



## БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА В ПОСЛЕПОЖАРНЫХ СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКАХ

**А. В. ДАНЧЕВА,**

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией,  
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации,

**С. В. ЗАЛЕСОВ,**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
Уральский государственный лесотехнический университет

(620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, д. 37; e-mail: Zalesov@usfeu.ru),

**А. В. ПОРТЯНКО,**

научный консультант, Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации

(050016, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Озерная, д. 17а)

**Ключевые слова:** гарь, лесовозобновление, сосна обыкновенная, подрост, таксационные показатели, ассимиляционный аппарат, масса и длина хвои.

Изучен лесовосстановительный процесс сосны обыкновенной на гарях в различных лесорастительных условиях Северного Казахстана. В ходе исследований выявлено, что количественные показатели подроста изменяются от 8,9 до 104,9 тыс. экз./га, что дает основание характеризовать возобновление сосны на исследуемых гарях как «хорошее». Проанализировано влияние лесорастительных условий и таксационных показателей, формирующихся на гарях сосновых молодняков, на биометрические показатели ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной в условиях Северного Казахстана. Установлена достоверная зависимость между массой 100 пар хвоинок и густотой подроста сосны обыкновенной высотой более 1,0 м: с уменьшением густоты подроста сосны высотой более 1,0 м в 1,4–3,0 раза вне зависимости от лесорастительных условий зафиксирована и между длиной хвои и густотой подроста сосны выше 1,0 м. Однако в последнем случае зависимость может быть охарактеризована лишь как тенденция. Диапазон изменения густоты произрастания от 5 до 18,0 тыс. экз./га благоприятен для формирующегося на данном этапе развития ассимиляционного аппарата подроста сосны высотой более 1,0 м спустя 8–16 лет после пожара варьируется от 4,8 до 24,8 тыс. экз./га. Последнее свидетельствует о нецелесообразности создания лесных культур на гарях площадью не более 22 га, поскольку во всех типах лесорастительных условий формируются сосновые молодняки. Доминирование в составе формирующихся на гарях с влажными лесорастительными условиями молодняков мягколиственных пород вызывает необходимость проведения рубок ухода для предотвращения смены пород.

## THE BIOMETRICS PARAMETERS OF ASSIMILATING APPARATUS IN POST-FIRE PINE YOUNG STANDS

**A.V. DANCHEVA,**

candidate of agricultural sciences, head of laboratory, Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforest Reclamation,

**S. V. ZALESOV,**

doctor of agricultural sciences, professor, Ural State Forest Engineering University

(37 Sibirskiy tr. Str., 620100, Ekaterinburg; e-mail: Zalesov@usfeu.ru),

**A. V. Portyanko,**

scientific consultant, Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforest Reclamation

(17a Ozernaya Str., 050016, Republic of Kazakhstan, Almaty)

**Keywords:** burnt area, forest reproduction, scots pine, undergrowth, taxation indices assimilatory apparatus, needles length and weight.

The scots pine rehabilitation processes on burnt areas in different forest growth conditions of Northern Kazakhstan was studied. In discussing our findings the quantitative characteristics of undergrowth varying from 8.9 to 104.9 thousand pcs./ha, this gives basis to characterize the regeneration of pine as “good”. The work has been done to analyze the influence of forest growth conditions and taxation indices, formed of pine young stand on burnt areas, on biometrics parameters of assimilation of scots pine on the Northern Kazakhstan. Reliable correlation between the weight of 100 pairs of needles and the density of undergrowth of scots pine height of more than 1.0 m is established: the decrease in the density of undergrowth increases the weight of 100 pairs of needles. The same sort of situation between the length of needles and density of pine undergrowth height of more than 1.0 m. However, in the latter case, the dependence can be described only as a tendency. The range of changing the density of the growth of 5 to 18.0 thousand pcs./ha is favorable for formation at this stage of development of assimilation apparatus pine undergrowth height of more than 1.0 m. Increasing the density of undergrowth pine of height of more than 1.0 m in 1.4–3.0 times reduces the value of biometric indicators assimilation apparatus, such as the mass of 100 pairs of needles and needle length in 1.2–1.8 times. The reproduction on the burned areas of the Northern Kazakhstan takes quite successfully in all forest growth conditions. Number of undergrowth of scots pine height of more than 1.0 m 8–16 years after fire varies from 4.8 to 24.8 thousand pcs./ha. Last indicate on non-expediency of artificial regeneration on area of not more than 22 ha, since on all forest growth conditions formed pine young stands. Dominance in the structure of young stand formed on the burnt areas with moist forest conditions softwood trees give rise to necessitate of thinning to prevent of replacement of species.

Положительная рецензия представлена Н. А. Луганским, заслуженным деятелем науки РФ, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Института леса и природопользования Уральского государственного лесотехнического университета.



Периодически повторяющиеся лесные пожары являются одним из важнейших экологических факторов, оказывающих трансформирующее воздействие на структуру, функции, динамику и эволюцию всех компонентов лесных экосистем [1]. Скорость и возможность восстановления леса после пожара зависят от времени пожара, его вида, интенсивности, типа леса и других факторов [10]. В результате пожаров возникает эрозия почв, на длительный период утрачиваются водоохранно-защитные, санитарно-гигиенические, рекреационные и другие экологические функции, сокращается емкость для обитания дикой фауны [5].

Полог насаждений и составляющие его кроны, являясь созидателями фитоценотической среды, отражают в своем облике как биологические особенности деревьев, так и самые разнообразные биоценотические процессы. В этом плане определение пространственных параметров крон необходимо при обосновании и практическом осуществлении различных лесохозяйственных мероприятий [6].

Закономерности строения, роста крон деревьев и распределения фитомассы в них, особенно на ювенильных стадиях развития, имеют важное практическое значение для оптимизации строения фитоценозов по густоте и максимального повышения их роста и продуктивности, а следовательно, устойчивости лесной экосистемы к внешним факторам воздействия [2].

**Цель и методика исследований.** Цель данной работы – изучение биометрических показателей ассимиляционного аппарата подростов в молодняках сосны, формирующихся на гарях, в зависимости от лесорастительных условий, густоты произрастания и возраста.

Исследования проводились на территории двух филиалов ГНПП «Бурабай» и Урумкайского КГУЛХ на гарях, образовавшихся после пожаров в сосняках. В качестве объектов исследований были использованы:

– объект 1 – гарь, сформировавшаяся после верхового пожара 1999 г. в спелом сосновом насаждении очень сухих лесорастительных условий ( $C_1$ ) на площади 21,8 га. Гарь расположена на южном склоне горы Кокше крутизной 40–45° в квартале 7 Боровского лесничества;

– объект 2 – гарь, образовавшаяся после устойчивого низового пожара 1996 г. в спелых сосняках свежих условий произрастания ( $C_3$ ). Гарь расположена в квартале 223 Бармашинского лесничества;

– объект 3 – гарь, образовавшаяся после верхового пожара 1997 г. в сосняке влажном ( $C_4$ ), расположенная в квартале 44 Приозерного лесничества;

– объект 4 – гарь, образовавшаяся после верхового пожара 2004 г. в спелом сосняке свежих лесорастительных условий ( $C_3$ ). Гарь расположена в квартале 147 Катаркольского лесничества;

– объект 5 – гарь, возникшая после верхового пожара 2004 г. в спелом сосновом насаждении сухих условий произрастания ( $C_2$ ) в квартале 52 Урумкайского лесничества Урумкайского КГУЛХ.

Все гари были очищены от древесины погибших в результате лесных пожаров деревьев и оставлены под естественное зарастание. При этом на части территории гарей (объекты 1, 4 и 5) были созданы лесные культуры, что позволило в дальнейшем проанализировать эффективность как естественного, так и комбинированного лесовосстановления, т. е. общего количества подростов искусственного и естественного происхождения.

В связи с мозаичностью естественного лесовозобновления на пройденных лесными пожарами площадях (гарях) для определения количественных показателей формирующихся молодняков параллельно длинной стороне гарей через равные расстояния закладывалась сеть учетных лент. На каждой из учетных лент, в свою очередь, через 10 м закладывались учетные площадки размером 2 × 2 м.

Для изучения биометрических показателей ассимиляционного аппарата в сосновых молодняках были взяты образцы ветвей у 91 экземпляра сосны на 49 учетных площадках. Кроме того, на всех заложенных учетных площадках был произведен сплошной пересчет древесных растений с установлением возраста, состояния, диаметра на высоте 1,3 м и высоты.

Исследования биометрических показателей хвои и побегов производились в соответствии с методическими рекомендациями А. А. Молчанова и В. В. Смирнова [7], а также С. В. Залесова [4], Я. Цельникер, И. С. Малкиной и А. Г. Ковалева [9].

С каждого дерева срезали одну модельную ветку в средней части кроны с южной стороны и высушивали до воздушно-сухого состояния. Охвоенные побеги однолетнего возраста брали с ветвей II и III порядка ветвления. Измеряли и рассчитывали следующие показатели: длину хвои (мм) и массу 100 пар хвоинок (г). Длину хвои измеряли с точностью до 1 мм миллиметровой линейкой. Массу хвоинок определяли с точностью до 0,0001 г на электронных весах марки AR-2140. Всего проанализировано 1987 пар хвоинок и 91 навесок хвои.

**Результаты исследований.** Согласно данным исследований, проведенных на гарях в различных лесорастительных условиях (табл. 1), наблюдается непрерывность лесовосстановительного процесса. Количественные показатели подростов изменяются от 8,9 до 104,9 тыс. экз./га в зависимости от лесорастительных условий.

По шкале оценки естественного возобновления сосны на непокрытых лесом площадях [8] естественное возобновление сосны оценивается как «хорошее» на всех объектах исследования.

Характеристика параметров ассимиляционного аппарата формирующихся послепожарных сосновых



Таблица 1

Количественные показатели и состав формирующихся послепожарных сосновых молодняков

Объект исследования	Тип леса	Тип лесовосстановления	Давность пожара, лет	Возраст подроста высотой более 1,0 м	Количество подроста, тыс. экз./га / состав		
					до 1,0 м	более 1,0 м	итого
1	C <sub>1</sub>	Комбинир.	13	11,0	$\frac{17,0}{9C1Б+Ос}$	$\frac{16,2}{10C}$	33,2
		Естествен.		9,0	$\frac{4,1}{10C}$	$\frac{4,8}{10C}$	8,9
2	C <sub>3</sub>	Естествен.	16	12,0	$\frac{86,3}{9C1Ос+Б}$	$\frac{18,6}{10C+Ос}$	104,9
3	C <sub>4</sub>	Естествен.	15	11,0	$\frac{47,7}{2C6Б2Ос+Ив}$	$\frac{20,8}{1C7Б2Ос+Ив}$	68,5
4	C <sub>3</sub>	Комбинир.	8	7,0	–	$\frac{21,3}{7C3Б+Ос}$	21,3
		Естествен.		5,0	$\frac{37,7}{5C2Б2Ос}$	$\frac{24,8}{7C2Б1Ос}$	62,5
5	C <sub>2</sub>	Естествен.	8	6,0	$\frac{9,9}{2C8Ос+Б}$	$\frac{10,7}{9C1Ос+Б}$	20,6
		Естествен.		6,0	$\frac{51,5}{6C3Ос1Б}$	$\frac{19,4}{7C2Б1Ив}$	70,9

Таблица 2

Показатели ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной в послепожарных фитоценозах в зависимости от лесорастительных условий и густоты подроста высотой более 1,0 м

№ п/п	Показатели	Объекты исследования				
		1	2	3	4	5
1	Тип леса	C <sub>1</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>
2	Давность лесного пожара, лет	13	16	15	8	8
3	Состав	$\frac{10C}{10C}$	10C+Ос	1C7Б2Ос+Ив	$\frac{7C3Б+Ос}{7C2Б1Ос}$	$\frac{9C1Ос+Б}{7C2Б1Ив}$
4	Густота, тыс. экз./га	$\frac{16,2}{4,8}$	18,6	20,8	$\frac{21,3}{24,8}$	$\frac{10,7}{19,4}$
5	Протяженность кроны, м	$\frac{2,0}{1,6}$	1,0	1,6	$\frac{1,4}{1,1}$	$\frac{1,5}{1,2}$
6	Диаметр кроны, м	$\frac{0,9}{1,0}$	0,6	0,7	$\frac{0,8}{0,4}$	$\frac{0,8}{0,6}$
7	Балл густоты кроны	$\frac{2}{1}$	2	2	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1}$
8	Протяженность кроны от длины ствола, %	$\frac{93,4}{93,7}$	83,8	94,7	$\frac{88,3}{93,7}$	$\frac{94,1}{93,4}$

Примечание: в числителе – комбинированный тип лесовосстановления, в знаменателе – естественный тип лесовосстановления (объекты 1, 4 и 5).

молодняков двух типов лесовосстановления приведена в табл. 2.

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что параметры крон подроста сосны на данном этапе формирования лесной экосистемы мало зависят от лесорастительных условий, густоты и давности пожара.

Величина протяженности кроны от общей длины ствола составляет 83,8–94,1 %, т. е. свободная от ветвей часть стволов сосны варьируется от 0,1 до 0,3 м. Последнее свидетельствует о достаточной освещенности и, как следствие, слабом очищении стволов от сучьев.

Для сравнительного анализа характера формирования ассимиляционного аппарата послепожарного фитоценоза сосны обыкновенной в зависимости от густоты произрастания нами были взяты сформировавшиеся биогруппы данной древесной породы комбинированного и естественного типов лесовосстановления на южном склоне г. Какше (объект 1). [www.avu.usaca.ru](http://www.avu.usaca.ru)

лесорастительные условия южного склона крутизной 40–45° данной горы способствуют интенсивному процессу фотосинтеза, что подтверждается значительной долей световой хвои и хвои текущего года.

В ходе изучения формирования ассимиляционного аппарата в послепожарных молодняках сосны обыкновенной было установлено влияние густоты на такие биометрические показатели, как масса 100 пар хвоинок и длина хвои. Данные о средней величине указанных показателей по объектам исследования приведены в табл. 3.

Данные табл. 3 свидетельствуют, что при прочих равных условиях с увеличением густоты формирующегося молодняка масса 100 пар хвоинок и их длина уменьшаются. Так, на объекте 1 в очень сухих лесорастительных условиях масса 100 пар хвоинок при густоте подроста сосны выше 1 м 16,2 тыс. шт./га, в 1,8 раза меньше таковой при густоте молодняка 4,8 тыс. шт./га. Длина хвои при этом меньше в 1,5 раза.



Таблица 3  
Среднестатистические данные таксационных и биометрических показателей ассимиляционного аппарата подростa сосны высотой более 1,0 м

№ объекта исследований	Тип лесовосстановления	Тип лесорастительных условий	Густота, тыс. экз./га	Возраст подростa, лет	Диаметр на 1,3 м, см	Высота, м	Показатель жизненного состояния, %	Масса 100 пар хвоинок, г	Длина хвои, мм
1	Комбин.	C <sub>1</sub>	16,2	10,4 ± 0,3	1,9 ± 0,4	2,2 ± 0,2	87,9 ± 3,9	1,3 ± 0,2	30,3 ± 2,7
	Естеств.		4,8	9,5 ± 0,3	1,4 ± 0,4	1,8 ± 0,1	91,9 ± 2,0	2,4 ± 0,2	45,0 ± 1,4
2	Естеств.	C <sub>3</sub>	18,6	11,8 ± 0,5	1,1 ± 0,1	1,9 ± 0,0	80,0 ± 3,5	2,1 ± 0,1	45,8 ± 2,5
3	Естеств.	C <sub>4</sub>	20,8	11,7 ± 0,7	1,0 ± 0,7	1,8 ± 0,4	63,6 ± 7,6	1,5 ± 0,3	35,4 ± 2,2
4	Комбин.	C <sub>3</sub>	21,3	7,7 ± 1,2	0,8 ± 0,4	1,7 ± 0,3	98,3 ± 1,7	1,2 ± 0,2	36,4 ± 3,8
	Естеств.		24,8	5,4 ± 0,4	0,8 ± 0,2	1,5 ± 0,1	93,5 ± 2,0	1,2 ± 0,1	38,4 ± 2,3
5	Естеств.	C <sub>2</sub>	10,7	6,9 ± 0,3	1,2 ± 0,5	1,8 ± 0,1	94,1 ± 2,5	2,1 ± 0,3	44,6 ± 3,4
		C <sub>3</sub>	19,4	6,4 ± 0,2	0,5 ± 0,2	1,4 ± 0,1	90,4 ± 1,2	1,2 ± 0,1	39,5 ± 1,6

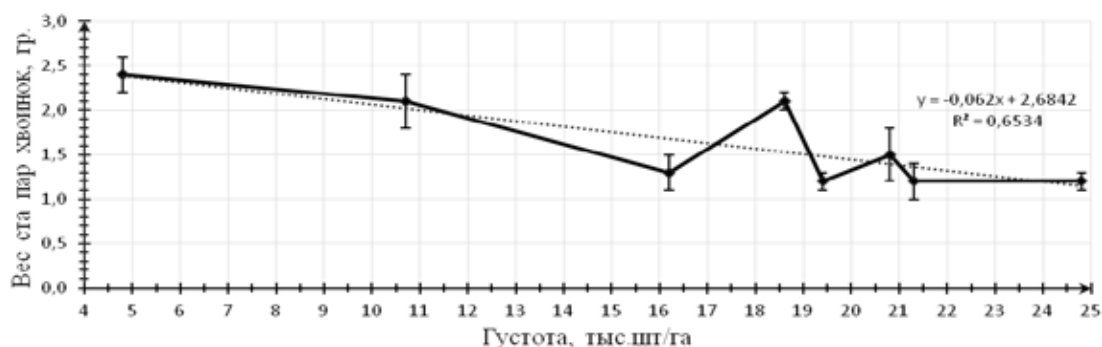


Рис. 1. Зависимость веса 100 пар хвоинок от густоты произрастания подростa сосны высотой более 1,0 м в естественном типе лесовосстановления

Следует отметить, что средний возраст, диаметр и высота формирующихся сосновых древостоев в данном случае не оказывают влияния на биометрические показатели ассимиляционного аппарата. Этот факт подтверждается расчетными значениями критерия Стьюдента ( $t_s$ ) для рассматриваемых типов лесовосстановления, который для возраста, диаметра и высоты равен соответственно 2,1; 1,8 и 0,9 при табличных значениях  $t_{0,05} = 2,04$ ,  $t_{0,01} = 2,733$ .

Анализ влияния густоты произрастания в формирующихся естественным путем сосновых молодняках на биометрические показатели ассимиляционного аппарата подростa сосны в очень сухих (объект 1) и сухих (объект 5) условиях показывает, что при увеличении густоты произрастания более чем в два раза значения массы 100 пар хвоинок и длина хвои практически не изменяются, достоверные различия отсутствуют. В данном случае на показатели массы и длины хвои влияет фактор возраста, поскольку расчетный показатель критерия Стьюдента ( $t_s$ ), равный 6,1 при  $t_{0,05} = 2,06$ ,  $t_{0,01} = 2,787$ , подтверждает достоверные различия в возрасте подростa сосны на сравниваемых объектах и отсутствие различий в диаметре, высоте, что исключает влияние последних на рассматриваемые показатели (расчетные значения  $t_s$  для диаметра, высоты и показателя жизненного состояния равны 0,3; 0,0 и 0,7).

В свежих условиях произрастания при естественном типе лесовосстановления (объект 2 и 4) увели-

чение густоты подростa с 18,2 до 24,8 тыс. экз./га (в 1,4 раза) влечет снижение массы 100 пар хвоинок в 1,8 раза и длины хвои в 1,2 раза.

Обобщение материалов выполненных исследований позволило установить зависимость массы 100 пар хвоинок от густоты формирующихся на горях молодняков (рис. 1).

Согласно рис. 1 между массой 100 пар хвоинок и густотой подростa имеется тесная зависимость. Особо следует отметить, что при построении графика были использованы данные, полученные на горях четырех типов лесорастительных условий. Последнее подтверждает важную роль густоты в формировании массы ассимиляционного аппарата.

Значительно ниже зависимость длины хвои от густоты формирующихся на горях сосновых молодняков (рис. 2).

На наш взгляд, на длину хвои помимо густоты подростa оказывают влияние такие факторы, как лесорастительные условия и возраст подростa.

Анализ состояния формирующихся на горях сосновых молодняков свидетельствует, что диапазон изменения густоты от 5 до 18 тыс. экз./га является с учетом лесорастительных условий благоприятным для формирования ассимиляционного аппарата у подростa высотой более 1 м.

**Выводы.** Результаты исследований позволили сделать следующие выводы.

1. Диапазон изменения густоты произрастания от 5 до 18,0 тыс. экз./га благоприятен для формиру-



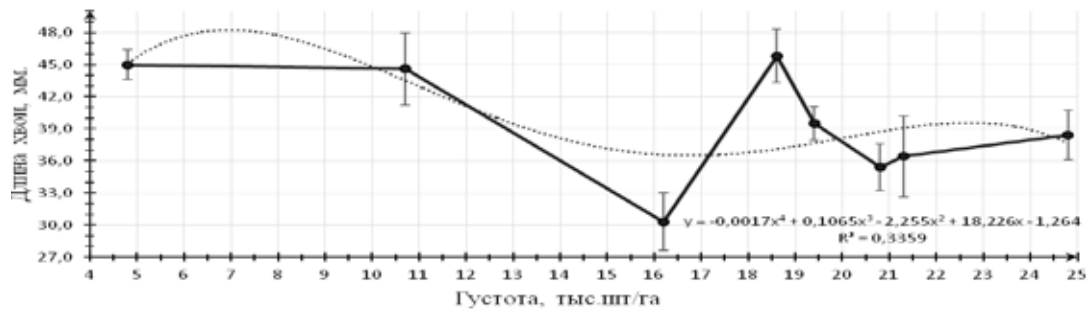


Рис. 2. Зависимость длины хвои от густоты произрастания подроста сосны высотой более 1,0 м в естественном типе лесовосстановления

щегося на данном этапе развития ассимиляционного аппарата подроста сосны высотой более 1,0 м.

2. Увеличение густоты подроста сосны высотой более 1,0 м в 1,4–3,0 раза вне зависимости от лесорастительных условий способствует снижению значений таких биометрических показателей ассимиляционного аппарата, как масса 100 пар хвоинок и длина хвои, в 1,2–1,8 раза.

3. Процессы лесовосстановления на гарях в сосняках Северного Казахстана протекают довольно успешно. Густота подроста сосны обыкновенной

высотой более 1,0 м в формирующихся молодняках спустя 8–16 лет после пожара варьируется от 4,8 до 24,8 тыс. экз./га.

4. Создание лесных культур на гарях площадью не более 22 га всех типов лесорастительных условий не оправдано ни с лесоводственной, ни с экономической точки зрения, поскольку во всех типах лесорастительных условий формируются сосновые молодняки.

5. На гарях с влажными лесорастительными условиями в целях предотвращения смены пород требуется проведение рубок ухода.

#### Литература

1. Буренина Т. А. Восстановление лесов после пожара в Амурской области // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2005. № 2. С. 64–71.
2. Данилин И. М., Целитан И. А. Закономерности строения и биопродуктивность лиственничного фитоценоза послепожарного формирования в Эвенкии // Пожары в лесных экосистемах Сибири: материалы Всерос. конф. с междунар. участием. Красноярск : Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2008. С. 109–120.
3. Еркебаев Е. Сохранение и восстановление биоразнообразия – главная задача нацпарка // Луч. 2012. 13 сент.
4. Залесов С. В. Проходные рубки в сосняках южной подзоны тайги Урала : дис. ... канд. с.-х. наук. Свердловск, 1986. 215 с.
5. Залесов С. В. Лесная пирология : учеб. пособие. Екатеринбург : УГЛТА, 1998. 296 с.
6. Лебединский В. В. Определение пространственных параметров крон растущих деревьев // Лесоведение. 1972. № 11. С. 69–79.
7. Молчанов А. А., Смирнов В. В. Методика изучения прироста древесных растений. М. : Наука, 1967. 100 с.
8. Нормативы для таксации лесов Казахстана. Алма-Ата : Кайнар, 1987. Ч. I. Кн. I. 236 с.
9. Цельникер Я., Малкина И. С., Ковалев А. Г. Структурно-функциональные характеристики сосны и ели в зависимости от длины побегов // Лесоведение. 1992. № 5. С. 46–55.
10. Шубин Д. А., Малиновских А. А., Залесов С. В. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском борovém массиве // Известия Оренбургского гос. аграр. ун-та. 2013. № 6. С. 205–208.

#### References

1. Burenina T. A. Reforestation after a fire in the Amur region // Bulletin of North-East scientific center of Far Eastern branch of RAS. 2005. № 2. P. 64–71.
2. Danilin I. M., Celitan I. A. Regularities of the structure and productivity of larch communities after fire forming in Evenkia // Fires in forest ecosystems of Siberia: materials of All-Rus. conf. with international participation. Krasnoyarsk : Institute of Forest of V. N. Sukachev of SB RAS, 2008. P. 109–120.
3. Erkebaev E. Conservation and restoration of biodiversity is the main task of the national park // Ray. 2012. September 13.
4. Zalesov S. V. Passable logging in the pine forests of the southern taiga subzone of the Urals : dis. ... candidate of agricultural sciences. Sverdlovsk, 1986. 215 p.
5. Zalesov S. V. Forest fire science : tutorial. Ekaterinburg : USFEA, 1998. 296 p.
6. Lebedinsky V. V. Determination of the spatial parameters of crown of growing trees // Forestry. 1972. № 11. P. 69–79.
7. Molchanov A. A., Smirnov V. V. Methods of studying the growth of woody plants. M. : Science, 1967. 100 p.
8. Standards for forest taxation in Kazakhstan. Alma-Ata : Kaynar, 1987. Part I. Book I. 236 p.
9. Zelniker Ja., Malkina I. S., Kovalev A. G. Structural-functional characteristics of pine and spruce, depending on the length of shoots // Forestry. 1992. № 5. P. 46–55.
10. Shubin D. A., Malinowskich A. A., Zalesov S. V. Influence of fire on components of forest biogeocenosis in the Upper-Ob hog array // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2013. № 6. P. 205–208.