УДК 630*228.1: 630*531:630*907

СТРОЕНИЕ КРОН РЕКРЕАЦИОННЫХ СОСНЯКОВ КАЗАХСКОГО МЕЛКОСОПОЧНИКА (НА ПРИМЕРЕ ГНПП «БУРАБАЙ»)

[1]Данчева А.В., [2]Залесов С.В.

[1]Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Щучинск, e-mail: a.dancheva@mail.ru;

[2]Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, e-mail: kaly88@mail.ru

В работе представлены результаты исследований строения крон сосновых древостоев Казахского мелкосопочника (на примере ГНПП «Бурабай»). Объектом исследований являлись естественные сосняки VI класса возраста, произрастающие в очень сухих (тип леса C_1) и свежих (тип леса C_3) лесорастительных условиях и относящиеся к различным по рекреационной нагрузке функциональным зонам (ФЗ). В качестве показателей строения кроны использовали их протяженность и диаметр. Отмечено, что наибольшими средними значениями рассматриваемых показателей характеризуются сосняки в зоне умеренного (ФЗ-II) и слабого посещения (ФЗ-III). Проведен анализ степени изменения значения диаметра и протяженности кроны в зависимости от категорий жизненного состояния. Установлено, что наименьшими значениями рассматриваемых показателей характеризуются деревья с оценкой жизненного состояния «сильно ослабленные», наибольшими – «здоровые» деревья. Доказано, что на значение диаметра кроны ($D_{кр}$) исследуемых древостоев в большей степени влияние оказывает диаметр деревьев на высоте 1,3 м и густота произрастания, нежели фактор рекреации. Установлена тесная взаимосвязь диаметра кроны деревьев сосны с показателем жизненного состояния, которая аппроксимируется уравнением линейной функции и функцией полинома 2 степени. В результате проведенных исследований установлено, что диаметр на высоте 1,3 м и протяженность кроны деревьев сосны в естественных перестойных сосняках рекреационного назначения может быть использован в качестве одного из диагностических признаков их состояния.

Ключевые слова: рекреационные сосняки, показатель жизненного состояния, ассимиляционный аппарат, диаметр и протяженность кроны

CROWN STRUCTURE OF RECREATIONAL PINE FORESTS OF THE KAZAKH UPLAND (FOR EXAMPLE, SNPP «BURABAY»)

[1]Dancheva A.V., [2]Zalesov S.V.

[1]Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry, Schuchinsk, e-mail: a.dancheva@mail.ru;

[2]Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, e-mail: kaly88@mail.ru

In the result of conducted researches studied of state of assimilation apparatus of natural pine forests in belt pine forests of the Priirtyshye. Object of research are high-density middle-aged pine forests which grow in dry forest conditions (forest type C_2) in the state forest natural fenced reserve «Semey ormany», located in the North-Kazakhstan region. Studies were conducted on 4 plots which planted for study the impact of different intensities of silvicultural operation on the biological stability, fire resistance and recreational appeal of pine forests of the East Kazakhstan region (belt pine forests of the Priirtyshye). The studies found that the vital status of the pine forest stands is rated as «weakened». It found that the degree of changing in the vital state depended on stage thickness trees. It was found that the with increasing stage of thickness marked decrease in the share «weak», «greatly weakened» and «dying» of trees and increase the share of trees, which are characterized as «healthy». It found that the relationship of index of vital status of pine forests with fineness of trees approximated by polynominal function. Has been considered distribution of the volume of growing stock, belonging to different categories of vital status according to stage thickness. It was found that the decrease of biological stability of study pine forests contributes to presence of large quantity of fine trees that characterized as «greatly weakened» and «dying». Removal of such trees from the stand composition will not influenced on strong change of total volume of growing stock, however, may be impacted on increasing of index vital status of all forest stand and, as a consequence, to increase its biological stability, fire resistance and recreational appeal.

Keywords: recreational pine forest, index of vital status, assimilation apparatus, crown diameter, crown length

В настоящее время в лесной науке незаслуженно мало уделяется внимания развитию ассимиляционной массы деревьев [1]. Изучение закономерностей строения крон деревьев имеет важное практическое значение с точки зрения оптимизации строения фитоценозов по густоте и максимального повышения динамики их роста и продуктивности, а следовательно, устойчивости лесной экосистемы к внешним факторам воздействия. Именно показатели строения кроны, будучи в большей степени динамическими, по сравнению с диаметром ствола на высоте 1,3 м и высотой дерева, лучше отражают его состояние [2, 3].

В условиях нарастающих темпов лесоэксплуатации сосновых насаждений Казахстана сохранение и повышение их

устойчивости предполагает успешное лесовосстановление, формирование ландшафтов, охрану лесов от пожаров, защиту от вредителей и болезней, принятие мер по снижению загрязнения окружающей среды.

Материалы и методы исследований

Объектом исследований являлись сосняки государственного национального природного парка (ГНПП) «Бурабай», расположенного в Акмолинской области Республики Казахстан и относящегося к северо-западной части Казахского мелкосопочника.

Площадь парка на 01.01.2012 г. составляет 129935 га, из них покрытых лесом угодий – 79291 га, или 61,0 %. Основную долю занимают сосновые насаждения – 65,5 %. Наибольшая площадь лесных угодий парка сосредоточена в подзоне регулируемого рекреационного использования – 52 %.

Изучение строения крон сосновых древостоев проводилось на постоянных пробных площадях (ППП), заложенных сотрудниками ТОО КазНИИЛХА на территории ГНПП «Бурабай» в сосновых насаждениях очень сухих (тип леса – C_1) и свежих (тип леса – C_3) условий произрастания в трех функциональных зонах (ФЗ): ППП-2 и 5 – зона активного посещения (ФЗ-I); ППП-1 – зона умеренного посещения (II ФЗ) и ППП-3к и 4к – зона слабого посещения (условно контроль III ФЗ) [4].

Для определения лесотаксационных параметров исследуемых сосновых древостоев применялся метод сплошных перечетов, традиционный для исследовательских работ на ППП [5].

Диаметр кроны определялся с точностью до 10 см рулеткой по проекции кроны на поверхность почвы. Высота до первой живой ветви устанавливалась деревянным складным шестом с соответствующими делениями.

Определение жизненного состояния древостоя в целом и каждого дерева в отдельности проводилось по методике В.А. Алексеева [6]. При показателе 100–80 % жизненное состояние как всего древостоя, так и отдельных деревьев оценивается как «здоровое», при 79–50 % древостой считается поврежденным (ослабленным), при 49–20 % – сильно поврежденным (сильно ослабленным), при 19 % и ниже – полностью разрушенным.

Данные обработаны статистически с помощью компьютерной программы Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Насаждения ППП представлены чистыми по составу одновозрастными сосняками. Исследуемые древостои относятся к VI классу возраста. Класс бонитета – IV–V. Исследуемые сосняки относятся к высокополнотным со средним значением полноты 1,0. Полнота древостоя на ППП-4к – 0,8.

В табл. 2 представлены данные среднестатистических значений основных показателей кроны сосновых древостоев на исследуемых ППП. Данные табл. 2 свидетельствуют, что наибольшими значениями диаметра кроны ($D_{кр}$) и ее протяженности ($L_{кр}$) характеризуются сосняки на ППП-1 и 4к, относящиеся к зоне умеренного посещения (ФЗ-II) и зоне контроля (ФЗ-III) соответственно.

Таблица 1

Таксационная характеристика сосновых древостоев в ГНПП «Бурабай»

Номер ППП	Состав	Тип леса	Класс возраста	Средние		Густота, экз./га	Полнота	Запас, м³/га	Класс бонитета	Класс Крафта
				высота, м	диаметр, см					
2	10С	C_1	VI	16,0	24,4	867	1,1	321,5	V	II,3
1	10С	C_1	VI	16,7	22,1	950	1,0	292,0	IV	I,8
3к	10С	C_1	VI	15,7	19,9	1117	1,0	260,7	V	II,0
5	10СедБ	C_3	VI	17,9	24,2	850	1,0	326,2	IV	II,4
4к	9С1Б	C_3	VI	18,8	24,9	625	0,77	255,3	IV	I,9

Следует отметить, что прошедший в 2008 году ветровал и проведенные в связи с этим лесохозяйственные мероприятия повлекли за собой снижение полноты древостоя на ППП-4к до 0,77, что, в свою очередь, привело к увеличению средних значений основных таксационных показателей и послужило одной из причин увеличения средних значений показателей кроны древостоя на данном участке.

Наименьшие значения рассматриваемых показателей отмечаются у древостоев на ППП-2 и 5, относящихся к зоне активного посещения (ФЗ-I), а также на ППП-3к (зона контроля ФЗ-III). Одной из причин снижения значений параметров кроны ($D_{кр}$, $S_{кр}$ и $V_{кр}$) древостоев на ППП-3к в зоне контроля (ФЗ-III) является высокая, в сравнении с другими ППП, густота произрастания и наименьшие средние значения диаметра на высоте 1,3 м и высоты (табл. 1). В отличие от ППП-3к, древостой на ППП-2 и 5

(зона активного посещения ФЗ-I) характеризуется наименьшим значением густоты произрастания и наибольшим диаметром и высотой, следовательно, можно предположить, что снижению средних значений показателей кроны на данных участках способствует ряд других причин.

Следует отметить, что показатель жизненного состояния древостоев на ППП-1, 3к и 4к (зона умеренного и слабого посещения), выше в сравнении с ППП-2 и 5 (зона активного посещения). Различия показателя жизненного состояния древостоев сравниваемых функциональных зон достоверны и подтверждаются рассчитанным значением t-критерия Стьюдента t_s = 3,3–6,6 при $t_{0,05}$ = 1,96–1,97. Достоверные различия сравниваемых по функциональным зонам значений показателя диаметра кроны ($D_{кр}$) отсутствуют в очень сухих условиях произрастания (ППП-1, 2 и 3к) (t_s = 0,0–1,6 при $t_{0,05}$ = 1,96–1,97) и присутствуют в свежих типах лесорастительных условий (ППП-4к и 5) (t_s = 2,2 при $t_{0,05}$ = 1,97). Существенные различия в показателе протяженности кроны ($L_{кр}$), подтвержденные рассчитанным t-критерием Стьюдента, отмечаются между ППП-1 и 2 и ППП-4к и 5 (t_s = 5,3 и 2,1 при $t_{0,05}$ = 1,96 и 1,97 соответственно).

Для более точного анализа состояния размера крон сосняков нами было проведено распределение значений протяженности ($L_{кр}$) и диаметра кроны ($D_{кр}$) деревьев сосны на исследуемых ППП по категориям жизненного состояния (табл. 3). По данным табл. 3, на всех ППП отмечается зависимость показателей протяженности ($L_{кр}$) и диаметра ($D_{кр}$) кроны от категорий жизненного состояния деревьев. С ухудшением состояния наблюдается снижение значений рассматриваемых показателей. Различия значений протяженности кроны ($L_{кр}$) при сравнении всех категорий жизненного состояния достоверны, что подтверждается рассчитанным значением t-критерия Стьюдента t_s = 2,3–17,4 при $t_{0,05}$ = 1,98–2,0. Различия значений диаметра кроны ($D_{кр}$) достоверны при сравнении ослабленных и сильно ослабленных, а также сильно ослабленных и здоровых деревьев (t_s = 2,6–13,1 при $t_{0,05}$ = 1,98–2,0).

Таблица 2

Среднестатистические показатели размера крон сосновых древостоев ГНПП «Бурабай»

Номер ППП	Показатель жизненного состояния, %	Протяженность кроны ($L_{кр}$), м	Диаметр кроны ($D_{кр}$), см
2	58,4 ± 2,4	7,4 ± 0,2	328,5 ± 9,5
1	76,1 ± 1,2	8,9 ± 0,2	334,1 ± 8,2
3к	69,4 ± 1,6	7,6 ± 0,1	328,6 ± 7,9
5	63,9 ± 1,8	8,2 ± 0,3	325,8 ± 11,8
4к	71,9 ± 1,6	9,1 ± 0,3	363,6 ± 12,1

Таблица 3

Распределение протяженности ($L_{кр}$) и диаметра кроны ($D_{кр}$) деревьев сосны на ППП по категориям жизненного состояния, см

Номер ППП	Здоровые	Ослабленные	Сильно ослабленные	Отмирающие
2	8,7 ± 0,3 345,9 ± 17,2	7,6 ± 0,2 341,4 ± 10,2	4,6 ± 0,5 222,7 ± 12,1	4,7 170,0
1	9,4 ± 0,2 359,7 ± 11,6	8,5 ± 0,2 308,4 ± 10,4	6,6 ± 0,8 220,0 ± 40,0	–
3к	8,4 ± 0,3 337,5 ± 10,9	7,6 ± 0,2 340,8 ± 9,7	3,7 ± 0,1 182,2 ± 7,2	4,8 160,0
5	10,1 ± 0,5 370,8 ± 18,5	8,0 ± 0,3 328,7 ± 15,4	4,5 ± 0,5 223,3 ± 22,6	–
4к	10,0 ± 0,3 397,2 ± 18,9	8,8 ± 0,3 353,6 ± 15,9	5,1 ± 0,5 268,0 ± 28,7	–

Примечание. В числителе – протяженность, в знаменателе – диаметр кроны.

Наибольшими значениями диаметра кроны ($D_{кр}$) во всех категориях жизненного состояния характеризуются древостой на ППП-4к (зона контроля ФЗ-III в свежих сосняках). Наименьшими значениями – древостой на ППП-3к (зона контроля ФЗ-III в сухих сосняках). Сравнение значений показателя $D_{кр}$ древостоев, произрастающих в зоне активного посещения (ФЗ-I) на ППП-2 и 5 и древостоев в зоне контроля (ФЗ-III) на ППП-3к и 4к, не предоставляется возможным из-за значительного его варьирования в каждой их рассматриваемых категорий состояния. Другими словами, отсутствует четкая зависимость диаметра кроны от фактора рекреации (функциональных зон).

При сравнительном анализе данных распределения диаметров деревьев на высоте 1,3 м (табл. 4) и диаметра кроны ($D_{кр}$) (табл. 3) по категориям жизненного состояния, можно отметить взаимосвязь данных показателей. Так, в категории состояния «здоровые» наибольшими диаметрами на высоте 1,3 м характеризуются древостои свежих условий произрастания на ППП-5 (зона активного посещения ФЗ-I) и 4к (зона контроля ФЗ-III) – 26,1 ± 1,9 и 27,3 ± 1,3 см соответственно (табл. 4). По данным табл. 3 древостои на данных ППП характеризуются и наибольшими значениями диаметра кроны ($D_{кр}$) – 370,8 ± 18,5 и 397,2 ± 18,9 см соответственно. Наименьшие значения диаметра деревьев отмечаются на ППП-3к (зона контроля ФЗ-III) очень сухих условий произрастания – 19,1 ± 0,7 см (табл. 4), и этот же древостой характеризуется наименьшим средним значением диаметра кроны ($D_{кр}$) (табл. 3) – 337,5 ± 10,9 см.

По данным табл. 3 и 4 в категории состояния «ослабленные» наибольшими значениями диаметра деревьев и диаметра кроны ($D_{кр}$) характеризуется древостой на ППП-2 (зона активного посещения ФЗ-I), а наименьшими значениями – древостой на ППП-1 (зона умеренного посещения ФЗ-II) и 3к (зона контроля ФЗ-III).

В категории жизненного состояния «сильно ослабленные» сравнение рассматриваемых показателей не представляется возможным из-за большого варьирования их значений на каждой ППП.

В результате проведенного сравнительного анализа можно сделать вывод о том, что на показатель диаметра кроны ($D_{кр}$) в большей степени оказывает влияние диаметр деревьев и густота произрастания, нежели фактор рекреации.

По данным рис. 1 и 2 в перестойных сосняках очень сухих и свежих условий произрастания с увеличением показателя жизненного состояния отмечается увеличение диаметра кроны деревьев ($D_{кр}$).

В результате проведенного анализа данных выявлена тесная взаимосвязь диаметра кроны деревьев ($D_{кр}$) с показателем жизненного состояния, которая в очень сухих сосняках (тип леса C_1) аппроксимируется уравнением полинома 2 степени (рис. 1) и подтверждается достаточно высокими коэффициентами достоверности (R^2).

В свежих сосняках (тип леса C_3) (рис. 2) взаимосвязь диаметра кроны с показателем жизненного состояния на ППП-5 (ФЗ-I) описывается уравнением полинома 3 степени, на ППП-4к – уравнением линейной регрессии и подтверждаются высоким значением коэффициента аппроксимации (R^2).

Выводы

1. Наибольшими средними значениями диаметра кроны и ее протяженности характеризуются сосняки в зоне умеренного (ФЗ-II) и слабого посещения (ФЗ-III), наименьшими – в зоне активного посещения (ФЗ-I).

2. Наименьшими значениями показателей диаметра и протяженности кроны характеризуются деревья с оценкой жизненного состояния «сильно ослабленные», наибольшими – «здоровые» деревья.

Таблица 4

Распределение средних значений диаметра на высоте 1,3 м по категориям жизненного состояния в сосняках ГНПП «Бурабай», см

Номер ППП	Категории жизненного состояния			
	здоровые	ослабленные	сильно ослабленные	отмирающие
2	24,2 ± 1,4	25,9 ± 0,9	15,0 ± 1,2	9,8
1	22,6 ± 0,5	21,2 ± 0,7	20,6 ± 5,9	–
3к	19,1 ± 0,7	20,7 ± 0,5	10,3 ± 0,5	8,0
5	26,1 ± 1,9	23,1 ± 1,3	13,3 ± 1,8	–
4к	27,3 ± 1,3	22,5 ± 1,1	17,4 ± 1,9	–

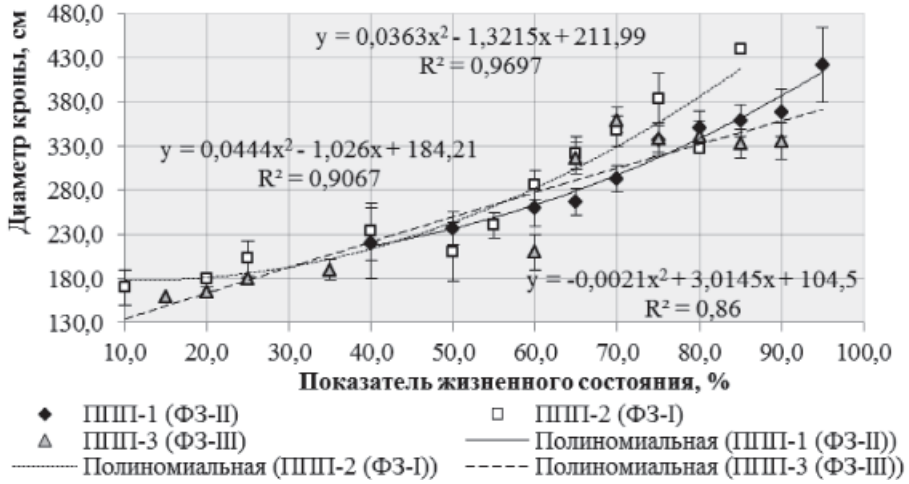

Рис. 1. Взаимосвязь диаметра кроны ($D_{кр}$) с показателем жизненного состояния в очень сухих сосняках ГНПП «Бурабай»

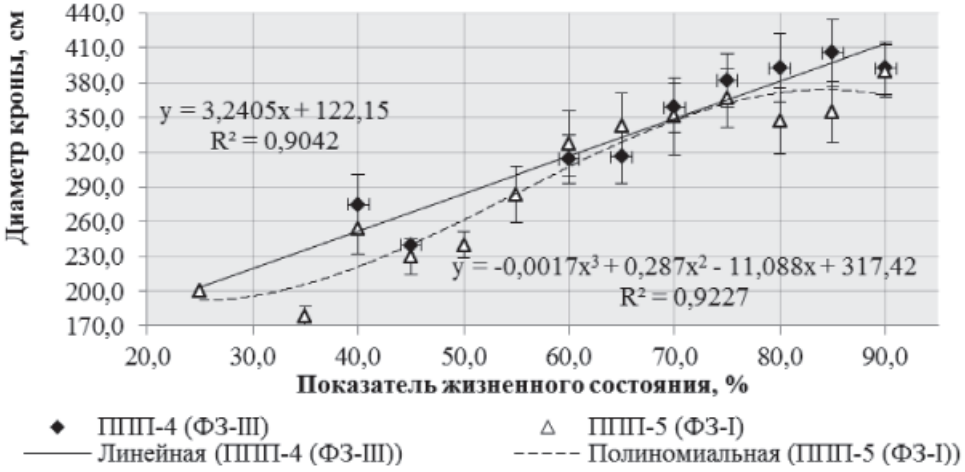

Рис. 2. Взаимосвязь диаметра кроны ($D_{кр}$) с показателем жизненного состояния в свежих сосняках ГНПП «Бурабай»

3. На значение диаметра кроны ($D_{кр}$) в большей степени оказывает влияние диаметр деревьев и густота произрастания, нежели фактор рекреации.

4. Установлена тесная взаимосвязь диаметра кроны деревьев сосны с показателем жизненного состояния, которая аппроксимируется уравнением линейной функции и функцией полинома 2 степени.

5. Диаметр и протяженность крон деревьев в естественных перестойных сосняках рекреационного назначения могут быть использованы в качестве диагностических признаков их состояния.

Список литературы

1. Алексеев В.А. Диагностика повреждений деревьев и древостоев при атмосферном загрязнении и оценка их жизненного состояния // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л.: Наука, 1990. – С. 38–53.

2. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения: учебное пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 152 с.

3. Данчева А.В., Залесов С.В., Муканов Б.М. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника: монография. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 195 с.

4. Тиходеева М.Ю., Лебедева В.Х., Ипатов В.С. Оценка влияния древостоя на развитие кроны дерева // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2010. – Сер. 3. – Вып. 1. – С. 15–21.

5. Шульга В.Д., Терехина Д.К., Густова А.И., Кузенко А.Н. Роль интенсивных рубок ухода в реализации потенциальных возможностей древесной породы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2012. – № 3 (27). – С. 1–5.

6. Nakajima H., Kume A., Ishida M., Ohmiya T., Mizoue N. Evaluation of estimates of crown condition in forest monitoring: comparison between visual estimation and automated crown image analysis. Annals of Forest Science. – 2011. – Vol. 68. – Issue 8. – P. 1333–1340.