распределения наименьших расстояний между деревьями. Приспевающие и спелые насаждения.

Кривые для участков 14, 16 и 19. Обозначения те же, что на рис. 2 и 4.

- 14 — ельник мертвопокровный (чернично-зеленомошный); 8Е2Б+С, сомкнутость 0.9, бонитет II—III, возраст IV; $n_1=411$, $n_2=144$.
 16 — сосняк чернично-зеленомошный; 10С+Б+Ос, сомкнутость 0.8, бонитет II, возраст V; $n=398$.
 19 — ельник чернично-зеленомошный; 10Е+С+Б, сомкнутость 0.7, бонитет III, возраст VI; $n=200$.

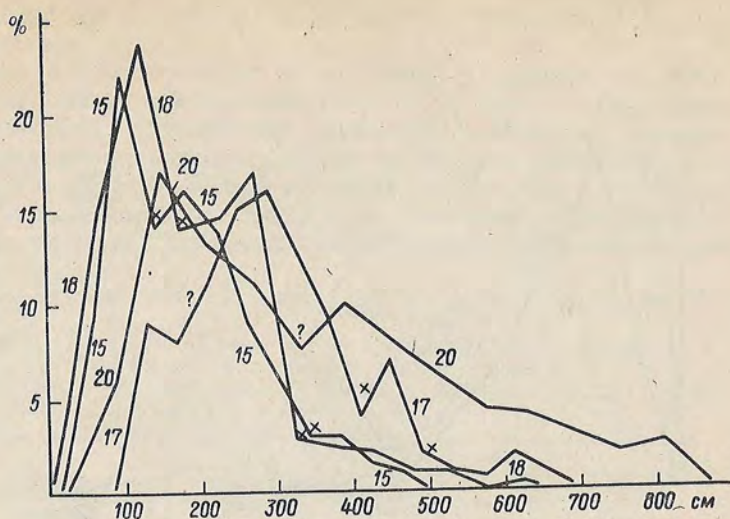


Рис. 7. Анализ распределения наименьших расстояний между деревьями. Приспевающие и спелые насаждения.

Кривые для участков 15, 17, 18 и 20.
 Обозначения те же, что на рис. 2 и 4.
 15 — сосняк бруснично-зеленомошный; 10С, сомкнутость 0.4, бонитет II, возраст IV; $n=264$.
 17 — сосняк бруснично-зеленомошный; 10С, бонитет II, возраст V; $n=288$.
 18 — ельник бруснично-чернично-зеленомошный; 10Е+С+Ос+Б, сомкнутость 0.7, бонитет III, возраст VI; $n=227$.
 20 — сосняк бруснично-зеленомошный; 10С, сомкнутость 0.5, бонитет III возраст VII; $n=159$.

ТАБЛИЦА 6

Количественная характеристика групп деревьев (типов расстояний) по расстоянию между деревьями. Приспевающие и спелые насаждения

№ участка	Учтены деревья	Группы	Встречаемость, %	Средние		
				число расстояний	расстояния, см	размер групп, см
14 Ель	Все	I	48	2.1	50	104
		II	47	1.7	110	188
		III	5	1.1	200	217
15 Сосна	Все	I	33	1.5	82	126
		II	42	1.6	151	243
		III	25	1.3	253	316
16 Сосна	Все	I	44	1.7	99	166
		II	48	2.2	227	501
		III	8	1.0	399	399
17 Сосна	Все	I	35	1.4	65	91
		II	43	2.3	169	394
		III	22	1.4	300	411
18 Ель	Все	I	28	1.1	151	167
		II	46	2.4	293	714
		III	21	1.2	474	567
19 Ель	Все	«Окно»	5	1.1	654	736
		I	44	2.5	122	309
		II	43	1.5	258	374
20 Сосна	Все	III	13	1.1	436	494
		I	45	2.1	88	190
		II	42	1.7	224	390
20 Сосна	Все	III	13	1.1	392	420
		I	50	1.8	204	376
		II	50	1.5	522	800

пик, излом, одним словом, деформированность кривой, которая статистически не может быть подтверждена из-за того, что частоты здесь малы. Но поскольку это, хотя и не выявленное достоверно, отклонение наблюдается всегда, мы не можем не считаться с ним, и при количественной характеристике типов групп (расстояний) деформация принята во внимание (табл. 5 и 6). Обнаруженные типы расстояний могут интерпретироваться в двух вариантах: 1) как расстояния в группах первого порядка, межгрупповые и в группах второго порядка; 2) как расстояния в зонах перекрытия групп, внутргрупповые и межгрупповые. «Хвост» в обоих случаях может соответствовать разрывам, «окнам».

Сравнение распределений и количественных характеристик типов расстояний между всеми деревьями и только между живыми деревьями показывает, что и на поздних этапах развития древостоя происходит перестройка групп: изреживание идет главным образом внутри групп в зонах повышенной плотности (среднее расстояние в пределах одного и того же типа увеличивается) и возникают новые группы деревьев (размер групп увеличивается, поэтому новое среднее расстояние в группе приближается к прежнему размеру группы или превышает его).

Все это говорит о том, что ценотический фактор (конкуренция, дифференциация, самоизреживание) оказывает существенное влияние на размещение деревьев, определяет рисунок, характер размещения деревьев в развивающемся древостое.

ЛИТЕРАТУРА

- Бочаров М. К., Г. П. Самойлович. (1964). Математические основы дешифрирования аэроснимков леса. — Василевич В. И. (1962). О связи возобновления сосны с нижними ярусами леса. Бот. ж., 47, 9. — Василевич В. И. (1969). Статистические методы в геоботанике. — Георгиевский А. Б. (1972). Структура ценопопуляции *Haloxylon ammodendron* (С. А. Mey.) Bunge в юго-восточных Каракумах. Бот. ж., 57, 11. — Грейг-Смит П. (1967). Количественная экология растений. — Жирин В. М. (1970). Распределение расстояний между деревьями в насаждениях аридной зоны. В кн.: Совершенствование существующих и разработка новых методов инвентаризации леса. Научн. тр. ЛТА, № 131. — Злобин Ю. А. (1972). Численность и размещение подроста на площадях возобновления. Бот. ж., 57, 6. — Ипатов В. С. (1968). Дифференциация древостоя. I. Вестн. ЛГУ, 21. — Ипатов В. С. (1969). Дифференциация древостоя. II. Выявление деформаций у кривых распределения деревьев по толщине. Вестн. ЛГУ, 15. — Ипатов В. С. (1970). Дифференциация древостоя. III. Разложение кривых распределения по толщине на составляющие. Вестн. ЛГУ, 3. — Ипатов В. С. (1974). Анализ размещения деревьев по территории. В кн.: Количественные методы анализа растительности (материалы IV Всесоюзного совещания). Уфа. — Лесков Н. Д. (1956). Особенности таксационной характеристики и структуры биогрупп в типе леса бор-брусничник. Тр. по лесн. хоз. Уральск. лесотехн. инст., 4. — Логвинов И. В. (1955). О некоторых особенностях в строении и росте смешанных осново-еловых насаждений типа леса сосняк черничник Ленинградской области. В кн.: Техническая информация по результатам научно-исслед. работ ЛТА, 26. — Макаренко А. А. (1965). Перегруппировка деревьев по высоте. Вестн. сельхоз. науки Казахстана, 9. — Митропольский А. К. (1971). Техника статистических вычислений. — Патацкас А. И. (1964). Применение функции Шарля для исследования закономерностей строения насаждений. Изв. высш. учебн. завед. Лесн. ж., 6. — Патацкас А. И. (1967). Некоторые распределения и корреляции в строении насаждений. Изв. высш. учебн. завед. Лесн. ж., 4. — Плотников В. В. (1968). О горизонтальной структуре древесного яруса лесных сообществ. Лесоведение, 5. — Плотников В. В. (1970). Возможный способ оценки влияния пространственного размещения деревьев на их рост и развитие в лесных сообществах. Тр. Инст. экол. раст. и животн., 77. — Проскуряков М. А. (1971). Закономерности формирования пространственной структуры древостоя горных еловых лесов Тянь-Шаня. Лесоведение, 6. — Проскуряков М. А. (1972). Размещение деревьев в еловых биогеоценозах северо-восточного Тянь-Шаня. Изв. АН Казахск. ССР, сер. биол., 1. — Проскуряков М. А. (1973). Методика анализа размещения елового древостоя по элементам микрорельефа в горах Тянь-Шаня. Экология, 2. — Романовский В. И. (1961). Математическая статистика, Кн. 1. — Симон Ф. Ф. (1926). Опыт исследования естественного возобновления сосны. Изв. Казанск. инст. сельск. хоз. и лесоводства. — Уранов А. А. (1965). Фитогенное поле. Probl. совр. bot., 1. — Урбах В. Ю. (1964). Биометрические методы. — David F. N., P. J. Moore. (1954). Notes on contagious distribution in plant populations. Ann. Bot., N. S., 69. — Kershaw K. A. (1963). Pattern in vegetation and its causality.

Ecology, 44, 2. — K e r s h a w K. A. (1964). Quantitative and dynamic ecology. —
W h i t f o r d P. B. (1949). Distribution of woodland plants in relation to succession
and clonal growth. Ecology, 30, 2.

Ленинградский государственный
университет.

Получено 16 XII 1974.

S U M M A R Y

The article presents results of the study of trees' distribution in monospecific stands of pine, spruce and birch of different age classes. By means of analysing the curves of distribution of minimal distances between trees on all sites the group spacing of plants on the territory has been revealed. The comparison of data obtained through accounting all the trees and only living trees in the same sites possibilitated the statement, that there exists a significant influence of coenotic factor on the distribution of trees, which manifests itself 1) in establishment of a more even distribution with the age of the stand and 2) in rearrangement of groups of trees.
