

# ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО FORESTRY

УДК 630\*221.2: 630\*181.522  
DOI: 10.15350/2306-2827.2018.3.5

## ДИНАМИКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ВЫРУБКАХ БЕРЕЗНЯКОВ С ЕЛЬЮ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ

*Н. А. Рыбакова*

Институт лесоведения Российской академии наук,  
Российская Федерация, 143030, Московская обл., с. Успенское, ул. Советская, 21  
E-mail: 1986620@gmail.com

*Отражены результаты двадцатилетних наблюдений за состоянием фитоценозов на вырубках березняков с елью предварительной генерации в кислотно-черничном типе леса (Ярославская обл., Северная лесная опытная станция Института лесоведения РАН), позволившие выявить основные закономерности сложения и динамики их парцеллярной структуры, познание которой необходимо для обоснованного выбора системы лесоводственных мер, направленных на создание высокопроизводительных хвойных насаждений. Показано, что изменение парцеллярной структуры фитоценозов происходит здесь весьма интенсивно и завершается образованием сомкнутых древостоев, соблюдение технологии лесосечных работ позволяет сохранить парцеллы с древесным ярусом на 88 % площади лесосек.*

**Ключевые слова:** южная тайга; вырубки березняков; парцеллярная структура фитоценоза; ценопопуляция ели.

**Введение.** Актуальность темы исследования определяется необходимостью совершенствования лесоводственных мероприятий на вырубках мелколиственных древостоев на основе познания в них динамики пространственной структуры лесных фитоценозов в ходе лесообразовательного процесса, что особенно актуально в связи с широким распространением в лесах России смены древесных пород и необходимостью восстановления хозяйственно ценных древостоев [1]. В таёжной зоне динамика пространственной структуры лесных фитоценозов на вырубках изучена пока крайне слабо. Нам не известны работы, в которых бы она рас-

сматривалась в течение длительного периода с учётом совместной трансформации всех ярусов фитоценоза.

**Цель работы** – изучить многолетнюю динамику пространственной структуры фитоценозов после рубки производных березняков с сохранением ели предварительной генерации.

**Объекты и методы.** Стационарные исследования пространственной структуры лесных фитоценозов на вырубках березняков проведены в южной тайге на Северной лесной опытной станции Института лесоведения РАН (Ярославская обл., Рыбинский район) на двух постоянных пробных площадях (ППП), заложенных на

© Рыбакова Н. А., 2018.

**Для цитирования:** Рыбакова Н. А. Динамика пространственной структуры фитоценозов на вырубках березняков с елью предварительной генерации // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2018. № 3 (39). С. 5–15. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.3.5

двухлетней вырубке, где летом 1992 года на участке площадью 5 га была проведена рубка мелколиственного древостоя состава 7Б3Ос [2]. Коренной тип леса – ельник кислично-черничный. Применялась узколесосечная технология разработки лесосек (ширина трелёвочных волоков 5–6 м, пасечных участков 30–35 м), обеспечившая сохранение подроста деревьев второго яруса ели, а также небольшие повреждения напочвенного покрова на волоках (9 % их площади). Ленточные ППП площадью 0,35 га и шириной 20 м пересекают пять пасек и шесть волоков. В качестве контроля рядом с вырубкой в березняке была заложена ППП в древостое состава 7Б2Ос1Е (возраст 55 лет, 1б класс бонитета). Популяция ели (*Picea abies* L.) под пологом имеет густоту 5,5 тыс. экз.·га<sup>-1</sup>, в том числе подроста – 4,0 тыс. экз.·га<sup>-1</sup> с преобладанием деревьев высотой более 1,5 м.

На ППП производили следующий комплекс работ: картирование всех деревьев, измерение параметров стволов и их крон, оценку состояния, таксацию кустарников (виды, густота, параметры); геоботаническое описание травяного и мохового ярусов. Учёты проводили через 2, 7, 12 и 22 года после рубки древостоя. Возраст деревьев определяли по мутовкам (у подроста) и числу годичных колец на кернах или пнях.

При изучении пространственной структуры лесного фитоценоза мы опирались на концепцию Н.В. Дылиса [3, 4] о биогеоценологических парцеллах (БГЦП) и методические подходы ряда авторов [5–10]. При выделении БГЦП, которые обособлены друг от друга в пространстве на всю вертикальную толщу биогеоценоза и выделяются по структурным особенностям всех ярусов фитоценоза: древесного, кустарникового и травяно-кустарничкового (совместно с мохово-лишайниковым), нами были приняты определённые диагностические признаки для древесного, кустарникового и травяно-кустарничкового

ярусов фитоценоза. Принятый объём БГЦП обеспечивает изучение восстановительно-возрастной динамики лесных фитоценозов на более низком, чем тип леса, уровне.

В древесном ярусе основанием для выделения парцелл приняты различия в следующих признаках: ярусности (первый ярус, второй ярус, подрост), стадии онтоценогенеза верхнего яруса, видовом составе (доминирующий и субдоминирующий виды) и сомкнутости полога еловой популяции. По результатам анализа структуры и роста древостоев ели, формирующихся после рубки берёзы, высотная дифференциация деревьев в которых выражена нечётко, нами принято следующее деление: первый ярус ели – деревья высотой более 13,1 м; второй ярус – от 4,1 до 13,0 м; подрост – от 0,1 до 4,0 м [11]. При выделении парцелл доминирующим в ценопопуляции ели принимали ярус, обладающий более высокой сомкнутостью полога. Такое выделение в определённой мере условно, но вместе с тем оно целесообразно при изучении парцеллярной структуры фитоценозов, позволяя выявить трансформацию вертикального строения и изменение фитоценотической роли ярусов.

Динамика парцеллярной структуры древостоев на вырубках рассматривалась нами в связи с их возрастной трансформацией [11–14], сопровождающейся изменением морфоструктуры популяций различных древесных видов и прохождением ими определённых стадий возрастного развития (онтоценогенеза), которые унавливались для верхнего древесного яруса-эдификатора, контролирующего режим отношения особей и определяющего специфику формирования растительного сообщества [15, 16].

На объектах исследований выделены парцеллы с незавершённой стадией возобновления, главный признак которых – несомкнутость полога ( $S_p$  менее 50 %): с несомкнутым подростом ели (Еп), берёзы (Бп) и осины (Осп), с вегетативным возоб-

новлением осины (Ос<sub>ВЗ</sub>), последующим возобновлением ели (Е<sub>ВЗ</sub>). Стадия возобновления завершается образованием сомкнутых молодых древостоев. К возрастной стадии «молодняк» относили сомкнутый подрост ( $S_p$  более 50 %) видов-лесообразователей (Е<sub>М</sub>, Б<sub>М</sub>, Ос<sub>М</sub>), являющийся эдификатором в фитоценозе. Интенсивный рост и дифференциация деревьев в молодняке приводит к образованию сложного древостоя с сомкнутым верхним ярусом – «жердняком». Участки с такими древостоями, образованными елью предварительной генерации, выделяли в парцеллы с елью в стадии жердняка (Е<sub>Ж</sub>). На вырубках к «жердняку» относили участки с доминированием ели высотой от 4,1 до 13,0 м. В березняках на контрольной ПП такие участки относили к парцеллам со вторым ярусом ели (Б<sub>1</sub>-Е<sub>2</sub>). На участках вырубок давностью более 20 лет с возобновлением мелколиственных пород образовались парцеллы жердняка берёзы и осины (Б<sub>Ж</sub>, Ос<sub>Ж</sub>). Следующей стадией онтоценогенеза ели является стадия «возмужания» (Е<sub>В</sub>), в которой происходит активизация ростовых процессов и начало плодоношения. Критерием, определяющим эту стадию онтоценогенеза, принята сомкнутость ( $S_p$  более 50 %) яруса древостоя высотой более 13,1 м. В стадии возмужания начинается семеношение ели, количество семеносящих елей составляет в среднем около 20 % от общей численности деревьев. По сравнению с контрольной ППП их количество на вырубках двадцатилетней давности увеличилось почти в три раза, а урожайность елей – в пять-шесть раз. В отдельные парцеллы выделяли «недорубы» – участки с оставленными тонкомерными деревьями берёзы и ели, появившимися до заселения вырубке берёзой (Б, Ос<sub>1</sub>-Е<sub>2</sub>).

В кустарниковом ярусе парцеллы выделяли при сомкнутости полога кустарников 50 % и более с дифференциацией по доминирующим видам: с крушиной *Frangula alnus* Mill. (Кр), малиной *Rubus idaeus*

(Мл), рябиной *Sorbus aucuparia* L. (Рб), имеющей кустарниковую форму.

В травяно-кустарничковом и моховом ярусах парцеллы выделяли по характерным видам, имеющим наиболее высокое постоянство в синтаксоне: кислице (*Oxalis acetosella* L.), костянике (*Rubus saxatilis* L.), чернике (*Vaccinium myrtillus* L.), голокучнику (*Gymnocarpium driopteris* (L.) Newn.), вейнику наземному (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), щучке (*Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.), щитовнику (*Dryopteris spinulosa* Sw), кукушкину льну (*Polypodium commune* L.) и сфагнуму Гиргензона (*Sphagnum girgensohnii*). По напочвенному покрову выделено восемь групп диагностических видов: кислично-костяничная (КК), кислично-голокучниковая (КГ), чернично-долгомошная (ЧД), чернично-сфагновая (ЧС), вейниковая (В), щучковая (Щ), щитовниковая (ЩТ) и мертвopoкpовная (М), в которой проективное покрытие напочвенного покрова менее 5 %. Отдельно выделены участки с нарушенным напочвенным покровом (НП), образовавшимся при трелёвке стволов деревьев.

Названия парцелл устанавливали по доминантным видам всех ярусов фитоценоза. В название и аббревиатуру парцелл включены все ярусы фитоценоза, установленные по указанным признакам. Например, парцеллы: Е<sub>Ж</sub>-КК – еловый жердняк кислично-костяничный, Е<sub>М</sub>-ЧД – еловый молодняк чернично-долгомошный, Е<sub>П</sub>-КГ – с несомкнутым еловым подростом кислично-голокучниковая, Е,Ос.п-Щ – с несомкнутым еловым и осиновым подростом щучковая, Ос,Б<sub>п</sub>-Кр-В – с несомкнутым осиново-берёзовым подростом и крушиной вейниковая, Ос.м-Мл-В – осиновый молодняк с малиной вейниковый.

Границы парцелл выделяли на планах ППП по взаимно перпендикулярным трансектам с учётом различий всех ярусов фитоценоза и окончательно устанавливали по расчётам параметров древостоя с

использованием компьютерной программы. Для каждой парцеллы по ярусам древостоя ели рассчитаны параметры: плотность ( $P$ , экз.га<sup>-1</sup>), горизонтальная сомкнутость полога ( $S_p$ , %), средний возраст ( $A$ , лет) деревьев, средняя высота ( $H$ , м), средний диаметр на высоте 1,3 м ( $D_{1,3}$ , мм) и 0,1 м ( $D_{0,1}$ , мм). Рассчитаны средние параметры кроны дерева: площадь ( $S_k$ , м<sup>2</sup>) и объём ( $V_k$ , м<sup>3</sup>) кроны; коэффициенты:  $K_H$  – коэффициент протяжённости кроны дерева (соотношение протяжённости кроны и высоты дерева, %) и  $KV$  – коэффициент использования кроной дерева его надземного пространства роста (соотношение объёма кроны дерева и объёма его надземного пространства роста, %). Минимальная площадь парцеллы принята равной 15 м<sup>2</sup>, так как при большем значении не фиксируются разобщённые участки с разными ярусами – эдификаторами фитоценоза.

**Результаты.** На контрольной ППП древостой имеет сложное вертикальное строение и состоит из трёх пологров: верхнего, среднего и нижнего. Они соответствуют первому, второму ярусам и подросту, выделяемым при таксации древостоев по соотношению высот деревьев. В год её закладки было выделено десять парцелл площадью от 42 до 796 м<sup>2</sup>, имеющих различия во всех ярусах лесного фитоценоза. В первом ярусе древостая преобладали парцеллы с доминированием в верхнем ярусе берёзы (более 80 %). Единично представлены берёзово-осиновая, осиновая и еловая парцелла, образованная елью в возрасте 75 лет. В течение первых десяти лет наблюдений отмечено выпадение из состава древостая 60-летней осины и связанное с этим исчезновение парцелл с её доминированием. Густота подпологовой популяции ели достигает максимальных значений, что способствует дифференциации деревьев и формированию в древостое второго яруса. Численно преобладали (60 %) парцеллы с сомкнутым подростом ели возраста 20–40 лет (в сред-

нем 25 лет), густотой 5,4 тыс. экз.га<sup>-1</sup>, высотой 2,7 м, сомкнутостью полога 0,6 и крон 0,9. Формирование второго елового яруса в этих парцеллах не завершено, о чём свидетельствует низкая сомкнутость древостая ( $S_p = 0,4$ ,  $S_k = 0,45$ ,  $P = 0,7$  тыс. экз.га<sup>-1</sup>). Отмеченные различия в сомкнутости полога и густоте второго яруса и подростка ели определяют приоритет фитоценотической роли последнего в формировании в этот период времени структуры фитоценоза. Через десять лет на ППП во второй еловый ярус перешли наиболее высокие деревья из подростка, в результате чего образовались парцеллы с сомкнутым вторым ярусом ели ( $S_p = 0,6$ ,  $S_k = 0,8$ ,  $P = 1,2$  тыс. экз.га<sup>-1</sup>), которые стали численно преобладать в насаждении. В то же время сомкнутость подростка уменьшилась до 0,4, а его крон – до 0,5. Часть парцелл с несомкнутым подростом ( $S_p = 0,3$ ,  $S_k = 0,4$ ,  $P = 2,7$  тыс. экз.га<sup>-1</sup>) средней высотой 2 м через десять лет трансформировалась в парцеллы с сомкнутым вторым ярусом ели. Через 20 лет число таких парцелл уменьшилось с семи до пяти и на 91 % площади насаждения сформировались парцеллы со вторым ярусом ели высотой 11,9 м со средней численностью 0,9 тыс. экз.га<sup>-1</sup> и сомкнутостью полога 66 %.

После рубки верхнего полога берёзы парцеллярная структура фитоценозов, развивавшихся в условиях дефицита светового ресурса, существенно изменилась и на вырубках сформировалась мозаика разнообразных парцелл, пространственная структура и площадь которых обусловлены особенностями строения насаждений до рубки и технологией проведения лесосечных работ. На двухлетних вырубках было выделено 29 парцелл, объединённых в 11 групп (табл. 1). Количество отдельных парцеллярных участков увеличилось по сравнению с контрольной ППП больше почти в три раза (табл. 2). На волоках двухлетних вырубков, занимающих 28 % их площади, выделено семь парцелл, объеди-

нённых в три группы по однородности всего лишь 9 % площади волоков, через древесного яруса. Участки с минерализованной поверхностью почвы, занимавшие пять лет уже не фиксировались, полностью зарастая осиной, кустарниками и травами.

Таблица 1

## Количество парцелл на вырубках различной давности

Давность рубки древостоя, лет	Значение показателей парцеллярной структуры древостоя на пасаках (волоках)		
	Количество парцелл, шт.	Количество групп парцелл, шт.	Количество участков парцелл, шт. га <sup>-1</sup>
2	22 (7)	9 (3)	72 (38)
7	23 (7)	9 (3)	64 (15)
12	26 (13)	15 (7)	71 (22)
22	12 (9)	7 (3)	41 (12)

Таблица 2

## Динамика групп парцелл после рубки березняков с сохранением ели предварительной генерации

Группы парцелл	Представленность (%) групп парцелл на вырубках различной давности*			
	2 года	7 лет	12 лет	22 года
Пасечные участки				
Ев	2/1	3/2	3/2	55/42
Еж	21/16	45/33	60/44	32/24
Ем	38/27	18/13	8/5	-
Еп	10/8	8/6	2/1	-
Евоз	-	-	-	1/1
Еп-Ос.вз	12/9	-	-	-
Е,Ос.п	-	8/6	5/3	-
Еж-Ос,Бвз	-	-	1/1	-
Еж-Бж	-	-	-	3/2
Еж-Рб	-	-	1/1	-
Ев-Ос.п	-	-	1/1	-
Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub>	2/1	2/1	1/1	-
Б,Ос <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub>	-	3/2	3/2	-
Б, Ос <sub>1</sub> -Ес <sub>п</sub>	3/2	-	-	-
Б <sub>1</sub> Е <sub>1</sub>	-	-	-	5/4
Ос.вз	10/7	-	-	-
Ос.п	-	12/8	3/2	-
Ос.м	-	-	9/6	-
Осж	-	-	-	3/2
Ос,Бп	-	-	1/1	-
Ос.м Еп	-	-	1/1	-
Трв	2/1	1/1	1/1	1/1
Итого	100/72	100/72	100/72	100/76
Трелевочные волоки				
Нп	9/2	-	-	-
Трв	68/20	54/15	28/8	47/11
Кст	-	14/4	8/2	-
Ос.вз	23/6	-	-	-
Ос.п	-	32/9	2/1	-
Ос.м	-	-	28/7	-
Ос.м-Кст	-	-	11/3	-
Осж	-	-	-	33/8
Ос,Бп	-	-	21/6	-
Бп	-	-	2/1	-
Бм	-	-	-	20/5
Итого	100/28	100/28	100/28	100/24

\*Примечание: над чертой – представленность групп парцелл на площадях пасек; под чертой – представленность групп парцелл на площадях волоков.

Живой напочвенный покров, характерный для кислично-черничного типа леса, сохранился на 17 % площади волоков. На волоках двухлетних вырубок основными являются парцеллы с травяно-кустарничковым ярусом (68 %) с доминированием типичных для вырубок видов. Нужно отметить, что парцеллы с порослевым возобновлением осины образовались только на тех участках, где до рубки количество её деревьев в составе первого яруса древостоя превышало 30 %. Максимальная численность корневой поросли осины в группе парцелл Ос.вз достигает 110 тыс. экз.га<sup>-1</sup>, а средняя – 53 тыс. экз.га<sup>-1</sup>. Возобновление берёзы, появившееся в виде поросли от пней, не образовало отдельных парцелл, чему способствовало быстрое зарастание волоков вейником и щучкой, которые ограничивают распространение берёзы [17], а также доминирование осины, обладающей более высокой скоростью роста.

В течение пяти лет площадь парцелл с осиновым подростом увеличилась до 32 %, но из-за интенсивного естественного изреживания и неоднократного повреждения её лосем численность подроста сократилась в 1,5 раза. В наиболее дренированных условиях на волоках возникли кустарничковые парцеллы (малиново-вейниковые и малиново-щучковые, рябиновые и крушиновые), занимающие 14 % их площади. На вырубках 12-летней давности их площадь сократилась до 8 %, а при более поздних наблюдениях они уже не фиксировались. Через 12 лет после рубки парцеллярная структура волоков становится ещё более дробной. Наблюдается образование парцелл с сомкнутым молодняком осины (28 %) и осиновые парцеллы с кустарничковым ярусом (11 %). За счёт естественного изреживания средняя численность осины в таких парцеллах сократилась до 14,5 тыс. экз.га<sup>-1</sup> при средней высоте 3,5 м. На части волоков, где до рубки в первом ярусе древостоя доминировала берёза, только через 12 лет

после рубки были выделены парцеллы с берёзово-осиновым (21 %) и берёзовым (2 %) подростом при его средней численности 6,1 тыс.экз.га<sup>-1</sup>. На вырубке 22-летней давности парцеллярная структура волоков ещё более упрощается. Сильное и неоднократное повреждение стволов лосем и последующее поражение стволовой гнилью приводит к массовому усыханию осины и уменьшению представленности осиновых парцелл. В результате площадь травяно-кустарничковых парцелл, сократившаяся на волоках 12-летних вырубок, на 22-летних увеличивается до 47 % и они вновь становятся основными. На 33 % площади волоков формируется насаждение осины в фазе жердняка (средняя численность 5,0 тыс.экз.га<sup>-1</sup>, высота 8,9 м). Берёза, возобновившаяся позднее, образует молодняк на 20 % площади волоков (численность 5,5 тыс.экз.га<sup>-1</sup>, высота 4,3 м). В напочвенном покрове волоков сохраняется доминирование вейника и щучки во всех группах парцелл. В парцеллах же с сомкнутым молодняком и жердняком осины восстанавливается напочвенный покров, типичный для кислично-черничного типа леса.

На пасечных участках вырубок динамика парцеллярного строения фитоценоза обусловлена трансформацией структуры популяции ели, связанной, с одной стороны, с увеличением интенсивности роста её деревьев при увеличении освещённости после удаления полога берёзы, а с другой – отпадом части деревьев при адаптации к изменённым условиям среды. На пасечных участках двухлетних вырубок парцеллы с предварительным возобновлением ели занимают 88 % площади, на которых сохранилось 4,2 тыс. экз.га<sup>-1</sup> её деревьев, представленных в основном подростом. Количество парцелл по сравнению с контролем увеличилось до 22 (отдельных участков – 72 шт.га<sup>-1</sup>), объединённых в девять групп по сходству строения древесного яруса. Доминируют парцеллы с молодняком ели (38 % площади), имею-

щие среднюю его численность 5,2 тыс.экз.га<sup>-1</sup> и сохраняющие преобладание над остальными в течение первых десяти лет (табл. 3). В парцеллах наблюдается дифференциация деревьев ели по высоте и формирование верхнего яруса ещё не завершено. В напочвенном покрове доминируют виды, характерные для кислично-черничного типа леса (кислица, костяника, черника и кукушкин лён обыкновенный), 5 % площади занимают мертвopoкровные участки, появляющиеся при сомкнутости елового полога более 85 %.

Группа парцелл с жердняком ели занимает 21 % площади пашек. Парцеллообразующим является верхний ярус ценопопуляции ели, который в формирующемся насаждении является первым и имеет высоту более 6 м, а сомкнутость полога на отдельных участках составляет 75–90 %. В напочвенном покрове этой группы парцелл преобладают также виды кислично-костяничной (25 %) и чернично-долгомошной групп (21 %), сохраняющие доминирование в течение всего периода наблюдений. Парцеллы с возобновлением

осины размещаются, как правило, по границе волоков, где при рубке верхнего яруса был повреждён напочвенный покров и подрост ели. В напочвенном покрове здесь доминируют виды, характерные для вырубков (щучка, вейник). На остальных участках пашек, удалённых от волоков, в травяно-кустарничковом ярусе под древостоем доминируют костяника, черника и кислица, увеличивается участие майника и брусники, а также типичных таёжных мхов – дикранума и плеврозиума. Возобновление осины, появляющееся в парцеллах с молодняком и жердняком ели, в условиях сильного затенения пологом древостоя погибает в течение 1–2 лет.

Изменение парцеллярной структуры фитоценозов на вырубках происходит весьма интенсивно в связи с прохождением стадии возобновления древесных пород, завершающейся образованием молодых сомкнутых древостоев. На 12-летних вырубках площадь парцелл с елью в стадии жердняка увеличилась до 60 %, что на 9 % больше площади парцелл со вторым ярусом ели в 65-летнем березняке на контроле.

Таблица 3

Таксационная характеристика популяции ели на вырубке

Давность рубки, лет	Группа парцелл	Парцеллообразующий ярус ценопопуляции	Значение параметров древостоя в парцеллах*							
			Р, тыс. экз.га <sup>-1</sup>	А, лет	Н, м	Д, см	S <sub>p</sub> , %	S <sub>к</sub> , %	P <sub>к</sub> , м <sup>2</sup>	V <sub>к</sub> , м <sup>3</sup>
2	Еп	3	5,7	19	1,1	2,8	27	32	0,54	0,20
		вся ЦП	6,0	20	1,4	3,1	44	52	0,63	0,30
	Ем	3	4,4	30	2,5	3,8	55	72	0,76	0,17
		вся ЦП	5,2	31	3,1	4,3	76	114	1,14	0,59
	Еж	2	1,4	38	6,8	7,8	61	79	5,45	12,95
		вся ЦП	5,1	32	3,8	4,6	82	139	1,58	0,95
12	Ем	3	6,5	26	2,0	3,0	55	67	2,64	1,76
		вся ЦП	7,8	28	2,9	4,2	83	129	0,89	0,86
	Еж	2	2,2	46	9,8	11,3	84	120	5,0	10,72
		вся ЦП	4,0	41	6,6	7,7	87	140	3,5	6,02
22	Еж	2	1,8	45	9,5	11,9	56	62	4,8	13,8
		вся ЦП	4,9	39	6,0	7,1	86	122	3,3	5,0
	Ев	1	1,0	53	15,6	17,4	76	87	10,2	33,7
		2	0,8	47	10,2	8,8	26	34	4,2	7,8
		вся ЦП	3,6	43	8,6	10,4	90	110	5,0	10,4

\*Примечание: Р – плотность (густота) древостоя, А – возраст, Н – высота, Д – диаметр ствола на высоте 1,3 м, S<sub>p</sub> – сомкнутость полога, S<sub>к</sub> – сомкнутость крон, P<sub>к</sub> – площадь кроны, V<sub>к</sub> – объём кроны.

Парцеллы представлены территориально разобщёнными участками площадью от 10 до 450 м<sup>2</sup>. Дробность пространственной структуры возросла, количество парцелл увеличилось до 26, групп парцелл до 15, что связано с разнообразием напочвенного покрова. При интенсивном росте ели парцеллы Е<sub>М</sub> через 20 лет полностью перешли в стадию жердняка. Численность ели в верхнем ярусе увеличилась до 2,2 тыс. экз.·га<sup>-1</sup>, сомкнутость полога до 84 %. Ель в группах парцелл Е<sub>П</sub> образовала сомкнутый полог, парцеллы почти полностью перешли в группу Е<sub>М</sub>, за исключением парцелл с подростом ели и молодняком осины Ос<sub>М</sub>-Е<sub>П</sub>. Ель в этих парцеллах под сомкнутым пологом осины значительно отстаёт в росте, оставаясь в стадии подростка, сомкнутость её крон ниже 50 %. За 12 лет после рубки отпад ели не превышал 21 % количества особей предварительной генерации. В нём преобладали ослабленные, не способные адаптироваться к условиям рубки особи, а также повреждённые в процессе рубки деревья. Доля погибших деревьев в подросте составляла в среднем 16 %, во втором ярусе – 22 %. Увеличение количества участков парцелл происходит в основном за счёт дифференциации парцелл с участием осины, которая в течение десятилетнего периода наблюдений образовала сомкнутый молодняк численностью 14,5 тыс. экз.·га<sup>-1</sup> и высотой 3,5 м. В последующем десятилетии отпад ели составил 45 % общего количества деревьев, из которых примерно в равной мере представлены особи подростка и второго яруса.

На 55 % площади 22-летних вырубок сформировались парцеллы в стадии возмужания ели (Е<sub>В</sub>). Визуальная оценка состояния деревьев показала, что в первом ярусе доля нормальных деревьев составляет 94 %, во втором же ярусе остались преимущественно отстающие в росте деревья (доля нормальных 52 %). В подросте только 3 % экземпляров можно отнести к нормальным. На 32 % площади пазух сформировались парцеллы с елью в стадии жердняка (Е<sub>Ж</sub>), где парцеллообра-

зующий второй ярус имеет меньшую среднюю высоту и сомкнутость полога. Ярус подростка в таких парцеллах имеет густоту 3,1 тыс. экз.·га<sup>-1</sup>, сомкнутость полога 34 %, среднюю высоту 2,1 м.

В популяции ели на 22-летних рубках начинается семеношение лидирующих деревьев, которые превосходят несемещащие деревья по высоте в 1,4 раза, а по объёму крон в 2,8 раза [14]. В урожайные годы популяция ели предварительной генерации успешно выполняет функцию обсеменения [18], однако высокая гибель подростка, сохранность которого составляет лишь 7 %, приводит к тому, что пополнение существующей популяции ели практически не происходит. Единичная парцелла с текущим возобновлением ели (Е<sub>ВЗ</sub>-КГ) на 22-летних рубках занимает лишь 1 % площади и выделена узкой полосой по границе волока и пасеки, где успешному росту деревьев способствует хорошая боковая освещённость и отсутствие подростка высокорослых трав.

### Выводы

1. Вырубки южнотаёжных мелколиственных древостоев отличаются большим парцеллярным разнообразием: на двухлетних рубках березняка в кислотно-черничном типе леса выделено 29 парцелл, количество отдельных парцеллярных участков достигает 111 шт.·га<sup>-1</sup>, что почти втрое больше, чем в насаждении до рубки. Парцеллы представлены участками площадью от 10 до 450 м<sup>2</sup>.

2. На рубках формируется мозаика фитоценозов, разнообразных по видовому составу всех ярусов фитоценоза, возрасту и структуре древостоев. Размещение и площадь парцелл на рубке обусловлены парцеллярной структурой фитоценоза до рубки, технологией лесосечных работ, размещением технологических элементов на рубке, давностью рубки. В течение 20 лет после рубки древостоя возрастает монопарцеллярность структуры фитоценоза, количество парцеллярных участков постепенно сокращается почти вдвое (до 53 шт.·га<sup>-1</sup>).



3. На волоках вырубок состав подроста мелколиственных пород зависит от состава древостоя до рубки и степени повреждения поверхности почвы при лесосечных работах. На участках, где до рубки количество осины в составе первого яруса древостоя превышало 30 %, сразу после рубки появляется её порослевое возобновление с численностью подроста до 110 тыс.экз.га<sup>-1</sup>, которое в течение 20 лет формирует осинник в стадии жердняка, занимающий 33 % площади волоков. Возобновление берёзы, по сравнению с осинной, задерживается на десять лет из-за быстрого зарастания волоков вейником и щучкой, в результате чего только лишь через 20 лет формируются парцеллы с молодняком берёзы, занимающие 20 % площади волоков. Последующее возобновление ели в течение 20 лет не образует отдельных парцелл в результате сохранности лишь 7 % всходов ели и их рассеянного размещения.

4. На пасаках соблюдение технологии лесосечных работ позволяет сохранить парцеллы с древесным ярусом на 88 % их площади. Изменение парцеллярной структуры фитоценозов происходит здесь весьма интенсивно в связи с прохождением стадии возобновления древесных пород, завершающейся образованием сомкнутых древостоев. На двухлетних вырубках преобладают

парцеллы с елью предварительной генерации в стадии молодняка (38 % площади) и жердняка (21 %). Уже на семилетних вырубках интенсивный рост деревьев после рубки березняка приводит к доминированию парцелл с елью в стадии жердняка (45 %). На 12-летних вырубках их площадь увеличивается до 60 %. В парцеллах с еловым подростом полог смыкается и ель почти полностью переходит в стадию молодняка. На пасаках 22-летних вырубок преобладают парцеллы с елью в стадии возмужания (55 %) и жердняком ели (32 %).

5. По границе волоков, где при рубке верхнего яруса был повреждён напочвенный покров и подрост ели, формируются парцеллы с возобновлением осины, занимающие 10 % площади пасаек, а также с подростом ели и возобновлением осины (12 %). Значительный отпад осины вследствие сильного повреждения лосем приводит в течение 20 лет к формированию на таких участках жердняка ели.

6. Познание парцеллярной структуры фитоценозов и трансформации её на вырубках позволяет разобраться в причинах, определяющих изначально восстановительно-возрастную динамику древостоев, что определяет ход лесообразовательного процесса и систему лесоводственных мер, направленных на создание высокопроизводительных хвойных насаждений.

#### Список литературы

1. Орлов А. Я. Почвенно-экологические основы лесоводства в южной тайге. М.: Наука, 1991. 104 с.
2. Беляева Н. В. Оценка жизненного состояния популяций подроста ели на парцеллярном уровне // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2013. № 35. С. 38-41.
3. Дылис Н. В. Структура лесного биогеоценоза // Комаровские чтения. М.: Наука, 1969. Вып. XXI. 55 с.
4. Дылис Н. В. Основы биогеоценологии. М.: Изд-во МГУ, 1978. 151 с.
5. Сукачев В. Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Избранные труды. Л.: Наука, 1972. Т. 1. 418 с.
6. Уткин А. И. Изучение лесных биогеоценозов // Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. С. 281-317.
7. Дыренков С. А. Структура и динамика таежных ельников. М.: Наука, 1984. 174 с.
8. Анализ структуры древесных ценозов / Бузыкин А.И., Гавриков В.Л., Секретенко О.П. и др. Новосибирск: Наука, 1985. 94 с.
9. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов европейской части СССР) / О.В. Смирнова, А.А. Чистякова, Р.В. Попадюк и др. Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1990. 92 с.
10. The mosaic-cycle concept of ecosystem / Ed. Remmert H. Berlin, Heidelberg, N.Y.: Springer-Verlag, 1991. 168 p.
11. Рубцов М. В., Дерюгин А. А. Рост ели под пологом березняков и после рубки их с сохранением подроста // Известия вузов. Лесной журнал. 2007. № 2. С. 19-27.
12. Рубцов М. В., Рыбакова Н. А. Динамика парцеллярной структуры лесных фитоценозов в процессе

восстановления популяции ели в южнотаежных березняках // Лесоведение. 2016. № 5. С. 323-331.

13. Дерюгин А.А. Динамика состояния популяции ели в насаждениях, формирующихся после рубки березовых древостоев с сохранением подроста // Лесохозяйственная информация: электронный сетевой журнал. 2017. № 31. С. 16-23.

14. Рыбакова Н. А., Рубцов М. В. Влияние рубки древостоев березы на семеношение ели предвзрительной генерации в южной тайге // Известия вузов. Лесной журнал. 2017. № 2 (356). С. 21-31.

15. Смолоногов Е. П. О лесообразовательном процессе // Лесоведение. 1999. № 3. С. 7-12.

16. Смолоногов Е. П., Алесенков Ю. М., Поздеев Е. Г. Географо-генетический подход к построению лесотипологических классификаций // Лесоведение. 2004. № 5. С. 76-80.

17. Пегов Л. А. Начальный период формирования структуры молодняков на вырубках в таежной зоне // Лесоведение. 1985. № 3. С. 55-60.

18. Татарников Д. В. Текущее возобновление ели в ходе демутационных сукцессий в южной тайге // Комплексные стационарные исследования в лесах южной тайги. Памяти М.В. Рубцова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. С. 118-208.

Статья поступила в редакцию 23.05.18.

Принята к публикации 27.08.18.

### Информация об авторе

*РЫБАКОВА Наталья Алексеевна* – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории лесоводства и биологической продуктивности, Институт лесоведения РАН. Область научных интересов – биогеоценология, лесоводство, лесное почвоведение. Автор 54 публикаций.

UDC 630\*221.2: 630\*181.522

DOI: 10.15350/2306-2827.2018.3.5

### DYNAMICS OF SPACE STRUCTURE OF PLANT COMMUNITIES ON THE SLASHES OF BIRCH GROVES WITH SPRUCE OF PRELIMINARY GENERATION

*N. A. Rybakova*

Institute of Forest Science of RAS,

21, Sovetskaya St., Uspenskoe village, Moscow region, 143030, Russian Federation

E-mail: 1986620@gmail.com

**Keywords:** southern taiga; birch groves clearance; parcel structure of plant formation; spruce cenopopulation.

### ABSTRACT

**Introduction.** The necessity to improve the silvicultural activities on the slashes of small-leaved stands using the knowledge about the dynamics of space structure of forest communities in the course of forest-forming process determines the topicality of the studied problem. This problem is lack of study in the taiga zone forest. **The goal** of the paper is to study a long term dynamics of space structure of forest communities after felling of secondary birch groves with conservation of spruce of preliminary generation. **Objects and methods.** The fellings of birch groves with spruce of preliminary generation growing in the sorrel - myrtillus forest type were chosen to be the object of the research (North forest experiment station of the Institute of Forest Science, RAS, Yaroslavl oblast). Measurement was taken in 2, 7, 12, and 22 years after stand felling and it was also taken on the controlled sampling area. Dynamics of the structure of plant communities was analyzed by the groups of parcels. **Results.** The slashes are of vast space diversity: in 2-year cuttings, there are 3 times more parcels in comparison with the data from the controlled sampling area. The parcels were divided into 11 groups by similarity of the structure of plant communities. In 12-year old cuttings, the area of parcels with spruce has increased 60 %, which is determined with intensive growth of this species after removal of upper layer of birch. In the cutting area of 22-year old slashes, the parcels with young trees (38 % of the area) and polewood of spruce (21 %) predominate, aspen groves in the stage of polewood are developing (33 % of the area). Birch regeneration is 10 years later because of quick colonization of the area with woodreed and tussock-grass. The parcels with young birch (20 %) are developed in 20 years only. In the skidding trails of 22-year old cuttings, the parcels with grassy - suffruticose layer (47 %) predominate. **Conclusion.** Location and the area of parcels on the slashes of small-leaved stands in the taiga zone forests is determined with the structure of plant community before felling, with location of engineering elements on the slash and with the time passed after felling. Study of the parcel structure in plant communities and its transformation on the slashes makes it possible to understand the reasons, determining recovery-age dynamics of stands which defined the choice of the system of silvicultural activities, directed to establishment of highly -productive coniferous stands.

## REFERENCES

1. Orlov A.Ya. *Pochvenno-ekologicheskie osnovy lesovodstva v yuzhnoy tayge* [Soil-Ecological Basis of Sylviculture in Southern Taiga]. Moscow: Nauka, 1991. 104 p. (In Russ.).
2. Belyaeva N.V. Otsenka zhiznennogo sostoyaniya populyatsiy podrosta eli na partsellyarnom urovne [An Assessment of Vital Condition of Spruce Undergrowth Population on the Parcel Level]. *Aktualnye problemy lesnogo kompleksa* [Current Problems of Timber complex]. 2013. No 35. Pp. 38-41. (In Russ.).
3. Dylis N.V. Struktura lesnogo biogeotsenoza [Structure of Forest Biogeocenose]. *Komarovskie chteniya* [Komarovskie Readings]. Moscow: Nauka, 1969. Iss. XXI. 55 p. (In Russ.).
4. Dylis N.V. *Osnovy biogeotsenologii* [The Fundamentals of Biogeocenology]. Moscow: Izd-vo MGU, 1978. 151 p. (In Russ.).
5. Sukachev V.N. *Osnovy lesnoy tipologii i biogeotsenologii. Izbrannye trudy* [Foundamentals of Forest Typology and Biogeocenology. Collected Papers]. Leningrad: Nauka, 1972. Vol. 1. 418 p. (In Russ.).
6. Utkin A.I. Izucheniye lesnykh biogeotsenozov [Study of Forest Biogeocenoses]. *Programma i metodika biogeotsenologicheskikh issledovaniy* [The Program and Method of Biogeocenological Studies]. Moscow: Nauka, 1974. Pp. 281-317. (In Russ.).
7. Dyrenkov S.A. *Struktura i dinamika taezhnykh elnikov* [Structure and Dynamics of Taiga Spruce Forests]. Moscow: Nauka, 1984. 174 p. (In Russ.).
8. Buzykin A.I., Gavrikov V.L., Sekretenko O.P. et al. *Analiz struktury drevesnykh tsenozov* [The Analysis of Structure of Woody Cenosis]. Novosibirsk: Nauka. 1985. 94 p. (In Russ.).
9. Smirnova O.V., Chistyakova A.A., Popaduk R.V. et al. *Populyatsionnaya organizatsiya rastitelnogo pokrova lesnykh territoriy (na primere shirokolistvennykh lesov evropeyskoy chasti SSSR)* [Population Organization of Vegetation Cover in Forests (based on the example of broad-leaved forests in European Russia)]. Pushchino: ONTINTSBI AN SSSR, 1990. 92 p. (In Russ.).
10. Remmert H. Berlin, Heidelberg N.Y. *The Mosaic-Cycle Concept of Ecosystem*. Springer-Verlag, 1991. 168 p.
11. Rubtsov M.V., Derugin A. A. Rost eli pod pologom bereznyakov i posle rubki ikh s sokhraneniem podrosta [Spruce Growth under the Canopy of Birch Groves after Their Clearance with Conservation of Undergrowth]. *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal* [University News. Forest Magazine]. 2007. No 2. Pp. 19-27. (In Russ.).
12. Rubtsov M.V., Rybakova N.A. Dinamika partsellyarnoy struktury lesnykh fitotsenozov v protsesse vosstanovleniya populyatsii eli v yuzhnotaezhnykh bereznyakakh [Dynamics of Parcel Structure of Forest Community in the Course of Spruce Population Regeneration in South-Taiga Birch Groves]. *Lesovedenie* [Sylviculture]. 2016. No 5. Pp. 323-331. (In Russ.).
13. Derugin A.A. Dinamika sostoyaniya populyatsii eli v nasazhdeniyakh, formiruyushchikhsya posle rubki berezovykh drevostoev s sokhraneniem podrosta [Dynamics of Spruce Population Condition in the Plantations Developed after Birch Stands Felling with Undercover Conservation]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya: elektronnyy setevoy zhurnal* [Forestry-Based Information: e-network magazine]. 2017. No 31. Pp.16-23. (In Russ.).
14. Rybakova N.A., Rubtsov M.V. Vliyaniye rubki drevostoev berezy na semenosheniye eli predvaritelnoy generatsii v yuzhnoy tayge [The Influence of Birch Stands Felling on Seedage of Spruce of Preliminary Generation in Southern Taiga]. *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal*. [University News. Forest Magazine]. 2017. No 2 (356). Pp. 21-31. (In Russ.).
15. Smolonogov E.P. O lesobrazovatelnom protsesse [On the Forest-Forming Process]. *Lesovedenie* [Sylviculture]. 1999. No 3. Pp. 7-12. (In Russ.).
16. Smolonogov E.P., Alesnikov Yu.M., Pozdeev E.G. Geografo-geneticheskiy podkhod k postroeniyu lesotipologicheskikh klassifikatsiy [Geographic and Genetic Approach to Forest-Typological Classifications Construction]. *Lesovedenie* [Sylviculture]. 2004. No 5. Pp. 76-80. (In Russ.).
17. Pegov L.A. Nachalnyy period formirovaniya struktury molodnyakov na vyrubkakh v taezhnoy zone [A Starting Period to Develop the Structure of Young Stand on the Clearance of Taiga Region]. *Lesovedenie* [Sylviculture]. 1985. No 3. P.55-60. (In Russ.).
18. Tatarnikov D.V. Tekushchee vozobnovleniye eli v khode demutatsionnykh suksessiy v yuzhnoy tayge [Current Spruce Regeneration in the Course of Demutational Succession in Southern Taiga]. *Kompleksnye statsionarnye issledovaniya v lesakh yuzhnoy taygi. Pamyati M.V. Rubtsova* [Complex Stationary Research in Southern Taiga Forests. In memory of M.V. Rubtsov]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy, 2017. P. 118-208. (In Russ.).

The article was received 23.05.18.  
Accepted for publication 27.08.18.

**For citation:** Rybakova N. A. Dynamics of Space Structure of Plant Communities on the Slashes of Birch Groves with Spruce of Preliminary Generation. *Vestnik of Volga State University of Technology*. Ser.: Forest Ecology. Nature Management. 2018. No 3(39). Pp. 5–15. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.3.5

#### Information about the author

*RYBAKOVA Natalia Alexeyevna* – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Scientist at the Laboratory of Forestry and Biological Productivity, Institute of Forest Science of RAS. Research interests – biogeocenology, forestry, forest pedology. The author of 54 publications.