

ЭКОЛОГИЯ

УДК 630.43

А.А. Малиновских
A.A. Malinovskikh

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦЕНОФЛОРЫ ГАРИ 2006 г. В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРНАУЛЬСКОГО ЛЕНТОЧНОГО БОРА

TAXONOMIC ANALYSIS OF CENOFLORA OF BURNT AREA OF 2006 IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE BARNAULSKIY BELT PINE FOREST

Ключевые слова: ценофлора гари, флористический состав, таксономический анализ, коэффициент сходства, пирогенная сукцессия, сосновый лес, ленточный бор.

Выполнен детальный таксономический анализ ценофлоры гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора Алтайского края. За весь период исследований (2008-2017 гг.) на гари было зарегистрировано 62 вида высших сосудистых растений из 52 родов и 22 семейств. В контрольных участках соснового леса отмечено 54 вида из 50 родов и 24 семейств. Составлен спектр из 10 крупнейших семейств ценофлоры гари и проведено его сравнение со спектром семейств флоры сосновых равнинных лесов Алтайского края. Проанализировано соотношение числа видов, родов и семейств в отделах и классах высших сосудистых растений в ценофлоре гарей Барнаульского ленточного бора. Установлено, что ценофлора гари и ценофлора контрольного участка соснового леса (лес до пожара) в Барнаульском бору различаются в соотношении и распределении видов, родов и семейств по основным систематическим группам. Видовое богатство на гари количественно выше, но качественно ниже, чем в контроле, за счет отсутствия представителей крупных групп и отделов. Соотношение видового богатства одно- и двудольных растений на гари равно 0,22, что заметно ниже контрольного участка, где составляет 0,30. Ценофлора соснового леса содержит в своём составе виды и рода, не встречающиеся на гари из-за гибели древостоя и отсутствия целого комплекса уникальных микроклиматических и почвенно-грунтовых условий. В составе ценофлоры гари активное участие принимают пирогенные сукцессионные виды, формирующие растительные группировки, сменяющие друг друга в ходе пирогенной сукцессии.

Keywords: burnt area cenoflora, floristic composition, taxonomic analysis, quotient of similarity, pyrogenic succession, pine forest, belt pine forest.

The paper deals with detailed taxonomic analysis of the cenoflora of burnt area of 2006 in the north-eastern part of the Barnaulskiy belt pine forest of the Altai Region. During the entire period of research (2008-2017), 62 species of higher vascular plants of 52 genera and 22 families were recorded on the burn area. Fifty-four species of 50 genera and 24 families were recorded in the control plots of the pine forest. A spectrum of 10 largest families of the burnt area cenoflora was made and compared with the spectrum of the families of the pine forest flora of the Altai Region's plains. The ratio of the number of species, genera and families in the phyla and classes of higher vascular plants in the burnt area cenoflora of the Barnaulskiy belt pine forest was analyzed. It has been found that the burnt area cenoflora and control plot cenoflora of the pine forest (pre-fire forest) in the Barnaulskiy pine forest differ in the ratio and distribution of species, genera and families in the main systematic groups. Species abundance in the burnt area is quantitatively higher but lower in terms of quality compared to the control plots due to the absence of representatives of large groups and phyla. The ratio of the species abundance of monocotyledonous and dicotyledonous plants in the burnt area amounts to 0.22 which is quite lower than that of the control plot – 0.30. Pine forest cenoflora contains the species and genera which are not found on the burnt area due to forest stand destruction and the absence of a whole complex of unique microclimatic and soil and ground conditions. Pyrogenic succession species are actively involved in the burnt area cenoflora; they form plant groups which follow each other in the course of pyrogenic succession.

Малиновских Алексей Анатольевич, к.б.н., доцент каф. лесного хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-63-52. E-mail: almaa1976@yandex.ru.

Malinovskikh Aleksey Anatolyevich, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Chair of Forestry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-63-52. E-mail: almaa1976@yandex.ru.

Введение

Лесные экосистемы являются наиболее долговечными, самовозобновляемыми и саморегулирующимися из всех типов наземных экосистем [1]. Однако их цено- тическая и экологическая устойчивость легко может быть нарушена внутренними и особенно внешними катастрофическими воздействиями. Одним из наиболее рас- пространенных видов таких воздействий является огонь, или пирогенный фактор. Огонь разрушает саму основу леса – дре- востой, который выполняет средообразу- ющую роль для подчиненных компонентов леса и нарушает ценотические связи и функции. После пожара начинается фор- мирование новых растительных сообществ, которые образованы видами разного про- исхождения по отношению к пирогенному фактору [2, 3]. Поэтому таксономический состав таких сообществ зависит от вида пожара, площади пожара, степени прого- рания субстрата, микроклиматических условий до и после пожара и многих дру- гих причин. В связи с этим таксономический анализ лесных естественных и послепожар- ных растительных сообществ, а в целом флоры гарей и горельников необходим для понимания особенностей и механизмов пи- рогенной сукцессии.

Цель работы – выполнить таксономиче- ский анализ ценофлоры гари 2006 г. в се- веро-восточной части Барнаульского лен- точного бора (Барнаульское лесничество Алтайского края).

Объекты и методы

Объектом исследования является гари 2006 г., расположенная в 41 кв. Власихин- ского участкового лесничества Барнауль- ского лесничества в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора (табл. 1).

Пожар низовой устойчивый произошел в июне 2006 г. Общая площадь гари – 4 га. Погибший при пожаре древостой сосны вырублен, выполнена санитарная рубка сплошная. Тип леса – свежий бор (Свб) и сухой бор пологих всхолмлений (Сбп). Для изучения пирогенной сукцессии использо- вался метод непосредственного наблюде- ния за ходом смен растительности, проб- ных площадей, учетных площадок, геобо- танических описаний, сбора гербария [4, 5]. Первые 5 лет после пожара иссле- дования проводились три раза в сезон: вес- ной, в середине лета, осенью. В последу- ющие годы однократно в середине лета, в период максимального развития раститель- ного покрова на гари.

Результаты и их обсуждение

Всего на гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора нами отмечено 62 вида высших сосудистых рас- тений из 52 родов и 22 семейств, что со- ставляет 7,35% от всей флоры сосновых равнинных лесов Алтайского края. В кон- трольных участках соснового леса (до по- жара) отмечено 54 вида из 50 родов и 24 семейств, что составляет 6,41% от всей флоры сосновых равнинных лесов Алтай- ского края [6-10].

Таксономический спектр ценофлоры га- рей в северо-восточной части Барнаульской ленты отличается от такового флоры лен- точных боров в целом (табл. 2).

Таблица 1

Таксационная характеристика пробных площадей

Пробная площадь	Древостой					Класс бонитета	ТУМ	Тип леса
	состав	ярус, высота яруса, м	возраст, лет	высота, м	диаметр, см			
№ 1. Кв. 41, выд. 1 (гари)	9С1С+С	1; 20	75; 35; 90	21; 10	22; 10	II	A2	Свежий (западный) бор (Свб)
№ 2. Кв. 41, выд. 3 (гари)	6С2С2С	1; 18	85; 60; 30	21; 18; 10	24; 18; 8	III	A1	Сухой бор пологих всхолмлений (Сбп)
№ 3. Кв. 41, выд. 4 (кон- троль)	8С2С+С	1; 21	70; 95; 35	20; 23	22; 32	II	A2	Свежий (западный) бор (Свб)
№ 4. Кв. 41, выд. 6 (кон- троль)	4С2С2С	1; 17	85; 60; 30	21; 17; 9	26; 16; 8	III	A1	Сухой бор пологих всхолмлений (Сбп)

Таблица 2

Таксономический (семейственно-видовой) спектр ценофлоры гарей в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора

№ п/п	Семейства	Флора ленточных боров		Ценофлора гарей Барнаульского бора	
		ранг семейства	количество видов	ранг семейства	количество видов
1	Asteraceae	1	124	1	17
2	Poaceae	2	80	2-3	7
3	Cyperaceae	3	56	4-5	4
4	Fabaceae	4	45	6-7	3
5	Brassicaceae	5	44	4-5	4
6	Rosaceae	6	43	8	2
7	Caryophyllaceae	7	35	2-3	7
8	Chenopodiaceae	8	30	9-10	1
9	Scrophulariaceae	9	27	6-7	3
10	Lamiaceae	10	23	9-10	1

Высокое независимое положение сохраняет только семейство *Asteraceae* (1-е место). Семейство *Poaceae* делит своё место с семейством *Caryophyllaceae* (2-3-е место) в ценофлоре гари Барнаульского бора. Положение остальных ведущих семейств в спектре ценофлоры гарей сильно меняется, в основном в сторону снижения ранга: семейство *Cyperaceae* опускается на 4-5-е место, разделяя его с семейством *Brassicaceae*. Почти не меняется положение только семейства *Lamiaceae*, которое

занимает 9-10-е место в Барнаульском бору. На долю первых десяти семейств ценофлоры гарей в Барнаульском бору приходится 79,03% от общего количества видов (во флоре ленточных боров – 57,10%).

Соотношение числа видов, родов и семейств в отделах и классах высших сосудистых растений в ценофлоре гарей Барнаульского ленточного бора зависит от микроклиматических условий на месте гари (табл. 3).

Таблица 3

Видовое, родовое и семейственное богатство основных систематических групп ценофлоры гари Барнаульского ленточного бора

Систематические группы		Гарь	Лес до пожара
Кол-во видов	Сосудистые споровые	–	1
	Плауновые	–	–
	Хвощевые	–	1
	Папоротниковые	–	–
	Голосеменные	1	1
	Покрытосеменные	61	52
	Однодольные	11	12
	Двудольные	50	40
Однодольные/двудольные		0,22	0,30
Кол-во родов	Сосудистые споровые	–	1
	Плауновые	–	–
	Хвощевые	–	1
	Папоротниковые	–	–
	Голосеменные	1	1
	Покрытосеменные	51	48
	Однодольные	7	10
	Двудольные	44	38
Однодольные/двудольные		0,16	0,26
Кол-во сем-в	Сосудистые споровые	–	1
	Плауновые	–	–
	Хвощевые	–	1
	Папоротниковые	–	–
	Голосеменные	1	1
	Покрытосеменные	21	22
	Однодольные	2	5
	Двудольные	19	17
Однодольные/двудольные		0,11	0,29

Ценофлора гари и ценофлора контрольного участка соснового леса (лес до пожара) в Барнаульском бору различаются в соотношении и распределении видов, родов и семейств по основным систематическим группам. Видовое богатство на гари количественно выше, но качественно ниже, чем в контроле, за счет отсутствия представителей крупных групп и отделов. Так, на гари за весь период исследований не отмечены виды из группы сосудистые споровые, тогда как под пологом леса встречается *Equisetum hyemale* (хвощ зимующий), типичный представитель отдела хвощевые. Общим для двух сравниваемых ценофлор является 1 вид отдела голосеменных – *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная). Соотношение видового богатства одно- и двудольных растений на гари равно 0,22, что заметно ниже контрольного участка, где составляет 0,30. Низкое значение данного коэффициента объясняется наличием видов только 2 семейств класса однодольные на гари: осоковые и злаковые, тогда как в «живом» лесу к ним добавляются виды из семейства луковые, ирисовые и орхидные.

Родовое богатство в ценофлоре гари Барнаульского бора в целом повторяет закономерности, описанные для видового богатства. Количество родов однодольных на гари составляет 7, а в «живом» лесу – 10, что приводит к изменению отношения родового богатства одно- и двудольных растений с 0,16 на гари до 0,26 в контроле. Ценофлора соснового леса содержит в своём составе виды и рода, не встречающиеся на гари из-за гибели древостоя и отсутствия целого комплекса уникальных микроклиматических и почвенно-грунтовых условий. К таким исключительно «лесным» родам в частности относятся: *Chimaphila* (зимолюбка), *Hypopytis* (подъельник), *Iris* (ирис), *Neottianthe* (гнездоцветка), *Ortilia* (бокоцветка), *Platanthera* (любка), *Pyrola* (грушанка) и др.

Таксономическая структура ценофлоры гари 2006 г. в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора специфична, т.к. формируется под влиянием микроклиматических условий «открытого места», резко отличающихся от микроклиматических условий под пологом леса. В составе ценофлоры гари активное участие принимают пирогенные сукцессионные виды, формирующие растительные группировки, сменяющие друг друга в ходе пирогенной сукцессии, что было показано нами в предыдущих работах [11-15]. Среди этих видов, характерных для ценофлоры гари

2006 г., можно назвать: *Erigeron canadensis* (мелколепестник канадский), *Chamerion angustifolium* (кипрей узколистный, иванчай), *Calamagrostis epigeios* (вейник наземный), *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная) и др.

Дополнительно мы рассчитали показатель флористического сходства флор гарей в ленточных борах, используя коэффициент Сьёренсена-Чекановского [16]:

$$K_{sc} = \frac{2c}{a+b},$$

где a – число видов в одной флоре;

b – число видов в другой флоре;

c – число видов, общих для обеих флор.

Значение коэффициента меняется от 0 до 1, причем, чем ближе к 1, тем флористическое сходство будет выше.

Между ценофлорой гари Коростелевского бора, расположенного в юго-западной части ленточных боров и ценофлорой гари Барнаульского бора существует средняя степень сходства, т.к. $K_{sc} = 0,46$. Ценофлора гари Коростелевского бора насчитывает 64 вида растений, из которых 29 видов являются общими для ценофлоры обеих гарей. Среди них преобладают виды с широкой экологической пластичностью и ценотически устойчивые в ходе пирогенной сукцессии: *Calamagrostis epigeios* (вейник наземный), *Carex supina* (осока приземистая), *Erigeron canadensis* (мелколепестник канадский), *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная), *Potentilla humifusa* (лапчатка распростертая), *Stipa pennata* ssp. *sabulosa* (ковыль песчаный), *Veronica spicata* (вероника колосистая) и др. Эти виды активно участвуют в формировании послепожарных растительных сообществ в Коростелевском и Барнаульском борах. Состав и структура этих сообществ различаются в зависимости от зонального расположения гарей и содержат специфичные виды, характерные только для этих условий. Так, на гари в Коростелевском бору, расположенном в сухостепной подзоне, отмечены: *Alyssum lenense* (бурачок ленский), *Chondrilla brevirostris* (хондрилла короткоклювая), *Cleistogenes squarrosa* (змеевка растопыренная), *Elisanthe viscosa* (скрытолепестник липкий), *Linaria genistifolia* (льнянка дроколистная), *Vincetoxicum sibiricum* (ластовень сибирский). Эти виды характерны для гарей именно в дельтовой части системы ленточных боров и встречаются севернее очень редко, либо не встречаются совсем [17, 18]. На гари 2006 г. в северо-восточной части Барнауль-

ского бора, расположенного в пределах южной лесостепи, есть свои характерные виды растений: *Chamerion angustifolium* (кипрей узколистный), *Fragaria vesca* (земляника лесная), *Oxytropis campanulata* (остролодочник колокольчатый), *Rumex acetosella* (щавель малый), *Sonchus arvensis* (осот полевой) и др. Это более мезофитные виды, требующие для своего роста и развития большего количества влаги.

Между ценофлорой гари Сростинского бора, расположенного в подзоне засушливой степи, в юго-западной части ленточных боров, и ценофлорой гари Барнаульского бора существует более сильная степень сходства, т.к. $K_{sc} = 0,60$. Количество общих для обеих флор гарей видов растений составляет 42. Увеличение степени сходства вполне объяснимо относительным сходством лесорастительных и микроклиматических условий в районе расположения гари и на самой гари [19, 20]. Среди общих видов есть те, которые являлись общими в предыдущем случае, а также «собственные» общие виды: *Antennaria dioica* (кошачья лапка двудомная), *Betula pendula* (береза повислая), *Calamagrostis epigeios* (вейник наземный), *Carex ericetorum* (осока верещатниковая), *Chamerion angustifolium* (кипрей узколистный), *Erigeron canadensis* (мелколепестник канадский), *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная), *Verbascum tapersus* (коровяк обыкновенный), *Viola arenaria* (фиалка песчаная) и др. Как можно увидеть, «прибавка» общих видов происходит за счет смягчения лесорастительных и экологических условий на горях, уменьшения доли степных и возрастания доли лесостепных и лесных элементов флор.

Заключение

Ценофлора гари 2006 г., расположенной в северо-восточной части Барнаульского ленточного бора, включает 62 вида высших сосудистых растений из 52 родов и 22 семейств, что составляет 7,35% от всей флоры сосновых равнинных лесов Алтайского края.

В составе ценофлоры гари отсутствуют сосудистые споровые растения. Отдел Голосеменные представлен 1 видом – *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная). Отдел Покрытосеменные включает в себя 61 вид, из которых к классу Однодольные относятся 11 видов, к классу Двудольные – 50 видов.

В составе ценофлоры гари отсутствуют специфические «лесные» виды растений, относящиеся к родам: *Chimaphila* (зимоплюбка), *Hypoxifis* (подъельник), *Iris* (ирис),

Neottianthe (гнездоцветка), *Ortilia* (бокоцветка), *Plathantera* (любка), *Pyrola* (грушанка) и др., т.к. лесная экосистема пока не достигла состояния, способного обеспечить их произрастание.

Между ценофлорами гарей Коростелевского и Сростинского бора, расположенных в юго-западной части ленточных боров, и ценофлорой гари Барнаульского бора существует средняя и чуть выше средней степень флористического сходства. Доля общих видов в ценофлоре гарей увеличивается с юго-запада на северо-восток, составляя от 45,31% между Коростелевским и Барнаульским бором до 67,74% между Сростинским и Барнаульским бором.

Библиографический список

1. Комарова Т.А. Сукцессии и актуальные вопросы их изучения // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). – 2011. – Вып. 1. – С. 233-238.
2. Санников С.Н., Санникова Н.С. Эволюционные аспекты пирозологии светлых видов // Лесоведение. – 2009. – № 3. – С. 3-10.
3. Фурьев В.В., Киреев Д.М. Изучение послепожарной динамики лесов на ландшафтной основе. – Новосибирск: Наука, 1979. – 160 с.
4. Понятовская А.А. Учет обилия и характера размещения растений в сообществах // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 209-285.
5. Методы изучения лесных сообществ. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
6. Малиновских А.А., Куприянов А.Н. Пирогенные сукцессии в равнинных сосновых лесах южной части Западной Сибири: монография. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2015. – 208 с.
7. Маленко А.А., Малиновских А.А., Чичкарев А.С. Динамика горимости лесов юга Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6. – С. 68-72.
8. Малиновских А.А., Куприянов А.Н. Экологическая структура флоры гарей и этапы их зарастания в равнинных сосновых лесах Алтайского края // Сибирский экологический журнал. – 2013. – № 5. – С. 653-660.
9. Малиновских А.А. Динамика встречаемости видов растений сосновых лесов Алтайского края после пожара 1997 года // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 8. – С. 62-65.

10. Макарычев С.В., Малиновских А.А., Болотов А.Г., Беховых Ю.В. Послепожарные изменения почв и особенности флоры гарей равнинных сосновых лесов Алтайского края // Ползуновский Вестник. – 2011. – № 4-2. – С. 107-110.

11. Малиновских А.А. Экологическая структура конкретных флор сосновых лесов Алтайского края после пожара 1997 г. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 5. – С. 47-51.

12. Малиновских А.А., Куприянов А.Н., Заблочный В.И. Начальные этапы сингенеза растительного покрова гарей юго-западной части ленточных боров // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. – Барнаул, 2004. – Вып. 10. – С. 44-51.

13. Малиновских А.А. Анализ геоботанических описаний юго-западной части ленточных боров после пожаров 1997 г. // Антропогенное воздействие на лесные экосистемы: матер. науч.-практ. конф. – Барнаул, 2002. – С. 52-60.

14. Малиновских А.А. Хорологические особенности видового состава юго-западной части ленточных боров // Антропогенное воздействие на лесные экосистемы: матер. науч.-практ. конф. – Барнаул, 2002. – С. 112-114.

15. Малиновских А.А. Начальные стадии пирогенных сукцессий в ленточных борах (на примере юго-западной части ленточных боров Алтайского края). автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Барнаул, 2003. – 23 с.

16. Грейг Смит П. Количественная экология растений. – М.: Мир, 1967. – 318 с.

17. Малиновских А.А. Особенности флористических комплексов на гарях юго-западной части ленточных боров Алтайского края // Биоразнообразии, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: матер. науч.-практ. конф. – Горно-Алтайск, 2008. – С. 70-73.

18. Малиновских А.А., Семенов М.И. Анализ эколого-ценотического компонента ценофлоры гарей сосновых лесов Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 10. – С. 68-71.

19. Малиновских А.А. Влияние экологических условий на флористический состав гарей 1997 г. в юго-западной части ленточных боров Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 11. – С. 76-79.

20. Макарычев С.В., Пастухов В.И., Малиновских А.А. Почвенно-физические условия возобновления сосны на гарях ленточных боров Алтайского Приобья: Монография. – Барнаул: РИО АГАУ, 2013. – 91 с.

References

1. Komarova T.A. Suktessii i aktualnye voprosy ikh izucheniya // Obshchestvo. Sreda. Razvitie (Terra Humana). – 2011. – Вып. 1. – С. 233-238.

2. Sannikov S.N., Sannikova N.S. Evolyutsionnye aspekty piroekologii svetlokhvoynnykh vidov // Lesovedenie. – 2009. – № 3. – С. 3-10.

3. Furyaev V.V., Kireev D.M. Izuchenie poslepozharnoy dinamiki lesov na landshaftnoy osnove. – Novosibirsk: Nauka, 1979. – 160 s.

4. Ponyatovskaya A.A. Uchet obiliya i kharaktera razmeshcheniya rasteniy v soobshchestvakh // Polevaya geobotanika. – M.: Nauka, 1964. – Т. 3. – С. 209-285.

5. Metody izucheniya lesnykh soobshchestv. – SPb.: NIIKhimii SPbGU, 2002. – 240 s.

6. Malinovskikh A.A., Kupriyanov A.N. Pirogennyye suktessii v ravninnykh sosnovykh lesakh yuzhnoy chasti Zapadnoy Sibiri: monografiya. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2015. – 208 s.

7. Malenko A.A., Malinovskikh A.A., Chichkarev A.S. Dinamika gorimosti lesov yuga Zapadnoy Sibiri // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 6. – С. 68-72.

8. Malinovskikh A.A., Kupriyanov A.N. Ekologicheskaya struktura flory garey i etapy ikh zarastaniya v ravninnykh sosnovykh lesakh Altayskogo kraya // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. – 2013. – № 5. – С. 653-660.

9. Malinovskikh A.A. Dinamika vstrechaemosti vidov rasteniy sosnovykh lesov Altayskogo kraya posle pozhara 1997 goda // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 8. – С. 62-65.

10. Makarychev S.V., Malinovskikh A.A., Bolotov A.G., Bekhovykh Yu.V. Poslepozharnyye izmeneniya pochv i osobennosti flory garey ravninnykh sosnovykh lesov Altayskogo kraya // Polzunovskiy Vestnik. – 2011. – № 4-2. – С. 107-110.

11. Malinovskikh A.A. Ekologicheskaya struktura konkretnykh flor sosnovykh lesov Altayskogo kraya posle pozhara 1997 g. // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 5. – С. 47-51.

12. Malinovskikh A.A., Kupriyanov A.N., Zablotskiy V.I. Nachalnye etapy singeneza rastitelnogo pokrova garey yugo-zapadnoy chasti lentochnykh borov // Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazakhstana. – Barnaul, 2004. – Vyp. 10. – S. 44-51.

13. Malinovskikh A.A. Analiz geobotanicheskikh opisaniy yugo-zapadnoy chasti lentochnykh borov posle pozharov 1997 g. // Antropogennoe vozdeystvie na lesnye ekosistemy: mat. nauchno-prakt. konf. – Barnaul, 2002. – S. 52-60.

14. Malinovskikh A.A. Khorologicheskie osobennosti vidovogo sostava yugo-zapadnoy chasti lentochnykh borov // Antropogennoe vozdeystvie na lesnye ekosistemy: mat. nauchno-prakt. konf. – Barnaul, 2002. – S. 112-114.

15. Malinovskikh A.A. Nachalnye stadii pirogennykh suksessiy v lentochnykh borakh (na primere yugo-zapadnoy chasti lentochnykh borov Altayskogo kraya): avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. – Barnaul, 2003. – 23 s.

16. Greyg Smit, P. Kolichestvennaya ekologiya rasteniy. – M.: Mir, 1967. – 318 s.

17. Malinovskikh A.A. Osobennosti floristicheskikh kompleksov na garyakh yugo-zapadnoy chasti lentochnykh borov Altayskogo kraya // Bioraznoobrazie, problemy ekologii Gornogo Altaya i sopredelnykh regionov: nastoyashchee, proshloe, budushchee: mat. nauchno-prakt. konf. – Gorno-Altaysk, 2008. – S. 70-73.

18. Malinovskikh A.A., Semenov M.I. Analiz ekologo-tsenoticheskogo komponenta tsenoflory garey sosnovykh lesov Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 10. – S. 68-71.

19. Malinovskikh A.A. Vliyanie ekologicheskikh usloviy na floristicheskiiy sostav garey 1997 goda v yugo-zapadnoy chasti lentochnykh borov Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 11. – S. 76-79.

20. Makarychev S.V., Pastukhov V.I., Malinovskikh A.A. Pochvenno-fizicheskie usloviya vozobnovleniya sosny na garyakh lentochnykh borov Altayskogo Priobya: monografiya. – Barnaul: RIO AGAU, 2013. – 91 s.



УДК 630*524:630*174.754:631.626.5

Г.В. Андреев
G.V. Andreyev

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЪЁМА ДРЕВЕСНОГО СТВОЛА И ЕГО ПРИРОСТА ТОНКОМЕРНОЙ СОСНЫ НА БОЛОТЕ

CALCULATION OF TREE STEM VOLUME AND ITS INCREMENT IN UNDERSIZED PINES GROWING ON A BOG

Ключевые слова: Зауральская равнинная провинция, сосна по сфагновому болоту, определение объёма её ствола и прироста по объёму.

При научно-исследовательских работах приходится определять объём тонких деревьев, что не предусмотрено в имеющихся таблицах для исчисления объёмов. Вследствие этого объём деревьев и его прирост определяются с низкой точностью. Прирост по объёму (Z_v) используется в экологических исследованиях для определения градиентного экофизиологического индекса Z_v/D , где D – расстояние от ствола, который наиболее корректно характеризует конкурентную мощность дерева. Таблицы объёмов тонкомерных деревьев сосны немногочисленные, хотя они начали составляться более ста лет назад. Целью исследования было вычисление объёма древесных стволов деревьев и его прироста тонкомерной болотной сосны на примере округа сосново-берёзовых лесов Зауральской равнинной провинции. Предмет исследования – сосна по верховому сфагновому болоту. Соотношение диаметра и высоты болотной сосны показало, что существующие таблицы

объёмов тонкомерных деревьев равнинных лесов Зауралья являются непригодными для определения их объёма. Из-за отсутствия приемлемых региональных объёмных таблиц их объём определялся рубкой и обмером модельных деревьев. Объём срубленных моделей (V) определялся по простой формуле площади сечения Губера $V=\gamma L$ умножением площади сечения (γ) на половине высоты дерева (L). Наиболее адекватным оказалась степенная зависимость ($\gamma=ax^b$) объёма ствола дерева (γ) от его диаметра (x), которая является фактически функциональной ($r^2=0,999$). Для вычисления теоретического прироста использовалась зависимость между замеренным диаметром ствола и диаметрами, полученными 5 лет назад на основе замеров приростов по радиусу, близкая к линейной и функциональной ($r^2=0,980$). На основе этой зависимости вычисляли теоретический диаметр 5 лет назад. Теоретический прирост по объёму (Z_v) за 5 лет получал как разницу между замеренным объёмом древесного ствола и теоретическим объёмом, на основе ранее полученной степенной зависимости объёма от теоретического диаметра дерева ($\gamma=ax^b$).