

**Пространственная структура
широколиственно-чернопихтовых лесов
заповедника «Кедровая падь»**

П.А. Перепелкина¹, М.В. Дубровина², А.С. Возмищева³

¹Дальневосточный государственный университет

²Заповедник «Кедровая падь». E-mail: kedrpad@mail.ru

³Биолого-почвенный институт ДВО РАН

Выявлен видовой состав и пространственное размещение древостоя широколиственно-чернопихтового леса. Для каждого яруса характерна дифференцированная горизонтальная структура. Горизонтальное размещение подроста зависит от структуры верхних ярусов древостоя. Мозаичность нижних ярусов обусловлена отношением разных видов к свету. Возобновление ряда видов деревьев приурочено к окнам первого яруса. При воздействии редких низовых пожаров для сообществ данного типа характерна постепенная замена коренных пород деревьев на клен мелколистный, вследствие чего происходит смена хвойно-широколиственных лесов менее ценными, кленовыми.

Ключевые слова: мозаичность, динамика, умеренная зона, ярус.

**Spatial structure of broad-chnopihrovyyh
of Nature Reserve "Kedrovaya Pad"**

P.A. Perepelkina, M.V. Dubrovina, A.S. Vozmischeva

Biosphere Reserve "Kedrovaya Pad". E-mail: kedrpad@mail.ru

Species composition and spatial distribution of stand chernopihrovogo broadleaved forests. Each stage is characterized by differentiated horizontal structure. Horizontal distribution of seedlings depends on the structure of the upper tiers of the stand. Patchiness of the lower tiers due to the ratio of different species to the light. The resumption of a number of tree species is confined to the windows of the first tier. Under the influence of rare grass-roots fire for the communities of this type is characterized by gradual replacement of indigenous tree species for small-leaved maple, resulting in the change of mixed coniferous-deciduous forests less valuable, maple.

Key words: mosaic structure, dynamics, temperate zone, tier.

Введение

В последние десятилетия в геоботанике и лесоведении большое внимание уделяется характеру размещения деревьев в лесных сообществах как одному из важнейших индикаторов закономерностей динамики леса. Как правило, для смешанных широколиственно-хвойных лесов характерно сосуществование различных по синузальному сложению и другим параметрам пятен внутри фитоценоза, что обусловлено процессами развития древостоя. Различным аспектам пространственной организации лесных сообществ посвящены работы И.Т. Ивановой и др. [4], Т.А. Комаровой [7], Н.А. Крупяно [8], Y. Ishikawa et al. [15], Т.А. Москалюк [9; 10] и других авторов. Многими авторами, имеющими дело с аналогичными смешанными умеренными лесами, динамика окон древостоя принимается как основной фактор, поддерживающий сложный флористический состав и структуру ассоциаций [15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22, 23 и др.].

Залогом успеха исследований динамики лесных сообществ является совершенство методов измерения их пространственной структуры. Один из ключевых методов – детальное картирование положения деревьев на постоянных пробных площадях и анализ распределений различными статистическими методами. При этом часто анализируется зависимость размеров деревьев от их взаимного расположения в ценозе. Особенности размещения деревьев и их дифференциация по толщине и высоте многими авторами включалось в понятие древесного ценоза [1]. Наиболее обстоятельно в отечественной литературе эта проблема была рассмотрена еще в 60-е годы в работах В.И. Василевича [2] и В.С. Ипатова [5], а так же в монографии П. Грейг-Смита [3].

В традиционной лесоведческой практике главной задачей исследования является, как правило, определение хозяйственно-значимых параметров лесного насаждения, таких как, например, объем древесины определенного вида,

скорость и характер приростов. Очевидно, что данной информации недостаточно для понимания динамических процессов древостоя. Поэтому для выявления закономерностей динамики лесного сообщества используется целый спектр методов измерения пространственной структуры, на основе которых могут быть построены статистические модели распределения древостоя.

Исследования пространственной структуры древостоев широколиственно-хвойных лесов на юге Дальнего Востока России проводились, главным образом, в средней фации широколиственно-кедровых [по 6] лесов. Сведений о пространственной структуре и закономерностях динамики наиболее сложно организованных широколиственно-кедрово-чернопихтовых лесов юга Приморского края (южная фация кедровников [по 6] в настоящее время нет.

Поэтому цель данного исследования – изучение пространственной структуры широколиственно-кедрово-чернопихтового леса заповедника «Кедровая падь».

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- заложить постоянную пробную площадь в южной части ареала широколиственно-кедрово-чернопихтовых лесов;
- оценить лесоведческие параметры видов, составляющих экосистему;
- охарактеризовать пространственное размещение древостоя по ярусам;
- выявить закономерности горизонтального размещения подроста в зависимости от структуры верхних ярусов древостоя.

Район исследования. Заповедник «Кедровая падь» расположен в Хасанском административном районе Приморского края, в 4 км от западного побережья Амурского залива [12]. Заповедник расположен на отрогах Восточно-Маньчжурских гор. Более 70% территории заповедника

покрыто хвойно-широколиственными и широколиственными лесами, 10% занято чернопихтарниками. Пробная площадь размером 1 га расположена в центральной части заповедника, в широколиственно-кедрово-чернопихтовом лесу.

Материал и методы. При закладке постоянной пробной площади и характеристике растительного покрова были использованы общепринятые биогеоэкологические, геоботанические и лесоведческие методики [11; 13 и др.]. На пробных площадях проводилось детальное геоботаническое описание, устанавливался видовой состав древесных растений всех ярусов, и определялось количественное соотношение видов. Для удобства описания, пробная площадь была разбита на квадраты со сторонами по 10 метров.

В лесном сообществе проводились измерения древостоя, подроста, а также кустарникового яруса. Для характеристики древостоя проводилось сплошное картирование положений стволов деревьев и проекций их крон, измерялся диаметр ствола на высоте груди, ширина кроны и высота каждого дерева. Подрост деревьев и кустарники также подвергался сплошному картографированию оснований стволиков. Для учета подроста деревьев были определены их видовая принадлежность и высота. Расчленение древесного яруса по пологам производилось по фактической высоте наибольших скоплений ассимиляционных органов деревьев.

Предварительный этап анализа данных сопровождался построением поярусных схем распределения оснований стволов деревьев и проекций их крон, распределения деревьев каждого вида по ступеням толщины с шагом 5 см, выяснялось, является ли распределение деревьев случайным, регулярным или агрегированным (группированным).

Полученные данные были проанализированы, чтобы выявить, меняется ли пространственное распределение в зависимости от размера дерева или от конкурирующей группы. Этот анализ показывает направление

пространственных распределений протекающих в результате конкурентных взаимоотношений между деревьями.

Для того чтобы выявить зависимость горизонтального размещения подроста от структуры древостоя были проанализированы закономерности распределения групп подроста по отношению к окнам древостоя или скоплениям доминантов в верхних ярусах.

Результаты и обсуждение. Лесное сообщество на пробной площади представлено типом, по описанию Васильева относящимся чернопихтарнику кленовому. Всего на пробной площади нами было обнаружено 24 вида древесных растений. В составе древостоя, помимо пихты цельнолистной, обычны липа амурская, дуб монгольский и клены мелколистный и ложнозибольдов. Кустарниковый ярус редкий. В его пологе встречаются сирень амурская, различные виды кленов и граб сердцелистный. Травяной покров средней густоты, представлен широколиственным: василистник нитчатый, хлорант японский, осоками: кривоногая, ржавопятнистая, и папоротникам: щитовник толстокорневищный, кочедыжник китайский. Почвы мощные, хорошо гумусированные, свежие, относятся к типу бурых горно-лесных.

Вертикальная структура

В анализируемом лесном сообществе ярусность хорошо выражена. В древостое выделяется 3 яруса, каждый из которых характеризуется богатым видовым составом и средней сомкнутостью (Рис. 1).

К первому ярусу относятся деревья свыше 20 метров. Максимальная высота древесных пород в этом ярусе – 33,5 метров. Сомкнутость крон – 60%. В состав древостоя первого яруса входят: *Abies holophylla*, *Acer mono*, *Betula costata*, *Phellodendron amurense*, *Pinus koraiensis*, *Quercus mongolica* и *Tilia amurensis*. Преобладающей породой является *Abies holophylla*. Её максимальная высота – 33,5 метров, минимальная в данном ярусе – 22 метра, диаметр – 47-87 см.

Второй ярус представлен деревьями высотой от 15 до 20 метров. Сомкнутость крон – 50%. В состав древостоя входят: *Abies holophylla*, *Acer mono*, *Betula costata*, *Phellodendron amurense*, *Pinus koraiensis*, *Quercus mongolica*, *Tilia amurensis*, *Carpinus cordata*, *Ulmus japonica*, *Ulmus laciniata*, *Fraxinus mandshurica*. Преобладающей породой является *Abies holophylla*. Её максимальная высота в данном ярусе – 20 метров, минимальная – 15 метров, диаметр от 28 до 83 см.

К третьему ярусу относятся деревья высотой от 6 до 15 метров. Сомкнутость крон – 80%. В состав древостоя этого яруса входят: *Ulmus japonica*, *Tilia amurensis*, *Syringa amurensis*, *Quercus mongolica*, *Pinus koraiensis*, *Carpinus cordata*, *Betula costata*, *Acer mono*, *Acer pseudosieboldianum*, *Abies holophylla*, *Fraxinus mandshurica*. Преобладающей породой является *Carpinus cordata*, максимальная высота – 15 метров, минимальная – 6 метров, диаметр – от 5 до 25 см. В третьем ярусе очень мало хвойных деревьев, возможно, когда-то подрост был уничтожен или поврежден пожарами.

К подросту были отнесены молодые и угнетенные деревья, высота которых ниже 6 метров. Наиболее обильны: *Carpinus cordata*, *Acer mono*, *Acer pseudosieboldianum*, *Fraxinus mandshurica*, *Acer mandshuricum*. Преобладающими в

подросте видами являются *Carpinus cordata* и *Acer mono.* Максимальная высота – 6 метров, минимальная – 10 см, диаметр от 20 до 4 см. В подросте присутствует ювенильные особи хвойных пород от 3 до 5 лет, встречаются единичные особи до 10 лет.

Распределение древостоя по диаметру

Частотные распределения деревьев 7 наиболее массовых видов по диаметрам показывают неустойчивое состояние ценопопуляций ряда видов.

Нормальным для старовозрастного древостоя, имеющего непрерывную историю развития, является распределение, характеризующееся постепенным уменьшением числа особей от минимальных ступеней толщины к максимальным. В данном случае вид дерева, составляющий основу лесного сообщества, поддерживает стабильное существование в экосистеме. На анализируемой пробной площади диаграммы частотных распределений отличны от нормальных.

При обильных всходах у *Tilia amurensis*, *Abies holophylla*, *Fraxinus mandshurica*, *Pinus koraiensis* и *Quercus mongolica* их подрост и молодые деревья небольших диаметров представлены малым числом особей, не обеспечивающим нормального восстановления ценопопуляций при естественном отпаде деревьев старших поколений. По количеству подроста ранних возрастов лидирует *Acer mono.* В древесном ярусе встречаются деревья от 25 до 55 см в диаметре. Для хвойно-широколиственных лесов характерно возобновление клена после пожаров. Так как он легко достигает высоты 20 м и более, происходит смена хвойно-широколиственных лесов кленовыми. Для *Carpinus cordata* характерно постепенное уменьшение числа особей с большими диаметрами стволов. Данный вид – единственный на пробной площади, распределение которого по диаметру индицирует устойчивое состояние ценопопуляции.

Горизонтальное распределение древостоя

Для того чтобы выявить тип пространственного распределения мы подсчитали число особей на учетных площадках и для анализа применили метод ближайшего соседа. Анализ пространственного распределения проведен для деревьев 8 пологов с границами по высоте на уровнях 20, 15, 6, 2, 0.7, 0.5 и 0.3 м. Для проверки зависимости пространственного распределения подростка от состояния верхних ярусов, подрост был проанализирован относительно положения групп живых деревьев и окон в верхних ярусах древостоя.

Анализ пространственного распределения деревьев показал, что в первом пологе (выше 20 м) древостой на пробной площади сгруппирован в 2 больших кластера, основу которых составляют большие деревья *Abies holophylla*. Группы меньших размеров образует *Pinus koraiensis*. Деревья *Tilia amurensis* групп не образуют, распространены по периферии групп хвойных. Единично присутствуют *Betula costata*, *Acer mono*, *Phellodendron amurense* и *Fraxinus mandshurica*. В первом ярусе отмечено наличие двух больших окон площадью около 2-3 тыс. м², ориентированных с северо-востока на юго-запад. Окна сформировались в результате отмирания и вывала групп деревьев, что связано с естественной динамикой древостоя. Древостой второго яруса сгруппирован в небольшие кластеры. Основные из них образуют такие виды как *Abies holophylla*. *Phellodendron amurense* образует 2 группы в окнах первого яруса. Небольшие группы образует *Pinus koraiensis* и *Quercus mongolica*. Большинство деревьев *Tilia amurensis* приурочены к периферии большого окна в первом ярусе, здесь они образуют небольшие группы. Не образуют группировок и встречаются единично *Acer mono*, *Betula costata*, *Ulmus japonica*, *Ulmus laciniata*, *Fraxinus mandshurica*, *Carpinus cordata*. Во втором ярусе существуют окна небольших размеров, ориентированных с востока на запад. Основные

группировки древостоя в третьем ярусе образуют *Acer mono*, *Carpinus cordata*, *Acer pseudosieboldianum*.

Древостой 3-х верхних ярусов в целом контролирует размещение жизнеспособного подроста разной высоты. Наибольшие группы формирует *Acer mono*. Его группы приурочены к взрослым особям вида в верхних ярусах. Группами в окнах древостоя размещен подрост *Carpinus cordata* и *Acer pseudosieboldianum*. *Tilia amurensis* образует группы малого размера. Присутствуют, но не образуют группировок *Abies holophylla*, *Acer mandshuricum*, *Betula costata*, *Fraxinus mandshurica*, *Kalopanax septemlobus*, *Maackia amurensis*, *Phellodendron amurense*, *Pinus koraiensis*, *Quercus mongolica*, *Syringa amurensis*.

Условно деревья нижних пологов можно разделить на 3 группы в зависимости от возобновления: 1) деревья, не приуроченные к окнам (*Pinus koraiensis*, *Abies holophylla*, *Acer mandshuricum*); 2) деревья, приуроченные к периферии окон (*Tilia amurensis*, *Quercus mongolica*, *Acer tegmentosum*); 3) деревья, заполняющие окна (*Phellodendron amurense*, *Acer mono*, *Carpinus cordata*, *Fraxinus mandshurica*, *Acer pseudosieboldianum*).

Заключение

В результате проведенных исследований был выявлен видовой состав и пространственное размещение древостоя по ярусам. Древостой имеет хорошо выраженную трехъярусную структуру и среднюю вертикальную сомкнутость. Каждый ярус сформирован видами деревьев, высота которых является их биологической особенностью (деревья I, II и III величины). Яруса характеризуется богатым видовым составом, всего на пробной площади было обнаружено 24 вида древесных растений. Из них 8 в первом ярусе, 12 во втором и 16 в третьем ярусах. Наиболее высокое видовое разнообразие представлено в подросте – 21 вид.

Для каждого яруса характерна дифференцированная горизонтальная структура. Виды, составляющие первый ярус,

формируют группы, распределение и размножение которых обуславливают эдафические факторы на уровне микроместообитания, а так же естественные закономерности развития древостоя. Около 40% верхнего полога составляют окна большого размера. Во втором ярусе окна занимают 50 % площади, а в третьем – всего 20 %. Во всех ярусах была выявлена достоверная сгруппированность деревьев.

На исследуемой пробной площади были выявлены закономерности горизонтального размещения подроста в зависимости от структуры верхних ярусов древостоя. Мозаичность нижних ярусов обусловлена отношением разных видов к свету. Возобновление ряда видов деревьев приурочено к окнам первого яруса.

В результате проведенных исследований, на пробной площади была выявлена закономерность – постепенная замена коренных пород деревьев на клен мелколистный, вследствие чего происходит смена хвойно-широколиственных лесов менее ценными, кленовыми.

Литература

1. Бузыкин А.И., Гавриков В.Л., Секретенко О.П., Хлебопрос Р.Г. Пространственное размещение деревьев // Анализ структуры древесных ценозов. Новосибирск : 1985. С. 40-50.
2. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. Л. : Наука, 1969. 273 с.
3. Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М. : Мир, 1967. 360 с.
4. Иванова И.Т., Ярошенко П.Д., Берстюкова К.П. Микрофитоценозы некоторых сообществ хвойно-широколиственных лесов Приморья // Комаровские чтения. Владивосток : 1963. Вып. 3. С. 3-20.
5. Ипатов В.С. Некоторые аспекты общественной жизни растений // Вестник ЛГУ. Сер. "Биология". 1967. Вып. 3, № 15. С. 97-106.
6. Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока // Тр. ДВФ АН СССР. Сер. ботаническая. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1956. Т. 2, № 4. 264 с.
7. Комарова Т.А. О некоторых закономерностях вторичных сукцессий (на примере послепожарного лесовосстановительного процесса) // Журн. общ. биол. 1980. Т. 41, № 3. С. 397-405.
8. Крупянко Н.А. Синузиальная структура травяного яруса кедровников Уссурийского заповедника // Ботан. журн. 1983. Т. 68, № 10. С. 1385-1392.

9. Москалюк Т.А. Парцеллярная структура и возобновление в широколиственно-липовом с лиановой растительностью лещиновом разнотравном типе леса на юге Приморья // Биологические исследования на Горнотаёжной станции. Владивосток : Дальнаука, 2002. Вып. 8. С. 203-237.
10. Москалюк Т.А. Парцеллярная структура сухих дубняков на юге Приморья // Биологические исследования на Горнотаёжной станции. Владивосток : Дальнаука, 2002. Вып. 8. С. 162-202.
11. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М. : Сельхозгиз, 1938. 620 с.
12. Растительный и животный мир заповедника "Кедровая Падь" / под ред. Е.А. Макаrenchенко, А.Е. Кожевникова, Л.А. Медведевой, С.Ю. Стороженко, Т.М. Тиуновой. Владивосток : Дальнаука, 2006. 268 с.
13. Сукачев В.Н. Руководство к исследованию типов леса. М. ; Л. : Госизд-во сельхоз. и колх.-кооп. мет., 1931. 328 с.
14. Ishikawa Y. Mosaic Structure of a Mixed Forest in Nopporo National Forest, Central Hokkaido // J. of Hokkaido College, Senshu University. 1990. No. 23. P. 135-180.
15. Ishikawa Y., Krestov P.V., Namikawa K. Disturbance history and tree establishment in old-growth Pinus koraiensis-hardwood forests in the Russian Far East // J. Veget. Sci. 1999. Vol. 10. P. 439-448.
16. Pickett S.T.A., White P.S. The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Orlando : Academic Press, 1985. 472 p.
17. Runkle J.R. Gap regeneration in some old growth forests of the eastern United States // Ecology. 1981. Vol. 62. P. 1041-1051.
18. Runkle J.R. Pattern of disturbance in some old-growth mesic forest of eastern North America // Ecology. 1982. Vol. 63. P. 1533-1546.
19. Runkle J.R. Development of woody vegetation in treefall gaps in a beech-sugar maple forest // Holarct. Ecol. 1984. Vol. 7. P. 157-164.
20. Runkle J.R. Disturbance Regimes in Temperate Forests // The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. New York : Academic Press, 1985. P. 17-33.
21. Tanaka N. Patchy structure of a temperate mixed forest and topography in the Chichibu mountains, Japan // Jap. J. Ecol. 1985. Vol. 35. P. 153-167.
22. Yamamoto S. Gap-phase dynamics in climax forests. A review // Biol. Sci. 1981. Vol. 33, No. 1. P. 8-16.
23. Yamamoto S. The Gap Theory in Forest Dynamics // Bot. Mag. Tokyo. 1992. Vol. 105. P. 375-383.