

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СТРУКТУРЫ СОСНОВОГО МЕРТВОПОКРОВНОГО ЛЕСА В АЛХАНАЙСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (ЮЖНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

© А. В. Беликович¹, А. В. Галанин¹, Л. М. Долгалева²

¹ *Ботанический сад-институт ДВО РАН, г. Владивосток*

² *Институт технологии и бизнеса, г. Находка*

greentundra@rambler.ru; algalanin1@yandex.ru; dolgalyevalm@mail.ru

Статья посвящена проблеме динамики растительного покрова южной части Забайкальского края. На примере постоянной пробной площади, заложенной в Алханайском национальном парке в сосняке мертвопокровном, показаны некоторые тенденции изменения лесной растительности в Южном Забайкалье за последние 5 лет. Участвовавшие в связи с аридизацией климата низовые лесные пожары привели к деградации сосновых лесов и полной эколого-ценотической разбалансировке лесных экосистем. Следствием этого является снижение прироста древесины и снижение интенсивности биологического круговорота.

Ключевые слова: лесная растительность, Забайкалье, Сохондинский биосферный заповедник, древостой, структура, динамика, мониторинг.

Сегодня мало кто сомневается в том, что климат на Земле изменяется на глобальном уровне. Одни ученые считают, что причина этого кроется в резком увеличении в атмосфере парниковых газов, и призывают снизить их выбросы. Другие говорят, что наблюдаемое потепление и сопутствующие ему природные катаклизмы являются следствием естественных колебаний климата (Уайт, 1990; Пресс-конференция..., 2004; Энергия, природа и климат, 1997). На Земле и ранее происходили периодические изменения среднегодовой температуры с амплитудой 10°C с периодичностью 100–300 млн. лет. Примерно 30 млн. лет назад началось постепенное похолодание климата, около 3 млн. лет назад сменившееся периодическими, с периодами в десятки и сотни тысяч лет, колебаниями температуры в пределах 6°C (Чернышева, 2005). Изменения климата, вероятно, могут быть вызваны изменением солнечной активности, а также «колебаниями» оси планеты относительно плоскости орбиты и изменениями самой орбиты вокруг солнца. Расчеты показывают, что в настоящее время повышение температуры планеты на 6°C может произойти в течение одного столетия, т.е. в сотни раз быстрее, чем это было ранее. Такого резкого изменения температуры раньше не наблюдалось никогда (Climate..., 1999).

В апреле и мае 2003 г. в Забайкальском крае температура была теплее на 2–4° С, чем обычно, в то же время осадков выпало в два раза меньше нормы. Поэтому, несмотря на то, что непосредственной причиной пожара остается неосторожное обращение человека с огнем, именно в результате повышенной температуры и отсутствия влаги в Сибири и на Дальнем Востоке запылали лесные пожары, превратившие в гари около 2 млн. км² леса. Трудно представить себе ущерб от таких пожаров. Если исходить из минимальной цены за кубометр круглого леса на корню (16 руб.), то ущерб составил 1243,4 млн. руб., но если принять во внимание мировую цену за кубометр заготовленной древесины (100 долл.), то ущерб окажется во много раз больше. По оценке Межведомственной комиссии РФ по проблемам изменения климата, на территории России эмиссия СО² при лесных пожарах в 1990–1999 гг. составила приблизительно 10–200 млн. т парниковых газов в год (Межведомственная комиссия ..., 2002).

Роль пожаров как экологического фактора, влияющего на лесные экосистемы, учеными изучается давно и всерьез (Мелехов, 1948; Софронов, 1967; Шешуков, 1979; Работнов, 1978; Wright, Bailey, 2005; Валендик, 1996; и др.). Пожар в лесу возникает вследствие накопления значительного количества мертвого органического вещества в виде хвои, сучьев, стволов на земле и сухостоя. При недостатке влаги процессы разложения мортмассы в лесной экосистеме замедляются, она накапливается и вспыхивает от молнии или неосторожного обращения с огнем человека. Пожар выполняет ту биогеохимическую работу в лесной экосистеме, которую в нормальных условиях выполняют грибы и миксомицеты, в результате пожара химические элементы, законсервированные в мортмассе, снова поступают во внешнюю среду и включаются в новый цикл биологического круговорота. Достоверно установлено, что длительные и частые за-



Рис. 1. Сосновый лес на пп-1а в Алханайском национальном парке. Фото А.В. Галанина

сухи резко увеличивают вероятность возникновения лесных пожаров (Сверлова, Костырина, 1985), при этом возобновление древостоев в часто горимых лесах становится невозможно (Фурьев, 1996), так подрост полностью погибает при каждом очередном низовом пожаре. С.Д. Шлотгаузэр (2004) показала, что в результате пожаров резко увеличивается вероятность гибели редких реликтовых растительных сообществ, занимающих в ландшафте незначительные площади.

Лесные пожары в Забайкалье в последние годы стали настоящим стихийным бедствием. Последствия их можно назвать экологической катастрофой. Верховыми пожарами в Южном Забайкалье пройдено более 20% лесной территории, а участвовавшими низовыми пожарами пройдены практически все сосновые и лиственничные леса этого региона. Если с последствиями верховых пожаров все ясно (лес сгорел, и требуется его искусственное возобновление с помощью посадки), то с последствиями низовых пожаров возникает много вопросов. Насколько сохраняется способность леса к регенерации после низового пожара? Смогут ли оправиться после частого повреждения низовыми пожарами древостои или они обречены на медленную гибель?

Структура древостоя, понимаемая как распределение особей деревьев по площади фитоценоза по видам, возрастным группам, ярусам и ступеням толщины, является основным предметом изучения лесной геоботаники (Ипатов, 1967; Лебков, 1973; Дыренков, 1973; Ястребов, 1989; Галанин и др., 2006; Василенко, 2008; и др.) Моделирование процессов, происходящих в лесной экосистеме, невозможно без знания особенностей структуры древостоя, а без построения моделей невозможен мониторинг лесных экосистем. Мониторинг растительного покрова в связи с глобальной перестройкой атмосферных процессов в последние десятилетия становится одной из наиболее острых проблем человечества (Галанин, 2003; Галанин, Беликович, 2004). Но несмотря на актуальность проблемы, методика такого мониторинга разработана явно недостаточно. Особенно страдает объективность описания ряда параметров растительности, что не позволяет при сравнении настоящего и прошлого состояния растительного покрова делать однозначные выводы о модусах его изменения.

Вместе с тем еще в середине прошлого века была разработана оригинальная статистически обоснованная методика анализа деформированных кривых статистических распределений осо-

бей древостоев в зависимости от толщины ствола (Ипатов, 1967). Использование этой методики позволило получить новую информацию о процессах дифференциации древостоев в разных типах леса (Дыренков, 1973; Ястребов, 1989; Галанин и др., 2006). Было установлено, что в процессе роста деревьев благодаря дифференциации особей по ценотической мощности происходит самоорганизация древостоя и «расхождение» особей одного вида деревьев по разным эколого-ценотическим нишам (Василенко, 2008). Это увеличивает биологическое разнообразие экосистемы и делает ее более устойчивой к неблагоприятным воздействиям внешней среды.

Сложнее обстоит дело с анализом распределения компонентов лесного фитоценоза по площади. Применяемое на практике картирование древостоя и напочвенного покрова чаще всего весьма неточно и субъективно, что при длительном мониторинге недопустимо, так как приходится сравнивать результаты, полученные в разные годы разными авторами. Но и в этом направлении сделаны некоторые рациональные шаги. Например, была создана методика моделирования пространственной неоднородности растительного покрова с помощью графов (Грейг-Смит, 1967; Галанин, 1977). Применение графовых моделей пространственной структуры растительного покрова при его мониторинге в Сохондинском биосферном заповеднике дало обнадеживающие результаты (Галанин, 2003; Галанин и др., 2004).

В условиях заповедников и национальных парков проблема восстановления сгоревших и подгоревших лесов особенно актуальна. Если сгорел лесной заповедник, то следует ли восстанавливать его с помощью посадок или надо положиться на естественные процессы лесовосстановления? Для решения этих и других близких проблем нами создается система постоянных пробных площадей для длительного наземного мониторинга растительности на особо охраняемых территориях. Постоянные пробные площади заложены нами в Сохондинском биосферном заповеднике и Алханайском национальном парке. Ревизия некоторых из них позволяет ответить на некоторые поставленные вопросы.

Материалы и методы

Алханайский национальный парк находится на западе Забайкальского края в пределах горного массива Алханай. Его территория общей площадью 138234 га расположена в истоках р. Иля (левый приток р. Онон), берущей начало в распадках горы

Алханай, и включает горное обрамление долины этой реки в ее истоках. Территория парка относится к бассейну Верхнего Амура. Основанный в 2000 г. как парк священных памятников природы, Алханай сохранил весь комплекс типичных и ценных фитоценозов Даурии. По ботанико-географическому районированию его территория находится на стыке Яблоновой, Ононской и Хэнтэйской провинций Даурской ботанико-географической подобласти Восточноазиатской области (Беликович, Галанин, 2006). Национальный парк представляет в заповедном фонде России горную тайгу северной части Хэнтэй-Чикойского нагорья. Единственная на сегодняшний день сводка по растительности Алханая представлена в юбилейном сборнике трудов национального парка (Биологическое разнообразие ..., 2009).

В 2005 г. А.В. Галаниным и А.В. Беликович была заложена первая постоянная пробная площадь, ревизия которой была проведена Л.М. Долгалева в 2010 г. (Галанин и др., 2006). В закладке площади участвовали А.В. Галанин, А.В. Беликович и О.Д. Нимаев (рис. 1). Координаты центральной части площади, определенные методом космической навигации, следующие: $h = 977$ м над ур. моря, $N = 50^{\circ} 56,047'$, $E = 113^{\circ} 12,450'$. Площадь 50×50 м разбита на 25 постоянных квадратов размером 10×10 м. Площадь по углам маркирована 4 столбами, квадраты по углам размечены постоянными обтесанными кольями. Квадраты пробной площади имеют закрепленную постоянную нумерацию.

Площадь расположена в верхнем течении р. Иля, в верхней части невысокой гряды – отрога горного хребта. Высота площади над дном долины около 100 м. Экспозиция юго-юго-западная. От ближайшего кордона (домика) площадь расположена приблизительно в 300 м по направлению на север. Уклон в пределах площади $5-6(7)^{\circ}$. Микро-рельеф практически не выражен. Участок в пределах пробной площади чуть выпуклый. Ниже по склону лес граничит с даурской разнотравной прерией (луговинной степью).

Почва бурая лесная супесчаная маломощная. Имеется примесь дресвы и очень мелкого щебня. Верхний гумусированный слой мощностью 4–5 см, в нем много угольков, образовавшихся в результате неоднократных пожаров. Лесная подстилка мощностью 1–2 см, местами до 4–5 см, состоит из хвои, шишек, коры, сучьев и веточек сосны. На площади очень много валежа, всюду видны следы сильного низового пожара, случившегося в 2003 г. Стволы деревьев в валеже обгорелые, на живых деревьях

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоя на пп-1а
в Алханайском национальном парке

Вид	Возраст, лет	Высота, м	Число деревьев, шт/га	Бонитет
<i>Pinus sylvestris</i>	120	21	224	2
<i>Larix dahurica</i>	112	17	88	3
<i>Betula platyphylla</i>	70	10	36	5

Таблица 2

Сравнение состава древостоя на пп-1а в 2005 и 2010 гг.

Вид	2005 г.				2010 г.				
	сухостой	живые	фаутные	всего	сухостой	живые	фаутные	Перешло валеж	всего
Всего особей	121	338	12	471	95	130	193	63	481
из них:									
<i>Pinus sylvestris</i>	81	219	9	309	59	70	133	47	309
<i>Larix dahurica</i>	38	113	3	154	29	58	60	16	163
<i>Betula platyphylla</i>	2	6	0	8	7	2	0	0	9
В процентах									
<i>Pinus sylvestris</i>	26,3	70,8	2,9	100	19,1	22,6	43,1	15,2	100
<i>Larix dahurica</i>	24,7	73,4	1,9	100	17,8	35,6	36,8	9,8	100
<i>Betula platyphylla</i>	25	75	0	100	75	25	0	0	100

Таблица 3

Основные статистические характеристики ценопопуляций видов на пп-1а в 2005 г.

Вид	x_{cp}	x_{max}	x_{min}	R	σ	v
Живые						
<i>Pinus sylvestris</i>	57,56	196	14,5	181,5	23,37	41%
<i>Larix dahurica</i>	40,94	91	10	81	15,30	37%
<i>Betula platyphylla</i>	39,75	59,5	20	39,5	15,00	38%
Сухие						
<i>Pinus sylvestris</i>	33,69	192	13	179	26,25	78%
<i>Larix dahurica</i>	22,79	67	11	56	11,77	52%
<i>Betula platyphylla</i>	31	32	30	2	1	3%

Примечание: Условные обозначения: $R = x_{max} - x_{min}$; $\sigma^2 = \sum(x - x_{cp})^2/n$; $v = \sigma/x_{cp} * 100\%$.

в нижней части имеются подпалы. Ветоши травянистых растений очень мало. При пожаре сильно пострадал подрост, толстые деревья пострадали меньше. Пожары здесь, по всей вероятности, – регулярный фактор, они происходят по мере накопления сухого горючего материала весной или в первую наиболее сухую половину лета.

Тип леса: сосновый с лиственницей даурской разнотравно-мертвопокровный лес с примесью березы плосколистной и осины. Формула древостоя: 8С2Лед.Бр.Ос. Полнота древостоя по Дитерлиху 21–22. Сомкнутость крон в среднем около 50%. Высота древостоя 15–20 м, ярусность выражена не четко: первый ярус – 14–20 м; второй – 8–14 м; третий (подрост) – 3–8 м. Возобновление слабое: есть всходы лиственницы, сосны, осины и березы. Характеристика древостоя приведена в таблицах 1–3.

Распределение наиболее обильных видов почвенного покрова по квадратам в пределах пп-а1 приведено в табл. 1. Проективное покрытие видов на квадратах оценивалось визуально. Результаты таксации древостоя в 2005 и в 2010 гг. приведены в табл. 4. Номера деревьев проставлены краской на высоте 1,3 м, на слегка зачищенной коре. Длина окружности стволов на высоте 1,3 м измерялась мерной лентой в сантиметрах. В перечетной ведомости отмечались: номер дерева, его видовая принадлежность, длина окружности ствола, принадлежность к определенному ярусу, состояние (сухое, полусухое, живое).

При обработке полученных данных использована методика описания растительных синузид и ценопопуляций видов доминантов с помощью вариационных рядов и статистических распределений особей в зависимости от их толщины и графов флористического сходства растительности постоянных квадратов, на которые разделена пробная площадь (Галанин, Беликович, 2004). Использование унифицированной методики делает сравнимыми описания растительности постоянных пробных площадей, выполненных разными авторами, в разных районах и в разные годы. Именно это особенно важно при длительном мониторинге растительности.

Мы считаем, что для мониторинга древесно-кустарниковой растительности в зонах тайги и лесостепи приемлемым стандартом постоянной геоботанической пробной площади можно считать квадрат размером 50х50 м, заложенный в пределах одной физико-географической фации в пределах одного контурфитоценоза так, чтобы неоднородности в пределах этой площади были связаны не столько с эдафической, сколько с ценотической неоднородностью растительного покрова.

Использование этой методики позволило нам установить ряд интересных особенностей динамики растительного покрова за последние 25 лет в условиях глобального потепления климата и возрастающей антропогенной нагрузки на растительный покров в Сохондинском биосферном заповеднике. Было достоверно установлено, что за этот период существенно изменилась растительность, которая 25 лет назад считалась коренной, а следовательно, находящейся в динамическом равновесии с внешней средой и потому устойчивой. Было показано (Галанин, Беликович, 2004), что в динамике растительного покрова имеют место вековые циклы, обусловленные циклами изменения климата. В условиях такой цикличности по-настоящему коренная (стабильная) растительность сформироваться просто не успевает.

Результаты измерения длины окружности деревьев на пп-а1 приведены на диаграммах (рис. 2–5) в виде вариационных рядов. Здесь все особи расположены в порядке убывания их толщины. Длина окружности ствола измерялась на высоте 1,3 м. Форма вариационного ряда является объективной характеристикой древостоя в пределах пробной площади. Все вариационные ряды на данной площади вогнутые, это значит, что в популяции толстых деревьев значительно меньше, чем тонких. Следовательно, имеется популяционный резерв для замещения выпадающих толстых деревьев. Количество особей сосны на площади в 2 раза больше, чем лиственницы. Изменения в структуре древостоя на площади выявлены с помощью диаграмм (рис. 6).

Для оценки достоверности деформаций кривых статистических распределений рассчитывались стандартные отклонения значений с помощью программы Excel. Эти значения изображены на графиках в виде планок, задающих интервал, в котором с вероятностью $p=0,95$ находится истинное значение измеренной величины.

Для оценки степени эколого-ценотической неоднородности пробной площади, которая в момент закладки была разбита на 25 примыкающих друг к другу постоянных квадратов размером 10х10 м, был проведен геоботаническое описание растительности каждого квадрата в 2005 и в 2010 гг. На основании матриц распределения видов по квадратам рассчитаны матрица флористического сходства квадратов. При расчете сходства квадратов использован индекс информационно-флористического сходства, использованный нами ранее (Галанин, 1981). Результаты этого анализа приведены в виде графов бинарного сходства квадратов, на которых квадраты обозначены кружками с соответствующими но-

Ведомость перечета древостоя на пп-1а в сосновом лесу,
Алханайский национальный парк

2005 г.					2010 г.				
№	порода	ярус	обхват	прим.	№	порода	обхват	ярус	прим.
1	С	1	113		1	С	113	1	сп
2	С	1	88		2	С	88,5	1	сп
3	С	1	119		3	С	122	1	сп
4	Л	2	24	сух.	4	Л	24	2	сух.
5	С	2	25	п/сух.	5	С	25	2	сп
					6 б	С	9		сух.
6	Л	2	22		6	Л	24,5		сух.
7	Бп	1	28		7	Бп	28		сух.
8	Бп	1	30	сух.	8	Бп	30		пень
9	Бп	2	59,5		9	Бп	58		пень
10	Бп	2	20		10	Бп	19,5	2	сух.
11	Л	2	21	сух.	11	Л	19,5	2	сух.
12	С	2	29,5		12	С	28,5	1	сух.
13	Бп	2	32		13	Бп	32		сух.
14	С	1	50		14	С	49		сух.
15	С	2	30		15	С	38	2	сп
16	С	1	108		16	С	109,5	2	сп
17	С	2	32		17	С	33	2	сп
18	С	2	28,5	сух.	18	С	27,5	2	сп
19	С	1	79		19	С	60		сух.выпал
19а	С	2	15	сух.	Б.н	С	15		сух.
20	С	1	81	сух.	20	С	82	1	сп
					Б.н	Бп	33		пень
21	С	2	29	сух.					
22	С	1	94	сух.	22	С	92,5	1	сух.
23	С	1	48,5		23	С	49,5	1	сух.
24	Бп	2	32	сух.	24	Бп	31		пень
25	С	1	35,5	п/сух.	25	С	51,5	1	сп
26	С	1	55		26	С	57,5	1	сп
27	С	1	73		27	С	76	1	сп
					Б.н	Бп	19		пень
28	С	2	39		28	С	38,5	2	сп
29	С	2	34,5		29	С	36	3	сп
30	С	1	47		30	С	47,5	2	сп
31	С	2	40		31	С	40,5	2	сп
32	С	1	63,5		32	С	66	1	сп
33	С	1	53,5		33	С	54,5	2	сп
34	С	2	35	сух.	34	С	33,5	2	повален
35	С	1	43,5		35	С	45	2	сп
36	С	1	62		36	С	62,5	1	сп
37	С	2	29,5	сух.	37	С	27,5	3	повален
38	С	1	66,5		38	С	66,5	1	сп
39	С	1	36,5		39	С	36,5	2	усых.
40	С	1	37	сух.	40	С	36	2	выпал
41	С	2	30	сух.	41	С	30		выпал
42	С	2	20	сух.	42	С	18,5	3	сух.
43	С	1	37		43	С	37	2	усых.
44	С	1	63	сух.	44	С	61,5	1	сух.

45	Л	2	16	сух.	45	Л	15	3	сух.
46	С	1	71,5		46	С	73	1	усых.
47	С	2	29	сух.	47	С	27	3	сух.
48	С	2	15	сух.	48	С	14	3	выпал
49	С	1	51,5		49	С	52,5	1	сп
50	С	1	43,5		50	С	44	2	повален
51	С	1	45,5		51	С	46,5	2	сп
52	С	1	48		52	С	49,5	1	сп
53	С	1	45,5		53	С	46	2	сп
54	С	1	45		54	С	45,5	1	сп
55	Л	2	23	сух.	55	Л	22	3	сух.
56	Л	2	21	сух.	56	Л	19,5	3	сух.
57	С	2	27,5	сух.	57	С	25	3	сух.
58	С	1	51		58	С	52	1	сп
59	Л	1	38,5		59	Л	38,5	2	сп
60	С	2	27,5		60	С			выпал
61	С	1	46		61	С	46	2	сп
62	Л	2	16	сух.	62	Л	15,5	3	сух.
63	С	2	24	сух.	63	С	24	3	сух.
64	Л	3	16		64	Л	17	3	сух.
65	Л	2	34	усых.	65	Л	34	2	усых.
66	Л	2	25,5	сух.	66	Л	23,5	2	сух.
67	С	1	54		67	С	55	1	сп
68	С	1	72		68	С	72,5	1	сп
69	С	2	30	п/сух.	69	С	29	3	сух.
70	С	1	68		70	С	68	1	сп
71	С	2	22	сух.	71	С	21	3	сух.
72	С	1	52		72	С	51,5	1	сп
73	С	2	43	сух.	73	С	42,5	2	сух.
74	С	1	68,5		74	С	69,5	1	сух.
75	С	3	16	сух.	75	С	15	3	выпал
76	С	1	88		76	С	89,5	1	сп
77	С	2	23,5		77	С	23,5	3	сп
78	С	1	52,5		78	С	52,5	1	сп
79	С	1	60		79	С	61	1	сп
80	С	1	64		80	С	65	1	сп
81	С	2	29		81	С	29	3	сп
82	С	1	63		82	С	66	1	сп
83	С	2	36		83	С	36	3	сп
84	Л	2	21						
85	С	1	51,5						
86	С	1	184		86	С	179,5	1	сп
87	С	2	23,5	сух.	87	С	23	3	сух.
88	С	1	48,5		88	С	52	2	сп
89	С	2	33	сух.	89	С	33,5	3	сух.
90	Л	1	47,5		90	Л	50,5	2	сп
91	Л	2	31,5		91	Л	32	3	сп
92	С	2	25	сух.	92	С	25		выпал
93	С	1	176		93	С	166	1	сух.
94	С	2	17,5	п/сух.					
95	С	1	132	сух.	95	С	129	1	сух.
96	С	2	27,5		96	С	28	3	сух.
97	С	2	27		97	С	27	3	сп

Продолжение таблицы 4

98	С	1	44,5		98	С	47,5	2	сп
99	Л	2	18		99	Л	18,3	3	сп
100	С	3	26		100	С	26	3	сух.
101	С	1	66						
102	С	2	14		102	С	14	3	сух.
103	С	1	55		103	С	56,5	1	сп
104	С	1	48		104	С	49,5	2	сп
105	С	1	196		105	С	190	1	усых.
106	С	1	41,5		106	С	43	2	сп
107	С	2	52		107	С	54		облом.
108	С	1	49		108	С	49,5	2	сп
109	С	1	45		109	С	45,5	2	сп
110	Л	1	47		110	Л	47	2	сп
111	С	2	31		111	С	30,5	3	сух.
112	С	1	56,5		112	С	57,5	2	сп
113	С	1	57		113	С	58	2	сп
114	Л	1	35,5		114	Л	36	2	сп
115	Л	1	38		115	Л	37,5	2	сп
116	С	1	56,5		116	С	58	1	сп
117	С	1	27,5		117	С	26,5		сп
118	С	1	50		118	С	50,5	2	сп
119	С	1	41,5						
120	Л	1	36		120	Л	36	2	сп
121	С	1	51		121	С	51,5	1	сп
122	Л	1	35,5		122	Л	35,5	2	сп
123	С	1	55,5		123	С	59	1	сп
124	С	2	30,5		124	С	31	3	сп
125	С	2	34		125	С	31,5	3	усых.
126	Л	2	29		126	Л	29	3	сп
127	С	1	59		127	С	61,8	1	сп
128	Л	2	19,5	сух.	128	Л	18,5	3	сух.
129	С	2	25,5	сух.					
130	С	1	55,5		130	С	57,7	1	сп
131	С	1	43		131	С	43,3	2	сп
132	С	1	34,5		132	С	34	2	усых.
133	С	2	28	сух.	133	С	28	3	сух.
134	С	1	39,5		134	С	42,5	2	
135	Л	1	36		135	Л	36,5	2	сп
136	Л	1	37		136	Л	37	2	сп
137	Л	1	69		137	Л	69	1	сп
138	С	1	40		138	С	40	2	сп
139	Л	2	35		139	Л	35,5	2	сп
140	С	1	61		140	С	65,3	1	сп
141	Л	2	34		141	Л	34,5	3	облом
142	С	2	37,5	сух.					
143	Л	2	20	сух.	143	Л	20	3	сух.
144	С	1	53,5		144	С	54,5	2	усых.
145	С	1	58,5		145	С	61	1	усых.
146	Л	1	60,5		146	Л	62,3	1	сп
147	Л	1	45		147	Л	45,5	2	сп
148	С	2	21	сух.					
149	Л	2	21,5	сух.					
150	Л	2	24,5		150	Л	23,5	3	сп

151	Л	1	51		151	Л	51	1	сп
152	С	2	30	сух.	152	С	30,5	3	сп
153	Л	2	33,5		153	Л	34,7	3	сп
154	С	2	34,5		154	С	39,5	2	сп
155	С	1	77	сух.	155	С	74,5	2	сух.
156	С	2	44	сух.	156	С	43	2	сух.
157	Л	1	63		157	Л	63,5	1	сп
158	С	1	68,5		158	С	68,5	1	сп
159	Л	1	42		159	Л	41,5	2	сп
160	Л	2	20		160	Л	19,5	3	сп
161	С	1	77		161	С	78,5	1	сп
162	С	2	21	сух.	162	С			выпал
163	С	1	65		163	С	67,5	1	сп
164	С	2	41	п/сух.	164	С	39,5	3	сух.
165	С	2	25,5	сух.	165	С	25	3	сух.
166	С	1	60		166	С	61	2	сп
167	С	3	19,5	сух.					
168	С	2	24,5	сух.					
					169	Л	52,3	1	сп
170	С	2	40,5		170	С	40,5	2	усых.
171	Л	3	16	сух.					
172	Л	1	70		172	Л	71,5	1	сп
173	С	2	51		173	Л	52	2	сп
174	Л	1	76		174	Л	76	1	сп
175	Л	2	43		175	Л	42,7	2	сп
176	Л	2	26,5		176	Л	26,5	3	сп
177	С	2	29		177	С	29,5	3	усых.
178	Л	1	37		178	Л	36,5	2	сп
179	С	1	56		179	С	59	2	сп
179a	С	2	28	сух.					
180	Л	3	20		180	Л	21,5	3	сух.
181	С	3	21		181	С	21,5		выпал
182	С	1	55,5		182	С	58	1	сп
183	С	1	42		183	С	42	2	сп
184	С	2	36,5		184	С	39	2	сп
185	С	1	46		185	С	46	2	сп
186	С	1	116		186	С	116	1	сп
187	С	1	40						
188	Л	2	19,5	сух.					
189	С	1	59						
190	Л	2	24,5		190	Л	24	3	сп
191	С	1	68		191	С	69,5	2	сп
192	С	3	32	сух.	192	С	31		сух.
193	С	2	31		193	С	34,5		сух.
194	С	1	63,5		194	С	65,5	1	сп
195	Л	2	26,5		195	Л	26	3	сп
196	С	2	23,5	сух.	196	С	23,5	3	сух.
197	С	2	29,5	сух.	197	С	27	3	сух.
199	С	1	66		199	С	68	1	сп
200	Л	2	32		200	Л	33,5	3	облом
201	С	1	63,5		201	С	67,5	1	сп
202	С	1	49		202	С	52,3	1	сп
203	С	1	61,5		203	С	61,3	1	сп

Продолжение таблицы 4

204	С	1	70		204	С	69,5	1	сп
205	Л	1	56		205	Л	56,5	1	сп
206	С	2	64		206	С	64	2	сп
207	Л	3	23		207	Л	22	3	сп
208	Л	1	67	сух.	208	Л	66	1	сух.
209	С	2	54		209	С	54,5	2	
210	С	2	27,5	сух.					
211	С	3	19	сух.	211	С	19	3	сух.
212	С	1	70,5		212	С	74,8	1	
213	Л	2	36	сух.	213	Л	34		выпал
214	С	1	63		214	С	65	1	сп
					Б.н	Л	98,5	1	сп
215	С	1	58		215	С	59	1	сп
216	С	3	16	сух.					
217	Л	1	48		217	Л	53		облом
218	Л	1	64	сух.	218	Л	67	пень	выпал
219	С	1	60,5		219	С	65	1	
220	С	3	31		220	С	32	3	
221	Л	2	23,5	сух.	221	Л			выпал
222	С	1	79		222	С	80	1	сп
223	С	1	90,5		223	С	92	1	сп
224	С	1	71		224	С	74,5	1	сп
225	С	2	56		225	С	56	2	сп
226	С	1	80,5		226	С	84,3	1	сп
227	С	2	24	сух.	227	С			выпал
228	С	2	19	сух.	228	С			выпал
229	С	2	32,5	сух.	229	С	30,7	3	сух.
230	С	1	78		230	С	79,5	1	сп
231	С	2	45,5						
232	Л	2	28,5		232	Л	28,5	3	сп
233	С	1	73		233	С	74,3	1	сп
234	Л	2	34		234	Л	34,3	3	сп
235	С	2	60,5		235	С	60,7	2	сп
236	С	1	65		236	С	65,5	1	
237	С	2	24,5	сух.	237	С	23,7	3	сух.
238	Л	2	22,5		238	Л	22	3	сп
239	Л	1	56,5		239	Л	56,5	1	сп
					Б.н	Л	13,5	3	сп
240	С	2	32	сух.	240	С	30,5	3	сух.
241	С	2	25	сух.	241	С	23,5	3	сух.
242	С	2	20	сух.	242	С	20	3	повален
243	С	2	38		243	С	37,5	2	сп
244	С	1	61,5		244	С	60	1	сп
245	С	2	25	сух.	245	С	24	3	сух.
246	Л	2	27		246	Л	27	3	сп
247	С	1	33,5		247	С	34	2	сп
248	С	1	55		248	С	55,5	2	сп
249	С	1	54,5		249	С	54	2	сп
250	С	2	20,5	сух.	250	С	19	3	сух.
251	С	1	48		251	С	48	2	сп
252	Л	1	57		252	Л	56,5	1	сп
253	С	1	40,5		253	С	41	2	сп
254	С	2	24	сух.	254	С			выпал

255	Л	2	15,5	сух.	255	Л	14,5	3	сух.
256	Л	1	49,5		256	Л	50,5	1	сп
257	С	2	24,5	сух.	257	С			выпал
258	Л	1	34,5		258	Л	34,5	3	сп
259	Л	1	47		259	Л	47,5	1	сп
260	Л	1	36		260	Л	36,5	2	сп
261	Л	1	38,5		261	Л	38,2	2	сп
262	Л	1	40		262	Л	40	2	сп
263	С	1	52		263	С	52,8	1	
264	Л	2	16	сух.	264	Л	14	3	сух.
265	С	2	24	сух.	265	С			выпал
266	Л	1	48,5		266	Л	48	2	
267	С	1	46		267	С	48	2	
268	С	1	49		268	С	50	2	
269	С	2	34,5		269	С	35,3	2	
270	С	2	27	сух.	270	С	28	3	сух.
271	С	2	31	сух.	271	С	32	3	
272	С	2	19,5		272	С	20	3	
273	С	2	42		273	С	42,3	2	
274	С	1	57		274	С	58	1	
275	С	2	42		275	С	42	2	
276	Л	3	30,5		276	Л	30,5	3	
277	С	2	34	сух.	277	С	33,5		выпал
278	С	2	49		278	С	49,3	2	
279	С	1	81,5		279	С	82,5	1	
280	С	2	26,5	сух.					
281	С	1	57		281	С	57	1	
282	Л	1	54,5		282	Л	54,5	1	
283	Л	1	52		283	Л	54,5	1	
284	С	1	52		284	С	52,5	1	
285	Л	1	44		285	Л	44,4	1	
286	С	3	13	сух.	286	С			выпал
287	С	3	21	сух.	287	С	20,5	3	сух.
288	С	3	26,5	сух.	288	С	26,5	3	сух.
289	С	1	50		289	С	51	2	
					Б.н	С	69	1	
290	С	2	16	сух.	290	С	14	3	сух.
291	С	1	58,5		291	С	62	1	
292	С	1	61		292	С	61,5	1	
293	С	3	19,5		293	С	19,5	3	усых.
294	С	1	83		294	С	86	1	
295	Л	3	10		295	Л	11,5	3	
296	Л	3	12						
297	Л	1	52		297	Л	52,5	1	
298	Л	2	39		298	Л	40	2	
299	Л	2	22		299	Л	38	2	
300	Л	3	20,5		300	Л	22	3	
301	Л	3	21		301	Л	21	3	
302	Л	3	14,5	сух.					
303	Л	1	50		303	Л	53	1	
304	Л	3	19	сух.	304	Л	17	3	сух.
305	Л	3	20						
306	Л	2	33,5	сух.	306	Л	32,5	3	сух.

Продолжение таблицы 4

307	С	2	22,5	сух.	307	Л	20,3	3	сух.
308	Л	3	21,5	сух.	308	Л	20	3	сух.
309	С	1	80,5		309	С	82	1	
310	С	2	34,5	сух.					
311	Л	1	52		311	Л	53	1	сух.
312	Л	1	41		312	Л	40	2	сух.
313	Л	2	25	сух.					
314	С	1	65		314	С	66,8	1	сух.
315	Л	1	35,5		315	Л	34	2	сух.
316	Л	1	58,5		316	Л	58,5	2	
317	Л	1	44,5		317	Л	44,5	2	накл.
318	Л	2	43		318	Л	43,8	3	сп
319	Л	1	47,5		319	Л	50,5	2	
320	Л	3	17	сух.	320	Л	16,5	3	сух.
321	С	1	48		321	С	49,5	1	сп
322	С	1	44	п/сух.	322	С	41,3	2	сух.
323	С	1	59		323	С	59,5	2	сп
324	Л	3	19,5	п/сух.	324	Л	18,5	3	сух.
325	С	1	59,5		325	С	62,5	1	
326	Л	1	51,5		326	Л	54	2	
327	С	2	33		327	С	33	3	сп
328	Л	1	49		328	Л	49,5	2	
329	С	1	75		329	С	75	1	
330	Л	1	53,5		330	Л	55,5	2	
331	С	1	59		331	С	59,7	1	
332	С	1	66		332	С	68	1	
333	С	2	44,5	сух.	333	С	44	2	сух.
334	Л	2	26		334	Л	26	3	
335	С	2	25,5	сух.					
336	Л	1	42		336	Л	42	2	
337	С	1	47		337	С	48	2	
338	Л	3	11	сух.	338	Л	11	3	сух.
339	Л	2	21	сух.					
340	Л	2	19	сух.	340	Л	18,5	3	сух.
341	Л	1	62		341	Л	62	1	
342	С	1	66,5		342	С	69	1	
343	Л	2	23						
344	С	2	35						
345	Л	1	42,5		345	Л	43	2	
346	Л	2	34,5		346	Л	35	2	
347	Л	1	38		347	Л	38,5	2	
348	Л	3	16,5	сух.	348	Л	16	3	сух.
349	С	1	52		349	С	54	1	
350	С	1	45,5		350	С	46	1	усых.
351	Л	2	24,5		351	Л	24,5	3	
352	С	1	55		352	Л	54,5	1	
353	Л	1	52,5		353	Л	65,5	1	
354	С	2	23	сух.					
355	С	2	34						
356	Л	3	19	п/сух.	356	Л	19	3	п/сух.
357	Л	1	61		357	Л	61,3	1	
358	Л	1	38		358	Л	38,5	2	

Продолжение таблицы 4

359	Л	2	33		359	Л	34,5	2	сп
360	Л	3	28,5		360	Л	28,5	3	
361	Л	1	54		361	Л	54,5	1	
362	Л	1	51		362	Л	51	2	
363	С	2	39		363	С	40,5	2	
364	С	2	37,5		364	С	36,5	2	облом.
365	Л	1	66,5		365	Л	68	1	
366	Л	1	46		366	Л	46	2	
367	С	3	18	п/сух.	367	Л	17,5	3	сух.
368	Л	2	29		368	Л	29,5	2	сух.
369	Л	2	33		369	Л	33,5	2	
370	С	1	65		370	С	65,5	1	
371	С	2	38,5		371	С	37,5	1	
372	С	1	49		372	С	51,3	2	
373	С	1	66		373	С	67,8	1	
374	С	1	68,5		374	С	71,3	1	
375	С	1	61,5		375	С	62,8	1	
376	С	1	68,5		376	С	70	1	
377	С	1	68,5		377	С	70,5	1	
378	С	2	40,5		378	С	42,5	2	
379	С	1	73		379	С	73,5	1	
380	С	1	42		380	С	43,5	2	
381	С	1	83		381	С	83	1	
382	С	3	34		382	С	34,3	3	
383	С	3	31	сух.	383	С	31	3	сух.
384	С	1	80,5		384	С	82,5	1	
385	С	2	23,5	п/сух.	385	С	24	3	п/сух.
386	С	1	70		386	С	72	1	
387	С	2	55		387	С	56	2	
388	С	3	18,5	сух.	388	С	18	3	сух.
389	С	1	72,5		389	С	73,5	1	
390	С	1	87,5		390	С	88,5	1	
391	Л	1	58		391	Л	58,5	1	
392	С	1	53		392	С	54,5	1	
393	С	1	78		393	С	79	1	
394	С	1	44		394	С	47	2	
395	С	1	53	сух.	395	С	51	2	сух.
396	С	3	13,5	сух.	396	С	14,5	3	сух.
397	С	1	77,5		397	С		1	
398	С	1	78		398	С	78	1	
399	С	1	88						
400	С	1	50		400	С	52,5	2	
401	С	2	37	сух.	401	С	36,5	3	сух.
402	Л	1	73		402	Л	75	1	
403	Л	2	44		403	Л	44	2	
404	Л	1	91		404	Л	92	1	
405	С	2	57,5		405	Л	58,5	2	
406	С	1	95		406	С	95,5	1	
407	С	1	86		407	С	88,5	2	
408	С	1	78,5		408	С	80	1	
409	С	1	192	сух.	409	С	186	1	сух.
410	С	1	88		410	С	91,5	1	
412	С	2	35,5		412	С	36	2	усых.

Продолжение таблицы 4

413	С	2	33		413	С	33,5	2	усых.
414	С	1	64		414	С	53		сух.
415	С	1	50,5		415	С	66	1	
416	С	1	48,5		416	С	50	1	
417	С	3	24,5		417	С	26,5	3	
418	С	1	51		418	С	53,5	1	
419	С	1	43						
420	С	1	49		420	С	49,5	2	
421	С	2	39		421	С	43	2	
422	С	1	69		422	С	69	1	
423	С	1	55		423	С	57,5	1	накл.
424	С	3	41,5	сух.	424	С	38,5		сух.
425	С	1	53		425	С	54,5	2	
426	Л	3	24		426	Л	25	3	
427	Л	3	18	сух.					
428	Л	1	53		428	Л	52,5	1	
429	Л	3	18	сух.	429	Л	17	3	сух.
430	Л	2	32		430	Л	32	3	
431	С	1	66		431	Л	67	1	
432	Бп	2	43		432	Бп	42	2	
433	Бп	2	26		433	Бп	26	3	
434	С	1	66		434	С	66,5	1	
435	С	1	62		435	С	62,5	1	
436	С	3	23,5	сух.	436	С	23	3	сух.
437	С	2	28,5	сух.	437	С	26	3	сух.
438	С	1	62,5		438	С	64	1	
439	С	2	35,5		439	С	36,5	2	
440	С	1	71		440	С	71,5	1	
441	С	1	66		441	С	66	1	
442	С	1	47,5		442	С	47,8	1	
443	Л	2	43,5		443	Л	48	2	
444	Л	3	42	сух.					
445	С	1	74		445	С	75	1	
446	Л	3	30		446	Л	30,5	3	
447	Л	3	12,5	сух.					
448	С	2	32	сух.	Б.н	С	36	2	сух.
					Б.н	Л	54	1	
449	С	2	22	сух.	449	С	22,5	3	сух.
450	Л	2	34,5		450	Л	34,5	2	
451	Л	2	24	сух.	451	Л	22,5	3	сух.
452	Л	2	33,5		452	Л	34	2	
453	Л	2	37,5		453	Л	38	2	
454	Л	1	66		454	Л	66,5	1	
455	С	2	37,5	сух.					
456	Л	1	79		456	Л	79,5	1	
457	С	3	33		457	С	33,5	3	
458	С	2	47		458	С	47	2	накл.
459	С	1	69		459	С	69,5	1	
460	Л	3	16,5	сух.	460	Л	15	3	сух.
461	С	1	81		461	С	83	1	
462	С	1	67,5		462	С	68,5	1	
463	Л	2	41		463	Л	41,5	2	

464	С	1	59		464	С	67,5	1	
465	Л	1	56						
466	Л	1	43		466	Л	45,5	2	
467	Л	3	14,5	сух.					
468	Л	2	24	сух.	468	Л	23,5	3	
469	Л	3	14,5		469	Л	13,5	3	
470	Л	2	36		470	Л	37,5	2	
471	Л	3	14		471	Л	14	3	сух.
472	Л	3	21						
473	Л	3	14,5	сух.	473	Л	14	3	сух.
					474	С	40	2	сп
					475	С	60	1	сп
					476	Л	18	3	сп

Примечание: сп - со следами пожаров

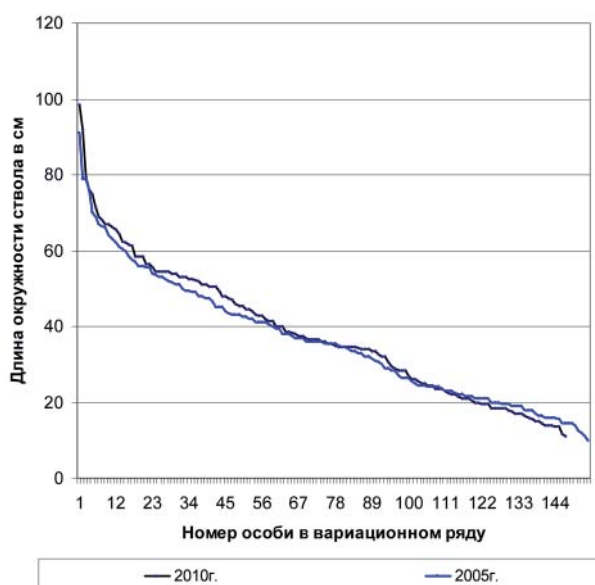


Рис. 2. Вариационные ряды лиственницы даурской (*Larix dahurica*) в зависимости от длины окружности ствола

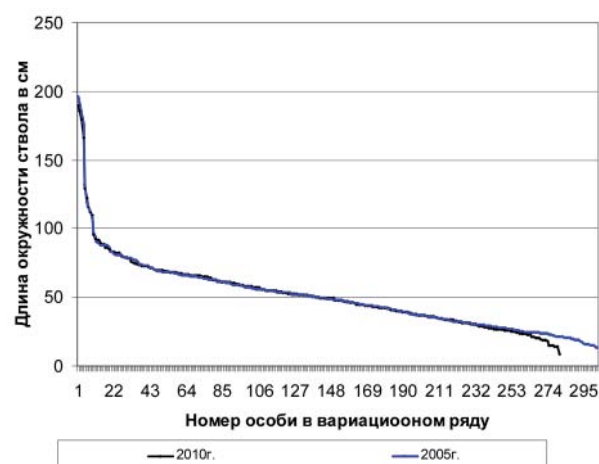


Рис. 3. Вариационные ряды сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в зависимости от длины окружности ствола

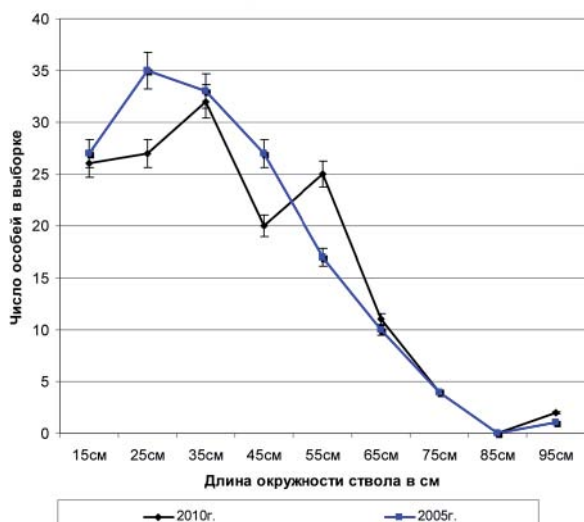


Рис. 4. Статистические распределения особей лиственницы даурской (*Larix dahurica*) в зависимости от длины окружности ствола



Рис. 5. Статистические распределения особей сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в зависимости от длины окружности ствола

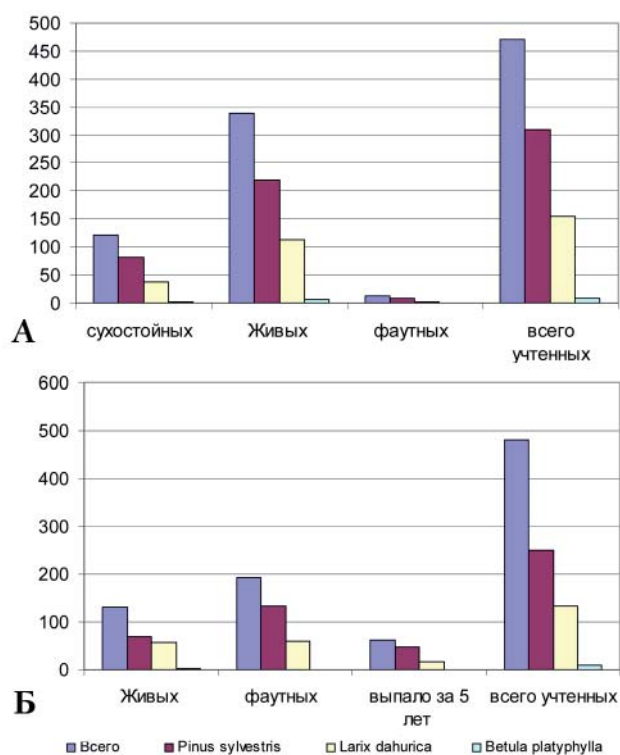


Рис. 6. Структура древостоя на пп-1а по результатам ревизии: а) 2005 г., б) 2010 г.
По оси ординат – количество стволов

мерами (рис. 7). Более сходные квадраты соединены между собой более толстыми линиями.

Мы считаем, что при высокой гомогенности эдафических и ценологических условий в пределах пробной площади все квадраты должны быть сходны друг с другом, так как виды растений в напочвенном покрове будут распределяться в пределах площади по квадратам равномерно. Если же эдафические или ценологические условия в пределах пробной площади неодинаковы, то на графе вершины (квадраты) сгруппируются в несколько подмножеств или структура графа будет вытянута в направлениях факторов, дифференцирующих условия.

Результаты и их обсуждение

Результаты измерения толщины деревьев на пп-а1 в 2005 и 2010 гг. приведены на диаграммах (рис. 2–4) в виде вариационных рядов. Здесь все особи лиственницы даурской и сосны обыкновенной расположены в порядке убывания их толщины. Форма вариационных рядов является объективной характеристикой ценопопуляций видов в пределах пробной площади. На такой диаграмме видно коли-

чество особей в зависимости от их толщины. Толстых особей мало, а тонких гораздо больше. Степень вогнутости диаграммы говорит о напряженности внутривидовой конкуренции, чем более вогнутая кривая, тем напряженнее конкуренция, тем сложнее подросту выйти в лидеры, тем большее количество тонкомера выпадает из состава древостоя по мере роста деревьев.

Сравнение вариационных рядов лиственницы (рис. 2) показывает, что за 5 лет число особей в популяции уменьшилось незначительно. Произошел рост деревьев в толщину, причем рост у деревьев разной толщины происходил неравномерно. Больше выросли деревья с длиной окружности ствола 43–53 см, а деревья толщиной 33–40 см практически не росли. В результате изреживания тонкомера линия ряда 2010 г. в этой градации толщины оказалась ниже линии 2005 г. Это значит, что вероятность выпадения более толстого тонкомера была выше, чем наиболее тонкого, но тонкий тонкомер за 5 лет не увеличил свою толщину.

На рис. 3 приведены вариационные ряды сосны. Видно, что за 5 лет вариационный ряд сосны стал короче, из древостоя выпало более 20 особей. Какого либо прироста в толщину сосны не произошло, линии вариационных рядов 2005 и 2010 гг. совпадают.

Сравнение статистических распределений особей лиственницы и сосны в 2005 и 2010 гг. (рис. 4, 5) позволило получить дополнительную информацию о динамике древостоя. В 2005 г. популяция лиственницы была статистически однородной, на кривой распределения нет никаких деформаций. Но в 2010 г. кривая распределения стала деформированной, причем деформации эти статистически достоверны, что доказывают планки стандартной погрешности на графике. Это согласуется с изменением вариационного ряда лиственницы, на нем мы тоже видим неравномерный рост особей в толщину. Формирование дискретных групп особей в древостое по мере роста деревьев – это закономерный эколого-ценологический процесс, приводящий к увеличению разнообразия в ценопопуляции и локальной экосистеме в целом. В результате этого процесса дифференциации особи одного вида «уходят» в разные эколого-ценологические ниши, оптимизируя тем самым биогеохимическую работу экосистемы.

Кривая распределения (рис. 4) показывает, что количество особей тонкомера с толщиной ствола 20–35 см в ценопопуляции снизилось, но шло пополнение популяции из возобновления и в результате этого количество совсем тонких особей не изменилось. Произошло относительное накопление

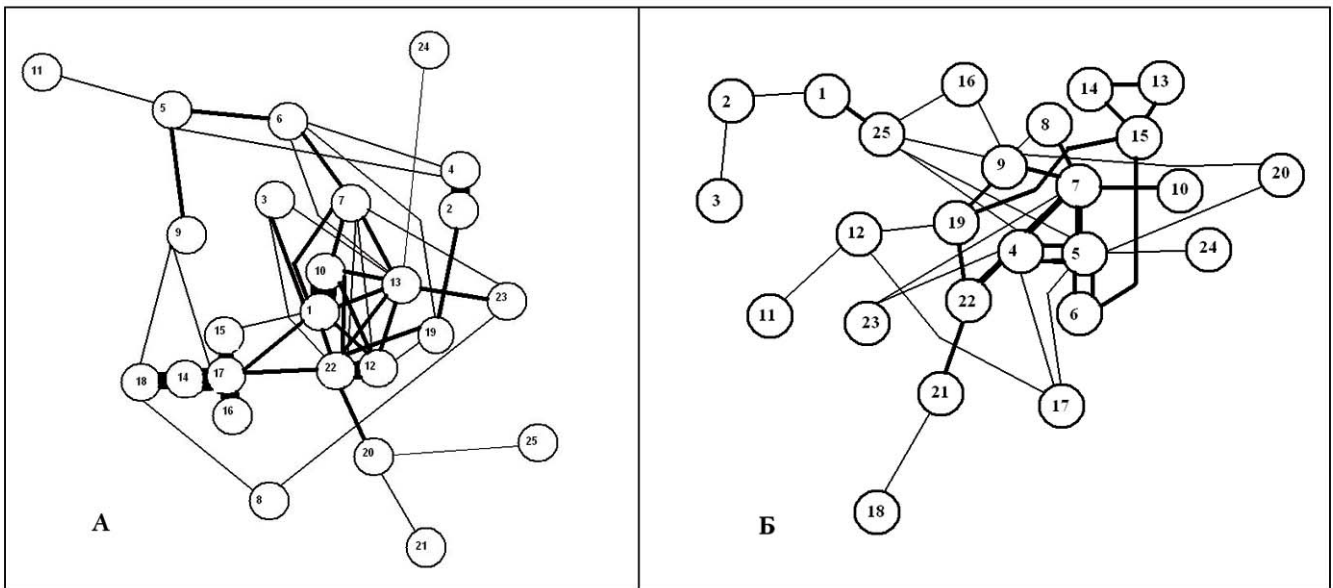


Рис. 7. Графовые модели сходства квадратов в пределах пп-1а: а) 2005 г., б) 2010 г.

особей с длиной окружности ствола 30–40 см и абсолютное с длиной окружности 50–60 см. Таким образом, популяция лиственницы на данной площади, по мере роста деревьев, распадается на две эколого-ценотические группы. При этом самые толстые деревья, сильно пострадавшие от низового пожара, случившегося до 2005 г., постепенно погибают и выпадают из древостоя. Кривые частотного распределения лиственницы сильно асимметричны, среднее арифметическое и особенно модальное значения длины окружности ствола сдвинуты влево, в сторону тонких деревьев. Это говорит о том, что ценопопуляция лиственницы на данной площади устойчива, воспроизводится и впредь будет прогрессировать.

Статистическое распределение сосны (рис. 5) показывает, что за 5 лет произошел сильный отпад тонкомера, снизилось пополнение популяции этого вида из подроста. Только в диапазоне длины окружности ствола 90–100 см произошло абсолютное накопление особей. Увеличилось незначительно количество особей и в группе с длиной окружности ствола 170–180 см.

Древостой на пп-1а неоднороден не только по видовой принадлежности деревьев, но и по их толщине. Популяция каждого вида разделена нами на следующие категории деревьев: живые в нормальном состоянии, фаутные едва живые (умирающие), сухостой (рис. 6). Сравнение диаграмм на рис. 6 показывает, что за 5 лет на пп-1а резко снизилось количество живых деревьев и возросло количество

фаутных. В большей степени деградировала популяция сосны, в меньшей лиственницы, в увеличении количества фаутных деревьев лидирует сосна. Среди выпавших за 5 лет деревьев сосна также преобладает. Незначительная примесь березы плосколистной имевшаяся в 2005 г. за 5 лет из древостоя практически полностью выпала.

Однако примерно треть особей лиственницы в ее ценопопуляции на пп-1а тоже мертвые. Следовательно, процент гибели от пожара у сосны и лиственницы примерно одинаков. Как и у сосны, у лиственницы от пожара сильнее страдают тонкие особи. Толстые же особи имеют более толстую кору, которая сохраняет камбий при низовом пожаре. Судя по наличию на площади небольшого количества весьма толстых особей сосны, можно предположить, что они за свою жизнь перенесли много низовых пожаров, при которых выживали. То же можно сказать и о самых толстых особях лиственницы. Именно об этом говорит сильная вогнутость вариационных рядов деревьев сосны и лиственницы. Следовательно, низовые пожары в данном регионе являются регулярным фактором.

Деформации на кривых распределений особей по толщине ствола образовались в связи с тем, что после каждого очередного низового пожара часть толстых особей сохранялась, а тонкие гибли. При этом в осветленном лесу активизировался процесс возобновления, появлялась порция подроста, который на удобренной золой почве в сильно осветленном лесу быстро рос и догонял старые поврежденные деревья.

Таблица 5

Матрица сходства квадратов пп-1а в 2010 г.

кв	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1	0,32	0,12	0,2	0,24	0,08	0,19	0,19	0,21	0,08	0,21	0,1	0,06	0,07	0,13	0,13	0,07	0,05	0,15	0,17	0,09	0,09	0,21	0,14	0,42
2	0,32	1	0,28	0,23	0,11	0,15	0,2	0,17	0,22	0,24	0,12	0,14	0,09	0,13	0,22	0,19	0,06	0,07	0,27	0,18	0,07	0,14	0,28	0,06	0,3
3	0,12	0,28	1	0,11	0,05	0,21	0,1	0,07	0,03	0,13	0,1	0,08	0,07	0,04	0,08	0,2	0,05	0,06	0,05	0,08	0,01	0,07	0,22	0,03	0,1
4	0,2	0,23	0,11	1	0,5	0,41	0,42	0,15	0,27	0,26	0,15	0,27	0,29	0,1	0,33	0,15	0,31	0,13	0,25	0,28	0,15	0,41	0,3	0,17	0,32
5	0,24	0,11	0,05	0,5	1	0,5	0,46	0,29	0,39	0,21	0,07	0,23	0,37	0,26	0,27	0,23	0,37	0,11	0,16	0,3	0,08	0,23	0,17	0,33	0,35
6	0,08	0,15	0,21	0,41	0,5	1	0,24	0,09	0,26	0,15	0,09	0,17	0,26	0,2	0,48	0,21	0,26	0,09	0,18	0,19	0,07	0,21	0,17	0,18	0,3
7	0,19	0,2	0,1	0,42	0,46	0,24	1	0,48	0,41	0,44	0,19	0,33	0,36	0,26	0,23	0,14	0,22	0,12	0,22	0,17	0,12	0,22	0,38	0,27	0,16
8	0,19	0,17	0,07	0,15	0,29	0,09	0,48	1	0,38	0,36	0,27	0,25	0,15	0,19	0,16	0,15	0,21	0,07	0,1	0,14	0,05	0,09	0,19	0,2	0,12
9	0,21	0,22	0,03	0,27	0,39	0,26	0,41	0,38	1	0,2	0,19	0,3	0,28	0,41	0,38	0,39	0,31	0,08	0,41	0,3	0,28	0,24	0,19	0,23	0,34
10	0,08	0,24	0,13	0,26	0,21	0,15	0,44	0,36	0,2	1	0,18	0,23	0,2	0,12	0,15	0,1	0,1	0,07	0,34	0,1	0,2	0,31	0,27	0,15	0,12
11	0,21	0,12	0,1	0,15	0,07	0,09	0,19	0,27	0,19	0,18	1	0,25	0,16	0,1	0,21	0,1	0,22	0,08	0,1	0,1	0,08	0,05	0,17	0,06	0,16
12	0,1	0,14	0,08	0,27	0,23	0,17	0,33	0,25	0,3	0,23	0,25	1	0,29	0,18	0,36	0,16	0,38	0,06	0,3	0,11	0,12	0,1	0,14	0,2	0,15
13	0,06	0,09	0,07	0,29	0,37	0,26	0,36	0,15	0,28	0,2	0,16	0,29	1	0,42	0,41	0,12	0,24	0,15	0,19	0,12	0,21	0,14	0,23	0,26	0,14
14	0,07	0,13	0,04	0,1	0,26	0,2	0,26	0,19	0,41	0,12	0,1	0,18	0,42	1	0,4	0,22	0,12	0,15	0,39	0,25	0,22	0,18	0,04	0,33	0,14
15	0,13	0,22	0,08	0,33	0,27	0,48	0,23	0,16	0,38	0,15	0,21	0,36	0,41	0,4	1	0,24	0,28	0,15	0,41	0,23	0,18	0,22	0,16	0,28	0,23
16	0,13	0,19	0,2	0,15	0,23	0,21	0,14	0,15	0,39	0,1	0,1	0,16	0,12	0,22	0,24	1	0,19	0,08	0,27	0,19	0,12	0,24	0,19	0,19	0,37
17	0,07	0,06	0,05	0,31	0,37	0,26	0,22	0,21	0,31	0,1	0,22	0,38	0,24	0,12	0,28	0,19	1	0,09	0,15	0,13	0,06	0,09	0,07	0,12	0,17
18	0,05	0,07	0,06	0,13	0,11	0,09	0,12	0,07	0,08	0,07	0,08	0,06	0,15	0,15	0,15	0,08	0,09	1	0,07	0,11	0,22	0,12	0,06	0,12	0,07
19	0,15	0,27	0,05	0,25	0,16	0,18	0,22	0,1	0,41	0,34	0,1	0,3	0,19	0,39	0,41	0,27	0,15	0,07	1	0,25	0,34	0,41	0,13	0,2	0,21
20	0,17	0,18	0,08	0,28	0,3	0,19	0,17	0,14	0,3	0,1	0,1	0,11	0,12	0,25	0,23	0,19	0,13	0,11	0,25	1	0,12	0,26	0,08	0,15	0,25
21	0,09	0,07	0,01	0,15	0,08	0,07	0,12	0,05	0,28	0,2	0,08	0,12	0,21	0,22	0,18	0,12	0,06	0,22	0,34	0,12	1	0,46	0,09	0,11	0,13
22	0,09	0,14	0,07	0,41	0,23	0,21	0,22	0,09	0,24	0,31	0,05	0,1	0,14	0,18	0,22	0,24	0,09	0,12	0,41	0,26	0,46	1	0,2	0,12	0,17
23	0,21	0,28	0,22	0,3	0,17	0,17	0,38	0,19	0,19	0,27	0,17	0,14	0,23	0,04	0,16	0,19	0,07	0,06	0,13	0,08	0,09	0,2	1	0,09	0,18
24	0,14	0,06	0,03	0,17	0,33	0,18	0,27	0,2	0,23	0,15	0,06	0,2	0,26	0,33	0,28	0,19	0,12	0,12	0,2	0,15	0,11	0,12	0,09	1	0,26
25	0,42	0,3	0,1	0,32	0,35	0,3	0,16	0,12	0,34	0,12	0,16	0,15	0,14	0,14	0,23	0,37	0,17	0,07	0,21	0,25	0,13	0,17	0,18	0,26	1

Таблица 5

Матрица сходства квадратов пп- Ia в 2010 г.

кв	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1	0,42	0,19	0,1	0,22	0,15	0,29	0,38	0,33	0,17	0,28	0,15	0,2	0,15	0,1	0,14	0,04	0,14	0,33	0,33	0,24	0,15	0,25	0,18	0,11
2	0,42	1	0,44	0,12	0,04	0,13	0,23	0,27	0,09	0,02	0,06	0,13	0,06	0,06	0,08	0,14	0,03	0,07	0,21	0,16	0,14	0,13	0,18	0,18	0,16
3	0,19	0,44	1	0,23	0,14	0,15	0,08	0,17	0,17	0,07	0,07	0,16	0,14	0,17	0,23	0,13	0,07	0,09	0,23	0,24	0,16	0,19	0,22	0,28	0,18
4	0,1	0,12	0,23	1	0,12	0,21	0,29	0,15	0,14	0,16	0,07	0,14	0,13	0,14	0,18	0,21	0,06	0,09	0,19	0,2	0,24	0,26	0,1	0,12	0,18
5	0,22	0,04	0,14	0,12	1	0,26	0,12	0,2	0,2	0,29	0,19	0,21	0,24	0,26	0,33	0,05	0,01	0,18	0,16	0,2	0,12	0,09	0,08	0,11	0,06
6	0,15	0,13	0,15	0,21	0,26	1	0,22	0,19	0,13	0,15	0,08	0,11	0,11	0,16	0,28	0,05	0,13	0,07	0,09	0,13	0,07	0,08	0,08	0,13	0,08
7	0,29	0,23	0,08	0,29	0,12	0,22	1	0,42	0,22	0,18	0,12	0,12	0,1	0,23	0,14	0,09	0,05	0,2	0,07	0,22	0,09	0,14	0,21	0,21	0,07
8	0,38	0,27	0,17	0,15	0,2	0,19	0,42	1	0,21	0,14	0,11	0,1	0,2	0,42	0,22	0,2	0,13	0,15	0,19	0,28	0,12	0,11	0,13	0,22	0,08
9	0,33	0,09	0,17	0,14	0,2	0,13	0,22	0,21	1	0,12	0,33	0,3	0,34	0,37	0,24	0,12	0,18	0,21	0,29	0,64	0,25	0,29	0,33	0,16	0,18
10	0,17	0,02	0,07	0,16	0,29	0,15	0,18	0,14	0,12	1	0,31	0,25	0,46	0,13	0,11	0,07	0,11	0,22	0,31	0,19	0,2	0,09	0,09	0,04	0,07
11	0,28	0,06	0,07	0,07	0,19	0,08	0,12	0,11	0,33	0,31	1	0,32	0,3	0,25	0,15	0,05	0,07	0,43	0,52	0,44	0,38	0,24	0,34	0,04	0,09
12	0,15	0,13	0,16	0,14	0,21	0,11	0,12	0,1	0,3	0,25	0,32	1	0,47	0,24	0,14	0,05	0,06	0,16	0,33	0,47	0,28	0,26	0,25	0,12	0,15
13	0,2	0,06	0,14	0,13	0,24	0,11	0,1	0,2	0,34	0,46	0,3	0,47	1	0,26	0,18	0,08	0,12	0,14	0,37	0,45	0,22	0,2	0,28	0,1	0,11
14	0,15	0,06	0,17	0,14	0,26	0,16	0,23	0,42	0,37	0,13	0,25	0,24	0,26	1	0,33	0,1	0,08	0,27	0,19	0,5	0,15	0,12	0,23	0,16	0,1
15	0,1	0,08	0,23	0,18	0,33	0,28	0,14	0,22	0,24	0,11	0,15	0,14	0,18	0,33	1	0,1	0,1	0,22	0,19	0,24	0,18	0,17	0,23	0,1	0,07
16	0,14	0,14	0,13	0,21	0,05	0,05	0,09	0,2	0,12	0,07	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1	1	0,34	0,05	0,1	0,07	0,14	0,12	0,11	0,1	0,37
17	0,04	0,03	0,07	0,06	0,01	0,13	0,05	0,13	0,18	0,11	0,07	0,06	0,12	0,08	0,1	0,34	1	0,08	0,15	0,11	0,09	0,07	0,07	0,15	0,22
18	0,14	0,07	0,09	0,09	0,18	0,07	0,2	0,15	0,21	0,22	0,43	0,16	0,14	0,27	0,22	0,05	0,08	1	0,31	0,21	0,22	0,19	0,39	0,09	0,07
19	0,33	0,21	0,23	0,19	0,16	0,09	0,07	0,19	0,29	0,31	0,52	0,33	0,37	0,19	0,19	0,1	0,15	0,31	1	0,52	0,48	0,3	0,22	0,14	0,17
20	0,33	0,16	0,24	0,2	0,2	0,13	0,22	0,28	0,64	0,19	0,44	0,47	0,45	0,5	0,24	0,07	0,11	0,21	0,52	1	0,39	0,38	0,34	0,22	0,17
21	0,24	0,14	0,16	0,24	0,12	0,07	0,09	0,12	0,25	0,2	0,38	0,28	0,22	0,15	0,18	0,14	0,09	0,22	0,48	0,39	1	0,27	0,2	0,1	0,13
22	0,15	0,13	0,19	0,26	0,09	0,08	0,14	0,11	0,29	0,09	0,24	0,26	0,2	0,12	0,17	0,12	0,07	0,19	0,3	0,38	0,27	1	0,29	0,11	0,19
23	0,25	0,18	0,22	0,1	0,08	0,08	0,21	0,13	0,33	0,09	0,34	0,25	0,28	0,23	0,23	0,11	0,07	0,39	0,22	0,34	0,2	0,29	1	0,11	0,15
24	0,18	0,18	0,28	0,12	0,11	0,13	0,21	0,22	0,16	0,04	0,04	0,12	0,1	0,16	0,1	0,1	0,15	0,09	0,14	0,22	0,1	0,11	0,11	1	0,1
25	0,11	0,16	0,18	0,18	0,06	0,08	0,07	0,08	0,18	0,07	0,09	0,15	0,11	0,1	0,07	0,37	0,22	0,07	0,17	0,17	0,13	0,19	0,15	0,1	1

Пики на кривой распределения – это «эхо» былых низовых пожаров. Таким образом, на площади пп–1а за время жизни самых старых деревьев (около 180 лет) прошло примерно 8–10 низовых пожаров. Повальный пожар полностью уничтожает древостой и экосистема погибает, ее восстановление на данном участке потребует не менее 2 сотен лет. Но и слишком частые низовые пожары ведут к гибели экосистемы. Если низовые пожары в одном месте происходят в среднем раз в 20 лет, то древостой успевает восстанавливаться из возобновления и подроста. Но когда частота пожаров увеличивается в среднем до одного раза в 5–10 лет, то возобновление и подрост оказываются полностью подавленными и лесная экосистема постепенно погибает. Именно это мы наблюдаем на пп–1а в Алханайском национальном парке.

Хотя эдафические условия произрастания на данной пробной площади более благоприятны для сосны, она явно уступает место лиственнице. Причиной этого, по всей вероятности, является более обильный семенной дождь лиственницы и ее более быстрый рост на первых стадиях развития. Если бы не было низовых пожаров, которые ослабляют сосну и позволяют лиственнице поселиться на этом местообитании, сосна в течение нескольких десятилетий наверняка бы здесь вытеснила лиственницу.

За 5 лет в напочвенном покрове на пп–1а произошли существенные изменения. Стало несколько больше всходов лиственницы и сосны, причем возобновление лиственницы идет активнее, чем возобновление сосны. Из травянистых растений многие увеличили свою активность, особенно это заметно у *Carex iljinii*, *Iris uniflora*, *Vicia unijuga*, *Astragalus membranaceus*, *Artemisia tanacetifolia*, *Dendranthemum zawadskii*. Активизация травянистых растений, несомненно, связана с ослаблением ценотических позиций сосны и лиственницы. Следует отметить, что эта активизация по квадратам распределена очень неравномерно и сколь либо значимой корреляции между активностью разных видов на квадратах нет, что говорит о слабых ценотических связях между ценопопуляциями травянистых растений на этой площади. Налицо полная ценотическая разбалансировка данной локальной экологической системы.

При этом 15 видов растений, которые росли на площади в 2005 г., в 2010 г. не зарегистрированы, среди них такие, как *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Lathyrus* sp., *Poa attenuata*, *Rhaponticum uniflorum*, *Pyrola incarnata*, *Goodyera repens*, *Polygonatum odoratum* и др. На площади отмечено несколько видов, которые в 2005 г. на отсутствовали: *Aegopodium alpestre*, *Pulsatilla turchaninowii*, *Vicia cracca*, *Patrinia sibirica*, *Hedysarum alpinum*. Нетрудно заметить, что среди исчезнувших – ряд видов, характерных для лесных экосистем, а среди вновь появившихся преобладают виды мезоксерофиты открытых местообитаний.

Выводы

Из-за участвовавших лесных пожаров и аридизации климата в южной части Забайкалья в настоящее время происходит наступление даурских прерий на прогорающие леса. В результате этого происходит резкая деградация сосновых лесов, при этом в возобновлении активизируется лиственница даурская, а возобновление сосны угасает. При частоте низовых пожаров раз в 20 лет сосновые леса Даурии успевают восстанавливаться и являются коренным типом растительности, но при частоте низовых пожаров раз в 5–10 лет в них регулярно и полностью выгорает возобновление и в таких условиях лес сменяется даурской прерией (лугостепью).

Напочвенный покров в сосновых лесах в условиях участвовавших низовых пожаров характеризуется неустойчивостью видового состава и горизонтальной структуры. Парцеллярная ценотическая структура в таких лесах не успевает сформироваться. Происходит полная ценотическая разбалансировка данной локальной экологической системы и снижение ее устойчивости.

Л и т е р а т у р а

Биологическое разнообразие национального парка «Алханай» // Труды национального парка «Алханай». Вып. 1. – Чита: Экспресс, 2009. – 226 с.

Валендик Э.Н. Экологические аспекты лесных пожаров в Сибири // Сибирский экологический журнал. 1996. №1. С. 1–8.

Василенко Н.А. Самоорганизация древесных ценозов. – Дальнаука, 2008. – 171 с.

Галанин А.В. Анализ распределения растений по типам местообитаний (на примере района среднего течения реки Рау-Чуа Западной Чукотки) // Ботан. журн., 1977. Т. 62. N 8. С. 1056–1078.

Галанин А.В. Эколого-ценотическая информативность видов и измерение флористического сходства растительных сообществ // Флористические критерии при классификации растительности. Уфа: Башк. филиал АН СССР, 1981. С. 32–39.

Галанин А.В. Мониторинг растительного покрова: состояние, проблемы, основные понятия, элементы теории и некоторые результаты. Мониторинг растительного покрова охраняемых территорий российского Дальнего Востока. Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2003. С. 5–15.

Галанин А.В., Беликович А.В. Постоянные геоботанические площади Сохондинского биосферного заповедника. – Чита: Поиск, 2004. – 228 с.

Галанин А.В., Беликович А.В. Даурия как подобласть Манчжурской ботанико-географической области // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2006. Вып. LIII. С.7–38.

Галанин А.В., Беликович А.В., Нимаев О.Д. Анализ структуры древостоя сосняка мертвопокровного в Алханайском национальном парке (Агинский Бурятский автономный округ) // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы геосферных исследований. Чита: ИПРЭКСО РАН, 2006. С.34–38.

Дыренков С.А. Некоторые свойства и возрастная динамика рядов распределения числа стволов по ступеням толщины // Вопросы лесоустройства, таксации и экономики лесного хозяйства. Л., 1973. С. 114–128.

Ипатов В.С. Дифференциация древостоя I // Вестн. ЛГУ. Биология. 1968. №21. С. 59–68.

Лебков В.Ф. Теория строения древостоев и ее роль в оценке продуктивности лесов. Сб. «Вопросы лесоведения», т. 2. Красноярск, 1973. С. 12–23.

Мелехов И.С. Влияние пожаров на лес. – М.; Л.: Гослестехиздат, 1948. – 126 с.

Пресс-конференция по итогам работы Международного семинара РАН о возможном антропогенном изменении климата и проблеме Киотского протокола (8 июля 2004 г.). (<http://www.kreml.org/other/59790309>).

Работнов Т.А. О значении пирогенного фактора для формирования растительного покрова // Ботан. журн. 1978. Т.63. №11. С. 1605–1611.

Сверлова Л.И., Костырина Т.В. Засуха и лесные пожары на Дальнем Востоке. – Хабаровск, 1985. – 120 с.

Софронов М.А. Лесные пожары в горах южной Сибири. – М.: Наука, 1967. – 146с.

Уайт Р.М. Большой климатический спор // В мире науки. 1990. № 9. С. 6–14.

Фуряев В.В. Роль пожаров в процессе лесообразования. – Новосибирск, 1996. – 252 с.

Чернышѐва Л.С. Оледенения, арктические льды и климат: Курс лекций. Владивосток: ДВГУ, 2005. (<http://www.dvgu.ru/meteo/Intra/ChernLect.html>).

Шешуков М.А. Влияние пожаров на развитие таежных биогеоценозов // Горение и пожары в лесу. Ч.3.: Лесные пожары и их последствия. – Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1979. С.81–96.

Шлотгауэр С.Д. Воздействие пирогенного фактора на редкие растительные сообщества Приамурья // Ритмы и катастрофы в растительном покрове Дальнего Востока: Матер. международной научной конференции, Владивосток, 12–16 октября 2004 г. – Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2004. С. 191–196.

Энергия, природа и климат / В.В. Клименко, А.В. Клименко, Т.Н. Андрейченко и др. – М.: Изд-во МЭИ, 1997. – 214 с.

Ястребов А.Б. О процессе дифференциации древостоя // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. 3. 1989. №3. С. 45–53.

Petit J.R. et al. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica // Nature. 1999. V. 399. P. 429–436.

Wright H.A., Bailey A.W. Fire ecology. United States and Southern Canada. – New York: John Wiley and Sons, 2005. – 501 p.

Поступила в редакцию 10 октября 2010 г.

ANALYSIS OF DYNAMICS OF THE PINUS SYLVESTRIS FOREST STRUCTURE IN THE ALKHANAI NATIONAL PARK, TRANSBAIKALIA

A. V. Belikovich¹, A.V. Galanin¹, L.M. Dolgaleva²

¹Botanical Darden-Institute FEB RAS, Vladivostok

²Institute for Technology&Business, Nakhodka

Key words: forest vegetation, Transbaikalia, Alkhanai National Park, forest stand, structure, dynamics, monitoring.

The paper is devoted to a problem of vegetation dynamics in southern Transbaikalia. On the example of a constant sample plot settled in *Pinus sylvestris* forest, Alkhanai National Park, some trends in forest vegetation changes of Southern Transbaikalia for the last 5 years are shown. Forest fires which become frequent in connection with climate aridization have resulted to degradation of pine forest and complete ecological coenotic unbalance of forest ecosystems. That resulted in the decrease of wood increment and reduction of biological cycling intensity. Now we can observe Dahuria prairie advance on the burning and burnt forests. Abrupt degradation of pine forest causes activation of *Larix dahurica* in the layer renewal and diminishing of *Pinus sylvestris* role. At frequency of low fires one per 20 yr, pine forests of Dahuria have time to be restored and remain the main forest type, but at frequency of low fires of one per 5–10 yrs, the renewal of pine, larch and birch regularly and completely burns out and in such conditions the forest is replaced by Dahuria prairie (meadow steppe). Herb layer of pine forest in conditions of frequent low fires is characterized by instability of species composition and horizontal structure. Microgroup coenotic structure in such forests has not time to be formed. There is a complete coenotic unbalance of ecological system and decrease of its sustainability and viability.

Tabl. 4. Il. 7. Bibl. 26.