

# 1. ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

---

УДК 630. 531

**М.О. Гурьянов, О.И. Антонов, Ю.В. Джикович**

## **ЗАВИСИМОСТЬ РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЕТВЕЙ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ОТ ИХ ОТ ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ**

*Введение.* Изучение строения (архитектоники) кроны деревьев является важным моментом экологических исследований, поскольку она в значительной степени предопределяет процесс конкуренции видов в лесной экосистеме. Вопросами биологической продуктивности ассимиляционного аппарата древесных пород занимались многие как отечественные, так и зарубежные ученые [Яблоков, 1934; Молчанов, 1952; Полякова, 1954; Казимиров, 1977; Усольцев, 1998, 2010 и др.; Rutter, 1957; Satoo et al., 1982; Fujimori, 1971; Ford, 1982; Kallio, 1984] и др.

С практической точки зрения структура кроны представляет интерес при интенсивном лесовыращивании, особенно в плане производства высококачественной древесины методом обрезки ветвей, поскольку производительность работ связана с количественными параметрами (число живых и сухих ветвей в мутовке, диаметры ветвей, количество мутовок и др.). Изучение этих показателей в связи с удалением ветвей проводилось в культурах сосны [Кузнецов и др., 1986]. Анализ данных перечета числа живых мутовок на растущих учетных деревьях, а также более чем 2 тыс. модельных деревьев на пробных площадях, заложенных в 30-100 летних сосняках II кл. бонитета показал, что формирование кроны тесно связано с густотой и возрастом древостоя. Аналогичные работы проводились в Прибалтике [Жарчаускас, 1958] и по соснякам в Швеции [Arvidson, 1985].

Количество публикаций по строению кроны ели значительно меньше, чем по сосне. В исследованиях К.И. Вороницына [Вороницын, 1989] отмечается, что число ветвей в мутовке пропорционально диаметру ствола и высоте дерева. Эта пропорциональность сохраняется лишь до определенного диаметра, соответствующего возрасту, когда дерево прекращает за-

метный прирост в высоту. После этого число ветвей уменьшается за счет их отмирания. Количество живых ветвей у ели колеблется от 50 до 280 шт. [Pollarschutz, 1994]. Установлено, что в оптимальных по густоте еловых древостоях в нижних ярусах толщина ветвей в основании не превышает 20 мм. В шведском институте сельскохозяйственных наук разработана динамическая модель линейного и весового роста ветвей для молодых насаждений ели европейской [Madgwick, Tamm, 1986].

Известно, что у хвойных пород крона дерева является физиологическим центром, который управляет процессом формирования древесины внутри ствола [Полубояринов, 1974]. Поэтому удаление любого количества хвои и тем самым вмешательство в данный процесс должно быть обоснованным. Это касается в первую очередь интенсивности обрезки с тем, чтобы уменьшить возможное негативное влияние этого вида ухода на состояние и рост деревьев.

*Цель исследования* заключалась в изучении количественных показателей ветвей ели европейской для выявления зависимости их от фитоценологического состояния деревьев.

*Объектом исследований* были 29-летние культуры ели, произрастающие в Гатчинском лесничестве, Таицком уч. лесничестве, кв. 28 (Ленинградская обл.). В качестве размерных показателей живых ветвей были использованы их длина, диаметр основания, а также вес модельных ветвей, причем сбор и последующий анализ полученных данных проводился отдельно для деревьев I и IV классов роста или классов Крафта.

*Результаты исследования.* Ключевую роль при определении классов роста играет степень развития крон. По этой причине, как видно из представленных на рис. 1 зависимостей средних по мутовкам и модельным деревьям диаметров оснований и длин ветвей от номеров мутовок, для IV класса роста их значения ниже, чем для I. Следует отметить, что порядковый номер мутовки показывает также количество лет, прошедших с момента ее формирования, что позволяет судить о ходе роста входящих в нее ветвей.

Как видно из рис. 1, от вершины к комлевой части происходит обусловленное ростовыми процессами увеличение диаметров оснований и длин ветвей. При этом отмеченное увеличение происходит неравномерно. Так, сравнительно малые величины данных показателей, наблюдающиеся на второй мутовке у большинства модельных деревьев и, как следствие, в средних по каждому классу роста значениях, связаны с неблагоприятными погодными условиями в год ее формирования.

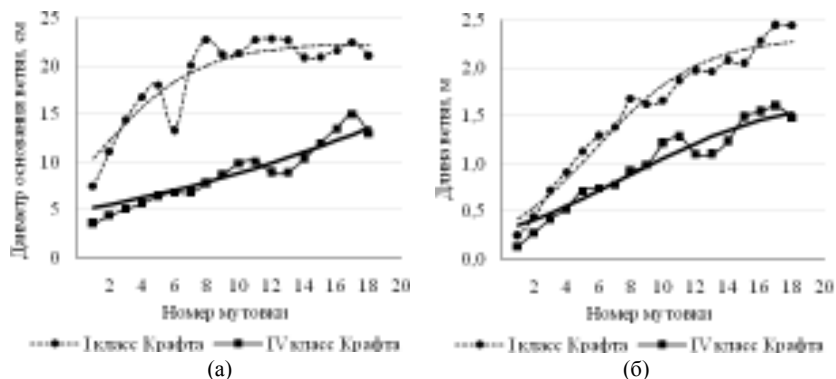


Рис. 1. Изменение диаметров оснований (а) и длин ветвей (б) деревьев ели европейской разных классов роста (классов Крафта) от вершины к комлевой части  
 Fig. 1. Changes in base diameters (a) and branch lengths (b) trees of the European spruce on different growth classes (Kraft classes) from the top to the bottom

Несмотря на отмеченную неравномерность, в целом, динамику размерных показателей ветвей ели европейской можно описать широко применяемой в биологии логистической моделью вида:

$$y = \frac{K}{1 + E \cdot e^{-r \cdot n}}, \quad (1)$$

где  $K$  – емкость среды, максимально возможное в данных условиях значение изучаемого показателя;  $E$  – кратность роста;  $r$  – относительная скорость роста;  $n$  – номер мутовки и, соответственно, возраст, лет.

Значения параметров логистической модели, описывающей динамику диаметров оснований и длин ветвей, а также характеризующих точность аппроксимации коэффициентов детерминации  $R^2$ , приведены в табл. 1. Видно, что в большинстве случаев использованная модель показала высокую точность описания размеров ветвей. При этом для длин ветвей как менее изменчивого показателя, чем диаметры их оснований, точность аппроксимации выше, а вариабельность параметров модели ниже.

Являясь асимптотической, логистическая модель не учитывает очистку ствола от сучьев, что ограничивает ее применение зоной, не затронутой активно данным процессом. Для большинства рассмотренных деревьев она составляла участок, состоящий из 18 мутовок.

Таблица 1

**Параметры логистической модели, описывающей динамику диаметров оснований и длин ветвей**

**Parameters of the logistic model describing dynamics of base diameters and branch lengths**

Оцениваемый показатель	Класс роста	Параметры логистической модели (1)			$R^2, \%$
		$K$	$E$	$r$	
Диаметр основания ветвей, мм	I	22,34	1,59	0,33	83,54
	IV	57,49	10,6	0,07	73,19
Длина ветвей, м	I	2,32	6,09	0,31	97,26
	IV	1,73	4,72	0,2	87,77

Немаловажную роль при изучении размеров ветвей играет установление их внутренних взаимосвязей. По этой причине в рамках исследования были рассмотрены зависимости длин ветвей от диаметров их оснований, а также от диаметров ствола в местах их прикрепления.

Как видно из приведенных на рис. 2 данных, указанные показатели характеризуются высокой изменчивостью, обусловленной индивидуальными особенностями деревьев, конкурентными взаимоотношениями, положением относительно сторон света и множеством других факторов. Вместе с тем, если оперировать средними по мутовкам и модельным деревьям значениями, зависимость длин ветвей от диаметров их оснований может быть описана степенной функцией вида:

$$l = a \cdot d_o^b, \quad (2)$$

где  $l$  – длина ветви, м;  $d_o$  – диаметр основания ветви, мм;  $a$  и  $b$  – параметры выражения.

Параметры данной модели приведены в табл. 2, а построенные по ним теоретические значения длин ветвей деревьев разных классов роста – на рис. 2, из которого видно, что при равных диаметрах оснований, деревья IV класса характеризуются большей длиной ветвей. Данная закономерность может быть объяснена тем фактом, что, находясь в угнетенном состоянии, деревья, стремясь максимально увеличить поглощающую поверхность, развивают в первую очередь длину ветвей.

**Параметры логистической модели**

**Logistic model parameters**

Класс роста	Параметры степенной функции (2)		$R^2, \%$
	$a$	$b$	
I	0,0026	2,149	89,58
IV	0,0232	1,691	85,19

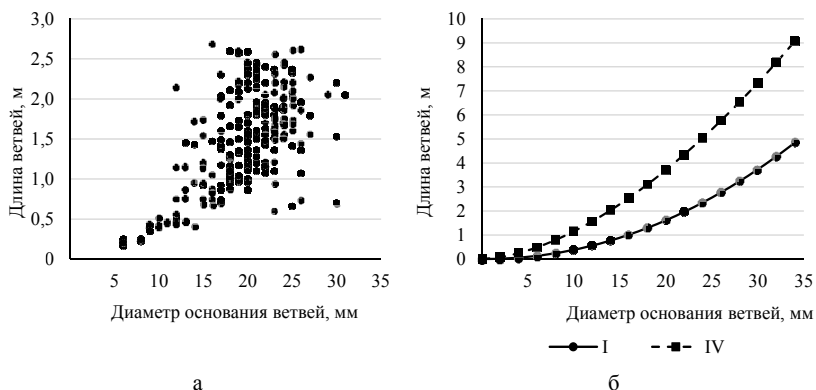


Рис. 2. Взаимосвязь диаметров оснований и длин отдельных ветвей деревьев I класса роста (а) и теоретические значения, полученные с помощью степенной функции (б)

Fig. 2. Correlation of base diameters and lengths of individual tree branches of growth class I (a) and theoretical values obtained using the degree function (b)

При этом следует еще раз отметить, что, несмотря на это, деревья I класса роста обладают большими величинами диаметров оснований и длин ветвей.

Зависимость размеров ветвей от диаметров ствола в местах их прикрепления также может быть описана степенной функцией, параметры которой приведены в табл. 3.

В лесоводственных исследованиях значительный интерес представляет биомасса различных частей дерева. В настоящей работе, на основании полученных в ходе полевой части данных, проводился анализ массы ветвей деревьев, а также воздушно-сухого веса хвои. При этом были использованы значения как общие по мутовкам, так и определенные для средних модельных ветвей в мутовке.

Таблица 3

**Параметры степенной модели, описывающей взаимосвязь между размерно-весовыми показателями ветвей ели европейской**

**Parameters of the degree model describing the relationship between dimensional and weight indices of spruce branches of the European spruce**

Показатели	Класс роста	Параметры степенной модели (2)		R <sup>2</sup> , %
		a	b	
Зависимость диаметра основания ветвей (мм) от диаметров ствола в месте прикрепления (мм)	I	3,053	0,395	81,20
	IV	0,956	0,579	92,74
Зависимость длины ветвей (м) от диаметров ствола в месте прикрепления (мм)	I	0,019	0,940	95,40
	IV	0,018	1,025	90,18
Зависимость массы ветви (г) от диаметра ее основания (мм)	I	0,010	3,680	86,89
	IV	3,103	1,618	69,02
Зависимость массы хвои средней ветви (г) от диаметра ее основания (мм)	I	0,002	3,134	76,22
	IV	0,036	2,380	66,35
Зависимость воздушно-сухого веса хвои средней ветви (г) от ее массы (г)	I	0,076	0,886	94,94
	IV	0,008	1,425	90,25

Было установлено, что зависимость массы ветвей и хвои от диаметров их основания также может быть описана степенной функцией. С ее же помощью можно описать и зависимость воздушно-сухого веса хвои от массы ветви в целом.

Положительные значения приведенных в табл. 4 параметров степенной функции, характеризующей зависимость массы отдельных ветвей и хвои от диаметров их оснований, свидетельствуют о прямой взаимосвязи между ними. Иная картина наблюдается, если анализировать массу не отдельных ветвей, а мутовки в целом. Так и для массы мутовок, и для воздушно-сухого веса хвои в них наблюдается увеличение данных показателей при движении от вершины к основанию ствола в верхней части кроны, по достижении середины которой начинается их снижение под влиянием процессов очистки ствола от сучьев (рис. 3). Для описания данной зависимости может быть использована экспоненциальная функция вида:

$$y = a \cdot e^{-\frac{(n-b)^2}{c}}, \quad (3)$$

где  $a$ ,  $b$  и  $c$  – параметры модели, приведенные в табл. 4;  $n$  – номер мутовки.

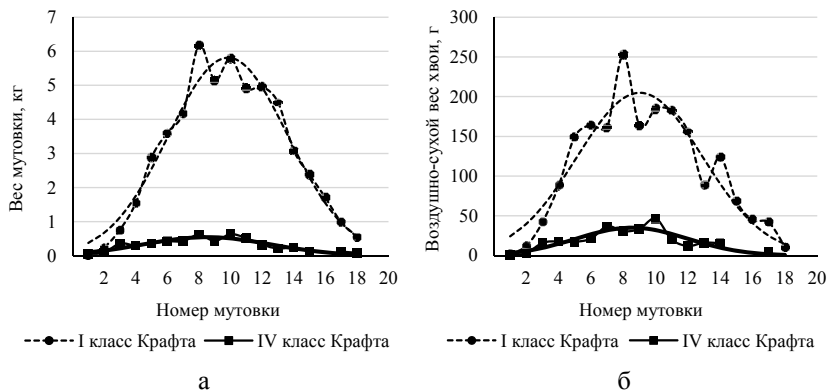


Рис. 3. Зависимость веса мутовок (а) и воздушно-сухого веса хвои в них (б) от номера мутовки деревьев I и IV классов роста (классов Крафта)

Fig. 3. Dependence of the weight of whorls (a) and air-dry weight of needles in them (b) on the number of whorls of trees of I and IV growth classes (Kraft classes)

Параметр  $a$  модели представляет собой максимальное значение оцениваемого показателя, а параметр  $b$  – порядковый номер мутовки, ниже которой начинается его снижение. Как видно, у деревьев как I, так и IV классов роста снижение массы ветвей и хвои наблюдается ниже 8-9 мутовок, что позволяет сказать, что наибольшая фотосинтетическая активность приходится на расположенный выше них участок кроны, характеризующийся более молодой хвоей и сравнительно более высокой освещенностью. Представляет интерес также существенная разница в массе мутовок и хвои деревьев разных классов роста, обусловленная, в частности, различием в размерах составляющих их ветвей.

Таблица 4

**Параметры экспоненциальной модели, описывающей распределение массы ветвей, хвои и диаметров ветвей по длине кроны**

**Parameters of the exponential model describing the distribution of branch mass, needles and branch diameter by crown length**

Показатель	Класс роста	Параметры экспоненциальной модели (3)			$R^2$ , %
		$a$	$b$	$c$	
Вес мутовки, кг	I	5,82	9,85	28,54	96,34
	IV	0,54	8,51	32,82	83,81
Воздушно-сухой вес хвои в мутовке, г	I	204,92	9,03	30,19	88,41
	IV	35,08	8,77	30,96	77,19

Как отмечалось выше, выявленные зависимости диаметров оснований и длин ветвей от номеров мутовок деревьев ели европейской являются действительными в зоне, незатронутой процессом очистки ствола от сучьев. Этим же процессом обусловлено снижение массы мутовок и воздушно-сухого веса хвои в них в нижней половине кроны. Для его анализа представляет интерес динамика доли сухих ветвей в мутовках, рассмотренная в рамках данного исследования. Было установлено, что среднее число ветвей в мутовках в части кроны, где процесс усыхания и опадения еще не начался, составляет 6 шт. для I и 5 шт. для IV классов роста с коэффициентами вариации соответственно 19,0% и 18,0%. Из-за разницы числа ветвей в мутовках, для анализа процесса очистки ствола были использованы доли сухих и живых ветвей. Как видно из рис. 4, в верхней части кроны доля живых ветвей составляет 100%, но по достижении определенного уровня, для деревьев I класса роста соответствующего двенадцатой, а IV – девятой мутовке, начинает снижаться. Это позволяет утверждать, что у деревьев IV класса роста процесс очистки ствола от сучьев начинается раньше. При этом выявленное ранее снижение массы мутовок и воздушно-сухого веса хвои происходит, начиная с более близких к вершине мутовок.

Для деревьев как I, так и IV классов роста общая протяженность кроны составляет 28 мутовок. Причем, у деревьев I класса длина живой части кроны составляет 13,04 м, а у IV – 6,38 м, т. е. превышает практически в 2 раза.

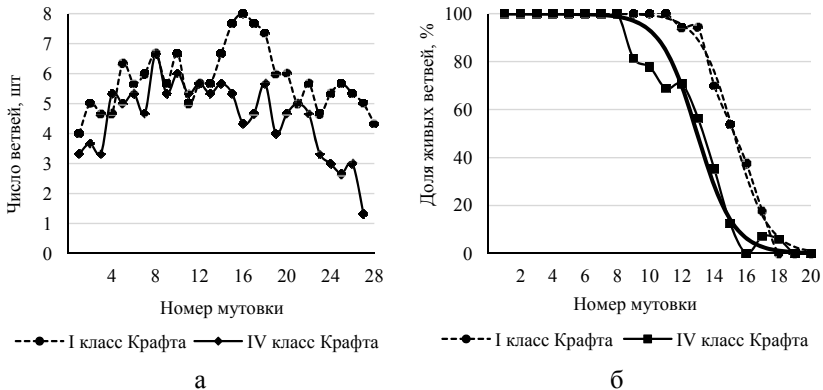


Рис. 4. Зависимость числа ветвей (а) и доли живых из них (б) от номера мутовки у деревьев I и IV классов роста (классов Крафта)

Fig. 4. Dependence of the number of branches (a) and the share of living ones (b) on the number of whorls in trees of I and IV growth classes (Kraft classes)



Для описания распределения долей живых и сухих ветвей в зависимости от номера мутовки могут быть использованы модификации описанной выше логистической модели. При этом коэффициент  $K$ , представляющий собой асимптоту кривой, может быть принят равным 100. Тогда возрастающая от вершины к основанию доля сухих ветвей может быть описана, как:

$$y = \frac{100}{1 + a \cdot e^{-bn}}, \quad (4)$$

где  $a$  и  $b$  – параметры модели;  $n$  – номер мутовки.

Диаметрально противоположную динамику имеет доля живых ветвей в мутовке, что позволяет преобразовать вышеприведенную модель к следующему выражению, параметры которого (см. табл. 5) будут иметь идентичные значения:

$$y = 100 \cdot \left( 1 - \frac{1}{1 + a \cdot e^{-bn}} \right), \quad (5)$$

где  $a$  и  $b$  – параметры модели;  $n$  – номер мутовки.

Таблица 5

**Параметры логистических моделей, описывающей динамику долей живых и сухих ветвей при движении от вершины кроны к основанию**

**Parameters of logistic models describing dynamics of alive and dry branches shares when moving from the top of the crown to the bottom**

Класс роста	Параметры логистических моделей (4) и (5)		$R^2$ , %
	$a$	$b$	
I	1,69	0,94	99,73
IV	1,89	0,88	98,23

*Выводы.* Проведенные исследования в культурах ели, выращиваемых с целью получения высококачественной бессучковой древесины, позволили оценить количественно-весовые параметры кроны у деревьев разных классов роста. Изучение зависимости размерно-весовых показателей ветвей деревьев ели европейской дало возможность охарактеризовать структуру взаимосвязей между ними, а также описать динамику при движении от вершины ствола к его основанию. Было установлено, что интенсивность роста ветвей, а также процесс очистки ствола от сучьев в значительной степени зависят от фитоценотического положения деревьев.

Вместе с тем следует отметить, что поскольку исследования проводились в лесных культурах, произрастающих в одинаковых условиях, невозможным являлся анализ зависимости данных процессов от возраста деревьев и условий местопроизрастания. Кроме того, необходимым является рассмотрение аналогичных закономерностей применительно к широко представленным в кронах деревьев ели межмутовочным ветвям, что позволит повысить точность оценки их фитомассы. Все это обуславливает необходимость дальнейших исследований в данном направлении.

### Библиографический список

- Вороницын К.И., Гугелев С.М. Машинная обрезка сучьев на лесосеке. М.: Лесн. пром-ть, 1989. 168 с.
- Карчаускас С.А. Индивидуальный уход в насаждениях лесов первой группы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Минск. 1958. С. 16.
- Казимиров Н.И., Волков А.Д., Зябченко С.С., Иванчиков А.А., Морозова Р.М. Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера. Л.: Наука, 1977. 304 с.
- Кузнецов А.Н., Величко Я.М., Старостин В.А. Особенности формирования крон сосны и ели // Лесн. хоз-во. 1986. № 12. С. 23-26.
- Молчанов А.А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 488 с.
- Полубояринов О.И. Влияние лесохозяйственных мероприятий на качество древесины. Л.: ЛТА, 1974. 96 с.
- Полякова Н.Ф. Соотношение между массой листвы, приростом древесины и транспирацией. ДАН СССР. 1954. Т. 96. № 6. С. 1261-1263.
- Старостин В.А. Изменение структуры древесины под влиянием разреживания и обрезки ветвей // Лесн. хоз-во. 1987. № 2. С. 22-25.
- Старостин В.А., Кузнецов А.Н., Антонов О.И., Оболевич А.Л. Обоснование интенсивности обрезки крон ели в культурах // Создание высокопродуктивных лесных культур: сб. науч. тр. ЛенНИИЛХ. Л., 1988. С. 65-71.
- Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 541 с.
- Усольцев В.А. Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 570 с.
- Яблоков А.С. Культура лиственницы и уход за насаждениями. М.: Гослестехиздат, 1934. 128 с.
- Arvidson A. Stamkvistning av *Pinus contorta* – teknik // Sver. skogsvardsforb. fidskr. 1985. No. 6. P. 35-36.
- Ford E.D. High productivity in a polestage *Sitka spruce* stand and its relation to canopy structure // Forestry. 1982. Vol. 55, no. 1. P. 1-17.
- Fujimori T. Primary productivity of a young *Tsuga heterophylla* stand and some speculations about biomass of forest communities on the Oregon coast. USDA Forest Service. Research paper PNW – 123. 1971. 11 p.

*Kallio P.* The essence of biology in the North // *Nordia*. 1984. Vol. 18 (2). P. 53–65.

*Madgwick H.A.I., Tamm C.O.* Crown development in young *Picea abies* stands // *Scand. J. Forest Res.* 1986. Vol. 1. No. 2. P. 195–204.

*Pollarschutz J.* Lebensraum für kraftige baume. Burchforsten nutzt dem Menschen und dem Wald // *Pap. Osterr.* 1994. No. 4. P. 15–19.

*Rutter A.J.* Studies in the growth of young plant of *Pinus sylvestris* L. I. The annual cycle of assimilation and growth // *Annals of Botany*. 1957. Vol. 21. P. 399–425.

*Satoo T., Madgwick H.A.I.* Forest Biomass. Martinus Nijhoff / Dr. W. Junk Publishers // *Forestry Science*. 1982. No. 6. 152 p.

*Scholzke D.* Die Astung von Fichtenbeständen in der Bundesrepublik Deutschland // *Forstund Holzwirt.* 1982. 3w7. No. 12. P. 307–308, 310, 312, 314.

### References

*Voronitsyn K.I., Gugelev S.M.* Machine pruning of branches in the cutting area. M.: Forest industry, 1989. 168 p. (In Russ.)

*Karchauskas S.A.* Individual care in forest plantations of the first group: author. dis. ... cand. ... sciences. Minsk, 1958. 16 p. (In Russ.)

*Kazimirov N.I., Volkov A.D., Zybchenko S.S., Ivanchikov A.A., Morozova R.M.* Metabolism and energy in pine forests of the European North. L.: Nauka, 1977. 304 p. (In Russ.)

*Kuznetsov A.N., Velichko Ya.M., Starostin V.A.* Features of the formation of pine and spruce crowns. *Forestry*, 1986, no. 12, pp. 23–26. (In Russ.)

*Molchanov A.A.* Hydrological role of pine forests on sandy soils. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1952. 488 p. (In Russ.)

*Poluboyarinov O.I.* Impact of forestry activities on wood quality. L.: LTA, 1974. 96 p. (In Russ.)

*Polyakova N.F.* The relationship between the mass of foliage, wood growth and transpiration. *DAN SSSR*, 1954, vol. 96, no. 6, pp. 1261–1263. (In Russ.)

*Starostin V.A.* Changes in the structure of wood under the influence of thinning and pruning of branches. *Forestry*, 1987, no. 2, pp. 22–25. (In Russ.)

*Starostin V.A., Kuznetsov A.N., Antonov O.I., Obolevich A.L.* Substantiation of the intensity of pruning of spruce crowns in crops. *Creation of high-yield forestry culture: sat. scientific. tr. LenNIILKH. L.*, 1988, pp. 65–71. (In Russ.)

*Usoltsev V.A.* Formation of data banks on the phytomass of forests. Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 1998. 541 p. (In Russ.)

*Usoltsev V.A.* Phytomass and primary production of Eurasian forests. Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2010. 570 p. (In Russ.)

*Yablokov A.S.* Larch culture and plant care. M.: Goslestekhzdat, 1934. 128 p. (In Russ.)

*Arvidson A.* Stamkvistning av *Pinus contorta* – teknik. *Sver. skogsvardsforb. fidskr.*, 1985, no. 6, pp. 35–36.

Ford E.D. High productivity in a polestage *Sitka spruce* stand and its relation to canopy structure. *Forestry*, 1982, vol. 55, no. 1, pp. 1–17.

Fujimori T. Primary productivity of a young *Tsuga heterophylla* stand and some speculations about biomass of forest communities on the Oregon coast. USDA Forest Service. Research paper PNW – 123. 1971. 11 p.

Kallio P. The essence of biology in the North. *Nordia*, 1984, vol. 18 (2), pp. 53–65.

Madgwick H.A.I., Tamm C.O. Crown development in young *Picea abies* stands. *Scand. J. Forest Res.*, 1986, vol. 1, no. 2, pp. 195–204.

Pollarschutz J. Lebensraum für kraftige baume. Burchforsten nutzt dem Menschen und dem Wald. *Pap. Osterr.*, 1994, no. 4, pp. 15–19.

Rutter A.J. Studies in the growth of young plant of *Pinus sylvestris* L. I. The annual cycle of assimilation and growth. *Annals of Botany*, 1957, vol. 21, pp. 399–425.

Satoo T., Madgwick H.A.I. Forest Biomass. Martinus Nijhoff / Dr. W. Junk Publishers. *Forestry Science*, 1982, no. 6. 152 p.

Scholzke D. Die Astung von Fichtenbeständen in der Bundesrepublik Deutschland. *Forstund Holzwirt*, 1982, 3w7, no. 12, pp. 307–308, 310, 312, 314.

Материал поступил в редакцию 02.11.2020

**Гурьянов М.О., Антонов О.И., Джикович Ю.В.** Зависимость размерно-весовых показателей ветвей деревьев ели европейской от их от фитоценотического состояния // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 233. С. 6–18. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.233.6-18

Изучение структуры кроны является важным элементом как экологических, так и лесоводственных исследований. Интенсивное лесовыращивание подразумевает проведение регулярных рубок ухода, а также выполнение многоприемной обрезки ветвей для получения высококачественной бессучковой древесины. При этом производительность работ связана с количественными параметрами кроны: числом живых и сухих ветвей в мутовке, диаметрами ветвей, количеством мутовок и др. В результате исследований, проведенных в искусственных древостоях ели, были изучены количественно-весовые параметры кроны у деревьев разных классов роста. Установлено, что интенсивность роста ветвей, а также процесс очистки ствола от сучьев в значительной степени зависят от фитоценотического положения деревьев.

Ключевые слова: ель европейская, количественно-весовые параметры, моделирование структуры кроны.

**Guryanov M.O., Antonov O.I., Dzhikovich Ju.V.** Dependence of size and weight indices of European spruce tree branches on their phytocoenotic state. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2020, is. 233, pp. 6–18 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2020.233.6-18

The study of crown structure is an important element of both ecological and silvicultural research. Intensive reforestation involves regular thinning and multi-stage pruning for getting high quality knot-free timber. At the same time, the productivity of

the work is related to the quantitative parameters of the crown: the number of living and dry branches in a whorl, branch diameters, the number of whorls, etc. As a result of studies carried out in artificial stands of spruce of different ages, the quantitative and weight parameters of crowns in trees of different growth classes were established. It was also found that the intensity of branch growth, as well as the process of clearing the trunk from branches, largely depend on the phytocenotic position of trees.

**Key words:** European spruce, quantitative and weight parameters, modeling of the crown structure

---

**ГУРЬЯНОВ Михаил Олегович** – доцент кафедры лесной таксации, лесоустройства и геоинформационных систем Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат сельскохозяйственных наук.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: m-bear2004@mail.ru

**GURYANOV Mikhail O.** – PhD (Agriculture), Associate Professor of the Department of Forest Taxation, Forest Inventory and Geographic Information Systems St.Petersburg State Forest Technical University.

194021, Institutskiy per., 5, St. Petersburg, Russia. E-mail: m-bear2004@mail.ru

**АНТОНОВ Олег Иванович** – ведущий научный сотрудник Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства, доцент кафедры общей экологии Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат сельскохозяйственных наук.

194021, Институтский пр., д. 21, Санкт-Петербург, Россия; 194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: woodfm@mail.ru

**ANTONOV Oleg I.** – PhD (Agriculture), Leading Researcher St. Petersburg Research Institute of Forestry, Associate Professor of the Department of General Ecology St.Petersburg State Forest Technical University.

194021, Institutskiy avenue, 21, St. Petersburg, Russia; 194021, Institutskiy per., 5, St. Petersburg, Russia. E-mail: woodfm@mail.ru

**ДЖИКОВИЧ Юрий Великович** – доцент кафедры почвоведения и лесных культур Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат биологических наук.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: dzi-ko@yandex.ru

**DZHIKOVICH Jury V.** – PhD (Biology), associate professor of Department of soil science and forest cultures of St.Petersburg State Forest Technical University.

194021, Institutskiy per. 5. St. Petersburg, Russia. E-mail: dziko@yandex.ru