

УДК 630*228.12: 630*231.1(470.316)

РОСТ И СОСТОЯНИЕ ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ БЕРЕЗНЯКА КИСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

А. А. Дерюгин, Ю. Б. Глазунов

Институт лесоведения РАН

143030, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, ул. Советская, 21

E-mail: da45@mail.ru, glazunov@ilan.ras.ru

Поступила в редакцию 25.10.2022 г.

Рассматриваются особенности роста деревьев ели (*Picea* A. Dietr.) различного состояния под пологом южно-таежных березняков кисличных (*Betuletum oxalidosum*). Исследования проведены на Северной лесной опытной станции Института лесоведения РАН (Ярославская обл.), где была заложена система постоянных пробных площадей (ппп) для изучения сукцессионных процессов в березняках. На одной из ппп в качестве модельных срублены все деревья ели. Предварительно проведена оценка их состояния (здоровые, ослабленные). В качестве критериев оценки приняты форма и охвоенность кроны, ее протяженность по высоте дерева. Анализ роста выполнен для деревьев возрастом более 60 лет (40 здоровых, 33 ослабленные). Рост деревьев характеризовали динамикой следующих показателей: высоты, площади поперечного сечения стволов на высоте 0.1 и 1.3 м, объема ствола, видового числа, коэффициента формы. В ходе ретроспективного анализа роста деревьев установлено, что ослабленные деревья по значению основных биометрических характеристиках ствола существенно уступают здоровым уже в первом десятилетии. В 60 лет высота и объем ствола здоровых деревьев соответственно в 1.5 и 3.1 раза больше, чем у ослабленных особей. Независимо от состояния деревьев максимальный среднепериодический прирост в высоту наблюдается в 40 лет, а равенство среднего и среднепериодического приростов у ослабленных деревьев наблюдается на 5 лет раньше (55 лет), чем у здоровых. Максимальный среднепериодический прирост по площади поперечного сечения и объему ствола у ослабленных деревьев наступает на 5–10 лет раньше, чем у здоровых. Ослабленные деревья характеризуются более полнодревесными и менее сбежистыми стволами. В возрасте 60 лет продуктивность здоровых деревьев под пологом березняков соответствует IV, а ослабленных – V классу бонитета. Статус деревьев ели в вертикальной структуре подпологовой популяции не всегда остается постоянным. Перспективность деревьев ели под пологом березняков лучше оценивать при достижении ими возраста 40 лет.

Ключевые слова: березняки, ель под пологом, рост, состояние, Ярославская область.

DOI: 10.15372/SJFS20230206

ВВЕДЕНИЕ

Изучению ценопопуляции ели (*Picea* A. Dietr.) под пологом мелколиственных насаждений посвящено немало научных публикаций, в которых освещались вопросы жизнеспособности (Бебия, 2000; Григорьев, 2009; Дебков, 2015; Коновалов, Зарубина, 2016; Дерюгин, Глазунов, 2020) и состояния елового подроста (Ушатин, 1974; Грязькин, 2001; Успенский и др., 2002; Бобкова, Бессонов, 2009; Коновалов, Зарубина, 2011; Беляева, Грязькин, 2015; Дебков и др., 2015; Дерюгин, Рубцов, 2016; Зарубина,

2016; Зарубина и др., 2018; Стороженко и др., 2018; Теринов и др., 2020). Тем не менее рост деревьев в связи с их состоянием остается недостаточно изученным. При популяционном подходе в исследованиях отдельное место отводится изучению особенностей роста деревьев различного состояния, так как это обуславливает их дифференциацию в ценопопуляции. Установление особенностей роста деревьев наряду с визуальной оценкой позволит более объективно подходить к определению перспективности естественно формирующихся березово-еловых древостоев.

Цель исследований – установить особенности роста деревьев ели различного состояния под пологом южно-таежных березняков кисличных.

В задачу исследований входило: подбор постоянной пробной площади (ппп) в типичных насаждениях для региона, сплошной пересчет всех деревьев на ппп, отбор модельных деревьев, их измерение, взятие и обработка спилов для анализа хода роста, компьютерная обработка результатов измерений с определением параметров роста деревьев ели.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили на объектах Северной лесной опытной станции Института лесоведения РАН (Ярославская обл., Рыбинское центральное лесничество, Пригородное участковое лесничество), где была заложена система ппп для изучения сукцессионных процессов в березняках с подпологовой ценпопуляцией ели. После анализа состояния деревьев ели на 17 ппп в качестве объекта была выбрана ппп (координаты 58°13.993 с. ш.; 38°55.477 в. д.), где в составе первого яруса древостоя доминировала береза повислая (*Betula pendula* Roth) с некоторым участием осины (*Populus tremula* L.). Во втором ярусе и подросте в основном была представлена ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) H. Karst.) под пологом березняка кисличного (*Betuletum oxalidosum*) высокопродуктивного, высокополнотного (табл. 1).

По составу и производительности такие насаждения типичны для региона исследований. На ппп проведен сплошной пересчет деревьев с определением их состояния, параметров ствола и крон. Визуально определяли состояние дере-

вьев (здоровые или ослабленные). В качестве критериев оценки приняты форма и охвоенность кроны, ее протяженность по высоте дерева. После этого в качестве моделей для изучения хода роста были спилены все деревья ели, на которых не наблюдался слом стволов и или их перевершинивание.

Со всех модельных деревьев после их раскряжевки были взяты спилы. С учетом замедленного роста деревьев ели подпологовой ценпопуляции (Белов, 1983; Дерюгин, 2018) была принята следующая схема отбора спилов: у поверхности земли, далее до высоты 1 м через каждые 25 см, затем на высотах 1.3, 2.0, 2.5, 3.0 м, в последующем – через 1.0 или 2.0 м в зависимости от текущего годовичного прироста в высоту. Диаметры ствола на спилах измеряли по принятой в таксации схеме (Анучин, 1982) через каждые 5 лет. Обработку проводили по специально разработанной программе с расчетом основных таксационных характеристик для каждого дерева. Для изучения роста за возможно более длительный период из всего числа модельных деревьев были отобраны экземпляры возрастом более 60 лет. Всего число таких модельных деревьев 73, в том числе здоровых – 40, ослабленных – 33 (табл. 2).

При обработке данных использован пакет статистического анализа Excel и программа TableCurve 2D v5.01.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучаемая ценпопуляция ели расположена под пологом березняка, находящегося в стадии возрастного развития старение. Березняк сформировался после рубки коренного елового древостоя. Основная часть еловой ценпопуляции, являющаяся базой формирующегося ельника,

Таблица 1. Характеристика насаждения на ппп

Ярус	Состав, %	N, экз./га	A, лет	H, м	D _{1,3} , см	G, м ² /га	M, м ³ /га	Относительная полнота	Класс бонитта
1	73Б	336	85	31.5	26.5	18.52	256	0.54	Ia
	27Ос	96	85	32.4	30.2	6.87	97	0.15	Iб
2	87Е	1248	66	11.6	10.7	11.21	72	0.45	IV
	5Б	16	60	24.4	16.6	0.35	4	0.03	Ia
	8Ос	32	85	23.9	16.3	0.67	7	0.03	II
Подрост	100Е	368	60	6.0	–	–	–	–	–

Примечание. N – число деревьев; A – средний возраст; H – средняя высота деревьев; D_{1,3} – средний диаметр ствола деревьев на высоте 1.3 м; G – сумма площади поперечного сечения стволов на высоте 1.3 м; M – запас стволовой древесины растущих деревьев. Е – ель; Б – береза; Ос – осина.

Таблица 2. Параметры модельных деревьев, использованных для анализа роста

Состояние деревьев	Число моделей	Возраст, лет	Диаметр ствола (мм) на высоте, м		Высота, м	Объем ствола, дм ³
			0.1	1.3		
Здоровые	40	61–77	97–220	86–176	9.9–17.6	30.9–192.2
Ослабленные	33	61–73	45–132	35–112	4.7–12.8	2.9–69.4
Общее	73	61–77	45–220	35–176	4.7–17.6	2.9–192.2

возобновилась в первые 20 лет после поселения на вырубке березы. Рассматриваемый ельник относится к объекту с ранним возобновлением (Дерюгин, Рубцов, 2016). Он характеризуется преобладанием деревьев возрастом 60–80 лет. Именно из этой группы были отобраны для анализа модельные деревья ели. В этом возрасте отмечается относительная стабилизация состояния деревьев. Так, за почти 10-летний период между закладкой пп и рубкой моделей доля здоровых деревьев практически не изменилась и осталась равной 44 %.

Анализ средних значений основных биометрических характеристик деревьев в ретроспективе показал, что различие между здоровыми и ослабленными особями наблюдается уже в первом десятилетии. Разница в абсолютных значениях всех рассматриваемых характеристик с возрастом увеличивается, о чем свидетельствует возрастание значений критерия Стьюдента (табл. 3).

При этом соотношения между показателями здоровых и ослабленных деревьев на протяжении рассматриваемого временного периода (20–60 лет) изменялись не столь существенно. Так, высота здоровых деревьев за время анализа была в 1.4–1.5 раза больше, чем ослабленных. По $G_{0.1}$ и V эти значения изменялись соответственно в интервалах 1.9–2.3 и 2.7–3.2.

Следует отметить, что ослабленные деревья характеризуются более полнодревесными и менее сбежистыми стволами. Во всех рассматриваемых вариантах сравнения здоровых и ослабленных деревьев различие достоверно при уровне значимости 0.05.

Следует отметить, что в возрасте 50–60 лет продуктивность здоровых деревьев соответствует IV, а ослабленных – V классу бонитета.

Анализ среднепериодических (Z) за 5-летние периоды и средних (S) приростов основных таксационных характеристик показал следующее.

Изменения приростов в высоту у здоровых и ослабленных деревьев характеризуются одинаковыми тенденциями. Отличие состоит только в абсолютных значениях. У здоровых деревьев

интенсивное увеличение среднепериодического прироста (Z_H) наблюдается в 20–35 лет и составляет в среднем 24 см/год, изменяясь от 11 до 30 см/год. Для ослабленных деревьев среднее значение равно 19 см/год, изменяясь от 9 до 24 см/год. Максимальное значение Z_H у здоровых особей отмечается в возрасте 40 лет, у ослабленных – в 35–40 лет. У последних на 5 лет раньше значения Z_H и среднего (S_H) приростов становятся равными. В этом возрасте прирост у здоровых деревьев в 2 раза превышает прирост ослабленных деревьев (рис. 1).

Прирост по площади поперечного сечения ствола на высоте 0.1 м ($Z_{G_{0.1}}$) протекает иначе. Если у здоровых деревьев увеличение $Z_{G_{0.1}}$ происходило в течение всего периода наблюдений, то у ослабленных начиная с 50 лет он снижается (рис. 2).

В возрастном интервале 20–50 лет у здоровых деревьев $Z_{G_{0.1}}$ составлял в среднем 2.30 см²/год, что в 2 раза больше, чем у ослабленных. В 60 лет у последних значение $Z_{G_{0.1}}$ (1.42 см²/год) почти в 3 раза меньше значения (4.07 см²/год) у здоровых деревьев.

Характер изменения приростов по объему ствола (Z_V и S_V) у здоровых и ослабленных деревьев в основном схож с динамикой приростов по $G_{0.1}$ (рис. 3).

Это во многом объясняется тесной связью между $Z_{G_{0.1}}$ и Z_V . Коэффициенты корреляции для здоровых деревьев равен 0.95, для ослабленных – 0.93. Теснота связи $Z_V = f(Z_H)$ существенно меньше (соответственно 0.60 и 0.45).

За период интенсивного увеличения объема стволов (30–50 лет) у здоровых деревьев Z_V (1.3 дм³/год) был в 2.6 раза больше, чем у ослабленных (0.5 дм³/год). После 55 лет Z_V последних начинает снижаться. В возрасте 60 лет разница в значениях Z_V у деревьев разного состояния достигла максимального значения – 1.80 дм³/год.

Таким образом, за 60-летний период роста средние значения основных таксационных характеристик у здоровых деревьев достоверно больше значений у ослабленных деревьев. Это

Таблица 3. Различия основных показателей для здоровых и ослабленных деревьев возрастом 61–80 лет ($T_{0,05} = 2.00$)

Показатель	Статистики	Состояние деревьев	Возраст ели, лет					
			10	20	30	40	50	60
H , м	Средние значения	Здоровые	0.6 ± 0.04	1.6 ± 0.10	3.6 ± 0.16	6.6 ± 0.19	9.4 ± 0.21	11.5 ± 0.23
	$T_{\text{факт}}$	Ослабленные	0.4 ± 0.03	1.1 ± 0.07	2.6 ± 0.13	4.8 ± 0.24	6.3 ± 0.68	7.5 ± 0.34
$G_{0,1}$, см ²	Средние значения	Здоровые	0.54 ± 0.06	4.32 ± 0.38	16.59 ± 1.06	41.27 ± 2.19	74.80 ± 3.44	113.07 ± 5.29
	$T_{\text{факт}}$	Ослабленные	0.18 ± 0.02	1.85 ± 0.18	8.73 ± 0.76	21.23 ± 1.81	35.88 ± 3.08	51.23 ± 4.33
$G_{1,3}$, см ²	Средние значения	Здоровые	4.84	5.33	5.74	6.81	8.20	8.72
	$T_{\text{факт}}$	Ослабленные	–	–	–	15.12 ± 1.17	27.88 ± 2.24	38.68 ± 3.28
V , дм ³	Средние значения	Здоровые	0.021 ± 0.004	0.374 ± 0.054	2.755 ± 0.268	11.388 ± 0.812	28.785 ± 1.735	52.862 ± 3.110
	$T_{\text{факт}}$	Ослабленные	0.005 ± 0.001	0.118 ± 0.020	1.006 ± 0.096	4.249 ± 0.434	10.233 ± 1.119	17.086 ± 1.900
F	Средние значения	Здоровые	3.84	3.97	5.51	7.13	8.40	9.13
	$T_{\text{факт}}$	Ослабленные	–	–	–	0.545 ± 0.011	0.509 ± 0.009	0.506 ± 0.009
q_2	Средние значения	Здоровые	–	–	–	0.598 ± 0.018	0.580 ± 0.013	0.584 ± 0.011
	$T_{\text{факт}}$	Ослабленные	–	–	–	2.63	4.60	5.49
	Средние значения	Здоровые	–	–	–	0.495 ± 0.023	0.487 ± 0.017	0.504 ± 0.014
	$T_{\text{факт}}$	Ослабленные	–	–	–	0.558 ± 0.027	0.593 ± 0.021	0.597 ± 0.015
			–	–	–	1.84	4.01	4.55

Примечание. H – высота; $G_{0,1}$ – площадь поперечного сечения ствола на высоте 0.1 м; V – объем ствола; F – видовое число; q_2 – коэффициент формы; $T_{0,05}$ и $T_{\text{факт}}$ – значения критерия Стьюдента соответственно при уровне значимости 0.05 и фактический.

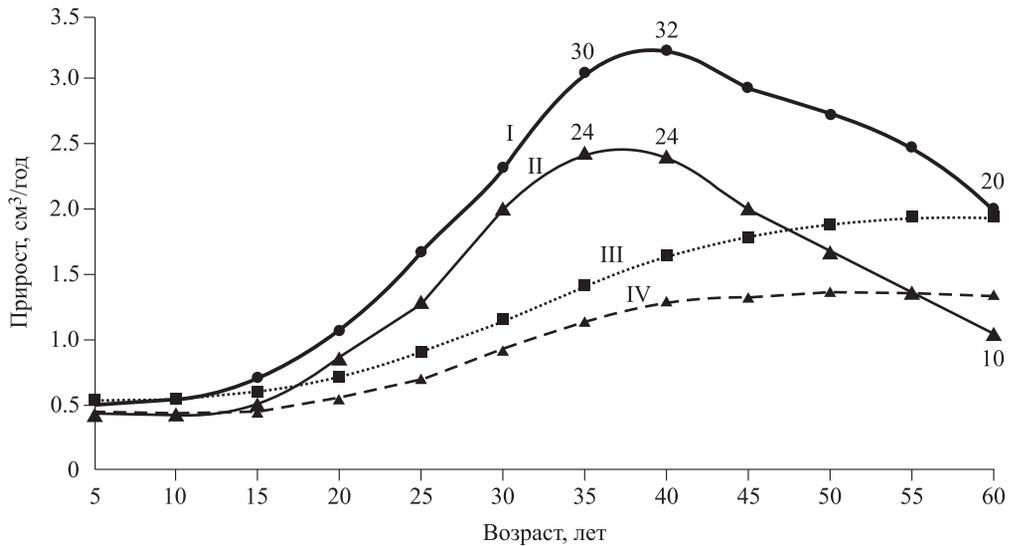


Рис. 1. Приросты в высоту у деревьев: среднепериодические (I – здоровых, II – ослабленных) и средние (III – здоровых, IV – ослабленных).

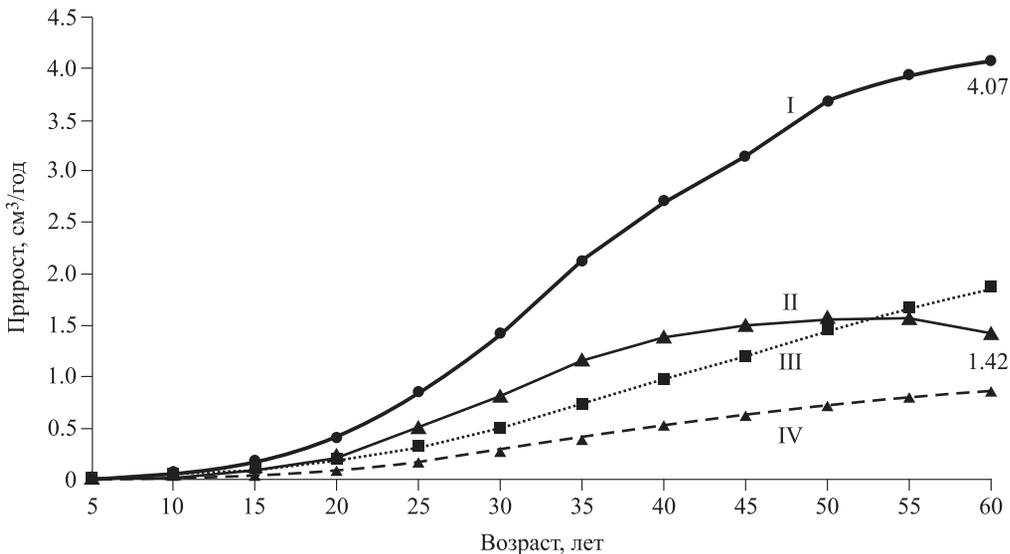


Рис. 2. Приросты по площади поперечного сечения ствола деревьев на высоте 0.1 м: среднепериодические (I – здоровых, II – ослабленных) и средние (III – здоровых, IV – ослабленных).

отчасти может быть объяснено различиями в параметрах крон деревьев, т. е. в ассимиляционном аппарате. На рассматриваемых модельных деревьях динамику параметров крон невозможно установить.

Тем не менее можно констатировать, что к возрасту 80 лет средние параметры крон ослабленных деревьев существенно уступают здоровым особям. Особенно это наблюдается в отношении объема крон. Значение этого показателя у здоровых деревьев почти в 3 раза больше (табл. 4).

По всем параметрам крон различие в средних значениях достоверно при уровне значимости более 0.05 ($T_{0.05} = 2.00 < T_{\text{факт}} = 5.65-8.06$).

Статус здорового или ослабленного дерева не всегда остается постоянным в древостое. Для анализа таких изменений было выполнено ранжирование всех модельных деревьев.

Их ранг определяли отдельно для каждого 10-летнего периода по отношению значения того или иного показателя к среднему его значению для рассматриваемой совокупности деревьев.

Установлено, что средние значения рангов у здоровых и ослабленных деревьев за 60-летний период существенно не изменялся, при этом у первых они были выше (табл. 5).

Одним из основных показателей состояния деревьев наряду с характеристикой крон явля-

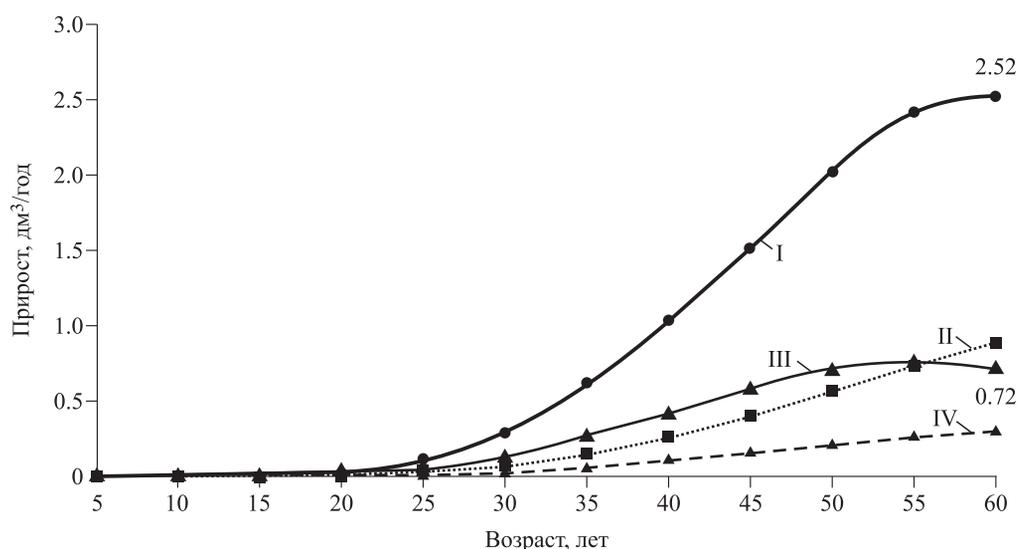


Рис. 3. Приросты по объему ствола у деревьев: среднепериодические (I – здоровых, II – ослабленных) и средние (III – здоровых, IV – ослабленных).

Таблица 4. Характеристика крон деревьев ели в возрасте 61–80 лет

Состояние деревьев	Горизонтальная проекция, м²	Высота начала, м	Протяженность		Объем, м³
			абсолютная, м	относительная, %	
Здоровые	9.14 ± 0.63	6.7 ± 0.12	6.4 ± 0.28	48 ± 1.2	20.6 ± 2.04
Ослабленные	4.71 ± 0.36	5.4 ± 0.17	3.2 ± 0.27	35 ± 2.0	6.3 ± 0.88

ется их высота, так как она определяет положение дерева в вертикальной структуре и соответственно используемый ею световой ресурс (Демаков, 2000; Кузьмичев, 2013; Дерюгин, Глазунов, 2020).

По высоте дерева можно адекватно оценить его состояние. Об этом свидетельствует выполненный корреляционный анализ связи и высотных рангов с рангами $G_{0.1}$, $G_{1.3}$, V . Установлено, что наиболее тесная связь с коэффициентами корреляции более 0.90 наблюдается в возрасте деревьев 40–60 лет (табл. 6).

Таблица 5. Средние ранги деревьев разного состояния в связи с возрастом

Состояние деревьев	Возраст ели, лет					
	10	20	30	40	50	60
Ранги по H						
Здоровые	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2
Ослабленные	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8
Ранги по $G_{0.1}$						
Здоровые	1.4	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3
Ослабленные	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6
Ранги по V						
Здоровые	1.5	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4
Ослабленные	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5

Вышесказанное позволяет проследить возрастную динамику доли здоровых и ослабленных деревьев по высотным рангам. Для этого весь диапазон рангов по высоте (в 10-летнем возрасте 0.43–2.45 и в 60-летнем – 0.46–1.53) был разбит на четыре группы (табл. 7).

Как следует из приведенных данных, с увеличением возраста ели увеличивается доля здоровых деревьев с более высоким рангом. Так, в 20–60 лет доля деревьев с рангами 1.01–1.50 возрастает с 35 до 72 %, а доля деревьев меньших рангов уменьшается с 42 до 25 %. Ранги ослабленных деревьев остаются относительно постоянными. В течение 60 лет более чем у 90 % таких деревьев ранги менее 1.0.

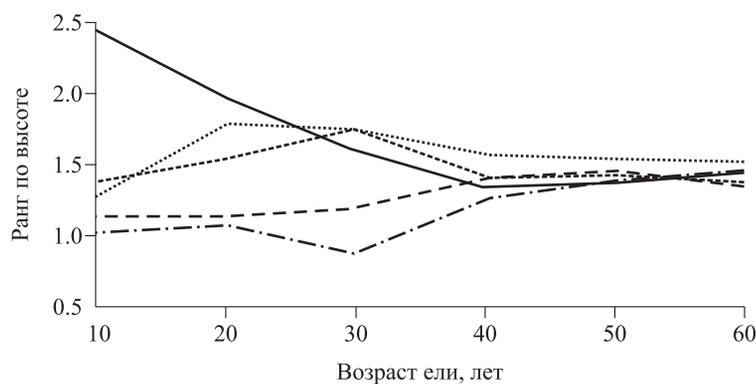
Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что статус дерева в древостое, особенно здорового, не всегда остается постоянным.

Таблица 6. Коэффициенты корреляции ранга высоты деревьев с рангами других параметров

Характеристика	Возраст ели, лет					
	10	20	30	40	50	60
$G_{0.1}$	0.97	0.99	0.81	0.99	0.99	0.99
$G_{1.3}$	–	–	0.81	0.95	0.96	0.95
V	0.92	0.85	0.86	0.90	0.94	0.95

Таблица 7. Возрастная динамика представленности деревьев разного состояния в группах высотных рангов

Группа рангов по высоте	Состояние деревьев	Доля деревьев разного состояния (%) в возрасте, лет					
		10	20	30	40	50	60
0.5 и меньше	Здоровые	–	–	–	–	–	–
	Ослабленные	19	16	–	–	–	6
0.51–1.00	Здоровые	42	42	32	25	30	25
	Ослабленные	74	74	97	90	90	81
1.01–1.50	Здоровые	35	35	58	68	62	72
	Ослабленные	7	7	3	10	10	13
1.51–2.00	Здоровые	18	18	10	7	8	3
	Ослабленные	–	–	–	–	–	–
Больше 2.00	Здоровые	5	5	–	–	–	–
	Ослабленные	–	–	–	–	–	–

**Рис. 4.** Возрастная динамика высотных рангов лидирующих деревьев.

Его изменение в вертикальной структуре древостоя можно проиллюстрировать на примере пяти лидирующих особей, характеризующихся наибольшими высотными рангами (1.43–1.61) в возрасте 60 лет.

Наибольший размах рангов (1.02–2.45) отмечается в возрасте 10 лет. Затем он снижается, и в возрасте 40 лет диапазон рангов становится компактным – 1.26–1.57 (рис. 4).

Если в 10–20 лет высотный ранг всех здоровых деревьев характеризовался сильной изменчивостью (коэффициент вариации $CV = 23–38\%$), то в 40–60 лет изменчивость уменьшилась до средней ($CV = 16–17\%$).

Принимая во внимание возрастную динамику высотных рангов, можно констатировать, что перспективность деревьев ели под пологом березняков, лучше оценивать при достижении елью возраста 40 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе ретроспективного анализа роста 60–80-летних деревьев ели установлено, что ослабленные деревья по значению основных био-

метрических характеристик ствола существенно уступают здоровым уже в первом десятилетии. Разница в абсолютных значениях высоты, поперечного сечения и объема ствола с возрастом увеличивается. В 60 лет высота и объем ствола здоровых деревьев соответственно в 1.5 и 3.1 больше значений этих показателей у ослабленных особей.

Максимальный среднепериодический прирост в высоту независимо от состояния деревьев наблюдается в 40 лет. Равенство среднего и среднепериодического приростов ослабленных деревьев наблюдается в 55 лет, что на 5 лет раньше, чем у здоровых.

Максимальные среднепериодические приросты по площади поперечного сечения и объему ствола у ослабленных деревьев наступают на 5–10 лет раньше, чем у здоровых.

Ослабленные деревья характеризуются более полнодревесными и менее сбежистыми стволами. В возрасте 60 лет продуктивность здоровых деревьев под пологом березняков соответствует IV, а ослабленных – V классу бонитета.

Статус деревьев ели в вертикальной структуре подпологовой популяции не всегда оста-

ется постоянным. Принимая во внимание возрастную динамику высотных рангов, можно констатировать, что перспективность деревьев ели под пологом березняков лучше оценивать при достижении елью возраста 40 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анучин Н. П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
- Бабия С. М. Дифференциация деревьев в лесу, их классификация и определение жизненного состояния древостоев // Лесоведение. 2000. № 4. С. 35–43.
- Белов С. В. Лесоводство. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 352 с.
- Беляева Н. В., Грязькин А. В. Закономерности появления подроста ели после сплошных рубок в зависимости от состава материнского древостоя // Актуал. пробл. лесн. комплекса, 2015. № 41. С. 3–7.
- Бобкова К. С., Бессонов И. М. Естественное возобновление среднетаежных ельников Европейского Северо-Востока // Лесоведение. 2009. № 5. С. 10–16.
- Григорьев А. А. Оценка состояния подроста ели под пологом древостоев в разных типах леса // Изв. СПбЛТА. 2009. № 183. С. 7–13.
- Грязькин А. В. Возобновительный потенциал таёжных лесов (на примере ельников Северо-Запада России). СПб.: СПбЛТА, 2001. 186 с.
- Дебков Н. М. Количественные и качественные параметры возобновления под пологом древостоев, сформировавшихся из предварительных генераций // ИВУЗ. Лесн. журн. 2015. № 1 (343). С. 35–44.
- Дебков Н. М., Грязькин А. В., Ковалев Н. В. Состояние предварительного возобновления под пологом березняков в средней тайге в условиях Томской области // Леса России и хоз-во в них. 2015. № 1 (51). С. 24–32.
- Демаков Ю. П. Диагностика устойчивости лесных экосистем (методологические и методические аспекты). Йошкар-Ола: Периодика Мари-Эл, 2000. 416 с.
- Дерюгин А. А. Особенности роста популяции ели под пологом березняков в южной тайге Русской равнины // Лесохоз. информ. 2018. № 1. С. 21–30.
- Дерюгин А. А., Глазунов Ю. Б. Об оценке перспективности подроста ели под пологом березняков южной тайги // Лесн. вестн. 2020. Т. 24. № 4. С. 12–18.
- Дерюгин А. А., Рубцов М. В. Динамика состояния популяции ели под пологом березняков южной тайги Русской равнины // ИВУЗ. Лесн. журн. 2016. № 2 (350). С. 47–58.
- Зарубина Л. В. Состояние естественного возобновления ели в мелколиственных лесах на Севере России // ИВУЗ. Лесн. журн. 2016. № 3 (351). С. 52–65.
- Зарубина Л. В., Снежко Д. А., Пятовская С. А. Оценка роста елового подроста в разновозрастных березняках черничных Вологодской области // Вестн. КрасГАУ. 2018. № 3. С. 233–239.
- Коновалов В. Н., Зарубина Л. В. Биологические особенности подроста ели в березняках черничных после выборочных рубок // Вестн. КрасГАУ. 2011. № 8 (59). С. 99–104.
- Коновалов В. Н., Зарубина Л. В. Оценка жизнеспособности ели в березняке черничном в процессе его возрастного развития // ИВУЗ. Лесн. журн. 2016. № 5 (353). С. 44–60.
- Кузьмичев В. В. Закономерности динамики древостоев: принципы и модели. Новосибирск: Наука, 2013. 208 с.
- Стороженко В. Г., Быков А. В., Петров А. В., Бухарева О. А. Устойчивость лесов. Теория и практика биогеоэкологических исследований. М.: Тов-во науч. изд. КМК. 2018. 173 с.
- Теринов Н. Н., Андреева Е. М., Залесов С. В., Луганский Н. А., Магасумова А. Г. Восстановление еловых лесов: теория, отечественный опыт и методы решения // ИВУЗ. Лесн. журн. 2020. № 3 (375). С. 9–23.
- Успенский Е. И., Денисов С. А., Калинин К. К., Лоскутов С. П. Естественное возобновление под пологом леса в Среднем Поволжье // ИВУЗ. Лесн. журн. 2002. № 4. С. 46–53.
- Ушатин И. П. К вопросу об оценке естественного возобновления ели в условиях южной тайги Европейской части СССР // ИВУЗ. Лесн. журн. 1974. № 4. С. 23–27.

THE GROWTH AND STATE OF SPRUCE UNDER THE CANOPY OF OXALIS BIRCH FORESTS IN THE SOUTHERN TAIGA OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

A. A. Deryugin, Yu. B. Glazunov

Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences

Sovetskaya str., 21, Uspenskoe village, Odintsovsky District, Moscow Oblast, 143030 Russian Federation

E-mail: da45@mail.ru, glazunov@ilan.ras.ru

The features of the growth of spruce (*Picea* A. Dietr.) trees of various state under the canopy of southern taiga oxalis birch forests (*Betuletum oxalidosum*) are considered. The studies were carried out at the North Forest Experimental Station of the Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences, where a system of permanent trial plots (PTP) was established to study the succession processes in birch forests. At one of the PTP, all spruce trees were cut down as models. Preliminary assessment of their condition (healthy, weakened) was carried out. The shape and foliage of the crown, its length along the height of the tree were taken as evaluation criteria. Growth analysis was performed for trees over 60 years old (40 healthy, 33 weakened). Tree growth was characterized by the dynamics of the following indicators: height, stem cross-sectional area at a height of 0.1 and 1.3 m, stem volume, form factor, shape factor. In the course of a retrospective analysis of the growth of trees, it was found that weakened trees, in terms of the value of the biometric characteristics of the stem, are significantly inferior to healthy ones already in the first 10 years of life. At the age of 60, the height and stem volume of healthy trees are 1.5 and 3.1, respectively, higher than the values of these indicators in weakened specimens. Regardless of the condition of the trees, the maximum average periodic growth in height is observed at 40 years, and the equality of the average and average periodic growths in weakened trees is observed 5 years earlier (55 years) than in healthy ones. The maximum average periodic growth in cross-sectional area and stem volume in weakened trees occurs 5–10 years earlier than in healthy ones. Weakened trees are characterized by more full-boled and less tapering stems. At the age of 60 years, the productivity of healthy trees under the canopy of birch forests corresponds to IV, and weakened ones – to V growth class. The prospects of spruce trees under the canopy of birch forests are best assessed when the spruce reaches the age of 40 years.

Keywords: *birch forests, under-canopy spruce, growth, condition, Yaroslavl' Oblast.*

How to cite: *Deryugin A. A., Glazunov Yu. B. The growth and state of spruce under the canopy of oxalis birch forests in the southern taiga of the European part of Russia // Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Sib. J. For. Sci.). 2023. N. 2. P. 47–55 (in Russian with English abstract and references).*