

УДК 630*531: 630.228.1

**ТАКСАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРОН ДЕРЕВЬЕВ
В СРЕДНЕВОЗРАСТНЫХ СОСНЯКАХ ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ ПРИИРТЫШЬЯ
(НА ПРИМЕРЕ ГЛПР «СЕМЕЙ ОРМАНЫ»)**

А.В. ДАНЧЕВА –

Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
и агролесомелиорации (КазНИИЛХА),
021704, Республика Казахстан, г. Щучинск, ул. Кирова, 58,
тел. 8 (716 36) 4-11-53, e-mail: a.dancheva@mail.ru

С.В. ЗАЛЕСОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, тел.: 8 (343) 254 63 24,
e-mail: Zalesov@usfeu.ru

***Ключевые слова:** естественные сосняки, сухие лесорастительные условия, показатель жизненного состояния, диаметр, площадь и объем кроны.*

В работе представлены результаты исследований таксационных характеристик кроны деревьев сосновых древостоев ленточных боров Прииртышья (на примере ГЛПР «Семей орманы»). Объектом исследований являлись средневозрастные высокополнотные сосняки естественного и искусственного происхождения, произрастающие в сухих лесорастительных условиях (тип леса C_2). Полученные данные свидетельствуют, что значение показателя оценки жизненного состояния (ОЖС) исследуемых сосновых древостоев варьирует в пределах 60,0–69,0 %, что дает основание оценивать их как ослабленные или биологически неустойчивые. Установлено, значения протяженности $L_{кр}$, диаметра $D_{кр}$, площади $S_{кр}$ и объема $V_{кр}$ кроны в искусственных сосняках в 1,2–2,0 раза превосходят аналогичные в естественных древостоях. Полученные различия статистически достоверны. Анализ степени изменения значения диаметра, площади и объема кроны в зависимости от категорий жизненного состояния показал, что наименьшими значениями рассматриваемых показателей характеризуются деревья с оценкой жизненного состояния сильно ослабленные, наибольшими – здоровые деревья. Экспериментально доказано, что наиболее достоверными показателями состояния деревьев являются площадь и объем кроны. Установлено, что их значения практически не изменяются в пределах показателя жизненного состояния от 0 до 45–50 %, затем отмечается резкое их увеличение. Другими словами, деревья с показателем жизненного состояния от 0 до 50 %, относящиеся к категории состояния отмирающие и сильно ослабленные, характеризуются наименьшими значениями площади и объема кроны, значения которых в среднем составляют 0,3–2,0 м² и 0,6–5,0 м³ соответственно. Установлена тесная взаимосвязь диаметра, площади и объема кроны деревьев сосны с показателем жизненного состояния, которая аппроксимируется уравнением линейной функции и функцией полинома 2-й степени. Доказано, что одним из основных показателей, оказывающих влияние на протяженность $L_{кр}$, диаметр $D_{кр}$, площадь $S_{кр}$ и объем $V_{кр}$ кроны деревьев в высокополнотных средневозрастных сосновых древостоях, является диаметр деревьев. В результате проведенных исследований установлено, что диаметр, площадь и объем кроны деревьев сосны в средневозрастных высокополнотных сосновых древостоях естественного и искусственного происхождения являются достоверными диагностическими показателями их жизненного состояния.

THE FEATURES OF TAXATIONAL OF CROWN CHARACTERISTICS IN THE MIDDLE-AGED PINERIES IN BELT PINE FORESTS OF THE PRIIRTYSHYE (FOR EXAMPLE, SFNFR «SEMEY ORMANY»)

A.V. DANCHEVA –

Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry (KazSRIFA),
The Republic of Kazakhstan, Shchuchinsk, Kirova str., 58),
a.dancheva@mail.ru

S.V. ZALESOV –

FGBOY VO «Ural State Forest Engineering University»,
Yekaterinburg, Russia 620100, Yekaterinburg, St. Sibirskiy tract, 37,
e-mail: Zalesov@usfeu.ru

Keywords: *natural pine forest, dry forest conditions, index of vital status, diameter, area and volume of crown.*

In the result of conducted researches studied taxational characteristics of tree crowns of pine forests in belt pine forests of the Priirtyshye (for example, the state forest natural fenced reserve «Semey ormany»). Object of research are middle-aged high-density pine forests, which grow in dry forest conditions (forest type C₂). The index of vital status (IVS) studied pine stands varies 60.0–69.0 %, which give grounds to rate them as «weakened» or biologically non-sustainable. It was found that the length L_{cr} , diameter D_{cr} , the area S_{cr} and volume V_{cr} of crowns in artificial pine forests in the 1.2–2.0 times higher consider the indicators in the natural stands. These differences are statistically reliable. The analysis of the degree of change in the values of diameter, area and volume of the crown, depending on the categories of vital status showed that the lowest values of the considered indicators are characterized by trees with an assessment of the vital state of a «greatly weakened»; the highest – «healthy» trees. Experimentally proved that the most reliable indicators of the state of the trees are the area and volume of the crown. It is found that area and volume of the crown do not change in the range of values of the indicator of the vital status from 0 to 45–50 % and then there has been their sharp increase. Trees with value of vital status from 0 to 50 %, related to the category of state «dying» and «greatly weakened», characterized by the lowest values of the area and crown volume, the value of which on average is 0.3–2.0 m² and 0.6 to 5.0 m³, respectively. It found that the relationship of index of vital status with diameter, area and volume of trees crown approximated by linear and polynomial function. It is proved that one of the main indicators that influence the length L_{cr} , diameter D_{cr} , area S_{cr} and volume V_{cr} of crowns the trees in high-density middle-aged pine stands, is the diameter of the tree. The results of the research showed that the diameter, area and volume of the crown of pine trees in middle-aged high-density pine stands of natural and artificial origin are reliable diagnostic indicators of their vital status.

Введение

Устойчивость лесных экосистем к внешним факторам воздействия, а также динамика роста и продуктивности фитоценозов напрямую зависят от закономерностей строения, роста и развития крон деревьев.

Жизнеспособность дерева, его устойчивость и долговечность предопределяются морфоструктурой и развитостью кроны [1].

Именно показатели строения кроны, будучи в большей степени динамическими по сравнению с диаметром ствола и высотой дерева, лучше отражают его состояние [2].

Многими авторами [3, 4] обосновывается успешность использования особенностей строения и развития кроны деревьев при мониторинге и прогнозе состояния деревьев и древостоев в неблаго-

приятных условиях лесостепи и города.

Отсутствие мер содействия формированию мощного ассимиляционного аппарата приводит к росту деревьев с чрезмерно полндревесными стволами и уменьшающимися объемами крон, а также крайне недостаточной площадью питания [5]. Возможность постоянного наращивания площади питания,

массы ассимиляционного аппарата и диаметра деревьев в насаждениях всех главных лесообразующих пород можно достичь с помощью своевременных уходов требуемой интенсивности.

Материалы и методы исследований

Районом исследований являлся государственный лесной природный резерват (ГЛПР) «Семей орманы», расположенный в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан.

Объекты исследований представлены чистыми по составу средневозрастными высокополнотными сосняками естественного и искусственного происхождения, произрастающими в сухих лесорастительных условиях (тип леса С₂).

Исследуемые древостои относятся к III классу возраста. Класс бонитета естественных древостоев – IV, искусственных – III. Сосняки являются высокополнотными, значение полноты 1,1–1,3.

Значения средних высоты и диаметра в естественных древостоях – 12,8±0,1 м и 14,5±0,2 см, в искусственных – 12,9±0,1 м и 15,3±0,1 см соответственно. Густота произрастания естественных древостоев – 2612±±77,3 экз./га, искусственных – 2315±90,4 экз./га.

Изучение состояния сосняков осуществлялось на 7 пробных площадях, закладка которых проведена согласно существующим методическим приемам [6]. Для определения лесотаксационных параметров древостоев приме-

нялся метод сплошных перечетов, традиционный для исследовательских работ на ПП.

Диаметр кроны определялся измерительной рулеткой по проекции кроны на поверхность почвы. Высота до первой живой ветви устанавливалась деревянным складным шестом с соответствующими делениями. Анализ таксационных характеристик крон исследуемых древостоев на ПП проведен по данным замеров у 310 деревьев.

Определение жизненного состояния древостоя в целом и каждого дерева в отдельности проводилось по методике В.А. Алексеева [7]. При показателе 100–80 % жизненное состояние древостоя оценивается как «здоровое», при 79–50 % древостой считается поврежденным (ослабленным), при 49–20 % – сильно поврежденным (сильно ослабленным), при 19 % и ниже – полностью разрушенным.

Площадь проекции кроны рассчитывалась по формуле

$$S_{кр} = \pi r^2, \quad (1)$$

где $S_{кр}$ – площадь кроны, м², π – число пи, равное 3,14, r – радиус кроны, см.

Объем кроны деревьев сосны вычислялся как объем геометрической фигуры по формуле объема параболоида

$$V_{кр} = \frac{1}{2} S_{кр} L_{кр}, \quad (2)$$

где $V_{кр}$ – объем кроны, м³, $S_{кр}$ – площадь кроны, м²; $L_{кр}$ – протяженность кроны, м.

Данные обработаны статистически с помощью компьютерной программы Excel.

Результаты исследований

Жизнеспособность растений проявляется в возможности выполнять жизненные функции в течение определенного времени [8].

Биологическая устойчивость насаждения – способность сохранять жизнеспособность и структуру в условиях неблагоприятных антропогенных и природных воздействий [9]. Класс биологической устойчивости является комплексным показателем, выражающим состояние древостоя. Для его определения необходимо изучение ряда таких параметров, как доля здоровых деревьев в насаждении, степень повреждения деревьев и др.

В качестве критерия биологической устойчивости исследуемых сосняков нами был использован показатель жизненного состояния [7]. По данным, представленным в табл. 1, значение показателя оценки жизненного состояния (ОЖС) исследуемых сосновых древостоев варьирует в пределах 60,0–69,0 %, что дает основание оценивать их как ослабленные или биологически неустойчивые.

Приведенные в табл. 1 данные основных показателей кроны деревьев в исследуемых сосновых древостоях свидетельствуют, что наибольшими значениями протяженности $L_{кр}$, диаметра $D_{кр}$, площади $S_{кр}$ и объема $V_{кр}$ кроны характеризуются искусственные древостои. Данные показатели в искусственных сосняках в 1,2–2,0 раза превосходят аналогичные в естественных древостоях. Различия рассматриваемых

Таблица 1

Table 1

Среднестатистические показатели крон деревьев в сосновых древостоях ГЛПР «Семей орманы»
Average statistical values of tree crowns in pine forests of SFNFR «Semey Ormany»

№ ПП № study plot	Показатель жизненного состояния, % Index of vital status, %	Протяженность кроны, м Length of crowns, m	Диаметр кроны, см Diameter of crowns, cm	Площадь кроны, м ² Area of crowns, m ²	Объем кроны, м ³ Volume of crowns, m ³
Естественные древостои Natural stands					
2	69,7±1,9	3,5±0,2	158,6±7,5	2,2±0,2	4,4±0,7
4	67,8±2,1	4,4±0,2	175,6±8,4	2,7±0,3	5,9±0,7
1	70,9±1,3	3,9±0,1	179,1±7,2	2,9±0,2	5,8±0,7
3	67,4±2,0	4,4±0,2	177,4±10,7	2,9±0,3	7,2±1,1
Среднее Average	68,9±0,8	4,0±0,2	173,6±4,2	2,7±0,1	5,8±0,4
Искусственные древостои Artificial stands					
9	60,1±3,6	4,9±0,3	200,1±11,8	3,6±0,6	9,6±2,7
10	64,0±2,6	5,7±0,3	191,2±12,1	3,2±0,4	11,0±2,1
8	62,9±3,3	5,5±0,3	225,8±19,5	4,8±0,7	14,6±2,6
Среднее Average	62,0±0,9	5,3±0,3	205,1±9,3	3,9±0,3	11,9±1,4

показателей ($L_{кр}$, $D_{кр}$, $S_{кр}$, $V_{кр}$) в естественных и искусственных сосняках статистически доказаны ($t_{факт} = (3,09-5,06)$ при $t_{0,05} = 1,96$).

Следует обратить внимание на тот факт, что при сравнении средних значений основных таксаци-

онных показателей естественных и искусственных древостоев (табл. 2) достоверность различий отсутствует по высоте и густоте произрастания, что подтверждается рассчитанным t -критерием Стьюдента ($t_{факт} = 0,7$ и $1,7$ при $t_{0,05} = 2,40$). Однако значимые раз-

личия наблюдаются в диаметре на высоте 1,3 м, значения которого в искусственных древостоях на 5,0 % превышают аналогичные в естественных и являются статистически достоверными ($t_{факт} = 3,6$ при $t_{0,05} = 2,40$).

Таблица 2

Table 2

Среднестатистические данные основных таксационных показателей
сосновых древостоев ГЛПР «Семей орманы»

Average statistical values of main taxational indicators of pine forests of SFNFR «Semey Ormany»

Показатели Indicators	Древостои Forest stands		t-критерий Стьюдента Student t-test		
	естественные natural	искусственные artificial	$t_{факт}$ t_{fact}	$t_{0,05}$ $t_{0,05}$	
Диаметр см Tree diameter, cm	14,5±0,2	15,3±0,1	3,6	2,4	
Высота, м Tree height, m	12,8±0,1	12,9±0,1	0,7	2,4	
Густота произрастания, экз./га The density of the growth, pieces/ha	сырораствующие living trees	2611,5±77,3	2315,0±160,4	1,7	2,4
	сухостой dead standing trees	–	93,3±26,7	–	–
Площадь роста среднего дерева, м ² Growth area of tree, m ²	3,8±0,1	4,2±0,2	1,8	2,4	
Показатель жизненного состояния, % Index of vital status, %	68,9±0,8	62,0±0,9	5,7	2,4	

Таким образом, из вышеприведенных данных можно сделать вывод о том, что одним из основных показателей, оказывающих влияние на протяженность $L_{кр}$, диаметр $D_{кр}$, площадь $S_{кр}$ и объем $V_{кр}$ кроны деревьев в высокополнотных средневозрастных сосновых древостоях, является диаметр деревьев на высоте 1,3 м.

Для анализа влияния показателя жизненного состояния на таксационные характеристики кроны проведено распределение значений показателей кроны ($D_{кр}$, $S_{кр}$, $V_{кр}$) деревьев на ПП по категориям жизненного состояния (табл. 3 и 4).

По данным, представленным в табл. 3, на всех ПП отмечается зависимость диаметра кроны от категорий жизненного состояния. Со снижением показателя жизненного состояния деревьев отмечается снижение значения диаметра кроны. Различия в значениях $D_{кр}$ достоверны при сравнении всех категорий жизненного состояния на каждой ПП ($t_{факт} = (3,22-8,05)$ при $t_{0,05} = (1,99-2,20)$).

Анализ сравниваемых древостоев свидетельствует, что в искусственных сосняках значения $D_{кр}$ у деревьев всех категорий состояния, кроме сильно ослабленных, превышают аналогичный показатель в естественных сосняках в 1,2–1,3 раза. Различия в значении $D_{кр}$ статистически достоверны ($t_{факт} = 4,90$ и $3,61$ соответственно при $t_{0,05} = 1,98$). Достоверные различия диаметра кроны деревьев, относящихся к категории состояния сильно ослабленные, между естествен-

ными и искусственными древостоями отсутствуют ($t_{факт} = 0,16$ при $t_{0,05} = 2,01$).

В результате проведенного анализа установлена прямолинейная зависимость диаметра кроны деревьев с показателем жизненного состояния (рис. 1),

которая в высокополнотных средневозрастных сосновых древостоях естественного и искусственного происхождения подтверждается достаточно высоким коэффициентом аппроксимации $R^2 = (0,959-0,9557)$.

Таблица 3

Table 3

Значения диаметров кроны $D_{кр}$ деревьев сосны на ПП по категориям жизненного состояния, см

Values of crown diameters D_{cr} of pine trees by categories of vital status, m

№ ПП № study plot	Здоровые Healthy	Ослабленные Weakened	Сильно ослабленные Greatly weakened
Естественные сосняки Natural pine forest stands			
2	202,8±9,3	151,4±11,0	114,1±3,2
4	218,6±10,0	152,6±8,0	91,0±3,4
1	228,9±11,4	167,0±5,1	130,4±8,6
3	234,9±13,0	173,4±14,0	91,0±6,3
Среднее Average	221,3±7,0	161,1±5,4	106,6±9,6
Искусственные сосняки Artificial pine forest stands			
9	310,0±8,5	200,0±10,7	127,7±6,8
10	267,8±17,7	184,4±9,8	97,8±8,5
8	301,8±16,8	217,2±13,3	86,8±13,9
Среднее Average	293,2±12,9	200,5±9,5	104,1±12,2

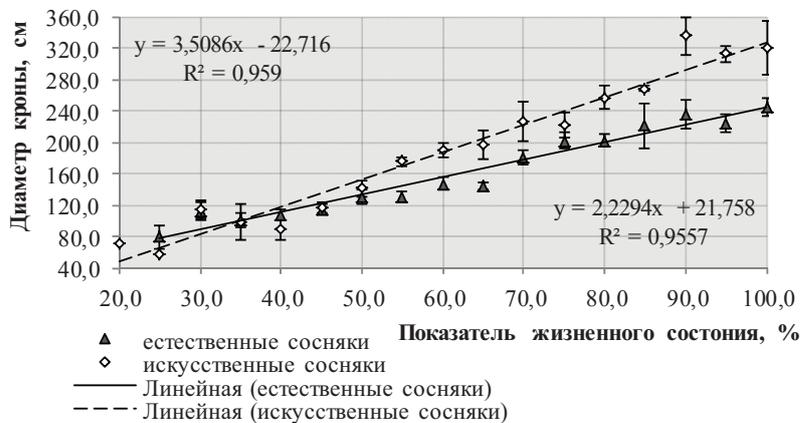


Рис. 1. Взаимосвязь диаметра кроны с показателем жизненного состояния в сосновых древостоях ГЛПР «Семей орمانы»

Fig. 1. Interrelation of crown diameters D_{cr} with index of vital status in pine forest stands of SFNFR «Semey Ormany»

Распределение значений показателей площади $S_{кр}$ и объема $V_{кр}$ кроны деревьев сосны на ПП по категориям жизненного состояния, представленное в табл. 4, свидетельствует о существующей зависимости данных показателей от категорий жизненного состояния деревьев. Ухудшение жизненного состояния деревьев сопровождается снижением площади и объема кроны деревьев. На большинстве ПП различия значений $S_{кр}$ и $V_{кр}$, в сравниваемых между собой категориях состояния, достоверны ($t_{факт} = (2,41-13,37)$ при $t_{0,05} = (1,99-2,20)$).

В искусственных сосновых древостоях значения $S_{кр}$ и $V_{кр}$ в рассматриваемых категориях жизненного состояния превышают данный показатель в естественных сосняках в среднем в 1,4–3,0 раза.

Достоверность различий статистически подтверждается в категориях состояния здоровые и ослабленные ($t_{факт} = (3,16-5,65)$ при $t_{0,05} = 1,98$) и отсутствуют в категории сильно ослабленные ($t_{факт} = (0,0-1,49)$ при $t_{0,05} = 2,01$).

В результате проведенного анализа данных установлена взаимосвязь площади и объема кроны деревьев с показателем жизненного состояния (рис. 2), которая в высокополнотных естественных и искусственных сосновых древостоях аппроксимируется уравнением полинома 2-й степени и подтверждается достаточно высоким коэффициентом аппроксимации R^2 .

Необходимо отметить, что в отличие от диаметра кроны

Значения площади $S_{кр}$ и объема $V_{кр}$ кроны деревьев сосны на ПП по категориям жизненного состояния, m^2/m^3
 Values of area S_{cr} and volume V_{cr} of crowns of pine trees by categories of vital status, m^2/m^3

№ ПП № study plot	Здоровые Healthy	Ослабленные Weakened	Сильно ослабленные Greatly weakened
Естественные сосняки Natural pine forest stands			
2	$\frac{3,3 \pm 0,3}{6,3 \pm 1,1}$	$\frac{1,9 \pm 0,3}{4,4 \pm 1,3}$	$\frac{1,0 \pm 0,1}{1,7 \pm 0,2}$
4	$\frac{3,9 \pm 0,4}{8,5 \pm 1,2}$	$\frac{1,9 \pm 0,2}{4,2 \pm 0,7}$	$\frac{0,7 \pm 0,0}{1,2 \pm 0,1}$
1	$\frac{4,4 \pm 0,5}{9,5 \pm 1,4}$	$\frac{2,3 \pm 0,1}{4,2 \pm 0,5}$	$\frac{1,4 \pm 0,2}{2,5 \pm 0,7}$
3	$\frac{4,6 \pm 0,5}{12,3 \pm 1,9}$	$\frac{2,7 \pm 0,5}{6,0 \pm 1,6}$	$\frac{0,7 \pm 0,1}{1,5 \pm 0,2}$
Среднее Average	$\frac{4,1 \pm 0,2}{9,3 \pm 0,7}$	$\frac{2,2 \pm 0,1}{4,6 \pm 0,4}$	$\frac{1,0 \pm 0,1}{1,8 \pm 0,2}$
Искусственные сосняки Artificial pine forest stands			
9	$\frac{8,1 \pm 4,0}{33,3 \pm 0,5}$	$\frac{3,2 \pm 0,4}{9,6 \pm 1,7}$	$\frac{2,1 \pm 0,7}{4,2 \pm 2,3}$
10	$\frac{5,8 \pm 0,8}{26,9 \pm 5,4}$	$\frac{2,8 \pm 0,3}{8,7 \pm 1,5}$	$\frac{0,8 \pm 0,1}{2,0 \pm 0,5}$
8	$\frac{7,4 \pm 0,8}{27,5 \pm 4,3}$	$\frac{4,0 \pm 0,9}{12,6 \pm 3,4}$	$\frac{0,7 \pm 0,2}{2,4 \pm 0,7}$
Среднее Average	$\frac{6,8 \pm 0,6}{27 \pm 3,2}$	$\frac{3,2 \pm 0,3}{9,9 \pm 1,1}$	$\frac{1,0 \pm 0,2}{2,6 \pm 0,5}$

значение которого находится в прямолинейной зависимости от показателя жизненного состояния, взаимосвязь площади и объема кроны с показателем жизненного состояния носит несколько иной характер. Значения площади и объема кроны (см. рис. 2) практически не изменяются в пределах значения показателя жизненного состояния от 0 до 45–50 %, затем отмечается резкое их увеличение. То есть, сильно ослабленные деревья характеризуются наименьшими значениями площади и объема кроны. Указанные показатели

в среднем составляют 0,3–2,0 и 0,6–5,0 m^3 соответственно.

А.А. Плужниковым, Н.М. Бухоновой, В.А. Славским [10] доказано, что удаление из древостоя посредством рубок ухода больных и сухостойных деревьев не оказывает влияния на выделение биологически активных веществ (БАВ) и пылезадержание, которое напрямую зависит от состояния кроны деревьев. Поэтому в результате проведенных нами исследований можно утверждать, что удаление из древостоя деревьев, относящихся к категориям жизненного

Таблица 4
Table 4

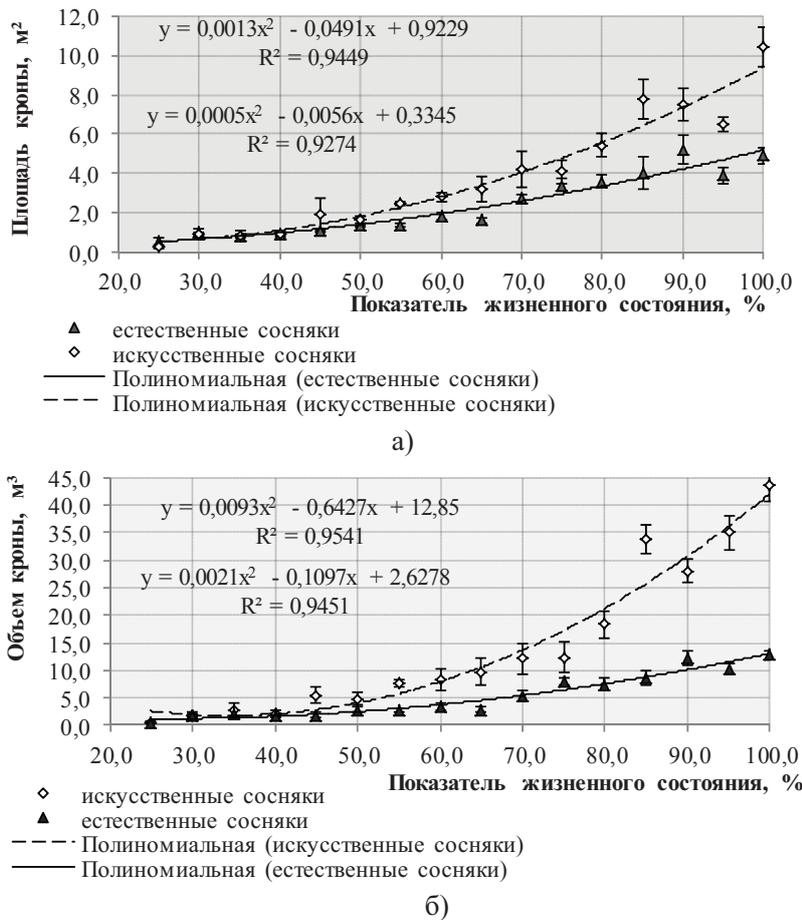


Рис. 2. Взаимосвязь площади кроны $S_{кр}$ (а) и объема $V_{кр}$ (б) с показателем жизненного состояния в сосновых древостоях ГЛПР «Семей орманы»

Fig. 2. Interrelation of area S_{cr} (a) and volume V_{cr} (b) with index of vital status in pine forest stands of SFNFR «Semej Ormany»

состояния отмирающие и сильно ослабленные не только не повлияет на снижение общей ассимилирующей и продуцирующей способности древостоев, но и будет способствовать росту и развитию ассимиляционного аппарата оставшихся деревьев.

Выводы

1. По значению показателя оценки жизненного состояния (ОЖС) исследуемые сосновые древостои относятся к категории ослабленные и оцениваются как биологически неустойчивые. Наибольшим значением ОЖС характеризуются естественный древостой.

2. На диаметр, площадь и объем кроны деревьев сосны в исследуемых сосняках большое влияние оказывает диаметр деревьев на высоте 1,3 м. С уменьшением последнего отмечается снижение рассматриваемых параметров кроны.

3. Статистически доказана зависимость диаметра, площади и объема кроны от категорий жизненного состояния деревьев. С улучшение жизненного состояния деревьев отмечается увеличение показателей их кроны. Взаимосвязь рассматриваемых показателей кроны деревьев с показателем жизненного состояния аппроксимируется уравнением линейной и полиномиальной функций.

4. Диаметр, площадь и объем кроны деревьев в высокополнотных средневозрастных сосняках являются достоверными диагностическими показателями их жизненного состояния.

5. Удаление из древостоя деревьев, относящихся к категориям жизненного состояния отмирающие и сильно ослабленные, не только не повлияет на снижение общей ассимилирующей и продуцирующей способности древостоев, но и будет способствовать росту и развитию крон оставшихся деревьев.

Библиографический список

1. Лохматов Н.А. О перестройке крон дуба в очагах его усыхания от неблагоприятных условий // Лесоводство и агролесомелиорация. 1981. Вып. 59. С. 21–25.
2. Evaluation of estimates of crown condition in forest monitoring: comparison between visual estimation and automated crown image analysis / H. Nakajima, A. Kume, M. Ishida, T. Ohmiya, N. Mizoue // Annals of Forest Science. 2011. Vol. 68. Issue 8. P. 1333–1340.

3. Селочник Н. Н., Каплина Н.Ф. Оценка состояния дубрав с учетом развития крон деревьев в неблагоприятных условиях: антропогенных (Московский регион) и климатических (лесостепь) // Вестник Моск. гос. ун-та леса. Лесн. вестник. 2011. № 4(80). С. 103–108.
4. Каплина Н. Ф., Жиренко Н. Г. Динамика фитомассы листьев, состояния и развития крон деревьев на горной дубравы юго-восточной лесостепи в неблагоприятных условиях последнего десятилетия // Вестник ПГТУ. 2012. № 2. С. 3–11.
5. Шульга В.Д. Физические принципы биосферного климаксового лесоводства // Изв. Нижневолж. агро-университетского комплекса. 2012. № 2 (26). С. 1–5.
6. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.
7. Алексеев В.А. Диагностика повреждений деревьев и древостоев при атмосферном загрязнении и оценка их жизненного состояния // Лесн. экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 38–53.
8. Разинкова А. К. Санитарное состояние деревьев в городских посадках (на примере г. Воронежа) // Научн. жур. КубГАУ. 2014. № 97(03). С. 1–12.
9. Турчин Т.Я., Ермолова А.С. Биологическая устойчивость насаждений тополя белого в степном Придолье // Вестник АГАУ. 2014. № 8(118). С. 59–64.
10. Плужников А.А., Бухонова Н.М., Славский В.А. Рубки ухода в сосновых насаждениях Воронежской области и их эколого-экономическая эффективность // Современные проблемы науки и образования: электрон. науч. жур. 2014. № 3. С. 709. URL: <http://science-education.ru/117>

Bibliography

1. Lohmatov N. A. On the restructuring of crowns oak in the centers of its desiccation from the adverse conditions // Forestry and agroforestry. 1981. Vol. 59. P. 21–25.
 2. Evaluation of estimates of crown condition in forest monitoring: comparison between visual estimation and automated crown image analysis / H. Nakajima, A. Kume, M. Ishida, T. Ohmiya, N. Mizoue // Annals of Forest Science. 2011. Vol. 68. Issue 8. P. 1333–1340.
 3. Selochnik N.N., Kaplina N.F. Assessment of Oak stands with regard to tree crown development in unfavourable conditions both anthropogenic (Moscow region) and climatic (forest-steppe) // Moscow state forest university bulletin. Lesnoy vestnik. 2011. № 4(80). P. 103–108.
 4. Kaplina N.F., Zhirenko N.G. Dynamics of leaves phytomass, state and growth of limbs of trees of the mountain Oak forest in the South-Eastern forest steppe in unfavourable conditions of the last decade // Vestnik of Volga State University of Technology. 2012. № 2. P. 3–11.
 5. Shulga V.D. Physical principles of biospheric climax forestry // News of Nizhnevolzhsk agrouniversity complex. 2012. № 2 (26). P. 1–5.
 6. Dancheva A.V., Zalesov S.V. Ecological monitoring of recreational forest stand: a study guide. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University (USFEU), 2015. 152 p.
 7. Alekseev V.A. Diagnosis of vital status of trees and forest stands // Forestry. 1989. № 4. P. 51–57.
 8. Razincova A. K. Sanitary condition of trees in urban plantings (on the example of Voronezh) // Scientific Journal of KubSAU. 2014. № 97(03). P. 1–12.
 9. Turchin T.Ya., Yermolova A.S. Biological stability of White Poplar plantations in the stepp Pridonye (the Don river area) // Vestnik ASAU. 2014. № 8 (118). P. 59–64.
 10. Pluzhnikov A.A., Bukhonova N.M., Slavskiy V.A. Fellings of care in pine plantations of Voronezh region and their environmental and economic effect // Modern problems of science and education: Scientific journal. 2014. № 3. С. 709. URL: <http://science-education.ru/117>
-