

УДК 630\*231.1

DOI: 10.18698/2542-1468-2020-4-12-18

## ОБ ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПОДРОСТА ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ БЕРЕЗНЯКОВ ЮЖНОЙ ТАЙГИ

А.А. Дерюгин, Ю.Б. Глазунов

ФГБУН Институт лесоведения РАН (ИЛАН РАН), 143030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, ул. Советская, д. 21

da45@mail.ru

Рассмотрена возможность использования отношения протяженности кроны к высоте деревьев подроста ели под пологом березы для оценки их перспективности при формировании второго яруса древостоя. Приведены градации данного отношения и соответствующая им доля перспективных деревьев подроста.

**Ключевые слова:** березняки, подрост ели, перспективность, критерий оценки

**Ссылка для цитирования:** Дерюгин А.А., Глазунов Ю.Б. Об оценке перспективности подроста ели под пологом березняков южной тайги // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 4. С. 12–18.

DOI: 10.18698/2542-1468-2020-4-12-18

В условиях южной тайги березняки относятся к наиболее распространенной лесной растительной формации вследствие рубок коренных ельников в прошлом и существенного снижения объемов рубок ухода в молодняках мелколиственных пород в период реформирования системы организации лесного хозяйства. В настоящее время в регионе березняки представлены на 48 % площади, покрытой лесной растительностью. На значительной площади (75 %) под пологом таких древостоев имеется подрост или тонкомер ели [1], которые при проведении специальных рубок могут стать основой для восстановления коренных ельников. Результативность таких рубок во многом зависит от состояния елового подроста. Изменению состояния подроста ели после рубки березняков рассмотрено в многочисленных публикациях [2–7]. Особое значение оценка возможностей подроста ели приобретает при естественном ходе формирования березняков с подпологовой популяцией ели. Исследованиям состояния подроста посвящено много публикаций. В них приводятся различные подходы к оценке его перспективности для формирования будущих древостоев [8–17]. В настоящее время в качестве одного из рекомендуемых показателей для этого используют отношение протяженности кроны дерева к его высоте.

### Цель работы

Цель работы — анализ возможности применения отношения протяженности кроны дерева к его высоте ( $K_H$ ) для оценки перспективности подроста подпологовой популяции ели в южно-таежных березняках.

### Объекты и методика исследований

В основу анализа положены наблюдения в режиме мониторинга (один раз в 10 лет) на 13 по-

стоянных пробных площадях (ПП) Северной лесной опытной станции Института лесоведения РАН в Рыбинском районе Ярославской обл., заложенных в березняках возрастом 31...50 и 51...70 лет, которые находятся на таких стадиях возрастного развития, как возмужание (Бв) и зрелость (Бз) [18, 19]. Средние таксационные характеристики первого яруса древостоя и подроста приведены в табл. 1.

Согласно лесостроительным нормативам, к подросту относили деревья высотой менее 25 % средней высоты деревьев первого яруса [13]. В первом ярусе древостоя доминировала береза, в подросте представлена исключительно ель.

В процессе измерения высоты деревьев и протяженности их крон визуально оценивали состояние деревьев по следующей классификации: нормальное, ослабленное, погибшее. К нормальным относили деревья с симметрично развитыми кронами и сквозистостью менее 50 %. Измерение необходимых параметров проведено почти у 4600 деревьев ели, у которых отсутствовали какие-либо дефекты ствола (изогнутость, наклонность ствола) и повреждения (слом вершинного побега и др.). При повторных учетах устанавливали динамику изменения состояния каждого дерева и по доле участия в группах  $K_H$  ( $K_H = 0,01...0,10$ ;  $K_H = 0,11...0,20$  ...  $K_H = 0,71...0,80$ ;  $K_H > 0,80$ ) деревьев, сохранивших статус «нормальных», определяли число перспективных деревьев. К последним относили особи, которые способны принять участие в формировании второго яруса ели в будущем древостое.

### Результаты и обсуждение

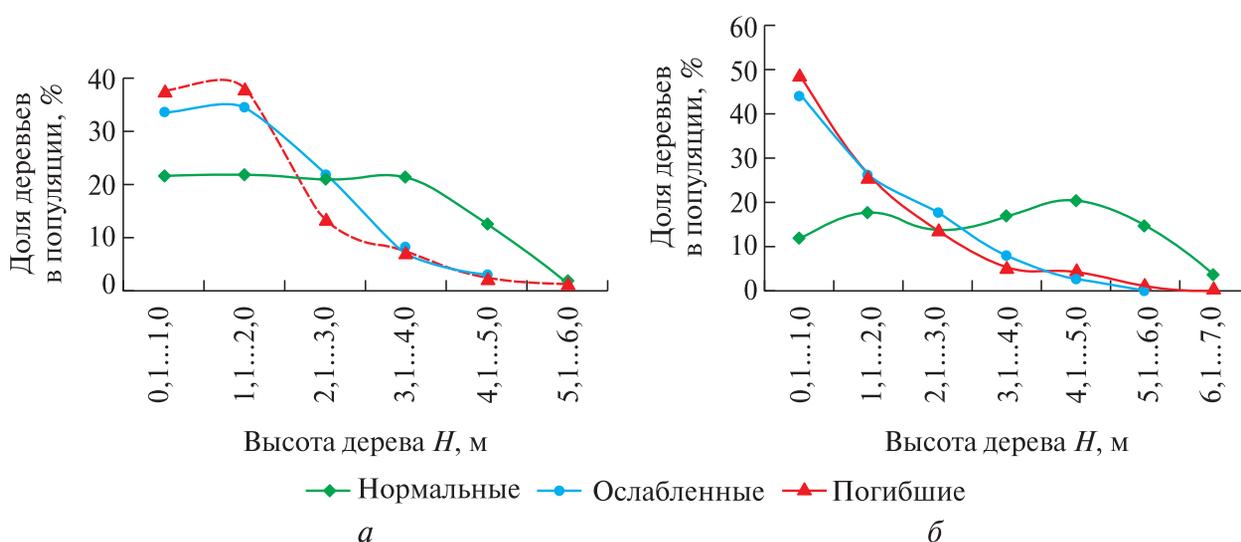
Корреляционным анализом установлено, что рассматриваемый показатель  $K_H$  характеризуется отсутствием или очень слабой связью с абсолютными значениями ряда биометрических ха-

Т а б л и ц а 1

**Характеристика первого яруса древостоя и подроста в березняках возрастом 31...50 (возмужание) и 51...70 (зрелость) лет на пробных площадях**

The characteristics of the first tier of the forest stand and undergrowth in birch forests aged 31 ... 50 (maturity) and 51 ... 70 (maturity) years on trial plots

Стадия возрастного развития березняка	Ярус	Состав, %	Густота, тыс. шт. га <sup>-1</sup>	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр на высоте 1,3 м от земли, см	Сумма площадей сечения на высоте 1,3 м от земли, м <sup>2</sup> га <sup>-1</sup>	Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> га <sup>-1</sup>
Возмужание (Бв)	Первый	83Б	0,98	47	22	17,1	21,66	218
		17Ос	0,15	47	24	24,1	4,02	42
	Подрост	100Е	2,92	25	2	—	—	—
Зрелость (Бз)	Первый	88Б	0,54	76	27,4	24,4	24,5	297
		12Ос	0,04	78	29,2	34,7	3,26	42
	Подрост	100Е	0,89	58	3,8	—	—	—



**Рис. 1.** Распределение деревьев елового подроста разного состояния по высотным группам под пологом березняков в стадиях возмужания (а) и зрелости (б)

**Fig. 1.** The distribution of trees of spruce undergrowth of a different state among the altitude groups under the canopy of birch forests in the stages of maturation (а) and maturity (б)

рактических деревьев. Практически нет связи с высотой деревьев (Н), небольшие коэффициенты корреляции (0,21...0,35) характеризуют связь с параметрами крон —  $S_K$ ,  $L_K$  и  $V_K$  (табл. 2). Это показывает на возможность объективного использования показателя  $K_H$  для оценки перспективности деревьев подроста.

Предварительно для уточнения целесообразности выделения трех групп деревьев по состоянию было проанализировано распределение деревьев подроста по однометровым высотным группам. Как следует из нижеприведенных графиков, кривые распределения ослабленных и погибших (отпад) в межмониторинговый период деревьев в рассматриваемых березняках существенно не отличаются, что дает возможность объединения таких деревьев в одну совокупность при дальнейшем анализе (рис. 1). Это также сви-

детельствует о том, что отпад елового подроста в рассматриваемых березняках происходит преимущественно из числа ослабленных деревьев.

По анализу распределения выделенных по состоянию групп деревьев по значению показателя  $K_H$  установлено, что для нормальных деревьев характерно преобладание елей со значением  $K_H > 0,60$ . Это особенно выражено в березняках, находящихся в стадии возмужания, где на долю таких деревьев приходится около 80 % численности подроста (рис. 2).

В березняках на стадии зрелости, при совпадении пиков распределения это значение меньше (около 60 %). Здесь возрастает доля нормальных деревьев со значениями  $K_H < 0,60$ . Для распределения ослабленных и погибших деревьев характерно смещение пиков в сторону меньших значений  $K_H$ . Это в большей мере наблюдается

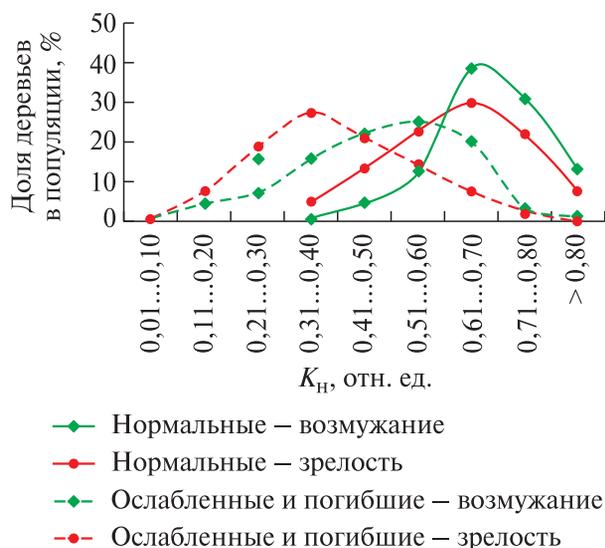


Рис. 2. Распределение деревьев подроста ели разного состояния по значению показателя  $K_H$  в березняках на стадиях возмужания и зрелости  
 Fig. 2. Distribution of undergrowth trees of different state of spruce according to the value of the  $K_H$  index in birch forests at the stages of maturation and maturity

Т а б л и ц а 2

**Корреляционная матрица связи  $K_H$  с биометрическими характеристиками подроста ели**

$K_H$  correlation matrix with biometric characteristics of undergrowth spruce

Характеристики деревьев*	H	$S_K$	$L_K$	$V_K$	$K_H$
H	1,00				
$S_K$	0,77	1,00			
$L_K$	0,91	0,79	1,00		
$V_K$	0,74	0,89	0,82	1,00	
$K_H$	0,02	0,21	0,35	0,22	1,00

\* — H — высота дерева,  $S_K$  — площадь горизонтальной проекции кроны,  $L_K$  — протяженность кроны по вертикали,  $V_K$  — объем кроны.

в березняках, находящихся на стадии зрелости. Последнее, видимо, объясняется тем, что в таких березняках формируется второй ярус ели и это сказывается на ухудшении светового режима подроста и, соответственно, на развитости крон деревьев.

Приведенные распределения не позволяют в полной мере оценить перспективность деревьев подроста ели в процессе естественного формирования будущих древостоев по значению показателя  $K_H$ . Для установления пороговых границ показателя, по которым деревья ели можно отнести к перспективным, рассмотрим представленность деревьев разного состояния в группах показателя  $K_H$  (рис. 3).

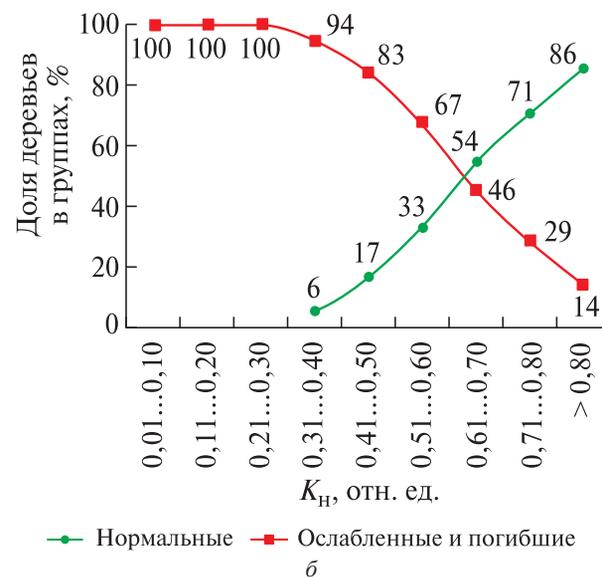
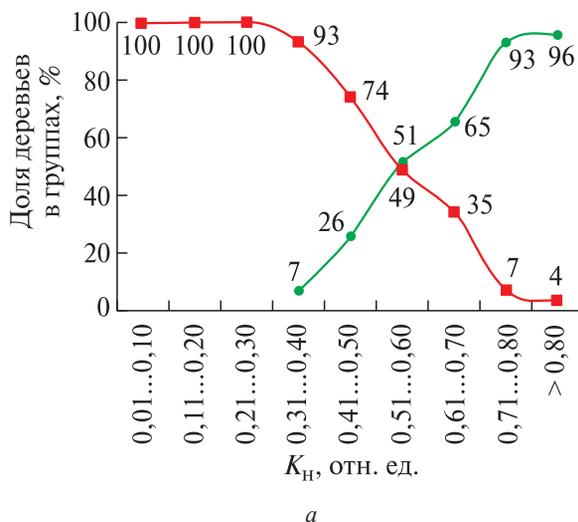


Рис. 3. Представленность деревьев подроста ели разного состояния в группах по показателю  $K_H$  для березняков на стадиях возмужания (а) и зрелости (б)  
 Fig. 3. Representation of undergrowth trees of different state in the groups according to the  $K_H$  indicator for birch forests at the stages of maturation (a) and maturity (b)

Как следует из приведенных графиков (см. рис. 3), на стадии возмужания ослабленные и погибшие деревья подроста преобладают в диапазоне значений  $K_H < 0,51$  (см. рис. 3, а). На стадии зрелости этот диапазон несколько шире —  $K_H < 0,61$  (рис. 3, б). При  $K_H = 0,51...0,60$  и  $K_H = 0,61...0,70$  наблюдается примерное равенство доли деревьев разного состояния. Доминирование деревьев нормального состояния становится очевидным при возмужании, когда  $K_H > 0,61$ , и вовремя зрелости, когда  $K_H > 0,71$ . Эти деревья большей частью могут составить перспективу формирующихся ельников. Первое пороговое значение соответствует отношению протяженности кроны к высоте дерева, полученному для

Т а б л и ц а 3

Доля деревьев разного состояния в березняках возрастом 31...50 (возмужание) и 51...70 (зрелость) лет в зависимости от значений показателя  $K_H$ The proportion of trees of different conditions in birch forests aged 31...50 (maturity) and 51 ... 70 (maturity) years, depending on the values of the indicator  $K_H$ 

Стадия возрастного развития березняка	Градация, группа по показателю $K_H$	Нормальные деревья		Ослабленные деревья		Перспективные деревья		
		в целом	из них перейдут в ослабленные и погибшие	в целом	из них перейдут в погибшие	в целом	доля от нормальных	доля от всех деревьев
Возмужание (Бв)	0,01...0,10	–	–	1	50	–	–	–
	0,11...0,20	–	–	4	75	–	–	–
	0,21...0,30	–	–	7	63	–	–	–
	0,31...0,40	1	100	16	45	–	–	–
	0,41...0,50	5	76	22	37	2	24	10
	0,51...0,60	11	70	25	36	7	30	21
	0,61...0,70	39	58	20	4	32	42	34
	0,71...0,80	31	30	3	11	42	70	68
	> 0,81	13	34	1	36	17	70	69
	<b>0,40 и меньше</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>28</b>	<b>54</b>	–	–	–
	<b>0,41–0,60</b>	<b>17</b>	<b>72</b>	<b>48</b>	<b>37</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>17</b>
	<b>0,61–0,70</b>	<b>38</b>	<b>58</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>34</b>
	<b>Больше 0,70</b>	<b>44</b>	<b>31</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>59</b>	<b>69</b>	<b>67</b>
	В целом	100	49	100	34	100	51	40
Зрелость (Бз)	0,01...0,10	–	–	1	81	–	–	–
	0,11...0,20	–	–	8	67	–	–	–
	0,21...0,30	–	–	<b>19</b>	<b>62</b>	–	–	–
	0,31...0,40	7	96	26	55	–	–	–
	0,41...0,50	13	79	21	43	7	21	7
	0,51...0,60	22	68	14	37	16	32	17
	0,61...0,70	30	51	8	28	33	49	36
	0,71...0,80	21	39	3	33	31	61	55
	> 0,81	7	29	1	29	13	70	67
	<b>0,40 и меньше</b>	<b>7</b>	<b>96</b>	<b>53</b>	<b>59</b>	–	–	–
	<b>0,41...0,60</b>	<b>35</b>	<b>73</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>12</b>
	<b>0,61...0,70</b>	<b>30</b>	<b>51</b>	<b>8</b>	<b>28</b>	<b>33</b>	<b>49</b>	<b>36</b>
	<b>Больше 0,70</b>	<b>28</b>	<b>37</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>44</b>	<b>64</b>	<b>58</b>
	В целом	100	57	100	50	100	43	20

деревьев с высокой жизнестойкостью (более 0,60) Ю.П. Демаковым [9], но больше пороговых значений (больше 0,50), характеризующих здоровые или жизнеспособные деревья в работах С.М. Бебиа [8] и А.В. Грязькина [10]. Второе пороговое значение  $K_H$  для стадии зрелости существенно отличается от приведенных выше.

По постоянному значению  $K_H$  не всегда можно адекватно оценить количество перспективных деревьев подроста. Это показали наблюдения за состоянием и отпадом деревьев. В процессе анализа установлено, что для подпологовой популяции ели в березняках, находящихся на стадиях возмужания и зрелости, характерна динамика, направленная на

ухудшение состояния деревьев, т. е. с некоторой вероятностью нормальные деревья переходят в категорию ослабленных или даже погибших.

Как показали данные мониторинга, проводимого каждые 10 лет, в рассматриваемых березняках в диапазоне  $K_H = 0,31...0,60$  большинство нормальных деревьев (Бв — 70...100 %, Бз — 68...96 %) изменяют состояние на ослабленное или погибают. Доля перспективных деревьев при этом не превышает 21 % общего количества подроста ели (табл. 3).

С увеличением значений  $K_H$  доля нормальных деревьев, изменяющих свое состояние, уменьшается, соответственно, увеличивается доля

Т а б л и ц а 4

**Прогнозируемое число деревьев подроста, способных принять участие в формировании второго яруса ели в березняках южной тайги**

The predicted number of undergrowth trees capable of taking part in the formation of the second tier of spruce in birch forests in the southern taiga

Деревья	Значение $K_H$	Прогнозируемое число деревьев подроста ели, тыс. шт./га		Литературный источник
		стадия возмужания (31...50 лет)	стадия зрелости (51...70 лет)	
Жизнестойкие	> 0,60	1,88	0,58	Демаков Ю.П. [3]
Здоровые	> 0,49	2,37	0,97	Бебия С.М. [2]
Жизнеспособные	> 0,50	2,46	1,07	Грязькин А.В. [4]
Перспективные	> 0,40	1,01	0,30	Авторы статьи

перспективных деревьев — до 61...70 % при  $K_H > 0,70$ . По отношению к общей численности подроста эта доля составит около 70 % на стадии возмужания и 55...67 % — зрелости. В подросте подпологовой популяции ели рассматриваемых березняков к перспективным деревьям можно отнести только 51 % на стадии возмужания и 43 % — зрелости нормальных деревьев или соответственно 40 % и 20 % общей численности подроста (см. табл. 3).

Все ослабленные деревья характеризуются очень замедленным ростом. Они сохраняют жизнеспособность благодаря небольшим размерам. Такие деревья характеризуются неудовлетворительной жизненностью — показатель состояния особей или популяций, характеризующийся качественными параметрами различия и количественными параметрами роста [21]. Ослабленные деревья останутся в подросте и не будут принимать участия в формировании второго яруса древостоя и постепенно перейдут в отпад.

Принимая во внимание количественную составляющую динамики изменения состояния деревьев, были выделены четыре группы градаций  $K_H$ . Основная часть перспективных деревьев (в Бв — 59 %, в Бз — 44 %) характеризуется значениями  $K_H > 0,70$  (см. табл. 3).

Для исследуемых березняков, по данным рассмотренных выше литературных источников, рассчитано количество деревьев подроста, которое может принять участие в формировании второго яруса древостоя ели. При этом понятиям

«жизнестойкие», «жизнеспособные» и «перспективные» придавалось равнозначное содержание. При расчете количества перспективных деревьев во внимание принимали только нормальные деревья. Долю перспективных деревьев определяли дифференцировано — для каждой градации  $K_H$  (см. табл. 3). Начальная густота подроста определена по данным переучетов и составляла: Бв — 2,53, Бз — 1,46 тыс. экз./га (табл. 4).

Как следует из приведенных в табл. 4 данных, прогнозируемое число деревьев, которое может участвовать в формировании второго елового яруса при дифференцированном расчете существенно (почти в 2 раза) меньше, чем определенное по единому пороговому значению показателя  $K_H$ . Такой подход позволяет адекватно с учетом динамики состояния деревьев оценить возможность естественного формирования березово-еловых древостоев в южной тайге.

## Выводы

Для оценки перспективности деревьев подроста подпологовой популяции ели для формирования второго яруса в березняках можно использовать отношение протяженности кроны к высоте дерева ( $K_H$ ).

Анализ динамики состояния деревьев ели показал, что оценка численности здоровых, жизнеспособных или жизнестойких деревьев по пороговому значению данного отношения приводит к существенному (более чем в 2 раза) превышению числа деревьев, которое может участвовать в формировании второго яруса ели по сравнению с предлагаемым дифференцированным подходом.

Для определения численности перспективных деревьев для формирования ельников предлагается использовать значение доли таких деревьев от общей численности неповрежденного и без дефектов ствола подроста в рамках выделенных групп градаций отношения протяженности кроны к высоте дерева: 0,40 и меньше; 0,41...0,60; 0,61...0,70; > 0,70.

Приведенные данные по определению численности перспективных деревьев в группах рассматриваемых значений  $K_H$  могут быть использованы при прогнозе развития елового яруса в березняках южной тайги.

## Список литературы

- [1] Писаренко А.И. Лесовосстановление. М.: Лесная пром-сть, 1977. 256 с.
- [2] Коновалов В.Н., Зарубина Л.В. Биологические особенности подроста ели в березняках черничных после выборочных рубок // Вестник КрасГАУ, 2011. № 8 (59). С. 99–104.
- [3] Мартынов А.Н., Недовесова У.А. Оценка типа размещения подроста ели в смешанных молодняках // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2011. № 195. С. 22–28.

- [4] Беляева Н.В., Грязькин А.В. Закономерности появления подроста ели после сплошных рубок в зависимости от состава материнского древостоя // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2015. № 41. С. 3–7.
- [5] Пилипко Е.Н., Пилипко А.В. Влияние различных типов рубок на экологическое состояние подроста ели (*Picea abies*) в Диковском лесничестве вологодской области // Символ науки, 2016. № 1–3 (13). С. 27–30.
- [6] Беляева Н.В., Вихарева М.А. Влияние технологии сплошных рубок на сохранность подроста ели – история и современность // Евразийский союз ученых, 2016. № 1–4 (22). С. 153–156.
- [7] Дерюгин А.А. Динамика состояния популяции ели в насаждениях, формирующихся после рубки березовых древостоев с сохранением подроста // Лесохозяйственная информация, 2017. № 1. С. 16–23.
- [8] Бебия С.М. Дифференциация деревьев в лесу, их классификация и определение жизненного состояния древостоев // Лесоведение, 2000. № 4. С. 35–43.
- [9] Демаков Ю.П. Диагностика устойчивости лесных экосистем. Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2000. 414 с.
- [10] Грязькин А.В. Возобновительный потенциал таежных лесов (на примере ельников Северо-Запада России). Санкт-Петербург: СПбГЛТА, 2001. 186 с.
- [11] Успенский Е.И., Денисов С.А., Калинин К.К., Лоскутов С.П. Естественное возобновление под пологом леса в Среднем Поволжье // ИВУЗ. Лесной журнал, 2002. № 4. С. 46–53.
- [12] Матвеева А.С., Беляева Н.В., Кази И.А. Влияние состава материнского древостоя на высотную структуру подроста ели разных фенологических форм // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2017. № 47. С. 138–142.
- [13] Григорьев А.А. Оценка состояния подроста ели под пологом древостоев в разных типах леса // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2009. № 183. С. 7–13.
- [14] Матвеева А.С., Беляева Н.В., Кази И.А. Влияние подлеска на подрост ели разных фенологических форм // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2017. Т. 5. № 9 (35). С. 90–98.
- [15] Дебков Н.М. Количественные и качественные параметры возобновления под пологом древостоев, сформировавшихся из предварительных генераций // ИВУЗ. Лесной журнал, 2015. № 1/343. С. 35–44.
- [16] Зарубина Л.В. Состояние естественного возобновления ели в мелколиственных лесах на Севере России // ИВУЗ. Лесной журнал, 2016. №3. С. 52–65.
- [17] Зарубина Л.В., Снежко Д.А., Пятовская С.А. Оценка роста елового подроста в разновозрастных березняках черничных Вологодской области // Вестник КрасГАУ, 2018. № 3. С. 233–239.
- [18] Рубцов М.В., Дерюгин А.А. Возрастная динамика морфоструктуры и рост популяции ели под пологом березняков южной тайги // Идеи биогеоэкологии в лесоведении и лесоразведении. М.: Наука, 2006. С. 63–81.
- [19] Зарубина Л.В., Пятовская С.А. Структура биомассы подроста ели в разновозрастных березняках // Молочнохозяйственный вестник. 2016. № 4 (24). С. 31–41.
- [20] Лесостроительная инструкция. Утверждена приказом Минприроды России от 29 марта 2018 года № 122. 76 с.
- [21] Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. М.: Наука, 1983. 133 с.

## Сведения об авторах

**Дерюгин Анатолий Александрович** — канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. Института лесоведения РАН, da45@mail.ru

**Глазунов Юрий Борисович** — канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. Института лесоведения РАН, root@ilan.ras.ru

Поступила в редакцию 27.02.2020.

Принята к публикации 26.03.2020.

## PROSPECT ASSESSMENT OF UNERGROWTH SPRUCE UNDER CANOPY OF BIRCH FORESTS IN SOUTHERN TAIGA

**A.A. Deryugin, Yu.B. Glasunov**

Institute of Forest Science RAS, 21, Sovetskaya st., village Uspenskoe, Odintsovo district, 143030, Moscow reg., Russia  
da45@mail.ru

Consider the possibility of using the ratio of the crown length to the height of the spruce undergrowth trees under the birch canopy to assess their prospects for the formation of the second tier of the stand. The gradations of this ratio and the corresponding proportion of promising undergrowth trees are given.

**Keywords:** birch forests, regrowth spruce, prospects, criterion for evaluation

**Suggested citation:** Deryugin A.A., Glasunov Yu.B. *Ob otsenke perspektivnosti podrosta eli pod pologom bereznyakov yuzhnoy taygi* [Prospect assessment of unergrowth spruce under canopy of birch forests in southern taiga]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 4, pp. 12–18. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-4-12-18

## References

- [1] Pisarenko A.I. *Lesovosstanovlenie* [Reforestation]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest industry], 1977, 256 p.
- [2] Konovalov V.N., Zarubina L.V. *Biologicheskie osobennosti podrosta eli v bereznyakakh chernichnykh posle vyborochnykh rubok* [Biological features of undergrowth spruce in bilberry birch forests after selective cutting]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 2011, no. 8 (59), pp. 99–104.

- [3] Martynov A.N., Nedovesova U.A. *Otsenka tipa razmeshcheniya podrosta eli v smeshannykh molodnyakakh* [Evaluation of the type of placement of undergrowth of spruce in mixed young growth]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2011, no. 195, pp. 22–28.
- [4] Belyaeva N.V., Gryaz'kin A.V. *Zakonomernosti poyavleniya podrosta eli posle sploshnykh rubok v zavisimosti ot sostava materinskogo drevostoya* [Patterns of the appearance of undergrowth of spruce after clearcuts, depending on the composition of the maternal stand]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2015, no. 41, pp. 3–7.
- [5] Pilipko E.N., Pilipko A.V. *Vliyaniye razlichnykh tipov rubok na ekologicheskoye sostoyaniye podrosta eli (Picea abies) v Dikovskom lesnichestve vologodskoy oblasti* [The influence of various types of felling on the ecological state of spruce spruce (*Picea abies*) in the Dikov forestry of the Vologda region]. *Simvol nauki* [Symbol of Science], 2016, no. 1–3 (13), pp. 27–30.
- [6] Belyaeva N.V., Vikhareva M.A. *Vliyaniye tekhnologii sploshnykh rubok na sokhrannost' podrosta eli — istoriya i sovremennost'* [The influence of clear-cutting technology on the safety of undergrowth of spruce — history and modernity]. *Evrasiyskiy soyuz uchenykh* [Eurasian Union of Scientists], 2016, no. 1–4 (22), pp. 153–156.
- [7] Deryugin A.A. *Dinamika sostoyaniya populyatsii eli v nasazhdeniyakh, formiruyushchikhsya posle rubki berezovykh drevostoev s sokhraneniem podrosta* [The dynamics of the state of the spruce population in plantations formed after cutting birch stands with the preservation of undergrowth]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry Information], 2017, no. 1, pp. 16–23.
- [8] Bebiya S.M. *Differentsiatsiya derev'ev v lesu, ikh klassifikatsiya i opredeleniye zhiznennogo sostoyaniya drevostoev* [Differentiation of trees in the forest, their classification and determination of the vital state of stands]. *Lesovedeniye* [Forestry], 2000, no. 4, pp. 35–43.
- [9] Demakov Yu.P. *Diagnostika ustoychivosti lesnykh ekosistem* [Diagnostics of forest ecosystem resilience]. Yoshkar-Ola, 2000, 414 p.
- [10] Gryaz'kin A.V. *Vozobnovitel'nyy potentsial taezhnykh lesov (na primere el'nikov Severo-Zapada Rossii)* [The renewable potential of taiga forests (on the example of spruce forests of the North-West of Russia)]. St. Petersburg: SPbGLTA, 2001, 186 p.
- [11] Uspenskiy E.I., Denisov S.A., Kalinin K.K., Loskutov S.P. *Estestvennoye vozobnovleniye pod pologom lesa v Srednem Povolzh'e* [Natural regeneration under a forest canopy in the Middle Volga region]. *IVUZ. Lesnoy zhurnal* [IVUZ. Forest Journal], 2002, no. 4, pp. 46–53.
- [12] Matveeva A.S., Belyaeva N.V., Kazi I.A. *Vliyaniye sostava materinskogo drevostoya na vysotnyuyu strukturu podrosta eli raznykh fenologicheskikh form* [The effect of the composition of the maternal stand on the altitude structure of undergrowth of spruce of various phenological forms]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2017, no. 47, pp. 138–142.
- [13] Grigor'ev A.A. *Otsenka sostoyaniya podrosta eli pod pologom drevostoev v raznykh tipakh lesa* [Assessment of the state of undergrowth of spruce under the canopy of stands in different types of forests]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Bulletin of the St. Petersburg Forestry Engineering Academy], 2009, no. 183, pp. 7–13.
- [14] Matveeva A.S., Belyaeva N.V., Kazi I.A. *Vliyaniye podleska na podrost eli raznykh fenologicheskikh form* [Influence of the forestry on the adolescent of food of different phenological forms]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice], 2017, v. 5, no. 9 (35), pp. 90–98.
- [15] Debkov N.M. *Kolichestvennyye i kachestvennyye parametry vozobnovleniya pod pologom drevostoev, sformirovavshikhya iz predvaritel'nykh generatsiy* [Quantitative and qualitative parameters of renewal under the canopy of stands formed from preliminary generations]. *IVUZ. Lesnoy zhurnal* [IVUZ. Forest Journal], 2015, no. 1/343, pp. 35–44.
- [16] Zarubina L.V. *Sostoyaniye estestvennogo vozobnovleniya eli v melkolistvennykh lesakh na Severe Rossii* [The state of natural regeneration of spruce in small-leaved forests in the North of Russia]. *IVUZ. Lesnoy zhurnal* [IVUZ. Forest Journal], 2016, no. 3, pp. 52–65.
- [17] Zarubina L.V., Snezhko D.A., Pyatovskaya S.A. *Otsenka rosta elovogo podrosta v raznovozrastnykh bereznyakakh chernichnykh Vologodskoy oblasti* [Estimation of the growth of spruce undergrowth in birch birch trees of different ages in the Vologda Oblast]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 2018, no. 3, pp. 233–239.
- [18] Rubtsov M.V., Deryugin A.A. *Vozrastnaya dinamika morfostruktury i rost populyatsii eli pod pologom bereznyakov yuzhnoy taygi* [Age-related dynamics of the morphostructure and population growth of spruce under the canopy of birch forests of the southern taiga]. *Idey biogeotsenologii v lesovedenii i lesorazvedenii* [Ideas of biogeocenology in forest management and afforestation]. Moscow: Nauka, 2006, pp. 63–81.
- [19] Zarubina L.V., Pyatovskaya S.A. *Struktura biomassy podrosta eli v raznovozrastnykh bereznyakakh* [The structure of the undergrowth biomass of spruce in birch forests of different ages]. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2016, no. 4 (24), pp. 31–41.
- [20] *Lesoustroitel'naya instruktsiya* [Forest inventory instruction]. Approved by order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated March 29, 2018, no. 122, 76 p.
- [21] Mirkin B.M., Rozenberg G.S. *Tolkovyy slovar' sovremennoy fitotsenologii* [Explanatory dictionary of modern phytocenology]. Moscow: Nauka, 1983, 133 p.

## Authors' information

**Deryugin Anatoly Aleksandrovich** — Cand. Sci. (Agriculture), Senior Research, of the Institute of Forestry, RAS, da45@mail.ru

**Glazunov Yuriy Borisovich** — Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, of the Institute of Forestry, RAS, root@ilan.ras.ru

Received 27.02.2020.

Accepted for publication 26.03.2020.