

УДК 630\*182.3: 630\*114.351  
DOI: 10.15350/2306-2827.2017.1.26

## ВЛИЯНИЕ ПАРЦЕЛЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ЮЖНОТАЁЖНЫХ БЕРЕЗНЯКОВ НА ПРОСТРАНСТВЕННУЮ НЕОДНОРОДНОСТЬ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ

**Н. А. Рыбакова**

Институт лесоведения РАН,  
143030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, ул. Советская, 21  
E-mail: 1986620@gmail.com

*Исследованы парцеллярная структура южнотаёжных березняков кисличных и черничных в связи с естественным восстановлением под их пологом популяции ели и её влияние на пространственную неоднородность лесной подстилки (Ярославская обл., Северная лесная опытная станция ИЛАН). Показана статистически обоснованная зависимость запаса лесной подстилки от плотности древостоя, горизонтальной сомкнутости крон и полога популяции ели, приведены характеристики подстилки в различных группах парцелл и зонах кроны деревьев ели.*

**Ключевые слова:** южная тайга; популяция ели под пологом березняков; лесная подстилка.

**Введение.** Мозаичность является фундаментальным свойством лесного биогеоценоза. Изучение структуры лесных фитоценозов на парцеллярном уровне позволяет составить прогноз их дальнейшего развития, оценить возможность успешного возобновления древесных видов и качество подроста, определить минимальную площадь устойчивого существования лесного ценза. Лесная подстилка в лесных биогеоценозах является основным источником поступления органических и минеральных веществ в почву. Подстилка оказывает влияние на гидро-термический и воздушный режим почвы, естественное возобновление древесных пород. Подстилка в наибольшей степени по сравнению с почвой отражает современный тип биоценоза и режим увлажнения, является чувствительным индикатором современных климатических изменений в биосфере [1–3].

**Цель работы** – изучение динамики парцеллярной структуры березняков в связи с естественным восстановлением

под их пологом популяции ели, анализ влияния парцеллярной структуры фитоценоза на лесную подстилку.

**Объект и методика исследования.** Исследования динамики парцеллярной структуры лесных фитоценозов в процессе восстановления популяции ели проведены в южной тайге на Северной лесной опытной станции Института лесоведения РАН (Ярославская обл., Рыбинский район). Работы велись на 17 постоянных пробных площадях площадью от 625 до 3300 м<sup>2</sup> в преобладающих в южной тайге типах леса – березняках, возникших после рубки наиболее производительных ельников кислично-черничной группы типов леса [4–6]. В первом ярусе производных древостоев преобладает (70–100 %) берёза (*Betula pendula* Roth.) и незначительно (до 30 %) представлена осина (*Populus tremula* L.). Возраст березняков на пробных площадях от 40 до 115 лет, полнота 0,8–1,0, класс бонитета Ia. Под пологом берёзы восстанавливается популяция ели (*Picea abies* L.).

© Рыбакова Н. А., 2017.

**Для цитирования:** Рыбакова Н. А. Влияние парцеллярной структуры южнотаёжных березняков на пространственную неоднородность лесной подстилки // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 1 (33). С. 26–35. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.1.26

Березняки с формирующимся под их пологом подростом и вторым ярусом ели имеют сложную парцеллярную структуру, что обусловлено различиями в составе древесного, кустарникового и травянистого ярусов, возрастом и плотностью древостоя. В качестве единицы пространственного расчленения биогеоценоза нами принята биогеоценотическая парцелла в понимании Н. В. Дылиса [7] и ряд методических подходов к изучению структуры древесных ценозов [8–12]. Биогеоценотические парцеллы обособлены друг от друга в пространстве на всю вертикальную толщу биогеоценоза и выделяются по структурным особенностям всех ярусов фитоценоза. Для каждого яруса фитоценоза нами определены диагностические признаки выделения парцелл. В древесном ярусе основанием для выделения парцелл является различие в следующих признаках: ярусности (первый ярус, второй ярус, подрост), стадии онтоценогенеза верхнего яруса, видовом составе (доминирующий и субдоминирующий виды) и сомкнутости полога еловой популяции. Сомкнутым считается ярус при сомкнутости полога ели более 50 %. При выделении парцелл доминирующим в ценопопуляции ели принимается ярус (подрост или второй ярус), обладающий более высокой сомкнутостью полога.

Парцеллы в травяно-кустарничковом ярусе выделялись по доминирующему виду (при количественном участии доминанта 50 % и более) или по доминирующему и субдоминирующему видам (при количественном участии субдоминанта более 30 %). По напочвенному покрову выделено пять групп диагностических видов: кислично-костяничная (КК), кислично-голокучниковая (КГ), чернично-долгомощная (ЧД), чернично-сфагновая (ЧС). Парцеллы, в которых нижний ярус фитоценоза слабо выражен (проективное покрытие менее 5 %) вследствие сильного влияния на его формирование густого елового древостоя, названы мертвopoкpoвными (МП). По напочвенному покрову в березняках кисличных (Бкис.) доминирует кислично-

костяничная парцелла, в березняках черничных (Бчер.) – чернично-долгомощная, а также на микропонижениях рельефа встречаются чернично-сфагновые парцеллы.

Названия парцелл устанавливали по доминантным видам всех ярусов фитоценоза. Каждая парцелла обозначалась формулой с указанием названия ярусов фитоценоза. В формуле парцеллы указывается название вида деревьев первого яруса ( $B_1$ ,  $O_{c1}$ ,  $E_1$ ), элемент морфоструктуры древостоя ели ( $E_{II}$  – несомкнутый подрост ели,  $E_{СП}$  – сомкнутый подрост,  $E_2$  – ель во втором ярусе), группа диагностических видов в напочвенном покрове. Например, парцелла  $B_1$ - $E_{СП}$ -КК – берёзовая с сомкнутым еловым подростом кислично-костяничная,  $B_1$ - $E_2$ -ЧД – берёзовая со вторым ярусом ели чернично-долгомощная,  $B_1$ -КГ – берёзовая кислично-голокучниковая. По сходству строения древостоя парцеллы объединены в группы: берёза в первом ярусе древостоя с единичными деревьями ели под пологом ( $B_1$ ), берёза с несомкнутым ( $B_1$ - $E_{II}$ ) и сомкнутым ( $B_1$ - $E_{СП}$ ) еловым подростом, берёза со вторым ярусом ели ( $B_1$ - $E_2$ ) [13].

Изучение лесной подстилки осуществлялось с учётом парцеллярной структуры насаждений. Отбор образцов проводился прямоугольным шаблоном со сторонами 10 и 25 см на всю глубину подстилки, определялась мощность подстилки по подгоризонтам. В березняках кислично-черничной группы лесная подстилка хорошо выделялась по контрасту с минеральной частью почвы. Образцы высушивались до воздушно-сухого веса, отбиралась неактивная фракция (ветви, шишки), проводилось взвешивание активной фракции для определения плотности и запаса подстилки. Отбор образцов осуществлялся в различных парцеллах по трансектам с направлением от ствола к стволу дерева через каждые 0,5 м. В березняке кисличном отобрано 140 образцов, в березняке черничном – 221. По данным Л. О. Карпачевского [14], для получения достоверной средней величины запасов для каждой парцеллы методом

шаблона необходимая повторность при учёте активной фракции – около 40. Для некоторых парцелл, по нашим данным, повторность недостаточна. Запас подстилки на пробных площадях определялся одновременно в июле для получения сравнимых данных. Однако запас подстилки в этот период может оказаться минимальным по сравнению с осенним или весенним сезонами. Мощность и запасы подстилки подвержены сильным колебаниям даже в пределах одного типа леса [15, 16] и, как правило, в течение вегетационного периода уменьшаются [17, 18]. В некоторых случаях отмечается увеличение запасов подстилки в течение одного сезона, обусловленное условиями разложения древесного опада [19].

**Результаты.** Динамика парцеллярной структуры древостоев рассматривалась в связи с их возрастной трансформацией, сопровождающейся изменением морфоструктуры популяций. В изучаемом возрастном интервале (40–115 лет) проанализированы три стадии возрастного развития березняков: возмужания (интенсивного изреживания и роста берёзы в возрасте от 11 до 50 лет), зрелости (снижения темпов изреживания и роста, 51–80 лет) и старения (слабого изреживания и роста, 81–120 лет) [20]. При анализе парцеллы объединены в группы по сходству структуры яруса ели. Парцеллы объединены в пять групп: Б<sub>1</sub>-Е<sub>НП</sub> (берёзовая с несомкнутым подростом ели), Б<sub>1</sub>-Е<sub>СП</sub> (берёзовая с сомкнутым

подростом), Б<sub>1</sub>-Е<sub>2</sub> (берёзовая с сомкнутым вторым ярусом ели), Б<sub>1</sub>-Е<sub>2Н</sub> (берёзовая с несомкнутым вторым ярусом ели), Б<sub>1</sub> (берёзовая без елового яруса).

Исследования показали, что в стадии возмужания березняков в возрасте 41–50 лет наблюдается высокая дробность парцеллярной структуры березняков – до 120 участков на га площадью 80–120 м<sup>2</sup>. Преобладают группы парцелл Б<sub>1</sub>-Е<sub>НП</sub> (сомкнутость полога подроста 30–40 %) – 39 % парцелл, парцеллы Б<sub>1</sub>-Е<sub>СП</sub> (сомкнутость 57 – 100 %) – 22 % (табл. 1).

Девять процентов популяции ели образуют парцеллы с сомкнутым вторым ярусом Б<sub>1</sub>-Е<sub>2</sub>. При переходе к стадии зрелости березняка в возрасте 51–70 лет количество участков парцелл постепенно уменьшается со 112 до 80 на га. В структуре еловой популяции 61–70-летних березняков отмечено нарастание монопарцеллярности структуры древостоя, доминируют парцеллы Б<sub>1</sub>-Е<sub>2</sub>, в результате в возрасте березняка 71–90 лет еловая популяция на пробных площадях представлена только парцеллами Б<sub>1</sub>-Е<sub>2</sub>, различающимися по доминирующим видам напочвенного покрова. Численность участков парцелл снижается до 11 шт. га<sup>-1</sup>. В березняках старше 90 лет наблюдается разрушение монопарцеллярности строения древостоя, увеличение численности парцелл из-за появления подроста ели на участках группового вывала берёз. Численность участков парцелл постепенно возрастает с 11 до 21 шт. га<sup>-1</sup>.

Таблица 1

Представленность групп парцелл в возрастных группах березняков

| Стадии возрастного развития березняков [20] | Возрастная группа березняков, лет | Количество ПП | Количество участков парцелл (шт. га <sup>-1</sup> ) | Доля групп парцелл, % |                                 |                                 |                                |
|---|-----------------------------------|---------------|---|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|   |                                   |               |   | Б <sub>1</sub>        | Б <sub>1</sub> -Е <sub>НП</sub> | Б <sub>1</sub> -Е <sub>СП</sub> | Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> |
| Возмужание                                  | 41–50                             | 4             | 120   | 30                    | 39                              | 22                              | 9                              |
|   | 51–60                             | 3             | 112   | 15                    | 20                              | 22                              | 43                             |
| Зрелость                                    | 61–70                             | 2             | 80  | 7                     | -                               | 2                               | 91                             |
|   | 71–80                             | 6             | 11  | -                     | -                               | -                               | 100                            |
| Старение                                    | 81–90                             | 6             | 11  | -                     | -                               | -                               | 100                            |
|   | 91–100                            | 7             | 15  | 4                     | -                               | -                               | 96                             |
|   | 101–110                           | 1             | 21  | 7                     | 5                               | -                               | 88                             |
|   | 115                               | 1             | 21  | 6                     | 6                               | -                               | 88                             |

Таблица 2

## Запас подстилки (М) в березняках по парцеллам

| Парцелла *                              | N,<br>шт. | M+m,<br>т.га <sup>-1</sup> | σ,<br>т.га <sup>-1</sup> | Характеристика древостоя ели           |             |           |      |
|---|-----------|----------------------------|--------------------------|--|-------------|-----------|------|
|   |           |                            |                          | плотность,<br>тыс.шт. га <sup>-1</sup> | сомкнутость |           | Kd   |
|   |           |                            |                          |  | крон, %     | полога, % |      |
| Березняк кисличный                      |           |                            |                          |  |             |           |      |
| Б <sub>1</sub> -КК                      | 20        | 16,20 ± 1,07               | 4,80                     | 0,04                                   | 6           | 5         | 0,7  |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>НП</sub> -КК     | 28        | 23,57 ± 0,62               | 8,01                     | 2,08                                   | 53          | 46        | 5,7  |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>СП</sub> -ЧС, МП | 53        | 24,21 ± 1,51               | 7,80                     | 5,65                                   | 129         | 92        | 11,7 |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> -КГ      | 53        | 28,10 ± 1,05               | 7,66                     | 2,29                                   | 87          | 62        | 17,4 |
| Березняк черничный                      |           |                            |                          |  |             |           |      |
| Б <sub>1</sub> -ЧД                      | 42        | 22,81 ± 0,82               | 5,36                     | 0,04                                   | 5           | 4         | 0,5  |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>НП</sub> -ЧД     | 44        | 23,39 ± 1,01               | 6,68                     | 2,75                                   | 52          | 44        | 4,3  |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>СП</sub> -ЧД, МП | 22        | 31,84 ± 1,03               | 4,83                     | 8,38                                   | 130         | 78        | 8,0  |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> -ЧД      | 92        | 34,33 ± 1,49               | 14,18                    | 2,35                                   | 103         | 73        | 20,9 |
| Б <sub>1</sub> -ЧС                      | 9         | 38,69 ± 3,98               | 12,76                    | 0,06                                   | 0           | 0         | 0    |

\*Примечание: Расшифровка условных обозначений парцелл: в тексте. N – количество образцов, M+m – среднее и ошибка средней, σ – среднеквадратическое отклонение, Kd – коэффициент использования деревьями объёма надземного пространства, занятого парцеллой.

Изучение почвенного покрова с учётом парцеллярной структуры насаждений показало, что отличия в строении почвенного профиля на одной пробной площади в различных парцеллах незначительны. Существенные отличия наблюдаются лишь в мощности и свойствах горизонтов А<sub>0</sub> и А<sub>1</sub>, что согласуется с данными других исследований [21]. Расчёт запаса лесной подстилки показал, что средний запас в березняке черничном свежем (29,52 т.га<sup>-1</sup>) значительно превышает запас в березняке кисличном (24,39 т.га<sup>-1</sup>) (табл. 2). Различия по запасу подстилки достоверны по t-критерию Стьюдента (t факт. = 4,42, t теор.<sub>0.01</sub> = 2,59). В березняке черничном свежем в парцеллах с напочвенным покровом из сфагнома, встречающихся в этом типе леса в микропонижениях рельефа, запас подстилки возрастает до 38,69 т.га<sup>-1</sup>.

Наблюдается значительная вариабельность запаса подстилки в различных парцеллах. Запасы подстилки увеличиваются по мере нарастания долевого участка ели в объёме парцеллы. Наименьшие запасы отмечаются в парцеллах, где ель встречается в виде отдельных экземпляров, а подстилка представлена быстро перегнивающим опадом берёзы (Б<sub>1</sub>-КК, Б<sub>1</sub>-ЧД). Так, в Бкис. запас подстилки в та-

ких парцеллах составляет лишь 59 % запаса подстилки в парцеллах со вторым ярусом ели, а в Бчер. – 66 %.

Расчёт достоверности различий запаса подстилки по группам парцелл в пределах одного типа леса по t-критерию Стьюдента показал, что различия в Бкис. достоверны при уровне значимости t<sub>0.01</sub> для всех групп парцелл за исключением берёзовых парцелл с сомкнутым (Б-Е<sub>СП</sub>) и несомкнутым (Б-Е<sub>НП</sub>) подростом ели (t<sub>факт.</sub> = 0,31 при t<sub>0.01</sub> = 2,64). В то время как в Бчер. различия между этими группами парцелл достоверны. Не достоверны в Бчер. различия между группами парцелл Б-Е<sub>СП</sub> и Б-Е<sub>2</sub> (t<sub>факт.</sub> = 0,80 при t<sub>0.01</sub> = 2,63), что определяется близкой сомкнутостью полога ели в этих группах.

Для характеристики популяции ели по парцеллам рассчитаны плотность древостоя на единице площади парцеллы (P), горизонтальная сомкнутость крон древостоя (Ск) и его полога (Ср). Ск рассчитана как сумма площадей горизонтальной проекции крон всех деревьев в парцелле, включая площадь её перекрытий, отнесённая к площади парцеллы. Ср – как сумма площадей горизонтальной проекции крон деревьев, исключая площади их перекрытия, отнесённые к площади парцеллы.

Так как парцеллы обособлены друг от друга на всю толщу биоценоза, нами введён коэффициент использования деревьями объёма надземного пространства, занятого парцеллой ( $K_d$ ).  $K_d$  рассчитывался для древостоя ели, что позволило нам оценить использование ценопопуляцией ели объёма парцеллы в зависимости от морфоструктуры древостоя:

$$K_d = 100 V_r / V_d,$$

где  $V_d$  рассчитывается по высоте самого высокого дерева в парцелле и её площади,  $V_r$  – как сумма объёма кроны и подкоронового пространства одного дерева.

Анализ показал, что наблюдается тесная зависимость между запасом подстилки и сомкнутостью крон ели ( $C_k$ ) – коэффициент корреляции равен 0,86. Коэффициент корреляции между запасом подстилки и сомкнутостью полога ( $C_p$ ), а также плот-

ностью древостоя ели ( $P$ ) ниже и равен 0,75, запасом подстилки и коэффициентом использования деревьями объёма надземного пространства, занятого парцеллой ( $K_d$ ) – лишь 0,68. Эту закономерность подтверждает расчёт среднего запаса подстилки по группам, объединяющим парцеллы с различной морфоструктурой ели. Запас подстилки в парцеллах со вторым ярусом ели равен или близок к запасу в парцеллах с сомкнутым подростом, что связано с изреживанием елового яруса древостоя.

Знание парцеллярной структуры насаждения позволяет более точно оценить запасы лесной подстилки. На примере двух пробных площадей показана динамика запасов подстилки в Бкис. и Бчер. в зависимости от парцеллярной структуры фитоценоза в различных возрастных группах берёзы (табл. 3).

Таблица 3

Запас лесной подстилки по парцеллам

| № ПП<br>тип<br>леса | Возраст берёзы, лет                  |  |                                      |  |                                     |  |
|---------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--|
|                     | 41–50                                |  | 51–60                                |  | 61–70                               |  |
|                     | парцелла                             | доля парцелл, %<br>запас подстилки, т.га <sup>-1</sup> | парцелла                             | доля парцелл, %<br>запас подстилки, т.га <sup>-1</sup> | парцелла                            | доля парцелл, %<br>запас подстилки, т.га <sup>-1</sup> |
| 13<br>Бчер.         | Б <sub>1</sub> -ЧС                   | $\frac{5}{1,93}$                                       | Б <sub>1</sub> -ЧС                   | $\frac{5}{1,93}$                                       | Б <sub>1</sub> - ЧС                 | $\frac{5}{1,93}$                                       |
|                     | Б <sub>1</sub> -ЧД                   | $\frac{4}{0,91}$                                       | Б <sub>1</sub> -ЧД                   | $\frac{3}{0,68}$                                       | Б <sub>1</sub> -ЧД                  | $\frac{2}{0,46}$                                       |
|                     | Б <sub>1</sub> -Е <sub>нп</sub> -ЧД  | $\frac{49}{11,46}$                                     | Б <sub>1</sub> -Е <sub>нп</sub> -ЧД  | $\frac{9}{2,10}$                                       | Б <sub>1</sub> -Е <sub>сп</sub> -ЧД | $\frac{4}{1,27}$                                       |
|                     | Б <sub>1</sub> -Е <sub>сп</sub> - МП | $\frac{36}{11,50}$                                     | Б <sub>1</sub> -Е <sub>сп</sub> -ЧД  | $\frac{30}{9,55}$                                      | Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> -ЧД  | $\frac{58}{19,91}$                                     |
|                     | Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> - ЧД  | $\frac{6}{2,06}$                                       | Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> -ЧД   | $\frac{11}{3,78}$                                      | Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> -МП  | $\frac{31}{10,64}$                                     |
|                     |                                      |  | Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> -МП   | $\frac{42}{14,42}$                                     |                                     |  |
|                     | Всего                                | $\frac{100}{27,86}$                                    |                                      | $\frac{100}{32,46}$                                    |                                     | $\frac{100}{34,21}$                                    |
| 8<br>Бкис.          | Б <sub>1</sub> -КК                   | $\frac{35}{5,67}$                                      | Б <sub>1</sub> - КК                  | $\frac{14}{2,27}$                                      | Б <sub>1</sub> - КК                 | $\frac{6}{0,97}$                                       |
|                     | Б <sub>1</sub> -Е <sub>сп</sub> - КК | $\frac{17}{4,11}$                                      | Б <sub>1</sub> -Е <sub>сп</sub> - КК | $\frac{1}{2,42}$                                       | Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> -МП  | $\frac{12}{3,37}$                                      |
|                     | Б <sub>1</sub> -Е <sub>сп</sub> -МП  | $\frac{19}{4,60}$                                      | Б <sub>1</sub> -Е <sub>сп</sub> -МП  | $\frac{36}{8,72}$                                      | Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> - КК | $\frac{82}{23,04}$                                     |
|                     | Б <sub>1</sub> -Е <sub>нп</sub> -КК  | $\frac{29}{6,84}$                                      | Б <sub>1</sub> -Е <sub>нп</sub> - КК | $\frac{49}{11,55}$                                     |                                     |  |
|                     | всего                                | $\frac{100}{21,22}$                                    |                                      | $\frac{100}{24,96}$                                    |                                     | $\frac{100}{27,38}$                                    |

По мере увеличения долевого участия парцелл со вторым ярусом ели запас подстилки в Бчер. увеличился с 27,86 до 34,21 т. га<sup>-1</sup>, в Б.кис. с 21,22 до 27,38 т. га<sup>-1</sup>.

Отмечено, что в ельниках кислично-черничной группы наблюдаются значительные колебания мощности подстилок, связанные с микрорельефом [18]. В берёзово-еловых насаждениях нами также отмечено варьирование общей мощности подстилки и мощности её подгоризонтов в различных парцеллах (табл. 4).

Мощность и запас подстилки зависят от величины ежегодного опада и скорости его разложения, что хорошо отражает опад-подстилочный коэффициент (ОПК) – отношение мощности подстилки к опад. В березняке кисличном средний ОПК составляет 5,2 и его значения увеличиваются при переходе ели из подроста во второй ярус от 3,8 до 7,2. В березняке черничном свежем, характеризующемся большим увлажнением и усилением анаэробных процессов, среднее значение ОПК составляет 7,3 (6,0 – 8,2).

В лесной подстилке берёзово-елового насаждения хорошо выделяются три подгоризонта: А<sub>01</sub>, А<sub>02</sub>, А<sub>03</sub>. Подгоризонт А<sub>01</sub> сложен опадом предыдущего года (спрессованными листьями берёзы и хвоей ели), имеет выраженную слоистость в случаях переплетения их грибницей. Подгоризонт

А<sub>02</sub> состоит из полуразложившихся растительных остатков, также часто переплетённых гифами грибов. Подгоризонт А<sub>03</sub> представляет собой тёмно-бурый перегнойный материал без видимых растительных остатков, постепенно переходящий в гумусово-аккумулятивный горизонт почвы. По мощности во всех образцах преобладает подгоризонт А<sub>02</sub>. В условиях временного переувлажнения в микропонижениях рельефа в Бчер. развит напочвенный покров с доминированием сфагнома. В таких условиях подгоризонт А<sub>01</sub> представлен очёсом сфагнома различной степени разложения, подгоризонты А<sub>02</sub> и А<sub>03</sub> – оторфованы. Средняя мощность подстилки в таких местоположениях наибольшая и составляет 6,3 см.

В березняках кисличном и черничном в лесной подстилке в 70 % образцов выделялось три подгоризонта (подстилка типа мор) и в 30 % – два (А<sub>01</sub> и А<sub>02</sub>) (типа модер). Подстилка с двумя подгоризонтами формируется, как правило, в парцеллах с единичным участием ели (65–67 % образцов) (табл. 5). Увеличение опада хвои по мере увеличения долевого участия ели в объёме парцеллы приводит к формированию подстилки с тремя подгоризонтами. В парцеллах Б<sub>1</sub>-ЧС на участках с доминированием сфагнома в подстилке всегда хорошо выражены три подгоризонта.

Таблица 4

Характеристика лесной подстилки в березняках по парцеллам

| Парцелла                                | Мощность подстилки (M±m), см | Мощность подстилки по подгоризонтам, см |                 |                 | ОПК | Тип подстилки, % |       |
|---|------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----|------------------|-------|
|   |                              | А <sub>01</sub>                         | А <sub>02</sub> | А <sub>03</sub> |     | мор              | модер |
| Березняк кисличный                      |                              |   |                 |                 |     |                  |       |
| Б <sub>1</sub> -КК                      | 2,3 ± 0,1                    | 0,6                                     | 1,2             | 0,2             | 3,8 | 35               | 65    |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>нп</sub> -КК     | 2,5 ± 0,2                    | 0,5                                     | 1,5             | 0,5             | 5,0 | 59               | 41    |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>сп</sub> -КК,МП  | 2,8 ± 0,2                    | 0,6                                     | 1,5             | 0,7             | 4,7 | 100              | 0     |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> -КГ      | 2,9 ± 0,1                    | 0,4                                     | 1,7             | 0,8             | 7,2 | 91               | 9     |
| Среднее                                 | 2,6 ± 0,2                    | 0,5                                     | 1,5             | 0,6             | 5,2 | 71               | 29    |
| Березняк черничный                      |                              |   |                 |                 |     |                  |       |
| Б <sub>1</sub> -ЧД                      | 2,4 ± 0,1                    | 0,4                                     | 1,9             | 0,2             | 6,0 | 33               | 67    |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>нп</sub> -ЧД     | 2,5 ± 0,2                    | 0,4                                     | 1,8             | 0,3             | 6,2 | 60               | 40    |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>сп</sub> -ЧД, МП | 3,2 ± 0,2                    | 0,4                                     | 1,9             | 0,9             | 8,0 | 92               | 8     |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub> -ЧД      | 3,3 ± 0,1                    | 0,4                                     | 1,9             | 1,0             | 8,2 | 90               | 10    |
| Среднее                                 | 2,9 ± 0,2                    | 0,4                                     | 1,8             | 0,6             | 7,3 | 70               | 30    |
| Б <sub>1</sub> -ЧС                      | 6,3 ± 0,6                    | 1,3                                     | 3,1             | 1,9             | 4,8 | 100              | 0     |

Таблица 5

Средний запас подстилки по зонам проекции крон ели в парцеллах, т. га<sup>-1</sup>

| Группа парцелл                  | Зоны проекции крон деревьев ели |                                |                           |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
|                                 | вблизи ствола                   | в средней части проекции кроны | на границе проекции кроны |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>НП</sub> | 31,7±3,7                        | 25,2±2,2                       | 23,6±1,7                  |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>СП</sub> | 32,8±3,2                        | 26,3±1,5                       | 25,5±2,1                  |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub>  | 38,2±1,4                        | 35,3±2,0                       | 30,9±1,6                  |

Определение запасов подстилки методом трансект позволило выявить особенности внутривидовой неоднородности распределения подстилки, максимумы и минимумы запасов в различных частях кроны ели (табл. 3). Сравнение запаса подстилки в различных частях кроны ели в парцеллах с несомкнутым, сомкнутым подростом и вторым ярусом ели показало, что во всех группах парцелл наибольшие запасы подстилки наблюдаются в приствольной зоне деревьев. Приствольное увеличение подстилки отмечено исследователями также в дубовых, берёзовых, осино-вых, сосновых насаждениях лесной зоны [16, 19]. Запас подстилки около стволов елей, по нашим данным, превышает запас на границе крон на 7–8 т. га<sup>-1</sup> во всех группах парцелл и эти различия являются статистически достоверными по t-критерию Стьюдента при уровне значимости 0,01.

При сравнении различий по запасу подстилки между группами парцелл в пределах одной зоны было установлено, что в зоне кроны около стволов ели различия недостоверны (табл. 6). В центре и на границе крон – достоверны с высоким уровнем значимости различий, за исключением групп с несомкнутым и сомкнутым подростом ели. Для большей точности при определении запаса подстилки в

насаждении отбор образцов необходимо проводить в различных частях проекции кроны дерева или в средней её части.

Лесная подстилка, формирующаяся в этих типах местообитаний, различается по запасам и величине опадо-подстилочного коэффициента. Средний запас подстилки типа мор 32,0 т. га<sup>-1</sup>, модер – 21,0 т. га<sup>-1</sup>, опадо-подстилочный горизонт, соответственно, 4,5 и 6,4. В дренированных местообитаниях отмечается меньший запас подстилки (средняя величина 24,0 т. га<sup>-1</sup>) и опадо-подстилочный коэффициент (4,4). В недостаточно дренированных местообитаниях с худшими условиями разложения лесной подстилки эти показатели составляют 30,0 и 6,2 т. га<sup>-1</sup>. В слабо дренированных местообитаниях, в напочвенном покрове которых доминирует сфагнум, подстилка состоит из охеса сфагнума различной степени разложения, подгоризонт 03 имеет признаки оторфованья. Средний запас подстилки достигает 40,0 т. га<sup>-1</sup>. В березняке кисличном представлен один экотоп – дренированный, в березняке черничном – два экотопа: недостаточно дренированный и слабо дренированный. При этом слабо дренированный экотоп занимает около 10 % площади и идентифицируется доминированием сфагнума в напочвенном покрове.

Таблица 6

## Достоверность различий запаса подстилки в различных зонах проекции кроны ели по t-критерию Стьюдента

| Пары групп парцелл  | Вблизи ствола      |                   | В средней части проекции кроны |                   | На границе проекции кроны |                   |
|---|--------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
|   | t <sub>факт.</sub> | t <sub>0,01</sub> | t <sub>факт.</sub>             | t <sub>0,01</sub> | t <sub>факт.</sub>        | t <sub>0,01</sub> |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>НП</sub> – Б <sub>1</sub> -Е <sub>СП</sub> | 0,59               | 2,6               | 0,68                           | 2,6               | 1,54                      | 2,6               |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>НП</sub> – Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub>  | 1,90               | 2,6               | 11,0                           | 2,6               | 12,8                      | 2,6               |
| Б <sub>1</sub> -Е <sub>СП</sub> – Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub>  | 1,80               | 2,6               | 6,81                           | 2,6               | 3,97                      | 2,6               |

**Заключение.** Знание парцеллярной структуры насаждения позволяет более точно оценить запасы лесной подстилки. Наблюдается тесная зависимость между запасом подстилки и сомкнутостью крон ели (коэффициент корреляции 0,86), сомкнутостью полога и плотностью древостоя ели (0,75), а также коэффициентом использования деревьями объема надземного пространства, занятого парцеллой (0,68). Подстилка с двумя подгоризонтами формируется, как правило, в парцеллах с единичным участием ели. Увеличение

опада хвои по мере увеличения долевого участия ели в объеме парцеллы приводит к формированию подстилки с тремя подгоризонтами и увеличению запасов подстилки. В пределах парцеллы запас подстилки вблизи стволов елей превышает запас на границе крон на 7–8 т. га<sup>-1</sup> во всех группах парцелл, различия являются статистически достоверными. Различия среднего запаса лесной подстилки в березняке кисличном (24,39 т. га<sup>-1</sup>) и березняке черничном (29,52 т. га<sup>-1</sup>) статистически достоверны.

### Список литературы

1. Богатырев Л.Г. Генезис лесных подстилок в различных природных зонах европейской части России // Лесоведение. 1995. № 4. С. 3–12.
2. О некоторых теоретических аспектах исследования лесных подстилок / Л.Г. Богатырев, В.В. Демин, Г.В. Матьшак и др. // Лесоведение. 2004. № 4. С. 17–29.
3. Сапожников А.П. Лесная подстилка – номенклатура, классификация, индексация // Почвоведение. 1984. № 5. С. 96–105.
4. Типы лесных биогеоценозов южной тайги / А.Я. Орлов, С.П. Кошельков, В.В. Осипов и др. М.: Наука, 1974. 231 с.
5. Орлов А.Я. Почвенно-экологические основы лесоводства в южной тайге. М.: Наука, 1991. 104 с.
6. Зворыкина К.В., Абатуров Ю.Д., Ильюшенко А.Ф. Типы березняков центральной части южной тайги Русской равнины // Лесоведение. 1982. № 1. С. 3–11.
7. Дылис Н.В. Структура лесного биогеоценоза // Комаровские чтения, XXI. М.: Наука, 1969. 55 с.
8. Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников. М.: Наука, 1984. 174 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: отдел научно-технической информации НЦ биологических исследований АН СССР, 1990. 92 с.
10. Сукачев В.Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии // Избранные труды. Л.: Наука, 1972. Т. 1. 418 с.
11. Уткин А.И. Изучение лесных биогеоценозов // Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. С. 281–317.
12. McCarthy J. Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forest // Environment Review. 2001. Vol. 9. Pp.1–59.
13. Рыбакова Н.А., Рубцов М.В. Динамика парцеллярной структуры фитоценозов на вырубках с елью предварительной генерации // Многолетние процессы в природных комплексах заповедников России. Матер. Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летию ЦЛГПБЗ. Великие Луки, 2012. С. 208–212.
14. Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М.: изд-во МГУ. 1977. 312 с.
15. Пространственная изменчивость мощности подстилки в лесах Карелии / Ю.Н. Благовещенский, Л.Г. Богатырев, Е.А. Соломатова и др. // Почвоведение. 1996. № 9. С. 1029–1035.
16. Парамонова Т.А., Окунева Р.М. Исследование внутрипарцеллярной неоднородности лесной подстилки сосновых биогеоценозов // Почвоведение. 1998. № 6. С. 696–703.
17. Зонн С.В. Почва как компонент лесного биогеоценоза // Основы лесной биогеоценологии. Ред. Сукачев В.Н., Дылис Н.В. М.-Л.: Наука, 1964. С. 372–457.
18. Кошельков С.П. О формировании и подразделении подстилок в хвойных южнотаежных лесах // Почвоведение. 1961. № 10. С.19–29.
19. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М.: Лесная промышленность, 1981. 264 с.
20. Рубцов М.В., Дерюгин А.А. Динамика возрастной структуры популяции ели под пологом южнотаежных березняков Русской равнины // Хвойные бореальной зоны. 2013. Т. XXXI. № 1–2. С. 9–14.
21. Ремизова Г.Л., Строгонова М.Н. Пестрота почвенного покрова зеленомошных ельников южной тайги в связи с их парцеллярной структурой // Вестник МГУ. Сер.17. Почвоведение. 1982. № 1. С. 19–26.

Статья поступила в редакцию 18.10.16.

## 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 51 публикации.

UDC 630\*182.3: 630\*114.351

DOI: 10.15350/2306-2827.2017.1.26

## EFFECTS OF BIRCH FOREST PARCEL STRUCTURE ON SPATIAL HETEROGENEITY OF GROUND COVER IN SOUTHERN TAIGA

*N. A. Rybakova*

Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences,  
21, Sovetskaya St., Uspenskoe, Odintsovo district, Moscow region, 143030, Russian Federation  
E-mail: 1986620@gmail.com

**Key words:** southern taiga; spruce population under birch canopy; ground cover.

## ABSTRACT

**Introduction.** Studying the structure of forest phytocenosis on the parcel level helps to forecast their development, to assess possibilities of successful tree species regeneration and quality of understory. In comparison with soil, the ground cover represents the current type of a biocoenosis and a moisture regime in a greater extent, being a sensitive indicator of the contemporary changes in the biosphere. The paper aims to study the dynamics of the birch forest parcel structure in connection with natural regeneration of spruce under the birch canopy, to analyze the effect of phytocenosis parcel structure on the forest litter. **Materials and methods.** The investigations were performed in the southern taiga by the Northern Forest Experimental Station of the Institute of Forest Science, RAS, (Rybinsk district, the Yaroslavl region). The works were done on 17 permanent inventory plots 625-3300 sq.m. in size, the predominant forest types were sorrel family or bilberry birch forests. The first layer of secondary stands consists mostly of birch trees (70-100 %) (*Betulapendula*Roth.) and partially of aspen trees (up to 30 %) (*Populustremula*L.) The age of birch forests on the inventory plots is 40-115 y.o., canopy density is 0.8-1.0, Yield Class Ia. The spruce population regenerates under the birch canopy (*Piceaabies*L.) **Conclusion.** The ground cover is closely related to the spruce crown density, the crown density relates to spruce normality and the ratio of utilization of parcel's aboveground space by trees. The two-horizon ground cover is formed, as a rule, in parcels with single spruces. The increase of the spruce portion in the parcel volume results in three-horizon ground cover and the increase in its deposit. The ground cover found next to spruce trunks within a parcel is maximum large. The variety of the ground cover in sorrow birch forests and bilberry birch forests are significantly different.

## REFERENCES

1. Bogatyrev L.G. Genezis lesnykh podstilok v razlichnykh prirodnykh zonakh evropeyskoy chasti Rossii [Genesis of the forest ground cover in a variety of the natural zones of the European part of Russia]. *Lesovedenie* [Forest Science]. 1995. No 4. Pp. 3–12.
2. Bogatyrev L.G., Demin V.V., Matyshak G.V. et. al. O nekotorykh teoreticheskikh aspektakh issledovaniya lesnykh podstilok [On a number of theoretical aspects of the research into forest ground cover]. *Lesovedenie* [Forest Science]. 2004. No 4. Pp. 17–29.
3. Sapozhnikov A.P. Lesnaya podstilka – nomenklatura, klassifikatsiya, indeksatsiya [Forest ground cover – nomenclature, classification, indexing]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 1984. No 5. Pp. 96–105.
4. Orlov A.Ya., Koshelkov S.P., Osipov V.V. et. al. *Tipy lesnykh biogeotsenozov yuzhnoy taygi* [Types of forest biogeocenosis of the sothern taiga]. Moscow: Nauka, 1974. 231 p.
5. Orlov A.Ya. Pochvenno-ekologicheskie osnovy lesovodstva v yuzhnoy tayge [Soil and environmental bases of forest science in the sothern taiga]. Moscow: Nauka, 1991. 104 p.
6. Zvorykina K.V., Abaturon Yu.D., Ilyushenko A.F. *Tipy bereznyakov tsentralnoy chasti yuzhnoy taygi Russkoy ravniny* [Types of birch forests in the

central part of southern taiga in the Russian valley]. *Lesovedenie* [Forest Science]. 1982. No 1. Pp. 3–11.

7. Dylis N.V. Struktura lesnogo biogeotsenoza [The structure of forest biogeocenosis]. *Komarovskie chteniya, XXI* [Komarovskie readings XXI century]. Moscow: Nauka, 1969. 55 p.

8. Dyrenkov S.A. Struktura i dinamika taezhnykh elnikov [The structure and dynamics of taiga spruce forest]. Moscow: Nauka, 1984. 174 p.

9. Smirnova O.V., Chistyakova A.A., Popadyuk R.V. et. al. Populyatsionnaya organizatsiya rastitelnogo pokrova lesnykh territoriy (na primere shirokolistvennykh lesov evropeyskoy chasti SSSR) [Population organization of vegetation cover of forest territories (as exemplified by broadleaved forests in the European part of the USSR)]. *Pushchino: otdel nauchno-tekhnicheskoy informatsii NTS biologicheskikh issledovaniy AN SSSR* [Pushchino: Department of Research and Technical Information NTS of the biological research of AN USSR], 1990. 92 p.

10. Sukachev V.N. Osnovy lesnoy tipologii i biogeotsenologii [Bases of forest typology and biogeocenology]. *Izbrannye Trudy* [Selected Works]. Leningrad: Nauka, 1972. Vol. 1. 418 p.

11. Utkin A.I. Izuchenie lesnykh biogeotsenozov [Research into forest biogeocenoses] // Programma i metodika biogeotsenologicheskikh issledovaniy [Programme and methods of biogeocenotic research]. Moscow: Nauka, 1974. Pp. 281–317.

12. McCarthy J. Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forest. *Environment Review*. 2001. Vol. 9. Pp. 1–59.

13. Rybakova N.A., Rubtsov M.V. Dinamika partsellyarnoy struktury fitotsenozov na vyrubkakh s elyu predvaritelnoy generatsii [Dynamics of the parcel structure of phytocenoses on the cutting areas with the spruce of preliminary generation]. *Mnogoletnie protsessy v prirodnykh kompleksakh zapovednikov Rossii. Mater. Vseros. nauch. konf., posvyashch. 80-letiyu TSLGPBZ. Velikie Luki* [Longitudinal processes in the nature complexes of Russian reserves. Proceedings of All-Russian research conference devoted to 80<sup>th</sup> anniversary of TSLGPBZ. Velikie Luki], 2012. Pp. 208–212.

14. Karpachevskiy, L.O. Pestrota pochvennogo pokrova v lesnom biogeotsenoze [Heterogeneity of the

ground cover in the forest biogeocenoses]. Moscow: Moscow State University Publishing house, 1977. 312 p.

15. Blagoveshchenskiy Yu.N., Bogatyrev L.G., Solomatova E.A. et.al. Prostranstvennaya izmenchivost moshchnosti podstilki v lesakh Karelii [Spatial changes of ground cover thickness in Karelian forests]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 1996. No 9. Pp. 1029–1035.

16. Paramonova T.A., Okuneva R.M. Issledovanie vnutripartsellyarnoy neodnorodnosti lesnoy podstilki osnovnykh biogeotsenozov [Research into intra-parcel heterogeneity of the ground cover in coniferous biogeocenoses]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 1998. No 6. Pp. 696–703.

17. Zonn S.V. Pochva kak komponent lesnogo biogeotsenoza [Soil as the component of forest biogeocenosis]. *Osnovy lesnoy biogeotsenologii* [Bases of forest biogeocenology]. Edited by Sukachev V.N., Dylis N.V. Moscow-Leningrad: Nauka, 1964. Pp. 372–457.

18. Koshelkov S.P. O formirovani i podrazdelenii podstilk v khvoynykh yuzhnotaezhnykh lesakh [On the formation and classification of ground cover in coniferous southern taiga forests]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 1961. No 10. Pp. 19–29.

19. Karpachevskiy, L.O. *Les i lesnye pochvy* [Forest and forest soil]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1981. 264 p.

20. Rubtsov M.V., Deryugin A.A. Dinamika vozrastnoy struktury populyatsii eli pod pologom yuzhnotaezhnykh bereznyakov Russkoy ravniny [Dynamics of the age structure of spruce population under the canopy of southern taiga birch forest in the Russian valley]. *Khvoynye borealnoy zony* [Coniferous forests of boreal zone]. 2013. Vol. XXXI. No 1–2. Pp. 9–14.

21. Remizova G.L., Strogonova M.N. Pestrota pochvennogo pokrova zelenomoshnykh elnikov yuzhnoy taygi v svyazi s ikh partsellyarnoy strukturoy [Heterogeneity of the ground cover of the moss spruce forest of the southern taiga associated with their parcel structure]. *Vestnik of Moscow State University. Series. 17. Pochvovedenie* [Soil Science]. 1982. No 1. Pp. 19–26.

The article was received 18.10.16.

**Citation for an article:** Rybakova N. A. Effects of Birch Forest Parcel Structure on Spatial Heterogeneity of Ground Cover in Southern Taiga. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2017. No 1(33). Pp. 26–35. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.1.26

#### Information about the author

*RYBAKOVA Natalia Alekseevna* – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Associate of the Laboratory of Sylviculture and Biological Productivity, Institute of Sylviculture of the Russian Academy of Sciences. Research interests – biogeocenology, sylviculture, forest science. Author of 51 publications.