

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ



ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ

Журнал

Издается с 2002 года

Выходит четыре раза в год

Редакционный совет:

А.В. Мехренцев – председатель редакционного совета,
главный редактор
Н.А. Луганский – зам. гл. редактора
С.В. Залесов – зам. гл. редактора

Редколлегия:

В.А. Азаренок, В.А. Усольцев, Э.Ф. Герц, А.А. Санников,
Ю.Д. Силуков, В.П. Часовских, А.Ф. Хайретдинов,
Б.Е. Чижов, В.Г. Бурындин, Н.А. Кряжевских –
ученый секретарь

Редакция журнала:

Н.П. Бунькова – зав. редакционно-издательским отделом
Л.А. Белов – ответственный за выпуск
Е.Л. Михайлова – редактор
Т.В. Упорова – компьютерная верстка

Фото на обложке Л.А. Белова

Материалы для публикации подаются ответственному
за выпуск журнала Л.А. Белову
(контактный телефон +79226083904)
или в РИО (контактный телефон +7(343)262-96-10),
e-mail: rio-usfeu@mail.ru

Подписано в печать 26.12.16. Формат 60 × 84 1/8.
Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 8,5. Усл. печ. л. 9,76.
Тираж 100 экз. (1-й завод 50 экз.). Заказ №

ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Отпечатано с готового оригинал-макета
Типография ООО ИЗДАТЕЛЬСТВО
«УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург,
ул. Гагарина, 35а, оф. 2

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет», 2016

К сведению авторов

Внимание! Редакция принимает только те материалы,
которые полностью соответствуют обозначенным ниже требованиям.
Недоукомплектованный пакет материалов не рассматривается.
Плата за публикацию рукописей не взимается.

1. Статьи должны содержать результаты научных исследований, которые
можно использовать в практической работе специалистов лесного хозяйства, ле-
сопромышленного комплекса и смежных с ними отраслей (экономики и органи-
зации лесопользования, лесного машиностроения, охраны окружающей среды и
экологии), либо представлять познавательный интерес (исторические материалы,
краеведение и др.). Рекомендуемый объем статей – 8–10 страниц текста (не менее
4 страниц). Размер шрифта – 14, интервал – 1,5, гарнитура – Times New Roman,
поля – 2,5 см со всех сторон. Абзацный отступ – 1 см.

2. Структура представляемого материала следующая.

Номер УДК определяется в соответствии с классификатором (выравнивание
по левому краю, без абзацного отступа).

Заглавие статьи должно быть информативным. В заглавии можно исполь-
зовать только общепринятые сокращения. Все буквы прописные, полужирное
начертание (выравнивание по центру, без абзацного отступа).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество (полужирное начертание),
ученая степень, звание; место работы (официальное название организации и
почтовый адрес обязательно); электронный адрес, телефон (выравнивание по
правому краю).

Ключевые слова (до 10 слов) – это определенные слова из текста, по которым
ведется оценка и поиск статьи. В качестве ключевых слов могут использоваться
как слова, так и словосочетания.

Аннотация (резюме) должна соответствовать требованиям ГОСТ 7.9-95

«Реферат и аннотация. Общие требования». Она должна быть:

- информативной (не содержать общих слов);
 - оригинальной;
 - содержательной (отражать основную суть статьи и результаты исследова-
ний);
 - структурированной (следовать логике описания результатов в статье);
 - объемом 200–250 слов, но не более 2000 знаков с пробелами.
- Аннотация включает следующие аспекты содержания статьи:
- предмет, цель работы;
 - метод или методологию проведения работы;
 - результаты работы;
 - область применения результатов;
 - выводы.

Далее следует на **английском языке** заглавие статьи, сведения об авторах,
ключевые слова, аннотация (резюме).

В тексте статьи необходимо выделить заголовки разделов «Введение»,
«Цель, задача, методика и объекты исследования», «Результаты исследования
и их обсуждение», «Выводы», «Библиографический список».

Ссылки на литературу, используемую в тексте, обозначаются в **квадратных
скобках**, нумерация сквозная, возрастает с единицы по мере упоминания источ-
ников.

Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы
представляются в формате Word, формулы – в стандартном редакторе формул
Word, структурные химические – в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы –
в Excel. Иллюстрации представляются в электронном виде в стандартном редак-
торе формул Word (Вставка – Объект – Создание – Тип объекта MathType 6.0
Equation, в появившемся окне набирается формула). Рекомендуется нумерацию
формул также делать сквозной. Нумеровать следует только те формулы, на ко-
торые есть ссылки в тексте. Иллюстрации представляются в электронном виде
в стандартных графических форматах. Также обязательно переводить названия
к иллюстрациям, данные иллюстраций, табличные данные вместе с заголовками
непосредственно с показателями и примечаниями, т. е. сначала приводятся табли-
цы и иллюстрации на русском языке, затем на английском.

Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.05–2008
(на русском и английском языках).

3. На каждую статью требуется одна **внешняя** рецензия. Перед публикацией
редакция вправе направлять материалы на дополнительное рецензирование в ве-
дущие НИИ соответствующего профиля по всей России. Внимание! Рецензентом
может выступать только доктор наук или член Академии наук!

4. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется
письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа,
если авторские права принадлежат ей.

5. Авторы представляют в редакцию журнала:

- статью в печатном и электронном виде (формат DOC или RTF) в одном
экземпляре, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного ли-
ста, подписанную на обороте последнего листа всеми авторами, с указа-
нием даты сдачи материала. Материалы, присланные в полном объеме по
электронной почте, дублировать на бумажных носителях не обязательно.
Адрес электронной почты – bla1983@yandex.ru (Белов Леонид Алексан-
дрович);
 - иллюстрации к статье (при наличии);
 - рецензию;
 - авторскую справку или экспертное заключение;
 - согласие на публикацию статьи и персональных данных.
6. Фотографии авторов не требуются.

Содержание

Годовалов Г. А., Залесова Е. С., Чермных А. И.

Критерии подбора насаждений для проведения опытных рубок
в условиях Уральского учебно-опытного лесхоза 4

**Попов А. С., Анчугова Г. В., Луганский Н. В., Вакуленко О. В.,
Матюшкин В. В., Залесов С. В., Луганский В. Н.**

Влияние основных лесоводственно-таксационных показателей на санитарное состояние
деревьев сосны обыкновенной на участках, пройденных низовым пожаром
(в условиях ноябрьского лесничества ЯНАО) 13

Платонов Е. П., Хабибуллин А. Ф., Торопов С. В., Залесова Е. С., Шубин Д. А.

Роль крупных лесных пожаров в формировании показателей
фактической горимости лесов 21

Савин В. В., Белов Л. А., Залесова Е. С., Оплетев А. С.

Пути повышения эффективности использования охотничьих угодий 28

Завьялов К. Е., Менищikov С. Л., Мохначев П. Е., Кузьмина Н. А.

Оценка повреждения опытных культур
(*Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Larix sukaczewii* D y l.)
в условиях загрязнения комбинатом «Магнезит» на Южном Урале 35

**Мохначев П. Е., Махнева С. Г., Менищikov С. Л., Завьялов К. Е.,
Кузьмина Н. А., Потапенко А. М.**

Посевные качества семян сосны обыкновенной
в условиях аэротехногенных выбросов магнезитового производства 42

Кузьмина Н. А., Менищikov С. Л., Махнева С. Г., Завьялов К. Е., Мохначев П. Е.

Уровень загрязнения снега и почвы в зонах поражения лесной растительности
под воздействием выбросов магнезитового производства 49

Махнева С. Г.

Качество пыльцы сосны обыкновенной в условиях техногенного загрязнения среды
выбросами Рефтинской ГРЭС 55

Толкач О. В., Фрейберг И. А., Черноусова Н. Ф.

Использование солонцов в лесокультурных целях 62

Кузьмина М. В., Карапеткова А. А.

Модельные леса – технология устойчивого лесопользования 69

Юрьев Ю. Л., Панова Т. М., Дроздова Н. А.

Получение нанопористых углеродных материалов из мягколиственной древесины 77

Содержание

Godovalov G. A., Zalesova E. S., Chermnyh A. I.

Stocking selection criterion for experimental cutting carrying
on in the Ural experimental-training forestry 4

**Popov A. S., Anchugova G. V., Lugansky N. V., Vakulenko O. V., Matyushkin V. V.,
Zalesov S. V., Lugansky V. N.**

The influence of basic silvicultural and taxation characteristics on the sanitary condition
of pine trees which were under the stable ground fire impact
(in the conditions of noyabrsk forestry YANAO)..... 14

Platonov E. P., Khabibullin A. F., Toropov S. V., Zalesova E. S., Shubin D. A.

Large scale fires role in virtual burning index forming 21

Savin V. V., Belov L. A., Zalesova E. S., Opletaev A. S.

Ways to make better use of hunting grounds 29

Zavyalov K. E., Menschikov S. L., Mokhnachev P. E., Kuzmina N. A.

Damage assessment of experimental cultures
(*Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Larix sukaczewii* D y l.)
in the conditions of pollution of the «Magnezit Plant» in the southern Urals 36

**Mokhnachev P. E., Makhniova S. G., Menschikov S. L., Zavyalov K. E.,
Kuzmina N. A., Potapenko A. M.**

Sowing qualities of seeds scots pine in the emissions anthropogenic magnesite production. 43

Kuzmina N. A., Menschikov S. L., Makhniova S. G., Zavyalov K. E., Mokhnachev P. E.

The level of soil contamination, pollution of snow in the areas of forest vegetation
destruction under the influence of emissions magnesite. 50

Makhniova S. G.

Quality pollen of scots pine under the conditions of technogenic
pollution left power plant 56

Tolkach O. P., Freyberg I. A., Chernousova N. F.

The use of solonchaks for silvicultural purposes..... 63

Kuzmina M. V., Karapetkova A. A.

Model forests – sustainable technology forest management 70

Yuryev Y. L., Panova T. M., Drozdova N. A.

Nanoporous carbon materials production from softwood timber..... 78

УДК 630.221.0:630.24

КРИТЕРИИ ПОДБОРА НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНЫХ РУБОК В УСЛОВИЯХ УРАЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА

Г. А. ГОДОВАЛОВ – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор,
e-mail: godovalov1952@mail.ru*

Е. С. ЗАЛЕСОВА – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
e-mail: kaly88@mail.ru*

А. И. ЧЕРМНЫХ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
e-mail: wolf_steppe@mail.ru*

* Кафедра лесоводства ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, тел.: 8 (343) 261-52-88

Ключевые слова: насаждение, древостой, тип леса, полнота, состав, заготовка древесины, опытные рубки.

На основании лесоустроительных баз данных и материалов собственных исследований авторов принята попытка распределения насаждений Уральского учебно-опытного лесхоза (УУОЛ) Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ) по группам типов леса, лесным формациям и группам полнот. Указанные распределения выполнены отдельно для насаждений с разным породным составом древостоев.

С учетом комплексного анализа полученных данных, основных лесоводственных требований, предъявляемых к проведению различных видов рубок спелых и перестойных насаждений, а также рубок ухода, разработаны и предложены критерии проведения опытных рубок, позволяющих предотвратить нежелательную смену пород и обеспечить переформирование производных мягколиственных древостоев в коренные хвойные насаждения, не прибегая к искусственному лесовосстановлению.

Реализация критериев облегчит составление программ научных исследований по изучению лесоводственной эффективности различных видов рубок спелых и перестойных насаждений, а также будет способствовать освоению учебных дисциплин по направлениям «Лесное дело», «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств».

STOCKING SELECTION CRITERION FOR EXPERIMENTAL CUTTING CARRYING ON IN THE URAL EXPERIMENTAL-TRAINING FORESTRY

G. A. GODOVALOV – candidate of agricultural sciences, professor,
e-mail: godovalov1952@mail.ru

E. S. ZALESOVA – candidate of agricultural sciences, assistant professor of forestry chair,
e-mail: kaly88@mail.ru

A. I. CHERMNYH – candidate of agricultural sciences, assistant professor of forestry chair,
e-mail: wolf_steppe@mail.ru

* Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State Forest Engineering University»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky tract, 37; phone: +7 (343) 261-52-88

Key words: forest stand, stocking, growing stock, stocking, forest type, composition, density, logging, experimental cutting.

On the base of forest management data base and authors personal researches data an attempt was made to distribute the stockings according their forest types, forest formation the degree of density. The above given distribution (classifications) has been carried out separately for the stocmings with varions species stocking composition.

Taking into account the complex analyses of data obtained and the main silvicultural requirements necessary to carry out varions kinds of mature and overmature stocmings cutting and improvement cutting some criteria for experimental cutting carrying on has been worked out and recommended. At will make possible to prevent unfavour able species change and quarantee reforming og derivated soff wooded stocmings into native evergreen stormings avoiding reforestation.

The criteria realization will facilitate the scientific research programmes to study silvicultural effectiveness of mature and overmature different kinds offferent kinds of working out as well as to promote mastering such academic subjects as logging and woodworking processes technology.

Введение

Оптимизация лесопользования возможна только при условии научно обоснованного подхода к проведению всех лесоводственных мероприятий [1–3]. Последнее предопределяет разработку нормативно-технических документов на зонально-(подзонально)-технологической основе [4–8].

Разработка правил заготовки древесины и рубок ухода в лесах Урала имеет длительную историю [9–18]. Однако до настоящего времени многие вопросы рубок спелых и перестойных насаждений остаются нерешенными, что вызывает необходимость продолжения исследований.

Уральский государственный лесотехнический университет (УГЛТУ) является единственным лесотехническим высшим учебным заведением в азиатской части Российской Федерации. Наличие у университета учебно-опытного лесхоза площадью более 29 тыс. га обеспечивает возможность проведения новых опытных и адаптации ранее разработанных для других регионов

рубок спелых и перестойных насаждений, а также рубок ухода с целью уточнения действующих нормативных документов по заготовке древесины и уходу за лесом. В то же время проектирование опытных рубок требует разработки критериев их назначения, что и определило направление наших исследований.

Цель и методика исследований

Объектом наших исследований является лесной фонд Уральского учебно-опытного лесхоза, территория которого в соответствии со схемой лесорастительного районирования [19] относится к южно-таежному лесорастительному округу Зауральской предгорно-равнинной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области.

Разнообразие форм рельефа и почвенных разностей предопределило наличие в лесном фонде УУОЛ насаждений семи групп типов леса согласно действующей классификации [20] (табл. 1).

Данные табл. 1 наглядно свидетельствуют, что в условиях УУОЛ наиболее представлены насаждения 3-й, ягодниковой, группы типов леса (47,8%), среди которых преобладает сосняк ягодниковый. Насаждения липняково-разнотравной группы типов леса занимают 28,1% покрытых лесом земель и представлены преимущественно сосняками разнотравным и ягодниково-липняковым.

Насаждения сфагновой группы занимают 15,8% лесных земель. Доля остальных групп типов леса составляет 7% лесопокрытой площади.

Характеризуя представленность коренных типов леса в условиях УУОЛ, следует отметить, что на подавляющей части территории лесхоза коренными являются хвойные насаждения (97,5% покрытых лесом земель). Только на 2,5% площадей коренными являются лиственные насаждения, представленные березняком осоково-сфагновым и сероольшаником высокотравным, характеризующиеся устойчивым избыточным увлажнением.

В связи с этим на основании распределения имеющихся в настоящее время насаждений можно судить об интенсивности смены пород, происходящей в лесном фонде лесхоза.

Цифровой материал табл. 1 подтверждает практическое отсутствие в условиях 1-й и 2-й групп типов леса смены хвойных насаждений на произ-

водные мягколиственные. Это обусловлено, скорее всего, низкой трофностью почв и неустойчивым увлажнением. В условиях ягодниковой группы типов леса вследствие усиления конкуренции, особенно после сплошных рубок, со стороны мягколиственных пород на 15,9% площади вырубок сформировались производные березняки. В 4-й группе

типов леса процессы взаимовлияния древесных пород более многовариантны. Наиболее интенсивно смена хвойных на производные березняки происходит в условиях 5-й ГТЛ, где мягколиственные насаждения произрастают на 66,7% площади. С переходом к 6-й и 7-й ГТЛ конкуренция со стороны мягколиственных пород

Таблица 1

Распределение насаждений УУОЛ по хозяйственным группам типов леса, типам леса и формациям

ГТЛ	Тип леса	Хвойные		Мягколиственные		Итого	
		га	%	га	%	га	%
1	СЛБР	149,0	99,4	0,9	0,6	149,9	0,6
2	СБР	325,2	96,8	10,9	3,2	336,1	1,4
3	ЕСЗЯГ	265,5	96,3	10,2	3,7	275,7	1,1
	СОРЛ	4,0	14,9	22,9	85,1	26,9	0,1
	СЯГ	9679,0	83,9	1853,8	16,1	11532,8	46,6
	Итого	9948,5	84,1	1886,9	15,9	11835,4	47,8
4	ЕСТР	812,5	63,5	467,3	36,5	1279,7	5,2
	ЕТЗМ	176,1	68,2	82,1	31,8	258,2	1,0
	ЕТЛП	125,5	96,8	4,2	3,2	129,7	0,5
	СРТР	727,9	31,7	1566,6	68,3	2294,5	9,3
	СТЛП	96,0	21,8	343,3	78,2	439,2	1,8
	СЯЛП	1194,2	46,9	1351,7	53,1	2545,8	10,3
	Итого	3132,1	45,1	3815,1	54,9	6947,1	28,1
5	СЕВТР	411,7	33,3	826,5	66,7	1238,2	5,0
6	ЕКХМШ	5,8	100,0	0,0	0,0	5,8	0,0
	ЕМШ	205,2	66,7	102,6	33,3	307,8	1,2
	Итого	211,0	67,3	102,6	32,7	313,6	1,3
7	БОСФ	0,0	0,0	542,3	100,0	542,3	2,2
	ОЛВТР	0,0	0,0	66,5	100,0	66,5	0,3
	СЕОСФ	1764,4	84,3	328,2	15,7	2092,5	8,5
	СКСФ	998,6	99,5	5,5	0,5	1004,1	4,1
	ССФХ	192,4	89,8	21,8	10,2	214,2	0,9
	Итого	2955,3	75,4	964,2	24,6	3919,6	15,8
Всего		17132,9	69,3	7607,0	30,7	24739,9	100,0

Примечание. ГТЛ – хозяйственные группы типов леса: 1 – нагорные и лишайниковые; 2 – брусничные; 3 – ягодниковые; 4 – липняковые, разнотравные, кисличные; 5 – крупнотравно-приручевые, долгомошные; 6 – мшисто-хвощовые; 7 – сфагновые, травяно-болотные.

несколько ослабевает, на что указывает уменьшение доли производных березняков до 33,7% в мшисто-хвощовой и до 22,0% в сфагновой группах типов леса.

Оценивая представленность хозяйств в целом по лесхозу, следует отметить, что на 69,3% лесных земель произрастают хвойные. Среди мягколиственных, занимающих 30,7% лесных

земель, на долю березняков приходится 99% покрытой лесом площади. При этом березняки присутствуют во всех представленных в лесхозе группах типов леса.

Возможность проведения рубок регламентируется действующими нормативными документами. Статьей 105 Лесного кодекса РФ [21] на особозащитных участках лесов (ОЗУЛ) разрешены ис-

ключительно санитарные рубки. Возможность проведения рубок спелых, перестойных насаждений и рубок ухода в насаждениях других категорий защитности определяется возрастом древостоя и его лесоводственно-таксационными характеристиками. Распределение насаждений УУОЛ по группам возраста и принадлежности к ОЗУЛ приведено в табл. 2.

Таблица 2

Распределение насаждений УУОЛ по группам возраста и принадлежности к ОЗУЛ

Группа возраста/ ОЗУЛ	Площадь насаждений по ГТЛ, га							Итого	
	1	2	3	4	5	6	7	га	%
Молодняки и средневозрастные	52	231	5118	2306	251	31	1069	9058	36,6
Приспевающие	21	31	1548	651	35	9	154	2448	9,9
Спелые и перестойные	58	64	4439	3379	550	218	2205	10913	44,1
ОЗУЛ	19	10	735	629	402	56	491	2343	9,5
Всего	150	336	11841	6964	1238	314	3920	24762	100,0

Приведенные данные свидетельствуют о том, что 9,5% покрытых лесом земель отнесены к ОЗУЛ и исключены из активного лесопользования. Здесь невозможно формирование насаждений целевого породного состава и структуры, так как разрешены только санитарные рубки. На 44,1% площади лесного фонда возможно проведение рубок спелых и перестойных насаждений (РСПН). Правила заготовки древесины [22] для защитных лесов, за исключением предельной площади лесосек, не учитывают региональные особенности про-

ведения выборочных по форме рубок. Поэтому создание комплекса опытных рубок с целью установления оптимальных параметров РСПН в зависимости от лесоводственно-таксационных характеристик насаждений является актуальным.

За основу необходимо принять принадлежность насаждения к хозяйственной ГТЛ. Внутри нее древостой целесообразно разделить на чистые (участие преобладающей породы 8 и более единиц) и смешанные (участие преобладающей породы 5–7 единиц формулы состава)

с подразделением на светлохвойное (СвХв), темнохвойное (ТХв) и мягколиственное (М-л) хозяйства. Распределение спелых и перестойных насаждений по хозяйственным группам типов леса и смешению древостоев приведено в табл. 3.

Учитывая тот факт, что в условиях мшисто-хвощовой и сфагновой ГТЛ насаждения произрастают на устойчиво переувлажненных почвах, они характеризуются малой ветроустойчивостью. Поскольку указанные насаждения выполняют водоохранные функции, а рубки

Таблица 3

Распределение спелых и перестойных насаждений УУОЛ
по хозяйственным группам типов леса и смешению древостоев

Состав древостоя	Площадь насаждений по ГТЛ, га							Итого	
	1	2	3	4	5	6	7	га	%
Хвойное хозяйство									
СвХв чист.	53	63	3132	486	4		927	4666	42,8
Смеш. СвХв-М-л	5		415	575	9		298	1302	11,9
Смеш. СвХв-ТХв			6	26	32	2	34	100	0,9
Смеш. ТХв-М-л			11	215	95	126	320	767	7,0
Смеш. Хв-М-л				21	2	4	25	51	0,5
ТХв чист.			1	5	50	24	56	135	1,2
Мяголиственное хозяйство									
М-л чист.			646	1628	263	35	454	3025	27,7
Смеш. М-л-СвХв		1	220	288	14		50	574	5,3
Смеш. М-л-ТХв				8	30	15	7	60	0,6
Смеш. М-л-Хв			7	127	51	13	34	232	2,1
Всего	58	64	4439	3379	550	218	2205	10913	100,0

спелых и перестойных насаждений в них практически невозможны, следует регулярно проводить выборочные санитарные рубки в зимний период при промерзшем грунте.

Распределение спелых и перестойных насаждений по хозяйственным ГТЛ, смешению древостоев и группам полнот приведено в табл. 4.

Анализируя материалы табл. 4, следует отметить, что на 776 га площади полнота древостоя не превышает 0,5, поэтому здесь возможно создание опытных объектов по изучению чересполосных постепенных рубок.

В насаждениях с полнотой 0,6–0,7 в зависимости от принадлежности к конкретной ГТЛ, состава древостоя, наличия подроста предварительной генерации и успешности сопутствующего возобновления возможно создание опытных объектов по изучению 2-приемных равномерно-постепенных и чересполосных постепенных рубок с проведением различных мероприятий по лесовосстановлению.

В насаждениях с полнотой 0,8–1,0 дополнительно появляется возможность изучения лесоводственной эффективности проведения 3-приемных равномерно-постепенных рубок.

Выводы

1. В лесном фонде УУОЛ представлены насаждения семи групп типов леса.

2. В составе насаждений доминируют сосняки. Доля мягколиственных древостоев не превышает 30,7%, из которых на долю березняков приходится 99%.

3. На 9,5% площади лесного фонда УУОЛ находятся ОЗУЛ, где Лесным кодексом разрешаются только санитарные рубки.

4. Распределение насаждений по хозяйствам, группам типов леса, полнотам, группам спелости и составу позволило в сочетании с лесоводственными требованиями к проведению рубок спелых и перестойных насаждений предложить критерии опытно-производственных рубок.

Таблица 4

Распределение спелых и перестойных насаждений УУОЛ по полнотам

Состав древостоя	Площадь насаждений по ГТЛ, га					Итого	
	1	2	3	4	5	га	%
Полнота 0,3–0,5							
Хвойное хозяйство							
СвХв чист.	18	20	280	65		383	4,5
Смеш. СвХв-М-л			56	89	3	147	1,7
Смеш. СвХв-ТХв				3		3	0,0
Смеш. ТХв-М-л				33	29	61	0,7
Смеш. Хв-М-л					10	10	0,1
Мяголиственное хозяйство							
М-л чист.			20	96	27	143	1,7
Смеш. М-л-СвХв			3	14		17	0,2
Смеш. М-л-ТХв					3	3	0,0
Смеш. М-л-Хв				6	2	8	0,1
Итого	18	20	359	305	74	776	9,1
Полнота 0,6–0,7							
Хвойное хозяйство							
СвХв чист.	30	38	2127	359	4	2558	30,1
Смеш. СвХв-М-л	5		297	404	6	712	8,4
Смеш. СвХв-ТХв			6	23	23	52	0,6
Смеш. ТХв-М-л			9	156	51	216	2,5
Смеш. Хв-М-л				21	2	23	0,3
СвХв чист.				5	23	28	0,3
Мяголиственное хозяйство							
М-л чист.			151	608	118	876	10,3
Смеш. М-л-СвХв		1	72	145	14	233	2,7
Смеш. М-л-ТХв				4	9	13	0,2
Смеш. М-л-Хв			5	75	18	98	1,1
Итого	35	38	2667	1799	268	4808	56,6
Полнота 0,8–1,0							
Хвойное хозяйство							
СвХв чист.	6	5	725	62		798	9,4
Смеш. СвХв-М-л			63	82		145	1,7
Смеш. СвХв-ТХв					9	9	0,1
Смеш. ТХв-М-л			2	27	15	44	0,5
Смеш. Хв-М-л						0	0,0
СвХв чист.			1		16	17	0,2
Мяголиственное хозяйство							
М-л чист.			475	924	118	1516	17,9
Смеш. М-л-СвХв			145	129		274	3,2
Смеш. М-л-ТХв				4	18	22	0,3
Смеш. М-л-Хв			2	46	31	80	0,9
Итого	6	5	1413	1275	208	2906	34,2
Всего	58	64	4439	3379	550	8489	100,0

Библиографический список

1. Залесов С. В. Научное обоснование системы лесоводственных мероприятий по повышению продуктивности сосновых лесов Урала: дис. ... д-ра с.-х. наук / Залесов Сергей Вениаминович. Екатеринбург, 2000. 435 с.
2. Ценопопуляции лесных и луговых видов растений в антропогенно нарушенных ассоциациях Нижегородского Поволжья и Поветлужья / С. В. Залесов, Е. В. Невидомова, А. М. Невидомов, Н. В. Соболев. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. 204 с.
3. Залесов С. В., Луганский Н. А. Повышение продуктивности сосновых лесов Урала. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 331 с.
4. Луганский Н. А., Залесов С. В., Азаренок В. А. Лесоводство: учебник. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. 320 с.
5. Луганский Н. А., Залесов С. В., Луганский В. Н. Лесоведение. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 432 с.
6. Азаренок В. А., Залесов С. В. Экологизированные рубки леса: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 97 с.
7. Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на Урале / В. Н. Данилик, Р. П. Исаева, Г. Г. Терехов, И. А. Фрейберг, С. В. Залесов, В. Н. Луганский, Н. А. Луганский. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад. 2001. 117 с.
8. Казанцев С. Г., Залесов С. В., Залесов А. С. Оптимизация лесопользования в производных березняках Среднего Урала. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. 156 с.
9. Залесов С. В., Магасумова А. Г., Залесова Е. С. Оптимизация рубок ухода в сосняках Среднего Урала // Лесн. вестник. Вестник Моск. гос. ун-та. 2007. № 8 (57). С. 18–21.
10. Оплетаев А. С., Залесов С. В. Рост и продуктивность лиственничников после рубок перестройки в березняках Южного Урала // Аграрн. вестник Урала. 2012. № 4. С. 27–28.
11. Рубки ухода в кедровых лесах с применением селекционного метода / Н. А. Луганский, Л. П. Абрамова, С. В. Залесов, А. Н. Павлов // ИВУЗ. Лесн. жур. 2008. № 4. С. 7–12.
12. Герц Э. Ф., Залесов С. В. Повышение лесоводственной эффективности несплошных рубок путем оптимизации валки назначенных в рубку деревьев // Лесн. хоз-во. 2003. № 5. С. 18–20.
13. Сортиментная технология лесосечных работ при равномерно-постепенных рубках / В. А. Азаренок, Э. Ф. Герц, С. В. Залесов, Н. А. Луганский // Аграрн. вестник Урала. 2012. № 8 (199). С. 51–55.
14. Азаренок В. А., Безгина Ю. Н., Залесов С. В. Эффективность равномерно-постепенных рубок спелых и перестойных насаждений // Аграрн. вестник Урала. 2012. № 8 (100). С. 58–61.
15. Последствия применения сортиментной технологии при рубках спелых и перестойных насаждений / С. В. Залесов, А. Г. Магасумова, Ф. Т. Тимербулатов, Е. С. Залесова, С. Н. Гаврилов // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 3 (109). С. 44–46.
16. Рубки ухода в производных мягколиственных молодняках как способ формирования сосняков на Южном Урале / С. В. Залесов, Н. А. Луганский, В. А. Бережнов, Е. С. Залесова // Вестник Башкир. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 4 (28). С. 118–121.
17. Ландшафтные рубки / Н. А. Луганский, Л. И. Аткина, Е. С. Гневнов, С. В. Залесов, В. Н. Луганский // Лесн. хоз-во. 2007. № 6. С. 20–22.
18. Лесоводственные аспекты технологии лесосечных работ на Урале / В. А. Азаренок, Э. Ф. Герц, С. В. Залесов, А. В. Мехренцев // Лесн. пром-сть. 2002. № 2. С. 21–24.

19. Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.
20. Рекомендации по сортиментной заготовке древесины многооперационными машинами на территории Свердловской области / В. А. Азаренок, С. В. Залесов, Э. Ф. Герц, Г. А. Годовалов, Н. А. Луганский, А. Г. Магасумова, Е. С. Залесова, Е. П. Платонов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 67 с.
21. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ (в ред. от 13.07.2015 № 233-ФЗ). URL: <http://www.consultant.ru>
22. Об утверждении правил заготовки древесины: приказ Федер. агентства лесн. хоз-ва от 01.08.2011 г. № 337. URL: <http://www.lessovet.ru>

Bibliography

1. Zalesov S. V. Scientific substantiation of the system of silvicultural measures to increase the productivity of pine forests of the Urals: Dis. ... Dr. of agricultural Sciences. Yekaterinburg, 2000. 435 p.
 2. TSE-dopopulate forest and meadow species of plants in anthropogenically disturbed the Association of the Nizhny Novgorod Volga region and Povolzh'ye / S. V. Zalesov, E. V. Nevidimov, A. M. Nevidimov, N. V. Sobolev. Yekaterinburg: Ural. state leatehr. University, 2013. 204 p.
 3. Zalesov S. V., Lugansky N. A. Increasing the productivity of pine forests of the Urals. Yekaterinburg: Ural. state leatehr. Univ., 2002. 331 p.
 4. Lugansky N. A., Zalesov S. V., Azarenok V. A. Forestry: Textbook. Yekaterinburg: Ural. state leatehr. Acad., 2001. 320 p.
 5. Lugansky N. A., Zalesov S. V., Lugansky V. N. Forestry. Yekaterinburg: Ural. state leatehr. Univ., 2010. 432 p.
 6. Azarenok V. A., Zalesov S. V. Ecologized logging: proc. Allowance. Yekaterinburg: Ural. state leatehr. University, 2015. 97 p.
 7. Recommendations for reforestation and afforestation in the Urals / V. N. Danilin, R. P. Isayeva, G. G. Terkhov, I. A. Freiberg, S. V. Zalesov, V. N. Lugansky, N. A. Lugansky. Yekaterinburg: Ural. state leatehr. Acad., 2001. 117 p.
 8. Kazantsev S. G., Zalesov S. V., Zalesov A. S. Optimization of forest management in derivative birch forests of the Middle Urals. Yekaterinburg: Ural. state leatehr. Univ., 2006. 156 p.
 9. Zalesov S. V., Magasumova A. G., Zalesova E. S. Optimization of thinning in SOS nacha of the Middle Urals // Forest Bulletin – Bulletin of Moscow state University. 2007. No. 8 (57). P. 18–21.
 10. Opletaev A. S., Zalesov S. V. Growth and productivity of larch forests after felling reformation in birch forests of the southern Urals // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. No. 4. P. 27–28.
 11. Thinning in pine forests with the use of selection method / N. A. Lugansky, L. P. Abramova, S. V. Zalesov, A. N. Pavlov // IVUZ. Forestry journal. 2008. No. 4. P. 7–12.
 12. Hertz E. F., Zalesov S. V. Improving the efficiency of silvicultural non-clear-cutting through the optimization of the rolls assigned to the felling of trees // Forestry. 2003. No. 5. P. 18–20.
 13. Assortment technology of logging operations at evenly-gradual cuttings / V. A. Azarenok, E. F. Hertz, S. V. Zalesov, N. A. Lugansky // Agrarian Bulletin of Urals. 2012. No. 8 (199). P. 51–55.
 14. Azarenok V. A., Bezgina Y. N., Zalesov S. V. Efficiency of evenly-gradual felling of ripe and overripe plantations // Agrarian Bulletin of Urals. 2012. No. 8 (100). P. 58–61.
-

15. Effects of the use of assortment technology of logging of Mature and over-worthy spaces / S. V. Zalesov, A. G. Magasumova, F. T. Timerbulatov, E. S. Zalesova, S. N. Gavrilov // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. No. 3 (109). P. 44–46.
 16. Thinning in young softwood derivatives as a way of formation of pine forests in the southern Urals / S. V. Zalesov, N. A. Lugansky, V. A. Berezhnov, E. S. Zalesova // Bulletin Bashkir state agrarian University. 2013. No. 4 (28). P. 118–121.
 17. Landscape logging / N. A. Lugansky, L. I. Atkina, E. S. Gnevnov, S. V. Zalesov, V. N. Lugansky // Forestry. 2007. No. 6. P. 20–22.
 18. Silvicultural aspects of the technology of logging operations in the Urals / V. A. Azarenok, E. F. Hertz, S. V. Zalesov, A. V. Mehrentsev // Forest industry. 2002. No. 2. P. 21–24.
 19. Kolesnikov B. P., Zubareva R. S., Smolonogov E. P. Forest conditions and forest types in Sverdlovsk region. Sverdlovsk: UNTS an SSSR, 1973. 176 p.
 20. Recommendations for assortment logging multioperational machines on the territory of Sverdlovsk region / V. A. Azarenok, S. V. Zalesov, E. F. Hertz, G. A. Godovalov, N. A. Lugansy, A. G. Magasumova, E. S. Zalesova, E. P. Platonov. Yekaterinburg: Ural. state leatehr. Univ., 2010. 67 p.
 21. The forest code of the Russian Federation of 04.12.2006 № 200-FZ (as amended on 13.07.2015 No. 233-FZ). URL: <http://www.consultant.ru>
 22. About approval of rules of timber harvesting: The order of the Federal forestry Agency dated 01.08.2011 No. 337. URL: <http://www.lessovet.ru>
-

УДК 634.0.43

**ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
НА САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА УЧАСТКАХ,
ПРОЙДЕННЫХ НИЗОВЫМ ПОЖАРОМ
(В УСЛОВИЯХ НОЯБРЬСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЯНАО)**

А. С. ПОПОВ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
тел. (343) 254-63-35, e-mail: sergeich66@yandex.ru*

Г. В. АНЧУГОВА – старший преподаватель, тел. (343) 261-52-48,
e-mail: anchugova_galina@mail.ru*

Н. В. ЛУГАНСКИЙ – студент,
тел. (343) 262-97-96, e-mail: lug32@yandex.ru*

О. В. ВАКУЛЕНКО – аспирант,
тел. (34922) 3-85-33, e-mail: ovvakulenko@dpr.yanao.ru*

В. В. МАТЮШКИН – начальник отдела использования и воспроизводства лесов
управления лесных отношений Департамента природно-ресурсного регулирования,
лесных отношений и развития нефтегазового комплекса ЯНАО,
629008, ЯНАО, Салехард, ул. Матросова, 29,
тел. (34922) 4-51-79, e-mail: mvvyanao@mail.ru

С. В. ЗАЛЕСОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
проректор по научной работе,
тел. (343) 254-63-24, e-mail: prec-nir@usfeu.ru*

В. Н. ЛУГАНСКИЙ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
тел. (343) 262-97-96, e-mail: lug32@yandex.ru*

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

Ключевые слова: лесоводственно-таксационные показатели древостоев, средний диаметр древостоя, средняя высота древостоя, средний возраст, относительная полнота древостоя, тип леса, категория санитарного состояния дерева, поколение древостоя, низовой устойчивый лесной пожар, сосна обыкновенная.

Представлена история исследований зависимости устойчивости сосняков к воздействию низовых устойчивых лесных пожаров от условий местопроизрастания и таксационных показателей насаждения, выполненных ранее на территориях многолесных районов европейской части страны, Среднего и Южного Урала, юга Сибири. Описана методика, позволившая изучить влияние основных лесоводственно-таксационных показателей на санитарное состояние деревьев сосны обыкновенной на участках, пройденных низовым пожаром в условиях Ноябрьского лесничества ЯНАО. Приводятся данные, подтверждающие наличие в условиях Ноябрьского лесничества ЯНАО достоверной сильной отрицательной корреляции между величиной категории санитарного состояния и диаметром дерева (чем больше диаметр дерева сосны, тем ниже величина класса санитарного состояния, а значит, лучше состояние дерева). Получены данные о том, что средние величины категорий санитарного состояния деревьев в сосняке кустарничково-лишайниковом выше аналогичных показателей в сосняке зеленомошном, а значит, устойчивость деревьев сосны к огневому воздействию в сосняке кустарничково-лишайниковом ниже, чем в сосняке зеленомошном. Также установлено наличие средней недостоверной отрицательной

корреляции между показателями возраста поколения древостоя и его санитарным состоянием (чем больше возраст поколения древостоя, тем меньше величина класса его санитарного состояния, тем лучше его санитарное состояние). Представлены данные, указывающие на отсутствие взаимосвязи между величиной категории санитарного состояния и относительной полнотой древостоев.

**THE INFLUENCE OF BASIC SILVICULTURAL AND TAXATION CHARACTERISTICS
ON THE SANITARY CONDITION OF PINE TREES WHICH WERE UNDER
THE STABLE GROUND FIRE IMPACT
(IN THE CONDITIONS OF NOYABRSK FORESTRY YANAO)**

A. S. POPOV – candidate of agricultural sciences, associate professor,
tel. (343) 254-63-35, e-mail: sergeich66@yandex.ru*

G. V. ANCHUGOVA – senior teacher, tel. (343) 261-52-48,
e-mail: anchugova_galina@mail.ru*

N. V. LUGANSKY – student,
tel. (343) 262-97-96, e-mail: lug32@yandex.ru*

O. V. VAKULENKO – graduate student,
tel. (34922) 3-85-33, e-mail: ovvakulenko@dpr.yanao.ru*

V. V. MATYUSHKIN – chief of forest using and reforestation
in the Department of natural resource regulation, forestry
and development of oil-gas complex in YANAO region,
629008, YANAO, Salekhard, Matrosov street, 29,
tel. (34922) 4-51-79, e-mail: mvvyanao@mail.ru

S. V. ZALESOV – doctor of agricultural sciences, vice rector for scientific activity,
tel. (343) 254-63-24, e-mail: prec-nir@usfeu.ru*

V. N. LUGANSKY – candidate of agricultural sciences, associate professor,
tel. (343) 262-97-96, e-mail: lug32@yandex.ru*

* Ural State Forest Engineering University, 620100, Yekaterinburg, Sibirsky trakt, 37

Keywords: *silvicultural and taxation characteristics of forest stands, mean diameter of forest stand, mean height of forest stand, mean age of forest stand relative density of forest stand, forest type, tree sanitary condition category, forest stand generation, stable ground fire, Pinus sylvestris.*

History of researches related to correlation among the resistance of pine stands to stable ground fires influence, habitat features and taxation characteristics of forest stands is presented in this article. The described researches were made earlier on the territories of rich forest regions in European part of the Russian Federation, in the Middle and South Ural and in the southern part of Siberia. This article contains the method which can be used for study of the influence of basic silvicultural and taxation characteristics on the sanitary condition of trees which were under the stable ground fire impact in the conditions of Noyabrsk forestry of Yamalo-Nenets Autonomous District. The article presents data about the presence of the strong reliable negative correlation between the sanitary condition index and mean diameter value (the larger mean diameter value of pine tree the less its sanitary condition index, this indicates the improvement of its sanitary condition). There is a data about the mean values of sanitary condition index in pine forest of subshrub-lichen type are greater than this one in pine forest of moss type, this means that pine tree resistance to stable ground fire impact in pine forest of subshrub-lichen type is less than in pine forest of moss type. There is a moderate doubtful negative

correlation between mean age value of stand generation and its sanitary condition index (the larger mean age value of pine stand generation the less its sanitary condition index, this indicates the improvement of its sanitary condition). Also article contains the data about the absence of correlation between the sanitary condition index and relative value of stand density.

Введение

Лесной пожар – это фактор, оказывающий существенное влияние на состояние лесных экосистем, особенно таких, которые формируются в условиях северной подзоны тайги ЯНАО. Поскольку северные таежные системы характеризуются повышенной хрупкостью, то даже незначительное негативное воздействие может вывести их из равновесного состояния и стать причиной гибели.

В последнее время на Ямале все чаще фиксируются годы с теплыми и даже жаркими летними сезонами. В период с 2011 по 2016 гг. жаркие летние сезоны были отмечены в 2012, 2013 и 2016 гг. В эти годы зафиксировано большое число лесных пожаров.

Очевидно, что величина вероятности возникновения лесного пожара зависит от многих факторов, из числа которых наряду с влиянием погодных условий можно выделить населенность района, развитость дорожно-транспортной сети, подготовленность специалистов на местах к наступлению пожароопасного сезона. Наибольшее число лесных пожаров на территории ЯНАО фиксируется в наиболее густонаселенном районе округа – Пуровском, на территории которого располагаются земли двух лесничеств – Тарко-Салинского и Ноябрьского.

Преобладающей породой на территории этих лесничеств является сосна [1]. Данных о пожароустойчивости сосны достаточно много. С. В. Залесов в своей работе [2] отмечал, что «сосновые насаждения отличаются повышенной горимостью по сравнению с насаждениями других формаций, произрастающих в аналогичных условиях. Однако, несмотря на высокую горимость, сосновые насаждения в результате пожаров редко гибнут полностью. Благодаря толстой коре, высоко поднятой кроне и стержневой корневой системе сосна является более огнестойкой породой, чем пихта, ель и кедр».

В целом ряде работ отмечается взаимосвязь, выявленная между устойчивостью сосновых древостоев против огня и их лесоводственно-таксационными характеристиками. Например, В. В. Фуряев в работах [3, 4] указывал на то, что «уже в 30-летнем возрасте сопротивляемость сосны огневому воздействию низовых пожаров становится заметной». Значительную устойчивость против огня в 50-летнем возрасте отмечал в своей работе И. С. Мелехов [5], констатируя, что «спустя 3 года после пожара больше половины общего количества деревьев, произрастающих на пройденной пожаром площади, сохранили жизнеспособность».

Анализ отпада деревьев сосны после низовых пожаров, выполненный С. В. Залесовым в сосняках Уральского региона [2], подтвердил, что «устойчивость против огня с увеличением возраста повышается, достигая максимума в спелых древостоях».

Помимо возраста, на устойчивость против огня оказывают влияние условия местопроизрастания. По мнению С. В. Залесова [2], «древостои, произрастающие на мелких и переувлажненных почвах и формирующие в результате этого поверхностную корневую систему, в большей степени страдают от пожаров, чем древостои того же состава и возраста, имеющие глубокую корневую систему».

П. А. Феклистов отмечал [6], что «снижение полноты древостоя сопровождается увеличением массы травянистой растительности, замедлением процесса очищения ствола от сучьев, способствует ускорению высыхания напочвенных горючих материалов и усилению ветра. Вышеуказанные причины обуславливают снижение послепожарного отпада с увеличением полноты древостоя».

По данным Г. И. Гирс [7], «немаловажное значение для послепожарной устойчивости имеют диаметр и высота деревьев. Отставшие в росте тонкомерные деревья имеют более тонкую кору, а следовательно, меньшую

защиту флоэмных тканей и камбиального слоя от перегрева. Снижение высоты деревьев обычно сопровождается снижением абсолютной высоты поднятия кроны над поверхностью почвы. Таким образом, при пожарах одинаковой интенсивности степень повреждения ассимиляционного аппарата и величина отпада по мере снижения высоты древесного полога увеличиваются».

Кроме того, исследования природы лесных пожаров и их последствий в сосновых лесах Приангарья позволили В. В. Фуряеву выделить шесть основных классификационных признаков, необходимых для оценки пожароустойчивости насаждений: запас горючих материалов, средний диаметр древостоя, доля лиственных пород, густота подроста, расстояние между подростом и пологом крон, доля лиственных пород в подросте и подлеске [8].

Однако все перечисленные выше исследования проводились в многолесных районах европейской части страны, Среднего и Южного Урала, юга Сибири. Исследования взаимосвязи между устойчивостью деревьев сосны к огневому воздействию и лесоводственно-таксационными характеристиками древостоев на территории ЯНАО прежде не проводились.

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Целью исследования являлась оценка степени влияния основных лесоводственно-таксационных показателей на санитарное состояние деревьев сосны обыкновенной на участках, пройденных низовым пожаром в условиях Ноябрьского лесничества ЯНАО.

Для достижения цели ставили и последовательно решали следующие задачи.

1. Изучали таксационные описания лесных насаждений и данные журнала учета лесных пожаров Ноябрьского лесничества, в камеральных условиях составляли список участков, подходящих для закладки пробных площадей.

2. Проводили натурное обследование подобранных участков, закладывали пробные площади (ПП), проводили на них подреверный пересчет, глазомерную оценку санитарного состояния деревьев, а также определение средних высот поколений древостоя.

3. Проводили обработку полевых данных в камеральных условиях.

Закладка пробных площадей проводилась на территории Вынгапуровского участкового лесничества на значительном по площади горельнике, образовавшемся в 2013 г. в результате большого пожара. По данным, приведенным в журнале регистрации, лесной пожар был зафиксирован в июле 2013 г. (на момент проведения исследования прошло 3 года после пожара), он характеризовался как низовой, устойчивый, средней интенсивности. Местоположение района проведения исследования представлено на рисунке.

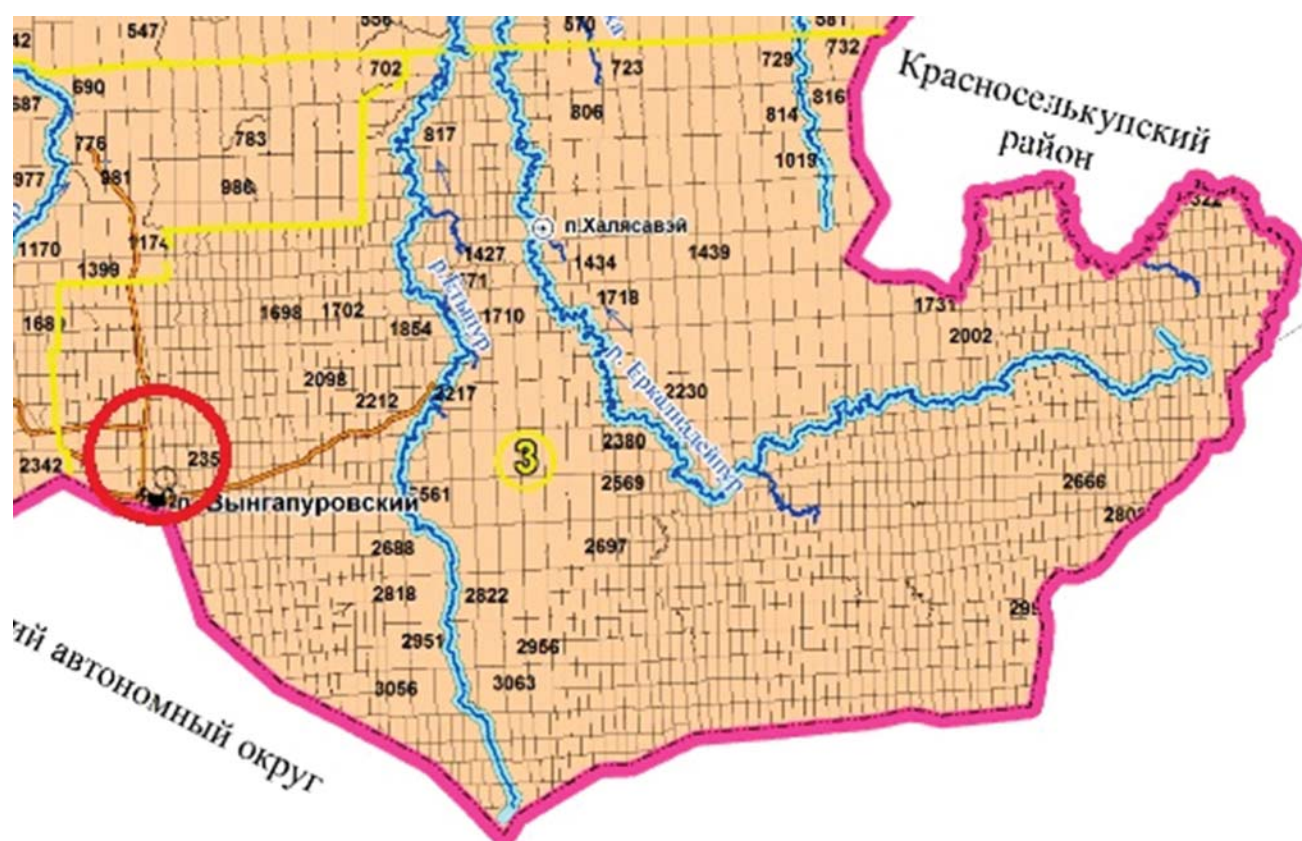
Было заложено в общей сложности 8 пробных площадей. Закладка производилась в спелых сосняках кустарничково-лишайниковых (С клш.) и зеленомошного (С змш.) типов леса, по 4 ПП в каждом типе леса, при этом на каждой ПП древостой были представлены двумя поколениями деревьев. Пробные площади закладывались на участках, подвергшихся огневому воздействию примерно одинаковой интенсивности, которую оценивали по высоте нагара на стволах. Принципы отбора участков лесного фонда, подходящих для закладки ПП, представлены в табл. 1.

На каждой пробной площади производили обмеры диаметров и высот 100 деревьев сосны, одновременно глазомерно определяли высоту нагара на стволах и категорию санитарного состояния деревьев согласно требованиям шкалы, описанной в прил. 1 к действующей редакции «Правил санитарной безопасности в лесах РФ» [9]. Данные о возрасте, полноте и типах лесорастительных условий брали из лесоводственно-таксационных описаний.

В камеральных условиях проводили обработку собранных данных, определяли средние показатели по поколениям в рамках ПП и сводили в таблицу. Затем с помощью программы Statistica 6.0 проводили парный корреляционный анализ в парах «класс санитарного состояния – диаметр», «класс санитарного состояния – высота», «класс санитарного состояния – возраст», «класс санитарного состояния – относительная полнота», «класс санитарного состояния – тип лесорастительных условий».

В камеральных условиях проводили обработку собранных данных, определяли средние показатели по поколениям в рамках ПП и сводили в таблицу. Затем с помощью программы Statistica 6.0 проводили парный корреляционный анализ в парах «класс санитарного состояния – диаметр», «класс санитарного состояния – высота», «класс санитарного состояния – возраст», «класс санитарного состояния – относительная полнота», «класс санитарного состояния – тип лесорастительных условий».

В камеральных условиях проводили обработку собранных данных, определяли средние показатели по поколениям в рамках ПП и сводили в таблицу. Затем с помощью программы Statistica 6.0 проводили парный корреляционный анализ в парах «класс санитарного состояния – диаметр», «класс санитарного состояния – высота», «класс санитарного состояния – возраст», «класс санитарного состояния – относительная полнота», «класс санитарного состояния – тип лесорастительных условий».



Местоположение района исследования на территории Вынгапуровского участкового лесничества (граница выделена красным цветом)

Таблица 1

Принципы отбора участков лесного фонда, подходящих для закладки ПП

Количество пробных площадей, заложенных в двух типах леса с двумя градациями полноты			
4 ПП в сосняке кустарничково-лишайниковом		4 ПП в сосняке зеленомошном	
2 ПП на участках с относительной полнотой 0,3–0,4	2 ПП на участках с относительной полнотой 0,5–0,6	2 ПП на участках с относительной полнотой 0,3–0,4	2 ПП на участках с относительной полнотой 0,5–0,6

Результаты исследования и их обсуждение

Усредненные по поколениям значения лесоводственно-таксационных характеристик и категорий санитарного состояния сосновых древостоев, расположенных на заложенных пробных площадях, представлены в табл. 2.

Сразу обращает на себя внимание, что спелые сосняки зеленомошные обладают в условиях Ноябрьского лесничества луч-

шими ростовыми характеристиками по сравнению с сосняками кустарничково-лишайниковыми, имеющими ту же относительную полноту. Так, средний диаметр деревьев первого поколения в сосняке кустарничково-лишайниковом колеблется в диапазоне от 17,2 до 20,4 см, в то время как в сосняке зеленомошном колебание этого показателя наблюдается в промежутке от 20,3 до 22,9 см. Во втором поколении

величины средних диаметров в сосняке кустарничково-лишайниковом лежат в промежутке от 10,9 до 12,4 см, в сосняке зеленомошном – от 12,7 до 14,1 см.

Аналогичным образом средние значения высот деревьев первого поколения в сосняке кустарничково-лишайниковом находятся в пределах от 15,0 до 16,1 м, аналогичные показатели, рассчитанные для сосняка зеленомошного, находятся в промежутке

от 16,5 до 17,1 м. Средние высоты деревьев второго поколения в сосняке кустарничково-лишайниковом находятся в пределах от 8,2 до 8,6 м, а рассчитанные для сосняка зеленомошного – от 9,5 до 10,0 м.

Учитывая то, что пробные площади были заложены на лесных участках, характеризующихся одинаковой относительной полнотой и средним возрастом древостоев, можно предположить, что спелые сосняки зеленомошные в условиях северной подзоны тайги ЯНАО характеризуются большей производительностью, чем сосняки кустарничково-лишайниковые.

Предварительный анализ данных, приведенных в табл. 2,

также позволяет сделать предположение о существовании зависимости между основными ростовыми характеристиками древостоев и их устойчивостью к огневому воздействию. Величина среднего показателя категории санитарного состояния, рассчитанного для деревьев первого поколения сосняка кустарничково-лишайникового, колеблется в интервале от 3,0 до 3,5, в то время как во втором поколении этой же лесной формации она находится в пределах от 4,0 до 4,5 (чем больше величина категории, тем хуже санитарное состояние деревьев на ПП).

Для сосняка зеленомошного отмечена аналогичная тенденция. Величина среднего значения

категории санитарного состояния, рассчитанная для деревьев первого поколения в сосняке зеленомошном, находится в интервале от 2,8 до 3,0, в то время как аналогичный показатель, рассчитанный для деревьев второго поколения сосняка зеленомошного, лежит в пределах от 3,3 до 3,6.

Значения, приведенные в предыдущих двух абзацах, также указывают на то, что спелые низко- и среднеполнотные сосняки кустарничково-лишайникового типа менее пожароустойчивы, чем аналогичные им сосняки зеленомошные.

Для того чтобы выяснить, насколько достоверны выявленные зависимости между величинами категорий санитарного

Таблица 2

Усредненные по поколениям значения лесоводственно-таксационных характеристик и категорий санитарного состояния сосновых древостоев, расположенных на заложенных пробных площадях

№ ПП, состав древостоя на ПП	Поколение	Порода	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Средний возраст, лет	Средняя высота нагара на стволе, м	Средняя категория санитарного состояния	Относительная полнота	Тип леса
1 8С2С	1	С	18,6	15,2	133	0,95	3,5	0,3	Склш.
	2	С	12,4	8,6	53	0,94	4,5		
2 7С3С	1	С	17,2	15,0	156	0,89	3,4	0,4	Склш.
	2	С	11,4	8,5	55	0,92	4,2		
3 7С3С	1	С	20,4	16,1	150	0,88	3,0	0,5	Склш.
	2	С	10,9	8,2	45	0,92	4,3		
4 8С2С	1	С	18,1	15,8	141	0,88	3,4	0,6	Склш.
	2	С	11,9	8,4	59	0,90	4,0		
5 8С2С	1	С	22,5	17,0	164	0,80	2,8	0,3	Сзмш.
	2	С	13,2	10,0	47	0,83	3,6		
6 7С3С	1	С	20,3	16,5	138	0,87	2,8	0,4	Сзмш.
	2	С	14,1	9,8	57	0,85	3,4		
7 8С2С	1	С	21,7	17,1	133	0,80	2,8	0,6	Сзмш.
	2	С	13,2	9,5	56	0,83	3,3		
8 7С3С	1	С	22,9	16,8	140	0,78	3,0	0,5	Сзмш.
	2	С	12,7	10	53	0,82	3,5		

состояния деревьев сосны и их основными ростовыми и возрастными характеристиками, а также для установления взаимосвязи между средними величинами категорий санитарного состояния, относительными полнотами и типами леса был проведен парный корреляционный анализ, результаты которого представлены в табл. 3.

Данные, представленные в табл. 3, свидетельствуют о наличии достоверной сильной отрицательной корреляции между величиной категории санитарного состояния и диаметром дерева, т. е. чем больше диаметр

дерева сосны, тем ниже величина категории санитарного состояния, а значит, лучше состояние дерева.

Такая же тесная обратная связь установлена между величиной среднего значения категории санитарного состояния древостоя и типом леса (при проведении корреляционного анализа индекс «1» был присвоен древостоям сосняка кустарничково-лишайникового, а индекс «2» – сосняка зеленомошного), это указывает на то, что величины категорий санитарного состояния деревьев в сосняке зеленомошном достоверно ниже, чем в сосняке

кустарничково-лишайниковом, а значит, санитарное состояние их лучше.

Отмечается наличие средней недостоверной отрицательной корреляции между показателями высоты деревьев / возраста поколения древостоя и их санитарным состоянием. Чем больше высота деревьев и, соответственно, возраст поколения древостоя, тем меньше величина категории его санитарного состояния, тем лучше его санитарное состояние.

Корреляции между величиной класса санитарного состояния и относительной полнотой древостоя установлено не было.

Таблица 3

Корреляция (ранговый коэффициент Спирмена) между основными лесоводственно-таксационными показателями древостоев и значениями категорий санитарного состояния деревьев сосны (n-выборка)

Показатели, между которыми определяется взаимосвязь	Диаметр дерева на высоте 1,3 м (n = 815)	Высота ствола дерева (n = 815)	Возраст поколения древостоя (n = 16)	Относительная полнота (n = 8)	Тип леса (n = 815)
Категория санитарного состояния	-0,79 (0,017)	-0,53 (0,114)	-0,61 (0,056)	-0,19 (0,555)	-0,75 (0,043)
Примечание. В скобках – достигнутый уровень значимости.					

Выводы

Результатом исследований, проведенных на территории Ноябрьского лесничества ЯНАО, стали следующие выводы.

1. Установлено наличие достоверной сильной отрицательной корреляции между величиной категории санитарного состояния и диаметром дерева, т. е. чем больше диаметр дерева сосны, тем ниже величина класса санитарного состояния, а значит, лучше состояние дерева.

2. Средние величины категорий санитарного состояния деревьев в сосняке кустарничково-лишайниковом выше аналогичных показателей в сосняке зеленомошном, а значит, устойчивость деревьев сосны к огневому воздействию в сосняке кустарничково-лишайниковом ниже, чем в сосняке зеленомошном.

3. Установлено наличие средней недостоверной отрицательной корреляции между показателями

высоты деревьев / возраста поколения древостоя и их санитарным состоянием. Чем больше высота деревьев и, соответственно, возраст поколения древостоя, тем меньше величина класса его санитарного состояния, тем лучше его санитарное состояние.

4. Корреляции между величиной категории санитарного состояния и относительной полнотой древостоев не установлено.

Библиографический список

1. Лесной план Ямало-Ненецкого автономного округа. Салехард, 2015. 352 с.
2. Залесов С. В. Лесная пирология. Екатеринбург, 1998. 295 с.
3. Фуряев В. В. Профилактические палы при формировании пожароустойчивых сосняков // Вопросы лесн. пирологии. Красноярск, 1974. С. 247–262.
4. Фуряев В. В. Принципы и методы повышения пожароустойчивости молодняков // Лесн. хоз-во. 1977. № 9. С. 83–85.
5. Мелехов И. С. Лесная пирология. М., 1983. 72 с.
6. Феклистов П. А. Экологические закономерности роста северотаежных сосняков как теоретическая основа повышения их продуктивности и рационального использования: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Феклистов П. А. Екатеринбург, 1997. 40 с.
7. Гирс Г. И. Физиология ослабленного дерева. Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1982. 256 с.
8. Фуряев В. В. Роль пожаров в процессе лесообразования. Новосибирск: Наука, 1996. 253 с.
9. Об утверждении правил санитарной безопасности в лесах: приказ Мин-ва природ. ресурсов и экологии РФ от 24 декабря 2013 г. № 613. URL: <http://www.garant.ru>

Bibliography

1. The forest plan of the Yamalo-Nenets Autonomous District. Salekhard, 2015. 352 p.
 2. Zalesov S. V. Forest pyrology. Yekaterinburg, 1998. 295 p.
 3. Furyaev V. V. Application of preventive forest fires for the fire resistant pine stands formation // Questions of the forest pyrology. Krasnoyarsk, 1974. P. 247–262.
 4. Furyaev V. V. The principles and methods for the improvement of young stands fire resistance // The forestry. 1977. № 9. P. 83–85.
 5. Melekhov I. S. Forest pyrology. Moscow, 1983. 72 p.
 6. Feklistov P. A. The ecological regularity of pine forests growth in the northern taiga condition as a theoretical basis of the improvement of their efficiency and intelligent use: Abstract of the thesis of the doctoral dissertation. Yekaterinburg, 1997. 40 p.
 7. Girs G. I. The weakened tree physiology. Novosibirsk: Science. Siberian office, 1982. 256 p.
 8. Furyaev V. V. The role of forest fires in the wood formation process. Novosibirsk: Science, 1996. 253 p.
 9. Approving the rules of sanitary safety in forests: order Dept. of Natural Resources and Environment of the Russian Federation from 24.12. 2013 № 613. URL: <http://www.garant.ru>
-

УДК 630.431

РОЛЬ КРУПНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФАКТИЧЕСКОЙ ГОРИМОСТИ ЛЕСОВ

Е. П. ПЛАТОНОВ – аспирант*

А. Ф. ХАБИБУЛЛИН – аспирант*

С. В. ТОРОПОВ – аспирант*

Е. С. ЗАЛЕСОВА – доцент*

Д. А. ШУБИН – аспирант*

* Кафедра лесоводства ФГБОУ ВО
«Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел.: 8 (343) 261-52-88

Ключевые слова: лесной пожар, горимость, крупный пожар, противопожарное устройство, средняя площадь лесного пожара.

Проанализированы показатели фактической горимости лесов на территории субъектов Уральского федерального округа за период с 2010 по 2016 гг. Установлено, что в среднем в округе возникает ежегодно 4390 лесных пожаров, а пройденная огнем площадь составляет 166489 га. Максимальным количеством лесных пожаров характеризуется 2010 г., когда был зафиксирован 9371 лесной пожар (35,6% от всех пожаров за 6 лет наблюдений). Минимальное количество пожаров было в 2015 г. – 1314 шт. Годы с повышенным количеством лесных пожаров, как правило, соответствуют годам с максимальной пройденной ими площадью.

Доля крупных лесных пожаров в их общем количестве по округу не превышает 3%, в то время как пройденная ими площадь составляет 52,2%. При средней площади пожара за анализируемый период в округе 37,9 га средняя площадь крупного пожара составляет 690 га.

В целях минимизации показателей фактической горимости и негативных последствий лесных пожаров необходимо добиться оперативности их обнаружения и ликвидации, не допуская их перехода в крупные. Последнее особенно важно для лесов Свердловской области, где на долю крупных лесных пожаров приходится 83,3% общей пройденной огнем площади.

LARGE SCALE FIRES ROLE IN VIRTUAL BURNING INDEX FORMING

E. P. PLATONOV – graduate student*

A. F. KHABIBULLIN – graduate student*

S. V. TOROPOV – graduate student*

E. S. ZALESOVA – associate Professor of forestry*

D. A. SHUBIN – graduate student*

* FGBOU VO «Ural state forestry engineering University»
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirskiy trakt, 37

Key words: forest fire, burning, large-scale fire, anti-fire arrangement, forest fire mean square.

The paper deals with the virtual burning index forming on the territory of the Ural Federal okrugin subjects for the period of 2010-2016. It has been established that about 4390 fires spring up annually on the territory

and the surface passed by them constitutes 166489 ha. 2010 is characterized by the maximal number when 9371 ones were registered (35,6 % out of the whole 6 years of observation. The minimal ones were registered in 2015 (1314).

The years with heightened forest fires number corresponds as a rule to the maximal surface passed by them.

The share of large – scale forest fires as concerns their whole ones does not exceed 3% but the square passed by them constitutes 52,2 %. When mean passed by the fires constitutes 37,9 ha, the mean square passed by large scale fires constitutes 690 ha.

To minimize virtual burning index and negative after-effects it is necessary to be more operative in their detection and liquidation to prevent their turning into large ones. The latter is especially important for forests of Sverdlovsk region where the share of large scale fires constitutes 83,3% of the whole passed by fires territory.

Введение

Охрана лесов от пожаров является одной из наиболее важных и актуальных задач лесоводства [1–4]. Нередко лесные пожары за считанные часы или дни сводят на нет усилия лесоводов нескольких поколений [5–7]. Не случайно ученые и практики уже многие десятилетия занимаются совершенствованием охраны лесов от пожаров. Последнее, в частности, достигается совершенствованием противопожарного устройства [8, 9], лесопожарного районирования [10, 11], изучением особенностей горимости насаждений различных формаций [12, 13], а также разработкой мероприятий, направленных на повышение пожароустойчивости насаждений [14, 15].

Особое внимание при проведении исследований уделялось совершенствованию способов обнаружения и тушения лесных пожаров [16–19], защите от них населенных пунктов [20, 21], а также оценке последствий лесных пожаров [22–24].

При проектировании и проведении противопожарных мероприятий очень важно иметь объективные данные о доле крупных

лесных пожаров. Под последними понимаются лесные пожары площадью более 25 га в районах наземной и 200 га в районах авиационной охраны лесов [25]. Известно [2, 16], что при относительно небольшом количестве крупных пожаров пройденная ими площадь нередко абсолютно доминирует в общей пройденной огнем площади. Последнее вызывает необходимость внимательного анализа доли крупных лесных пожаров и установления причин, способствующих их формированию.

Результаты и обсуждение

В процессе исследований были проанализированы показатели количества и площади лесных пожаров, зафиксированных на территории УрФО за период с 2010 по 2015 гг. Материалы табл. 1 свидетельствуют, что общее количество лесных пожаров за 6-летний период составило 26340 шт.

Максимальным количеством лесных пожаров характеризовался 2010 г., а минимальное их количество было зафиксировано в 2015 г. В течение всех лет наблюдения лесные пожары происходили во всех субъектах УрФО.

Однако варьирование количества пожаров было очень существенным. Так, если в 2010 г. на территории Ямало-Ненецкого автономного округа было 39 лесных пожаров, то в 2012 г. их количество составляло 643 случая.

Четкой зависимости между количеством лесных пожаров и пройденной ими площадью не установлено. Однако наблюдается тенденция к увеличению пройденной огнем площади в годы с большим количеством пожаров (табл. 2).

Как следует из материалов табл. 1 и 2, по количеству лесных пожаров в УрФО доминируют Челябинская (29,5%) и Свердловская области (20,6%), а по пройденной огнем площади – Свердловская область (30,0%) и ХМАО-Югра (27,2%).

Выполненные исследования показали, что на территории УрФО нередко наблюдаются крупные лесные пожары. За 6-летний период их количество составило 754 случая, или 2,9% от общего количества лесных пожаров за аналогичный период на территории округа (табл. 3).

Материалы табл. 3 свидетельствуют, что максимальным количеством крупных пожаров

характеризуются леса Свердловской (42,1%) и Тюменской (23,0%) областей. Минимальное количество крупных пожаров за анализируемый период произошло в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре. В то же время крупные лесные пожары возникали во всех субъектах УрФО во все годы наблюдений.

Особенно много крупных лесных пожаров было зафиксировано в 2010 г. На этот год приходится 413 крупных пожаров из 754 зафиксированных на территории УрФО за период с 2010 по 2015 гг., или 54,7%.

Особо следует отметить, что при незначительной доле крупных лесных пожаров (2,9%)

пройденная ими площадь составляет 521216,3 га, или 52,2% от общей пройденной огнем площади по УрФО за 6-летний период (табл. 4).

Распределение площади, пройденной крупными лесными пожарами, как по субъектам УрФО, так и по годам существенно не меняется. Однако основная

Таблица 1

Количество лесных пожаров на территории УрФО за период с 2010 по 2015 гг., шт. / %

Область, округ	Годы						Среднее за 6 лет
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Свердловская	<u>2028</u> 21,6	<u>1199</u> 27,9	<u>1093</u> 15,8	<u>421</u> 16,3	<u>480</u> 26,0	<u>200</u> 15,2	<u>904</u> 20,6
Тюменская	<u>1810</u> 19,3	<u>771</u> 18,0	<u>680</u> 9,8	<u>190</u> 7,3	<u>249</u> 13,5	<u>83</u> 6,3	<u>631</u> 14,4
Челябинская	<u>3517</u> 37,6	<u>907</u> 21,1	<u>1961</u> 28,3	<u>417</u> 16,1	<u>436</u> 23,6	<u>523</u> 39,8	<u>1293</u> 29,5
Курганская	<u>1537</u> 16,4	<u>404</u> 9,4	<u>946</u> 13,6	<u>289</u> 11,2	<u>345</u> 18,7	<u>235</u> 17,9	<u>626</u> 14,2
ХМАО-Югра	<u>440</u> 4,7	<u>843</u> 19,7	<u>1604</u> 23,2	<u>635</u> 24,5	<u>217</u> 11,7	<u>217</u> 16,5	<u>659</u> 15,0
ЯНАО	<u>39</u> 0,4	<u>168</u> 3,9	<u>643</u> 9,3	<u>637</u> 24,6	<u>120</u> 6,5	<u>56</u> 4,3	<u>277</u> 6,3
Всего	<u>9371</u> 100	<u>4292</u> 100	<u>6927</u> 100	<u>2589</u> 100	<u>1847</u> 100	<u>1314</u> 100	<u>4390</u> 100

Примечание. ХМАО – Югра – Ханты-Мансийский автономный округ – Югра; ЯНАО – Ямало-Ненецкий автономный округ.

Таблица 2

Пройденная огнем площадь на территории УрФО за период с 2010 по 2015 гг., га / %

Область, округ	Годы						Среднее за 6 лет
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Свердловская	<u>257217</u> 64,6	<u>29355</u> 28,6	<u>6907</u> 2,9	<u>1936,2</u> 0,8	<u>3489,3</u> 24,9	<u>1036,6</u> 8,7	<u>49990</u> 30,0
Тюменская	<u>47234</u> 11,9	<u>8458</u> 8,2	<u>5592</u> 2,3	<u>630,9</u> 0,3	<u>4347</u> 31,1	<u>482</u> 4,0	<u>11123</u> 6,7
Челябинская	<u>13459</u> 3,3	<u>4596</u> 4,5	<u>34138</u> 14,3	<u>2319</u> 1,0	<u>1246</u> 8,9	<u>3494</u> 29,3	<u>9875</u> 5,9
Курганская	<u>26619</u> 6,7	<u>3598</u> 3,5	<u>13344</u> 5,6	<u>434,4</u> 0,2	<u>2250</u> 16,1	<u>4474</u> 37,5	<u>8453</u> 5,1
ХМАО-Югра	<u>53637</u> 13,4	<u>41108</u> 40,1	<u>122586</u> 51,4	<u>51318,7</u> 22,0	<u>1279</u> 9,1	<u>1589</u> 13,3	<u>45253</u> 27,2
ЯНАО	<u>198</u> 0,1	<u>15462</u> 15,1	<u>56026</u> 23,5	<u>176856</u> 75,7	<u>1376</u> 9,9	<u>854</u> 7,2	<u>41795</u> 25,1
Всего	<u>398354</u> 100	<u>102577</u> 100	<u>238593</u> 100	<u>233495,2</u> 100	<u>13987,3</u> 100	<u>11927,6</u> 100	<u>166489</u> 100

площадь крупных лесных пожаров приходится на Свердловскую область (47,9%), а также на Ямало-Ненецкий автономный округ (28,3%). Как положительный момент следует отметить, что в Тюменской области в 2013–2015 гг. крупные лесные пожары не зафиксированы.

Особый интерес представляют данные о соотношении показателей всех лесных пожаров и крупных лесных пожаров. Полученные данные свидетельствуют, что доля крупных лесных пожаров в Свердловской области не достигает 6,0%, в то время как пройденная ими площадь

в этой области составляет 83,3% (табл. 5).

Особого внимания заслуживают показатели средней площади крупных лесных пожаров. Если средняя площадь лесных пожаров по округу составляет 37,9 га, то таковая у крупных пожаров – 689,4 га. В Ямало-Ненецком

Таблица 3

Количество крупных лесных пожаров на территории УрФО
за период с 2010 по 2015 гг., шт. / %

Область, округ	Годы						Среднее за 6 лет
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Свердловская	$\frac{174}{42,1}$	$\frac{125}{81,2}$	$\frac{9}{12,5}$	$\frac{1}{1,3}$	$\frac{9}{69,2}$	$\frac{2}{8,3}$	$\frac{53}{42,1}$
Тюменская	$\frac{162}{39,2}$	$\frac{6}{3,9}$	$\frac{4}{5,6}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{29}{23,0}$
Челябинская	$\frac{19}{4,6}$	$\frac{10}{6,5}$	$\frac{35}{48,6}$	$\frac{3}{3,9}$	$\frac{1}{7,7}$	$\frac{8}{33,3}$	$\frac{13}{10,3}$
Курганская	$\frac{54}{13,1}$	$\frac{3}{1,9}$	$\frac{13}{18,0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{23,1}$	$\frac{13}{54,2}$	$\frac{14}{11,1}$
ХМАО-Югра	$\frac{4}{1,0}$	$\frac{4}{2,6}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{26}{33,3}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{4,2}$	$\frac{6}{4,8}$
ЯНАО	$\frac{0}{0}$	$\frac{6}{3,9}$	$\frac{11}{15,3}$	$\frac{48}{61,5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{11}{8,7}$
Всего	$\frac{413}{100}$	$\frac{154}{100}$	$\frac{72}{100}$	$\frac{78}{100}$	$\frac{13}{100}$	$\frac{24}{100}$	$\frac{126}{100}$

Таблица 4

Площадь, пройденная крупными лесными пожарами на территории УрФО
за период с 2010 по 2015 гг., га / %

Область, округ	Годы						Среднее за 6 лет
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Свердловская	$\frac{230569}{85,6}$	$\frac{17440,5}{53,2}$	$\frac{675}{1,6}$	$\frac{41}{-}$	$\frac{974}{47,5}$	$\frac{177}{3,5}$	$\frac{41646}{47,9}$
Тюменская	$\frac{21168}{7,9}$	$\frac{710}{2,2}$	$\frac{305}{0,7}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3697}{4,3}$
Челябинская	$\frac{2563}{0,9}$	$\frac{1581}{4,8}$	$\frac{27367}{64,1}$	$\frac{1262,3}{0,7}$	$\frac{63}{3,1}$	$\frac{967,5}{19,0}$	$\frac{5634}{6,5}$
Курганская	$\frac{12445}{4,6}$	$\frac{975}{3,0}$	$\frac{9443}{22,1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1013,1}{49,4}$	$\frac{3634,9}{71,3}$	$\frac{4585}{5,3}$
ХМАО-Югра	$\frac{2591}{1,0}$	$\frac{2627}{8,0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{34591}{20,5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{320}{6,2}$	$\frac{6688}{7,7}$
ЯНАО	$\frac{0}{0}$	$\frac{9460}{28,8}$	$\frac{4897}{11,5}$	$\frac{133357}{78,8}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{24619}{28,3}$
Всего	$\frac{269336}{100}$	$\frac{32792,5}{100}$	$\frac{42687}{100}$	$\frac{169251,3}{100}$	$\frac{2050,1}{100}$	$\frac{5099,4}{100}$	$\frac{86869}{100}$

автономном округе средняя площадь крупных пожаров достигает 2238,1 га. Естественно, что указанная площадь свидетельствует о несвоевременном

обнаружении и неэффективном тушении лесных пожаров. Последнее в определенной степени объясняется отсутствием дорог противопожарного назначения,

однако указанное обстоятельство не может служить достаточным объяснением.

Таблица 5

Доля крупных лесных пожаров по субъектам УрФО
за период с 2010 по 2015 гг.

Область, округ	Доля крупных лесных пожаров, %		Средняя площадь лесных пожаров, га	
	по количеству	по площади	всех	крупных
Свердловская	5,9	83,3	55,3	785,8
Тюменская	4,6	33,2	17,6	127,5
Челябинская	1,0	57,1	7,6	433,4
Курганская	2,2	54,2	13,5	327,5
ХМАО-Югра	0,9	14,8	68,7	1114,7
ЯНАО	4,0	58,9	150,9	2238,1
УрФО	2,9	52,2	37,9	689,4

Выводы

1. Леса УрФО характеризуются высокими показателями фактической горимости.

2. За период с 2010 по 2015 гг. среднее количество лесных пожаров по округу ежегодно составляло 4390 случаев при пройденной огнем площади 166489 га.

3. Доля крупных лесных пожаров за анализируемый период по округу не превышала 2,9% при варьировании указанного показателя по субъектам УрФО от 0,9 до 5,9%.

4. Доля площади, пройденной огнем крупных лесных пожаров, по округу составила 52,2%, при этом в Свердловской области данный показатель 83,3%.

5. Снижение негативных последствий лесных пожаров может быть достигнуто лишь при своевременном их обнаружении и эффективном тушении. В значительной степени последнему может способствовать недопущение крупных лесных пожаров.

Библиографический список

1. Луганский Н. А., Залесов С. В., Щавровский В. А. Повышение продуктивности лесов: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. лесотехн. ин-т, 1995. 297 с.
2. Залесов С. В. Лесная пирология: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1998. 296 с.
3. Луганский Н. А., Залесов С. В., Азаренок В. А. Лесоводство: учебник. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. 320 с.
4. Луганский Н. А., Залесов С. В., Луганский В. Н. Лесоведение: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 432 с.
5. Залесов С. В. Научное обоснование системы лесоводственных мероприятий по повышению продуктивности сосновых лесов Урала: дис. ... д-ра с.-х. наук / Залесов Сергей Вениаминович. Екатеринбург, 2000. 435 с.
6. Шубин Д. А., Залесов С. В. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 127 с.

7. Шубин Д. А., Залесов С. В. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водохранилища сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 5 (111). С. 39–41.
8. Залесов С. В., Магасумова А. Г., Новоселова Н. Н. Организация противопожарного устройства насаждений, формирующихся на бывших сельскохозяйственных угодьях // Вестник Алтайск. гос. аграрн. ун-та. 2010. № 4 (66). С. 60–63.
9. Новый способ создания заградительных и опорных противопожарных полос / С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, А. А. Кректунов, А. С. Оплетаев // Вестник Башкир. гос. аграрн. ун-та. 2014. № 3. С. 90–94.
10. Залесов С. В., Торопов С. В. Анализ горимости лесов Свердловской области по лесопожарным районам // Аграрн. вестник Урала. 2009. № 2. С. 77–79.
11. Залесов С. В., Годовалов Г. А., Платонов Е. Ю. Уточненная шкала распределения участков лесного фонда по классам природной пожарной опасности // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 10 (116). С. 45–49.
12. Марченко В. П., Залесов С. В. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГУ ГЛПР «Ертыс орманы» // Вестник Алтайск. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 10 (108). С. 55–59.
13. Архипов Е. В., Залесов С. В. Горимость сосновых лесов Казахского мелкосопочника // Вестник Алтайск. гос. аграрн. ун-та. 2016. № 9 (143). С. 64–69.
14. Роль рубок ухода в повышении пожароустойчивости сосняков Казахского мелкосопочника / С. В. Залесов, А. В. Данчева, Б. М. Муқанов, А. В. Эбель, Е. И. Эбель // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 6 (112). С. 64–67.
15. Данчева А. В., Залесов С. В. Влияние рубок ухода на биологическую и пожарную устойчивость сосновых древостоев // Аграрн. вестник Урала. 2016. № 3 (145). С. 56–61.
16. Залесов С. В., Миронов М. П. Обнаружение и тушение лесных пожаров: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. 138 с.
17. Залесов С. В. Лесная пирология: учебник для студ. лесохоз. и других вузов. Екатеринбург: Баско, 2006. 312 с.
18. Залесов С. В., Кректунов А. А., Шубин Д. А. Расширение практики применения отжига для защиты населенных пунктов от природных пожаров // Эко-потенциал. 2016. № 1 (13). С. 37–47.
19. Залесов С. В., Годовалов Г. А., Кректунов А. А. Система пожаротушения NATISK для остановки и локализации лесных пожаров // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. URL: <http://www.science-education.ru/117-12757>.
20. Залесов С. В., Залесова Е. С., Оплетаев А. С. Рекомендации по совершенствованию охраны лесов от пожаров в ленточных борах Прииртышья. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 67 с.
21. Защита населенных пунктов от природных пожаров / С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, А. А. Кректунов, Е. Ю. Платонов // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 2 (108). С. 34–36.
22. Калачев А. А., Залесов С. В. Особенности послепожарного восстановления древостоев пихты сибирской в условиях Рудного Алтая // ИВУЗ. Лесн. жур. 2016. № 2. С. 19–30.
23. Данчева А. В., Залесов С. В., Портянко А. В. Оценка успешности послепожарного лесовосстановления сосняков Северного Казахстана // Актуальные проблемы лесн. комплекса: сб. науч. тр. Вып. 43. Брянск: БГИТУ, 2015. С. 77–97.
24. Шубин Д. А., Малиновских А. А., Залесов С. В. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском боровом массиве // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 6 (44). С. 205–208.
25. Залесов С. В., Залесова Е. С. Лесная пирология. Термины, понятия, определения: справочник. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 54 с.

Bibliography

1. Lugansky N. A., Zalesov S. V., Schavrovsky V. A. Increasing the productivity of forests: Proc. allowance. Yekaterinburg: Ural. State Forestry in-t, 1995. 297 p.
 2. Zalesov S. V. Forest fire science: Proc. allowance. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Acad., 1998. 296 p.
 3. Lugansky N. A., Zalesov S. V., Azarenok V. A. Forestry: Textbook. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Acad., 2001. 320 p.
 4. Lugansky N. A., Zalesov S. V., Lugansky V. N. Forestry: Proc. allowance. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2010. 432 p.
 5. Zalesov S. V. Scientific substantiation of the system of silvicultural measures to increase the productivity of pine forests of the Urals: Dis. ... Dr. of agricultural Sciences. Yekaterinburg, 2000. 435 p.
 6. Shubin D. A., Zalesov S. V. Impacts of forest fires in the pine forests of Priobskoye water-protection pine-birch forest area of the Altai territory. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2016. 127 p.
 7. Shubin D. A., Zalesov S. V. Poslevoennyi mortality of trees in pine plantations Ob water-protection pine-birch forest area of the Altai region // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. No. 5 (111). P. 39–41.
 8. Zalesov S. V., Magasumova A. G., Novoselov N. N. Organisation fire fighting equipment spaces, formed on former agricultural lands // Bulletin of Altai state agrarian University. 2010. No. 4 (66). P. 60–63.
 9. New method of creating a protective and supporting fire lanes / S. V. Zalesov, G. A. Godovalov, A. A. Krachunov, A. S. Opletaev // Bulletin Bashkir state agrarian University. 2014. No. 3. P. 90–94.
 10. Zalesov S. V., Toropov S. V. Analysis of forest fires in the Sverdlovsk region forest fire areas // Agrarian Bulletin of the Urals. 2009. No. 2. P. 77–79.
 11. Zalesov S. V., Godovalov G. A., Platonov E. J. Clarified scale for distribution of forest Fund blocks according the wildfire hazard classes // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. No. 10 (116). P. 45–49.
 12. Marchenko V. P., Zalesov S. V. Combustibility of the belt forests of Irtysh and ways of its minimization the example of the su GLPR «Ertis ormany» // Bulletin of Altai state agrarian University. 2013. No. 10 (108). P. 55–59.
 13. Arkhipov E. V., Zalesov S. V. Combustibility of pine forests Kazakh upland // Bulletin of Altai state agrarian University. 2016. No. 9 (143). P. 64–69.
 14. The Role of thinning in increasing the fire resistance of pine forests Kazakh upland / S. V. Zalesov, A. V. Dancheva, B. M. Mukanov, A. V. Ebel, E. I. Ebel // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. No. 6 (112). P. 64–67.
 15. Dancheva A. V., Zalesov S. V. Influence of thinning on the biological and fire resistance of pine stands // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 3 (145). P. 56–61.
 16. Zalesov S. V., Mironov M. P. Detection and suppression of forest fires: Proc. allowance. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2004. 138 p.
 17. Zalesov S. V. Forest fire science: a Textbook for students of forestry and other universities. Yekaterinburg: Publishing house «Basko», 2006. 312 p.
 18. Zalesov S. V., Krektunov A. A., Shubin D. A. The increased use of annealing for the protection of settlements from wildfires // Eco-potential. 2016. No. 1 (13). P. 37–47.
 19. Zalesov S. V., Godovalov G. A., Krektunov A. A. Fire extinguishing System NATISK to stop and containment of forest fires // Modern problems of science and education. 2014. No. 3. URL: <http://www.science-education.ru/117-12757>.
 20. Zalesov S. V., Zalesova E. S., Opletaev A. S. Recommendations for improving protection of forests from fires in the belt forests of Irtysh region. Yekaterinburg: Ural. State Forestry. University, 2014. 67 p.
 21. Protection of settlements from wildfires / S. V. Zalesov, G. A. Godovalov, A. A. Krektunov, E. Y. Platonov // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. No. 2 (108). P. 34–36.
-

22. Kalachev A. A., Zalesov S. V. Peculiarities poslevoennogo recovery of forest stands of Siberian fir in the conditions of Rudny Altai // IVUZ. Forestry Journal. 2016. No. 2. P. 19–30.
23. Dancheva A. V., Zalesov S. V., Portyanko A. V. Evaluation of the success poslevoennogo reforestation of the pine forests of Northern Kazakhstan // Actual problems of forest complex. Collection of scientific works. Vol. 43. Bryansk: BGITA, 2015. P. 77–97.
24. Shubin D. A., Malinovsky A. A., Zalesov S. V. Influence of fires on the components of forest biogeocenosis in the upper Ob Borovoe massif // Proceedings of the Orenburg state agrarian University. 2013. № 6 (44). P. 205–208.
25. Zalesov S. V., Zalesova E. S. Forestry fire science. Terms, concepts, definitions: Proc. reference. Yekaterinburg: Ural. State Forestry. University, 2014. 54 p.
-

УДК 639.1.053

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОХОТНИЧЬИХ УГОДИЙ

В. В. САВИН – аспирант*

Л. А. БЕЛОВ – доцент*

Е. С. ЗАЛЕСОВА – доцент*

А. С. ОПЛЕТАЕВ – доцент*

* Кафедра лесоводства ФГБОУ ВО
«Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел.: 8 (343) 261-52-88

Ключевые слова: фауна, охотничье хозяйство, производительность угодий, бонитировка угодий, оптимальная численность животных.

На примере охотничьего хозяйства «Покровское» показана возможность увеличения количества охотничьих животных с учетом оценки (бонитировки) угодий или стадий обитания конкретных видов охотничьей фауны. Установлено, что на территории охотхозяйства обитает 13 видов охотничьей фауны. Благодаря предпринимаемым работниками охотничьего хозяйства усилиям большинство видов имеет тенденцию к росту численности поголовья. Так, количество лосей увеличилось с 64 в 2003 г. до 114 в 2013 г. При этом количество кабанов увеличилось за тот же период с 6 до 66 животных, или в 11 раз. В то же время потенциальные ресурсы охотничьего хозяйства до настоящего времени используются далеко не полностью. Исходя из характеристики охотничьих угодий, количество большинства видов охотничьей фауны можно увеличить в 1,5–2 раза, что в конечном счете позволит резко повысить экономические показатели охотничьего хозяйства.

Особо следует отметить, что увеличение количества охотничьих животных до оптимальных показателей не приведет к деградации охотничьих угодий, а следовательно, обеспечит постоянство работы охотничьего хозяйства.

WAYS TO MAKE BETTER USE OF HUNTING GROUNDS

V. V. SAVIN – graduate student*

L. A. BELOV – associate Professor of forestry*

E. S. ZALESOVA – associate Professor of forestry*

A. S. OPLETAEV – associate Professor of forestry*

* FGBOU VO «Ural state forestry engineering University»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirskiy trakt, 37

Key words: *fauna, hunting ground, productivity of grounds, evaluation of grounds (sites), animal optimum number.*

Hunting ground «Pokrovskoye» is used to show the feasibility increase the number of animals for hunting. Taking into consideration these grounds evaluation or places of special hunting fauna inhabiting. It has been established that on the territory of «Pokrovskoye» one can observe 13 kinds of hunting fauna. Owing to efforts undertaken by this ground workers the majority of species has the tendency for this live stock growing in number. Thus the number of animals has increased from 64 in 2003 to 114 in 2012. Moreover the number of wild boar has increased from 66 in other words 11 times as much at the same time. Forest resources are not used utterly. Having in view those hunting grounds characteristics the number of most parts of the species can be enlarged 1.5–2 times as much that in the end will result in heightening the economic index of the hunting ground. Especially it should be pointed out that the increasing the number of animals for hunting optimally will not lead to hunting grounds degradation and hence it will result in the hunting ground permanent work.

Введение

Понятие продуктивность лесов включает уровень использования лесами производительных сил природы, обеспечивающий высокую эффективность формирования соответствующих по качеству и количеству всех лесных ресурсов и экологических функций в определенные периоды времени на единице площади [1].

Общеизвестно [2–9], что повышение продуктивности лесов является одной из главных задач лесоводства. Однако добиться реального повышения продуктивности лесов можно только при условии комплексного использования лесных ресурсов при научно обоснованном осуществлении лесопользования. Последнее в полной мере относится к осу-

ществлению видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства [10]. При организации охотничьих хозяйств важно обеспечить на территории максимальное количество охотничьих животных, поскольку именно этот показатель во многом определяет доходность, или точнее, экономические показатели хозяйства. В то же время увеличение количества животных связано с опасностью деградации ландшафтов и ухудшением состояния животных из-за недостатка кормов [11–15]. Избыточная численность животных в конечном счете может привести к утрате охотничьим хозяйством привлекательности, что потребует очень больших финансовых и материальных затрат на восстановление. Другими словами,

актуальной задачей является установление такой численности охотничьей фауны, при которой охотничьим хозяйством может быть достигнут максимальный эффект при сохранении устойчивости и привлекательности всех видов имеющихся угодий. Решению поставленной задачи на примере охотничьего хозяйства «Покровское» посвящена настоящая работа.

Методика и объекты исследований

Объектом исследований являлась территория охотничьего хозяйства «Покровское» Артемовского филиала общества охотников и рыболовов ОО «Союз охотников и рыболовов Свердловской области».

Согласно схеме лесорастительного районирования Свердловской области [16] территория охотничьего хозяйства относится к округу сосново-березовых предлесостепных лесов Зауральской равнинной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области.

При проведении исследований были использованы общеизвестные апробированные методики [17–19].

Общая площадь хозяйства составляет более 58 тыс. га. В процессе исследований проанализированы распределение территории по качеству охотничьих угодий, а также количественные показатели численности основных видов охотничьей фауны.

Результаты и обсуждение

Проведенные исследования показали, что на территории охотничьего хозяйства имеют место четыре группы типов местообитаний охотничьих животных (табл. 1).

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что основная доля местообитаний приходится на лесные (53,0%) и открытые (31,6%) угодья. При этом из 30325,5 га лесных угодий 19082,6 га приходится на светлохвойные и 11081,9 га на мягколиственные насаждения. В то же время 10,7% общей площади охотничьего хозяйства занято непригодными для обитания охотничьих животных территориями (населенные пункты, постройки, магистральные дороги и т. п.).

По данным учета, на территории охотничьего хозяйства

«Покровское» обитает 13 видов охотничьих животных (табл. 2).

Материалы табл. 2 позволяют сделать вывод о том, что такие хищники, как волк, на территорию охотничьего хозяйства заходят эпизодически. Не каждый год фиксируются также рысь и колонок. Наиболее привлекательными видами охотничьих животных являются лось, косуля и кабан, а также виды боровой дичи: тетерев, глухарь и рябчик.

Различные виды угодий по степени их привлекательности

для охотничьих животных существенно различаются (табл. 3).

Использование показателей оптимальной производительности угодий при бонитировке позволяет планировать поголовье в соответствии с потенциальными возможностями хозяйства (табл. 4).

Сопоставление фактического количества охотничьих животных с рассчитанными показателями оптимальной численности (табл. 5) свидетельствует о существенных ресурсах увеличения поголовья.

Таблица 1

Распределение типов охотничьих угодий охотничьего хозяйства «Покровское»

Группы типов (типы) местообитаний	Площадь	
	га	%
I. Лесные угодья		
Хвойные молодняки	213,0	0,4
Хвойные жердняки	680,3	1,2
Хвойные спелые	8507,6	14,6
Лиственные молодняки	1364,9	2,3
Лиственные жердняки	1159,5	2,0
Лиственные спелые	8545,3	14,7
Смешанные молодняки	1548,5	2,7
Смешанные жердняки	1716,2	2,9
Смешанные спелые	6590,2	11,3
Вырубка	121,2	0,2
Поляны, прогалины, лесные сенокосы	431,2	0,7
Итого	30877,9	53,0
II. Открытые угодья		
Сельхозугодья	18402,3	31,6
Итого	18402,3	31,6
III. Водно-болотные угодья		
Озера	678	1,2
Реки, ручьи, пруды	158,5	0,3
Болота	1900	3,3
Итого	2736,5	4,7
IV. Земли не пригодные для ведения хозяйства	6258,3	10,7
Всего охотугодий	58275,0	100
Всего местообитаний, пригодных для охотничьих животных	52016,7	89,3

Увеличение количества охотничьих животных может быть достигнуто проведением биотехнических мероприятий. Особое внимание при этом для лося и зайца-беляка следует уделить устройству солонцов, а для кабанов и косуль – подкормке в зимний период, особенно при глубоком снежном покрове. Общим мероприятием является борьба с браконьерством и регулируемый отстрел старых и больных животных.

Таблица 2

Фактическая численность животных в хозяйстве

Вид охотничьей фауны	Количество по годам, шт.											Средняя численность, шт.	Плотность, 1000 шт./га
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
Лось	64	68	109	111	135	130	68	56	61	73	114	90	1,7
Кабан	6	13	36	22	34	33	4	20	8	11	66	23	0,4
Косуля	81	55	121	107	175	204	36	77	66	72	220	110	2,1
Заяц-беляк	107	194	145	159	218	238	179	162	218	189	407	201	3,9
Лисица	4	13	17	13	26	11	20	42	17	17	38	20	0,4
Волк	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0,0
Рысь	0	0	0	0	0	1	4	3	3	4	0	1	0,0
Куница	21	23	32	32	32	40	43	60	39	41	33	36	0,7
Глухарь	601	532	709	562	707	768	296	253	231	296	480	494	9,5
Тетерев	1115	1161	1208	2576	3353	2787	975	1064	1415	1317	319	1572	30,2
Рябчик	1892	1766	2964	1951	2502	2508	1881	2964	2494	2438	1802	2287	44,0
Колонок	6	6	12	12	0	0	0	0	0	0	4	4	0,1
Белка	0	133	418	570	835	1140	380	247	374	380	176	423	8,1

Таблица 3

Бонитировка выделенных типов охотничьих угодий

Типы охотничьих угодий	Площадь, га	Качественная оценка типов угодий по видам животных						
		Л	К	Кс	З-Б	Г	Т	Р
Хвойные молодняки	213,0	Хор	Ср	Ср	Пл	Пл	Пл	Хор
Хвойные жердняки	680,3	Н.ср	Пл	Пл	Н.ср	Ср	Пл	В.ср
Хвойные спелые	8507,6	Ср	Ср	Ср	Ср	Хор	Ср	Ср
Лиственные молодняки	1364,9	Хор	Ср	Хор	Хор	Пл	Ср	Н.ср
Лиственные жердняки	1159,5	Ср	Ср	Ср	Н.ср	–	Ср	Пл
Лиственные спелые	8545,3	Ср	Хор	В.ср	Хор	Ср	В.ср	Н.ср
Смешанные молодняки	1548,5	Хор	Ср	Хор	В.ср	Пл	Ср	Ср
Смешанные жердняки	1716,2	Ср	Ср	Ср	Н.ср	Н.ср	Ср	Ср
Смешанные спелые	6590,2	Н.ср	Ср	Н.ср	Ср	В.ср	Ср	Н.ср
Вырубка	121,2	Ср	Н.ср	Ср	Ср	Пл	–	Пл
Поляны, прогалины, лесные сенокосы	431,2	Ср	Ср	Хор	Н.ср	Ср	Хор	Пл
Сельхозугодья	18402,3	Пл	Ср	Ср	Пл	–	–	–
Болота	1900	Ср	Ср	Ср	Ср	Н.ср	Ср	Пл

Примечание. Хор, В.ср, Ср, Н.ср, Пл – терминологическая оценка угодий: хорошие, выше среднего, средние, ниже среднего и плохие соответственно.

Л – лось, К – кабан, Кс – косуля, З-Б – заяц-беляк, Г – глухарь, Т – тетерев, Р – рябчик.

Таблица 4

Оптимальное поголовье охотфауны на территории хозяйства

Вид животного	Площадь, пригодная для обитания вида, га	Средневзвешенные показатели производительности угодий, шт.	Бонитет (поправочный бонитет)	Численность оптимальная, шт.	
				на 1000 га	на пригодную для обитания вида площадь
Лось	51180,2	71,5	III	3	153
Косуля	51180,2	113,1	III (V)	5	256
Кабан	51180,2	123,8	III (V)	4	205
Заяц-беляк	51180,2	96,2	III (V)	25	1280
Глухарь	31618,4	139,5	II (III)	40	1265
Тетерев	32656,7	116,7	III	100	3266
Рябчик	32899,1	72,1	III	150	4935

Таблица 5

Сопоставление оптимальной и фактической численности животных в хозяйстве

Вид животного	Площадь, пригодная для обитания вида, га	Численность			
		оптимальная		фактическая	
		шт./1000 га	на пригодную для обитания вида площадь	среднегодовая, шт.	% от оптимальной
Лось	51180,2	3	154	90	58,6
Косуля	51180,2	5	256	110	43,0
Кабан	51180,2	4	205	23	11,2
Заяц-беляк	51180,2	25	1280	201	15,7
Глухарь	31618,4	40	1265	494	39,1
Тетерев	32656,7	100	3266	1572	48,1
Рябчик	32899,1	150	4935	2287	46,3

Выводы

1. Территория охотничьего хозяйства «Покровский» представлена преимущественно лесными и открытыми угодьями.

2. Качество угодий в значительной степени зависит от видов охотничьей фауны.

3. Благодаря эффективной работе сотрудников хозяйства

количество основных видов охотничьих животных увеличивается.

4. Фактическое количество охотничьих животных не соответствует потенциальным возможностям угодий.

5. Обеспечение повышения экономических показателей можно достичь путем увеличения

количества животных до оптимальных показателей.

6. Основным способом увеличения количества охотничьих животных являются борьба с браконьерством, регулярный отстрел старых и больных животных, а также устройство солонцов и подкормка в зимний период.

Библиографический список

1. Луганский Н. А., Залесов С. В. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1997. 101 с.
2. Луганский Н. А., Залесов С. В., Щавровский В. А. Повышение продуктивности лесов: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. лесотехн. ин-т, 1995. 297 с.
3. Луганский Н. А., Залесов С. В., Щавровский В. А. Лесоведение: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1996. 373 с.
4. Залесов С. В. Научное обоснование системы лесоводственных мероприятий по повышению продуктивности сосновых лесов Урала: дис. ... д-ра с.-х. наук / Залесов Сергей Вениаминович. Екатеринбург, 2000. 435 с.
5. Луганский Н. А., Залесов С. В., Луганский В. Н. Лесоведение: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 432 с.
6. Залесов С. В., Луганский Н. А. Повышение продуктивности сосновых лесов Урала. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 331 с.
7. Ценопопуляции лесных и луговых видов растений в антропогенно нарушенных ассоциациях Нижегородского Поволжья и Поветлужья: моногр. / С. В. Залесов, Е. В. Невидомова, А. М. Невидомов, Н. В. Соболев. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. 204 с.
8. Хайретдинов А. Ф., Залесов С. В. Введение в лесоводство: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 202 с.
9. Коростелев А. С., Залесов С. В., Годовалов Г. А. Недревесная продукция леса: учебник. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 480 с.
10. Азаренок В. А., Залесов С. В. Экологизированные рубки леса: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 97 с.
11. Влияние зимних концентраций копытных на лесовосстановление на территории Анненского заповедника / А. Я. Зюсько, С. В. Залесов, Л. П. Абрамова, Л. А. Белов // ИВУЗ. Лесн. жур. 2005. № 3. С. 20–25.
12. Влияние таксационных показателей насаждений на концентрацию лося и косули / С. В. Залесов, Л. А. Белов, В. В. Савин, А. Ю. Толстиков, Д. А. Шубин // Аграрн. вестник Урала. 2016. № 7 (149). С. 9–15.
13. Влияние лося на прирост сосны обыкновенной на Алтае / С. В. Залесов, Л. А. Белов, В. В. Савин, А. Ю. Толстиков, М. В. Усов, Д. А. Шубин // Вестник Бурят. гос. с.-х. акад. им. В. Р. Филиппова. 2016. № 4 (45). С. 82–88.
14. Джабык-Карагайский бор: моногр. / Л. П. Абрамова, Л. И. Аткина, Е. А. Жучков, С. В. Залесов, Н. А. Луганский, З. Я. Нагимов, О. В. Сутулова, Г. И. Соколов, Н. И. Стародубцева, А. С. Степанов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. 299 с.
15. Естественное лесовосстановление в Джабык-Карагайском бору / Н. А. Луганский, С. В. Залесов, Л. П. Абрамова, А. С. Степанов // ИВУЗ. Лесн. жур. 2005. № 3. С. 13–19.
16. Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. 177 с.
17. Русанов Я. С., Сорокина Л. И. Лес и копытные. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 128 с.
18. Основы фитомониторинга: учеб. пособие / С. В. Залесов, Е. А. Зотеева, А. Г. Магасумова, Н. П. Швалева. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 480 с.
19. Данчева А. В., Залесов С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.

Bibliography

1. Lugansky N. A., Zalesov S. V. Dendrology and forestry. Terms, concepts, definitions. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Acad., 1997. 101 p.
 2. Lugansky N. A., Zalesov S. V., Schavrovsky V. A. Increasing the productivity of forests: a Training manual. Yekaterinburg: Ural. State Forestry in-t, 1995. 297 p.
 3. Lugansky N. A., Zalesov S. V., Schavrovsky V. A. Forestry: a Training manual. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Acad., 1996. 373 p.
 4. Zalesov S. V. Scientific substantiation of the system of silvicultural measures to increase the productivity of pine forests of the Urals: Dis. ... Dr. of agricultural Sciences. Yekaterinburg, 2000. 435 p.
 5. Lugansky N. A., Zalesov S. V., Lugansky V. N. Forestry: a Training manual / N.. Luhansk, S. V. Zalesov, V. N. Lugansk. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2010. 432 p.
 6. Zalesov S. V., Lugansky N. A. Increasing the productivity of pine forests of the Urals. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2002. 331 p.
 7. Coenopopulations of forest and meadow species of plants in anthropogenically disturbed the Association of the Nizhny Novgorod Volga region and Povetluzhye: monograph / S. V. Zalesov, V. E. Nevidimova, A. M. Nevidimov, N. In. Sobolev. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2013. 204 p.
 8. Khairtdinov A. F., Zalesov S. V. Introduction in forestry: a Training manual. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2011. 202 p.
 9. Korostev A. S., Zalesov S. V., Godovalov G. A. Non-timber forest products: the Textbook. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2010. 480 p.
 10. Azarenok V. A., Zalesov S. V. Ecologized logging: a Training manual. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2015. 97 p.
 11. Influence of winter concentrations of ungulates on the regeneration on the territory of the Annensky reserve / A. Y. Zyusko, S. V. Zalesov, L. P. Abramova, L. A. Belov // IVUZ. Forestry Journal. 2005. No. 3. P. 20–25.
 12. Influence of forest inventory indices of plants on the concentration of moose and ROE deer / S. V. Zalesov, L. A. Belov, V. V. Savin, Y. A. Tolstikov, D. A. Shubin // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 7 (149). P. 9–15.
 13. The Influence of moose on the growth of Scots pine in Altay / S. V. Zalesov, L. A. Belov, V. V. Savin, Y. A. Tolstikov, M. V. Usov, D. A. Shubin // Bulletin of Buryat-tion of the state agricultural Academy. V. R. Filippova. 2016. No. 4 (45). P. 82–88.
 14. Dzhabyk-Karagai Bor: Monograph / L. P. Abramova, L. I. Atkina, E. A. Zhuchkov, S. V. Zalesov, N. A. Lugansky, Z. Y. Nagimov, V. O. Sutulova, G. I. Sokolov, N. I. Starodubtseva, A. S. Stepanov. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2005. 299 p.
 15. Natural regeneration in the Dzhabyk-Karagai Bor / N. A. Lugansky, S. V. Zalesov, L. P. Abramova, A. S. Stepanov // IVUZ. Forestry Journal. 2005. No. 3. P. 13–19.
 16. Kolesnikov B. P., Zubareva R. S., Smolonogov E. P. Forest conditions and forest types in Sverdlovsk region. Sverdlovsk: UNTS an SSSR, 1974. 177 p.
 17. Rusanov Ya. S., Sorokina L. I. Forest and ungulates. M.: Forest industry, 1984. 128 p.
 18. Basics of phytomonitoring: a tutorial / S. V. Zalesov, E. A. Zoteeva, A. G. Magasumova, N. P. Shvaleva. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2010. 480 p.
 19. Dancheva A. V., Zalesov S. V. Ecological monitoring of forest vegetation recreational facilities: textbook. Yekaterinburg: Ural. State Forestry Univ., 2015. 152 p.
-

УДК 630*521.2:630*522.3

**ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЯ ОПЫТНЫХ КУЛЬТУР
(PÍNUS SYLVÉSTRIS L., BETULA PENDULA ROTH, LARIX SUKACZEWII D Y L.)
В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОМБИНАТОМ «МАГНЕЗИТ» НА ЮЖНОМ УРАЛЕ**

К. Е. ЗАВЬЯЛОВ – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,
тел.: 8(343)322-56-33; e-mail: zavyalov.k@mail.ru *

С. Л. МЕНЩИКОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник, заведующий лабораторией ЭТРС,
тел.: 8(343)322-56-47; e-mail: msl@botgard.uran.ru *

П. Е. МОХНАЧЕВ – младший научный сотрудник,
тел.: 8(343)322-56-49; e-mail: mohnachev74@mail.ru *

Н. А. КУЗЬМИНА – младший научный сотрудник,
тел.: 7(912)202-63-49; e-mail: yarkaya05@mail.ru *

* ФГБУН Ботанический сад Уральского отделения РАН,
620134, Екатеринбург, ул. Билимбаевская, д. 32а

Ключевые слова: экспериментальные лесные культуры, лесовосстановление, техногенное загрязнение.

Воздействие хронического аэротехногенного загрязнения вблизи крупных промышленных центров приводит к гибели или сильному повреждению зелёных насаждений, в то время как они выполняют не только важные эстетические функции, но и функцию эффективного фитофильтра и оказывают значительное положительное влияние на экологическую обстановку в городских и пригородных районах. В настоящее время создание экологически благоприятной среды в крупных промышленных центрах является важной задачей. Насаждения в промышленных центрах очищают воздух, улучшают микроклимат, локализуют и обезвреживают токсичные выбросы. В результате возникает необходимость лесовосстановления нарушенных земель и создания устойчивых к аэротехногенным выбросам насаждений. Вследствие этого целью наших исследований являлось изучение устойчивости основных лесообразующих древесных видов в условиях загрязнения магнезитового производства с возможностью применения мелиорантов. Наши исследования проводились в окрестностях г. Сатка Челябинской области на опытных участках в градиенте загрязнения. Установлено негативное влияние техногенных выбросов комбината «Магnezит» на опытные культуры. У опытных культур наблюдается снижение роста и ухудшение их жизненного состояния. Выявлено положительное влияние низинного торфа, внесенного при посадке культур, позволившее снизить негативное воздействие аэротехногенных выбросов комбината. Установлено, что в зоне сильного загрязнения можно создавать культуры, применяя при посадке торф в достаточных количествах (например низинный торф слоем не менее 12 см). Создание культур в зонах среднего и слабого загрязнения возможно из любых исследуемых видов без каких-либо специальных мелиорантов.

**DAMAGE ASSESSMENT OF EXPERIMENTAL CULTURES
(PÍNUS SYLVÉSTRIS L., BETULA PENDULA ROTH, LARIX SUKACZEWII D Y L.)
IN THE CONDITIONS OF POLLUTION OF THE MAGNEZIT PLANT
IN THE SOUTHERN URALS**

K. E. ZAVYALOV – candidate of Agricultural Sciences, Research Officer,
phone: 8(343)322-56-33; e-mail: zavyalov.k@mail.ru*

S. L. MENSCHIKOV – doctor of Agricultural Sciences, senior Researcher Officer,
head of the laboratory of Ecology Anthropogenic Plant Communities,
phone: 8(343)322-56-47, e-mail: msl@botgard.ru*

P. E. MOKHNACHEV – research assistant,
phone: 8(343)322-56-49; e-mail: mohnachev74@mail.ru*

N. A. KUZMINA – research assistant,
phone: 7(912)202-63-49; e-mail: yarkaya05@mail.ru*

* Botanical Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Address:
620134, 32A, Bilimbaevskaya Str., 620134, Yekaterinburg, Russia

Keywords: *experimental forest cultures, reforestation, technogenic pollution.*

The impact of chronic aero technogenic pollution near large industrial centers leads to death or strong damage of green plantations while plantations perform not only important esthetic functions, but also the function of an effective phytofilter and have a considerable positive impact on the ecological situation in urban and suburban areas. Now the creation of ecologically favorable environment in large industrial centers is an important task. Plantations in industrial centers purify air, improve the microclimate, localize and neutralize toxic emissions. In the conditions of chronic aero technogenic pollution reforestation of damaged lands and the creation of plantations resistant against aero technogenic emissions, the recovery of their protective and esthetic functions have become a problem. As a result of this there is a necessity of forest renewal of damaged lands and creation of plantations which would be resistant against aero technogenic emissions. Thereof the purpose of our research was to study stability of the main forest forming wood types in the conditions of pollution with magnesite production with a possibility of application of ameliorants. Our research was conducted in vicinities of the town of Satka of Chelyabinsk region on the experimental sites along the pollution gradient. Established negative influence of technogenic emissions of the «Magnezit» plant for the experimental culture. In experimental cultures, a decrease in tree growth and the deterioration of their life condition. We have revealed the positive influence of the low-lying peat laid while planting cultures, which has allowed reducing the negative impact of aero technogenic emissions of the combine. It has been found out that in a zone of strong pollution it is possible to create cultures by applying peat in enough amounts while planting (for example, low-lying peat with a layer of at least 12 cm). The creation of cultures in zones of average and weak pollution is possible for any researched species without any special ameliorants.

Введение

Один из мощных источников аэротехногенного загрязнения в Саткинском районе Челябинской области – комбинат «Магнезит». Основным компонентом аэротехногенных отходов, по-

падающих в атмосферу, является магнезитовая пыль, состоящая в основном из окиси магния. Окись магния хорошо гидратируется, образуя при соединении с водой слабую щелочь $Mg(OH)_2$ [1]. На частицах пыли

адсорбируются и конденсируются пары щелочей, серный ангидрид и фтор, содержащиеся в дымовых газах, образуя простые и сложные сульфаты щелочных и щелочноземельных металлов и фторид магния [2]. Загрязнение

в данном районе относится к щелочному типу. В градиенте загрязнения по мере приближения к комбинату «Магnezит» установлено увеличение pH снеговой воды и почвы, массы взвешенных веществ и содержания тяжелых металлов в снеговой воде [3, 4]. В условиях аэротехногенных выбросов комбината «Магnezит» ранее установлено ухудшение состояния естественных сосновых древостоев [5] и опытных культур *Betula pendula* Roth [6, 7], снижение надземной фитомассы [8], увеличение ксероморфности листьев и содержания Mg в листьях [9] опытных культур *Betula pendula* Roth, слабое влияние данного загрязнения на посевные качества семян *Pinus sylvestris* L. [10]. В этих условиях возникла необходимость выяснения особенностей произрастания основных лесообразующих древесных видов в зоне загрязнения магnezитовой пылью.

Методика и объект исследований

Наши исследования проводились (2010–2011 гг.) в окрестностях г. Сатка Челябинской области на четырех опытных участках (ОУ): в зоне сильного загрязнения – ОУ №2, среднего загрязнения – ОУ №5, слабого загрязнения – ОУ №3 и очень слабого загрязнения – ОУ №4 (условно контрольный участок). Район г. Сатка расположен в центральной части подзоны хвойно-широколиственных и южно-таежных хвойных лесов лесной зоны Южного Урала [11]. Объекты наших исследований – опытные

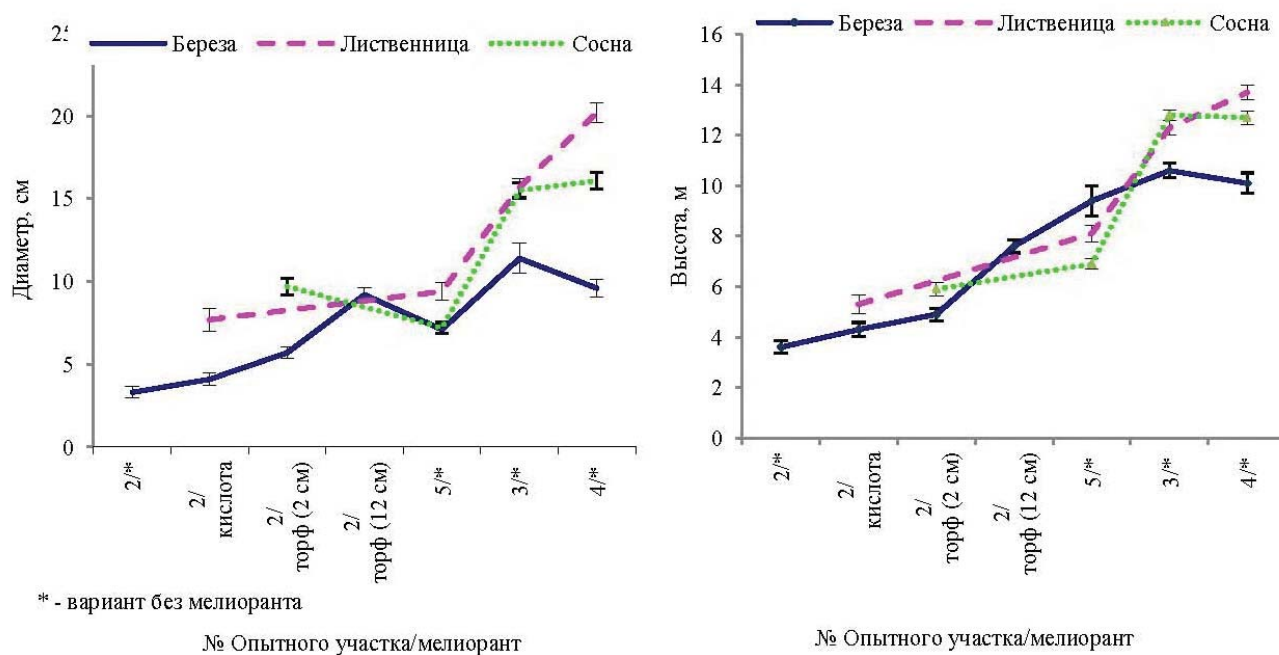
лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* D у l.) и берёзы повислой (*Betula Pendula* Roth), созданные рядовой посадкой в 1980–1983 гг. Уральской лесной опытной станцией ВНИИЛМ с целью исследования пригодности почв для лесовосстановления в различных зонах магnezитового загрязнения. При закладке опытных участков использовали следующие мелиоранты: торф слоем 12 см, торф слоем 2 см, слабый раствор серной кислоты (для снижения показателя pH почвы). Все обследованные участки размещены на северо-восток от источника выбросов и согласно розе ветров находятся в зоне основного сноса пыли [12]. Диаметр опытных культур на высоте 1,3 м определялся через окружность дерева, которая измерялась мерной лентой с точностью до 0,1 см. Высота дерева измерялась высотомером Haglof с точностью до 0,1 м. Категория состояния оценивалась по шестибалльной шкале категорий состояния [13], индекс повреждения древостоя рассчитывался как средневзвешенное из категорий [14].

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе обследования опытных культур установлено, что через 30 лет после посадки в зонах среднего и слабого загрязнения сохранились все виды культур. В зоне сильного загрязнения культуры большинства вариантов погибли, в некоторых вариантах сохранились отдельные

экземпляры культур, и только вариант берёзы повислой с торфом слоем 12 см в качестве мелиоранта можно считать успешным. Торф слоем 12 см в качестве мелиоранта использовался только для посадки берёзы повислой. Сосна обыкновенная и лиственница Сукачева в зоне сильного загрязнения сохранились отдельными экземплярами: сосна в варианте с торфом слоем 2 см, а лиственница в варианте со слабым раствором кислоты. В дальнейшем мы называем этот вариант с кислотой. Анализ роста культур в рассматриваемых вариантах показал, что диаметр берёзы в варианте с торфом слоем 12 см незначительно больше диаметра лиственницы в варианте с кислотой и незначительно меньше диаметра сосны в варианте с торфом 2 см, а высота берёзы превышает высоту сосны и лиственницы (рисунок).

Торф слоем 12 см в качестве мелиоранта увеличил рост берёзы по сравнению с вариантом без мелиоранта по диаметру в 2,8 раза ($t = 9,23$ при $p < 0,001$), а по высоте – в 2,1 раза ($t = 10,2$ при $p < 0,001$). Анализируя берёзу и сосну при одинаковом слое торфа, равном 2 см, видим, что у сосны высота больше на 20 % ($t = 2,46$ при $p = 0,02$), а диаметр больше на 70 % ($t = 6,34$ при $p < 0,001$), чем у берёзы. Сохранившиеся экземпляры лиственницы в варианте с кислотой показали лучший рост по сравнению с берёзой в таком же варианте: диаметр больше на 88 % ($t = 4,75$ при $p < 0,001$), а высота – на 23 % ($t = 1,89$ при $p = 0,06$).



Средний диаметр и высота на разных опытных участках

А в сравнении с сосной обыкновенной в варианте с торфом слоем 2 см диаметр лиственницы меньше на 26% ($t = 2,40$ при $p = 0,02$), а высота меньше незначительно. Это сводится к следующему: в зоне сильного загрязнения хвойные виды в сохранившихся вариантах проявляют лучший рост, чем берёза.

Анализируя рост культур в зоне среднего загрязнения (ОУ № 5), видим, что лучший рост по диаметру у лиственницы. Диаметр лиственницы больше на 32% и на 31% ($t = 4,23$; $t = 3,48$ при $p < 0,001$) диаметров берёзы и сосны соответственно. Различия по высоте между видами в данной зоне не достоверны. В зоне слабого загрязнения у лиственницы также отмечен лучший рост по сравнению с берёзой. Диаметр лиственницы

больше диаметра берёзы на 38% ($t = 3,81$ при $p < 0,001$), а высота – на 16% ($t = 4,01$ при $p < 0,001$). По сравнению с сосной в данной зоне у лиственницы различия не достоверны.

На контрольном участке лучший рост также отмечен у лиственницы. Здесь диаметр у лиственницы больше в 2,1 раза ($t = 13,14$ при $p < 0,001$), чем диаметр у берёзы, и на 25% ($t = 5,06$ при $p < 0,001$) больше диаметра сосны. А по высоте лиственница выше, чем берёза, на 36% ($t = 7,10$ при $p < 0,001$) и незначительно выше сосны. Отсюда можно сделать вывод, что в условиях магнетитового загрязнения показатели роста лиственницы выше, чем у берёзы и сосны.

Наши исследования свидетельствуют, что с увеличением техногенной нагрузки у всех

видов опытных культур снижаются показатели роста, но в разной степени. В зоне сильного загрязнения высота культур берёзы в варианте с торфом слоем 12 см ниже на 25% ($t = 4,71$ при $p < 0,001$) по сравнению с высотой берёзы на контрольном участке, а по диаметру данные культуры существенно не различаются. В варианте с торфом слоем 2 см в этой же зоне средние диаметр и высота берёзы меньше по сравнению с таковыми на контрольном участке на 41 и на 51% ($t = 4,68$; $t = 8,21$ при $p < 0,001$).

У сосны в этой же зоне в варианте с торфом слоем 2 см диаметр и высота меньше на 40 и на 54% ($t = 5,77$; $t = 11,84$ при $p < 0,001$) соответственно по сравнению с таковыми на контроле. Вместе с тем диаметр и высота берёзы в варианте

с кислотой в этой же зоне меньше, чем на контроле, на 57% ($t = 6,82$; $t = 9,35$ при $p < 0,001$), а соответствующие показатели у лиственницы в этом же варианте меньше на 62 и 61% соответственно ($t = 8,43$; $t = 12,18$ при $p < 0,001$). Опытные культуры в меньшей степени снижают рост с увеличением магнетитового загрязнения в вариантах с торфом, и чем больше слой торфа, тем меньше снижается рост.

По данным оценки состояния культур установлено, что наиболее ослаблены культуры, приближенные к источнику выбросов (таблица). С увеличением степени загрязнения идёт возращание среднего индекса повреждения древостоя и величины средней дефолиации. В зоне сильного загрязнения у берёзы повислой в варианте без мелиоранта средний индекс повреждения больше в 2,9 раза, у сосны

обыкновенной в варианте с торфом 2 см – в 3,2 раза, а у лиственницы сибирской – на 90%, чем у соответствующей культуры на контрольном участке. Отсюда видно, что наименьшая степень повреждения отмечена у лиственницы, а наибольшая – у сосны. Анализ показал, что внесение торфа в почву при посадке культур берёзы повислой снизило степень повреждения древостоя.

Жизненное состояние опытных культур

№ ОУ/ расстояние от источника выбросов, км	Порода	Вариант	Средний индекс повреждения древостоя	Средняя дефолиация, %
2/1	Б	Без мелиоранта	$3,5 \pm 0,13$	$60 \pm 3,25$
	Б	Торф 2 см	$3,5 \pm 0,08$	$61 \pm 2,52$
	С		$3,8 \pm 0,10$	$72 \pm 3,10$
	Б	Торф 12 см	$3,3 \pm 0,11$	$50 \pm 2,02$
	Лц	Кислота	$1,9 \pm 0,06$	–
5/3	Б	Без мелиоранта	$2,4 \pm 0,06$	$36 \pm 1,04$
	С	Без мелиоранта	$2,7 \pm 0,08$	$45 \pm 2,04$
	Лц	Без мелиоранта	$1,0 \pm 0,03$	–
3/5	Б	Без мелиоранта	$1,2 \pm 0,07$	$11 \pm 1,29$
	С	Без мелиоранта	$1,3 \pm 0,11$	$15 \pm 1,63$
	Лц	Без мелиоранта	$1,0 \pm 0,01$	–
4/10	Б	Контроль	$1,2 \pm 0,09$	$12 \pm 0,76$
	С	Контроль	$1,1 \pm 0,06$	$10 \pm 1,17$
	Лц	Контроль	$1,0 \pm 0,01$	–

Выводы

В результате исследований установлено, что лиственница Сукачева в условиях магнетитового загрязнения показывает лучшие показатели роста по сравнению с берёзой повислой и сосной обыкновенной. Сравнение разных вариантов посадки культур в зоне сильного

загрязнения свидетельствует, что успешным является вариант с торфом. Применяя низинный торф в достаточных количествах (например слоем не менее 12 см), можно создавать культуры и в зоне сильного загрязнения. Создание культур в зонах среднего и слабого загрязнения возможно из любых иссле-

дуемых видов без каких-либо специальных мелиорантов.

Установлено негативное влияние магнетитового загрязнения на жизненное состояние опытных культур. Наименьшее негативное влияние магнетитового загрязнения на жизненное состояние отмечено у лиственницы.

Библиографический список

1. Носырев В. И. Вредное воздействие магнезитовой пыли на древесную растительность // Лесн. хоз-во. 1962. № 1. С. 18–21.
2. Симонов К. В., Бочаров Л. Д., Устьянцев В. М. Об образовании и отложении в электрофильтрах сульфатов щелочных и щелочноземельных металлов и фторида магния при обжиге магнезита во вращающихся печах // Огнеупоры. 1979. № 4. С. 22–27.
3. Менщиков С. Л., Кузьмина Н. А., Мохначев П. Е. Воздействие атмосферных выбросов магнезитового производства на почвы и снеговой покров // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2012. № 5 (37). С. 221–224.
4. Кузьмина Н. А., Менщиков С. Л. Влияние аэротехногенных выбросов магнезитового производства на химический состав снеговой воды и почвы в динамике // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2015. № 6 (56). С. 192–196.
5. Завьялов К. Е. Состояние сосновых древостоев зелёной зоны г. Сатка, подверженных аэротехногенным выбросам магнезитового производства // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2015. № 6 (56). С. 57–59.
6. Завьялов К. Е., Менщиков С. Л. Состояние берёзовых культур в условиях магнезитового загрязнения // Аграрная Россия. 2009а. Спец. вып. С. 60–61.
7. Завьялов К. Е. Состояние искусственных насаждений берёзы повислой (*Betula pendula* Roth) в условиях магнезитового загрязнения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Завьялов К. Е. Екатеринбург: УГЛТУ, 2009б. 16 с.
8. Завьялов К. Е., Менщиков С. Л. Надземная фитомасса опытных культур берёзы повислой в условиях загрязнения магнезитовой пылью // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2010. № 4 (28). С. 27–30.
9. Завьялов К. Е. Морфология и химический состав листьев опытных культур берёзы повислой (*Betula pendula* Roth) в условиях магнезитового загрязнения // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 3 (41). С. 230–232.
10. Мохначев П. Е., Махнева С. Г., Менщиков С. Л. Особенности репродукции сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) в условиях загрязнения магнезитовой пылью // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 3 (41). С. 8–9.
11. Колесников Б. П. Леса Челябинской области // Леса СССР. М., 1969. Т. 4. С. 125–157.
12. Менщиков С. Л. Исследование экологических особенностей роста и обоснование агротехники создания культур хвойных пород в условиях магнезитовых запылений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Менщиков С. Л. Свердловск, 1985. 20 с.
13. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М., 2006. 16 с.
14. Менщиков С. Л. Методические аспекты оценки ущерба лесов, поврежденных промышленными выбросами на Среднем Урале // Леса Урала и хоз-во в них. Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. Вып. 21. С. 243–251.

Bibliography

1. Nosyrev V. I. Harmful effects of magnesite dust on wood vegetation // Forestry Journal. 1962. № 1. P. 18–21.
2. Simonov K. V., Bocharov L. D., Ustyantsev V. M. About education and adjournment in electric precipitators of sulfates alkaline both the shchelochnozemelnykh of metals, and magnesium fluoride when roasting magnesite in the rotating furnaces // Refractories. 1979. No. 4. P. 22–27.
3. Menshikov S. L., Kuzmina N. A., Mohnachev P. E. Influence of atmospheric emissions of magnesite production on soils and snow cover // News Orenburg State Agrarian University. 2012. No. 5 (37). P. 221–224.

4. Kuzmina N. A., Menshchikov S. L. Influence of aero technogenic emissions of magnesite production on the chemical composition of snow water and the soil in dynamics // News Orenburg State Agrarian University. 2015. No. 6 (56). P. 192–196.
 5. Zavyalov K.E. Sostoyaniye of pine forest stands of a green zone Satka, subject to aero technogenic emissions of magnesite production // News Orenburg State Agrarian University. 2015. No. 6 (56). P. 57–59.
 6. Zavyalov K. E., Menshikov S. L. Condition of birch cultures in the conditions of magnesite pollution // Agricultural Russia. 2009a. Special issue. P. 60–61.
 7. Zavyalov K. E. Condition of artificial plantations of the silver birch (*Betula pendula* Roth) in the conditions of magnesite pollution: avtoref. dis. ... cand. agric. sciences / Zavyalov K. E. Yekaterinburg, 2009b. 16 p.
 8. Zavyalov K. E., Menshikov S. L. Overground phytomass of pilot cultures of the birch in conditions of magnesite dust pollution // News Orenburg State Agrarian University. 2010. No. 4 (28). P. 27–30.
 9. Zavyalov K. E. Morphology and chemical composition of leaves of pilot cultures of the silver birch (*Betula Pendula Roth*) in the conditions of magnesite pollution // News Orenburg State Agrarian University. 2013. No. 3 (41). P. 230–232.
 10. Mohnachev P. E., Makhniova S. G., Menshikov S. L. Features of reproduction of the Scotch pine (*Pinus silvestris* L.) in the conditions of pollution by magnesite dust / P. E. Mohnachev, // News Orenburg State Agrarian University. 2013. № 3 (41). P. 8–9.
 11. Kolesnikov B. P. Forests of Chelyabinsk region // Forests of the USSR. M., 1969. Vol. 4. P. 125–157.
 12. Menshikov S. L. Research of ecological features of growth and reasons for agrotechnology of creation of cultures of coniferous breeds in the conditions of magnesite dust: avtoref. diss. ... cand. agricult. sciences / Menshikov S. L. Sverdlovsk, 1985. 20 p.
 13. Health regulations in the woods of the Russian Federation. M., 2006. 16 p.
 14. Menshikov S. L. Methodical aspects of assessment of forest damage, damaged by industrial emissions on the average Urals // Forests Urals and forestry in them. Yekaterinburg: USFEU, 2001. Vol. 21. P. 243–251.
-

УДК 504.054*574.24*631.53.011

ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ АЭРОТЕХНОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ МАГНЕЗИТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

П. Е. МОХНАЧЕВ – младший научный сотрудник,
тел.: 8(343)322-56-49; e-mail: mohnachev74@mail.ru*

С. Г. МАХНЕВА – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
тел.: 8(343)322-56-49; e-mail: makhniovasg@mail.ru*

С. Л. МЕНЩИКОВ – доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
заведующий лабораторией экологии техногенных растительных сообществ,
тел.: 8(343)322-56-47; e-mail: msl@botgard.uran.ru*

К. Е. ЗАВЬЯЛОВ – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,
тел.: 8(343)322-56-33; zavyalov.k@mail.ru*

Н. А. КУЗЬМИНА – младший научный сотрудник,
тел.: 8(343)322-56-33; e-mail: yarkaya05@mail.ru*

* ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения РАН»;
620144, Россия, Екатеринбург, ул. Билимбаевская, д. 32а

А. М. ПОТАПЕНКО – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;
ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси»;
246001, Республика Беларусь, г. Гомель, ул. Пролетарская, д. 71;
тел: +375 (232)75-45-41; e-mail: anto_ha86@mail.ru

Ключевые слова: *опытный участок, аэротехногенное загрязнение, сосна обыкновенная, масса семян, энергия прорастания, всхожесть семян, индивидуальная изменчивость.*

Проанализированы посевные качества семян (ПКС) сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.), произрастающей в условиях аэротехногенных выбросов комбината «Магнезит» на Южном Урале. Выявлено, что в зоне сильного уровня загрязнения 42 % семяноящих деревьев формируют семена экстремально низкой массы – менее 4,5 г/1000 шт. (минимальная – 2,38 г), что, вероятно, связано с общим ослаблением древостоя под воздействием аэрополлютантов. Вместе с этим наблюдается увеличение индивидуальной (внутрипопуляционной) изменчивости, что говорит о критическом воздействии сильного уровня техногенной нагрузки на данный показатель. В условиях среднего и слабого уровней загрязнения показатель массы 1000 семян и его индивидуальная изменчивость сопоставимы с таковыми семян из фоновых условий. Выявлено, что семена сосны, сформированные в условиях влияния аэротехногенных выбросов магнезитового производства, имеют высокие значения энергии прорастания (90,95–92,93 %) и всхожести (93,92–95,20 %), сопоставимые с таковыми семян из фоновых условий и видовым уровнем в целом. При этом индивидуальная изменчивость данных показателей в градиенте загрязнения находится на низком уровне ($C_v = 5,10 \dots 8,03 \%$), что указывает на их устойчивость к влиянию магнийсодержащих аэрополлютантов. Кроме того, с увеличением техногенной нагрузки на уровне тенденции увеличивается доля проростков семян, имеющих семядоли на момент определения всхожести (15-е сутки), что свидетельствует об их более раннем развитии. Сделан вывод о возможности использования семян из зон загрязнения для лесовосстановления, в том числе техногенно загрязненных территорий.

SOWING QUALITIES OF SEEDS SCOTS PINE IN THE EMISSIONS ANTHROPOGENIC MAGNESITE PRODUCTION

P. E. MOKHNACHEV – the junior researcher,
phone: 8(343)322-56-49; e-mail: mohnachev74@mail.ru*

S. G. MAKHNIOVA – candidate of biological sciences, senior researcher,
phone: 8(343)322-56-49; e-mail: makhniovasg@mail.ru*

S. L. MENSCHIKOV – doctor of agricultural sciences, senior researcher,
head of the laboratory of Ecology Anthropogenic Plant Communities,
phone: 8(343)322-56-47; e-mail: msl@botgard.ru*

K. E. ZAVYALOV – candidate of agricultural sciences, research officer,
phone: 8(343)322-56-33; e-mail: zavyalov.k@mail.ru

N. A. KUZMINA – the junior researcher,
phone: 8(343)322-56-47; e-mail: yarkaya05@mail.ru*

* FSBES «Botanical Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences»,
620134, Russia, Yekaterinburg, Bilimbaevskaya str., 32a

A. M. POTAPENKO – candidate of agricultural sciences, senior research,
SSE «Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus»,
246001, Republic of Belarus, Gomel, Proletarskaya str., 71;
phone: +375 (232) 75-45-41; e-mail: anto_ha86@mail.ru

Key words: *experimental plot, anthropogenic pollutions, Scots pine, weight of seeds, germination energy, germinating seeds, individual variability.*

Analyzed the sowing qualities of seeds of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) growing in conditions of anthropogenic emissions of the plant «Magnezit» in the southern Urals. It is revealed that in the zone of strong pollution 42 % seminoma of trees form seeds extremely low birth weight – less than 4.5 grams/1000 pcs. (minimum of 2.38 grams), which is probably due to the general weakening of the forest stands under the influence of airpollutants. Along with this there is increase in individual (intrapopulation) variation that refers to the crucial impact of a strong level of technogenic load on the indicator. In conditions of moderate and low pollution levels, a measure of weight of 1000 seeds and its individual variability comparable to that of seeds from background conditions. It is revealed that seeds of pine trees, formed under the influence of aerial technogenic emissions of a magnesite production have high values of energy of germination (90,95–92,93 %) and germination (93,92–95,20 %), comparable to those of seeds from the background conditions and the species level in general. Thus, the individual variability of these indicators in the pollution gradient is low ($C_v = 5,10\text{--}8,03\%$), which indicates their resistance to the effects of magnesium airpollutants. In addition, with the increase of technogenic load at the level of tendencies increase the proportion of sprouted seeds with cotyledons at the time of determination of germination (15 days), reflecting their relatively early development. The conclusion about the possibility of using seeds from areas of contamination for reforestation, including tehnokonsalting territories.

Введение

Семя – особая многоклеточная структура сложного строения, служащая для размножения и расселения семенных растений. Известно, что семен-

ное возобновление имеет ряд преимуществ перед вегетативным [1], кроме того, исходя из биологических особенностей многих видов древесных растений, в том числе большинства

хвойных, только семена являются исходным материалом для возобновления. Одним из важных условий возобновления природных сообществ являются посевные качества семян [2–4],

которые за последний век, кроме естественных биотических и абиотических факторов, подвержены влиянию аэротехногенного загрязнения [5–9].

Цели, объекты

и методы исследований

Целью настоящей работы является анализ посевных качеств семян сосны обыкновенной, сформированных в условиях воздействия промышленных выбросов магнезитового производства.

Исследования проведены в ценопопуляциях сосны обыкновенной, произрастающих в условиях влияния выбросов комбината «Магнезит». Комбинат «Магнезит» основан в 1901 г., расположен в районе г. Сатка на Южном Урале. Основу его выбросов составляет магнезитовая пыль, которая представлена $MgO(K,NaO)2SO_4$ (твёрдый раствор), $Na_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2MgSO_4$, MgF_2 , Mg_2SO_4 , Mg_2CO_3 [10]. Пыль имеет сильнощелочную реакцию – $pH > 10$. Для исследований выбраны опытные участки (ОУ), созданные в начале 80-х годов Уральской лесной опытной станцией ВНИИЛМ (ныне Ботанический сад УрО РАН) в условиях сильного (ОУ-2), среднего (ОУ-5) и слабого (ОУ-4) уровней загрязнения и фоновых условиях (ОУ-К) [11]. ОУ расположены в сходных лесорастительных условиях в одном типе леса (Сяг). На момент исследования возраст древостоев составил 35 лет. Современное состояние древесного яруса, а также уровень загрязнения снега, почвы и растительного покрова в зоне выбросов аэро-

поллютантов комбината «Магнезит» приведены в предыдущих исследованиях, выполненных учеными лаборатории «Экологии техногенных растительных сообществ» Ботанического сада УрО РАН [12–16 и др.].

Для изучения ПКС в марте 2014 г. в верхней и средней частях кроны модельных деревьев сосны нами были собраны нераскрывшиеся шишки (не менее 40 шт. с каждого модельного дерева каждого ОУ). Образцы шишек высушивали в лабораторных условиях, разбирали на чешуи, извлекали все семена индивидуально для каждого модельного дерева. Обескрыленные семена взвешивали на лабораторных аналитических весах. Посевные качества семян (абсолютная всхожесть и энергия прорастания) определяли методом проращивания в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге с использованием климатической камеры Sanyo MLR-351H согласно ГОСТ 13056.6-97 «Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести» [17]. На 15-й день подсчитывали количество проростков, достигших стадии выхода семядолей, и вычисляли их долю относительно взошедших семян. Визуальную оценку степени повреждения древостоев проводили с использованием общепринятой методики [18]. Для каждого дерева определяли дефолиацию кроны, срок жизни хвои и категорию состояния по 6-балльной шкале, где 1 – деревья без признаков ослабления, 6 – старый сухостой. По категориям состояния деревь-

ев определяли индекс повреждения древостоя [19]. Уровень индивидуальной (внутрипопуляционной) изменчивости оценивали по шкале, предложенной С. А. Мамаевым [20]. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием пакета программ Statistica 6.0.

Результаты исследований

и их обсуждение

В результате исследований выявлено, что в древостоях сосны, произрастающих в условиях сильного уровня магнезитового загрязнения (ОУ-2), формируются семена достоверно меньшей массы (при $p < 0,05$) по сравнению с менее загрязненными ОУ и фоновыми условиями (табл. 1).

Снижение массы семян в зоне сильного загрязнения комбината «Магнезит» было отмечено нами ранее [14, 15, 21]. Мы предполагаем, что возможными причинами данного явления могут быть ухудшение санитарного состояния древостоя, снижение продолжительности жизни хвои и охвоенности (табл. 2), а также замедление ростовых процессов в семяпочках [9], обусловленные воздействием аэрополлютантов.

Согласно литературным данным у сосны обыкновенной, произрастающей в условиях аэротехногенного загрязнения, возможно как снижение [9, 22, 23], так и увеличение массы семян [6, 8, 23]. Таким образом, направление изменения показателя массы 1000 семян и его степень, как мы предполагаем, определяется уровнем отклонения условий от оптимальных для вида.

Таблица 1

Характеристика посевных качеств семян сосны обыкновенной

ОУ / расстояние до источника выбросов, км	Показатели (в числителе – $\bar{X} \pm m$, в знаменателе – $C_v, \%$)			
	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Доля проростков с семядолями, %
ОУ-2/1	$\frac{5,04 \pm 0,32}{27,98}$	$\frac{90,95 \pm 1,55}{7,44}$	$\frac{93,92 \pm 1,4}{6,50}$	$\frac{79,72 \pm 4,04}{22,09}$
ОУ-5/3	$\frac{6,88 \pm 0,24^*}{15,29}$	$\frac{92,93 \pm 1,71}{8,03}$	$\frac{94,52 \pm 1,11}{5,10}$	$\frac{76,16 \pm 5,11}{29,26}$
ОУ-4/10	$\frac{7,23 \pm 0,31^*}{9,74}$	$\frac{91,13 \pm 2,44}{5,98}$	$\frac{95,20 \pm 3,08}{7,23}$	$\frac{67,38 \pm 6,90}{22,89}$
ОУ-К/20	$\frac{6,31 \pm 0,20^*}{13,99}$	$\frac{85,50 \pm 2,68}{14,04}$	$\frac{90,67 \pm 1,67}{8,23}$	$\frac{64,37 \pm 6,35}{44,12}$

* Различия с зоной сильного загрязнения достоверны при $p < 0,05$.

Многими исследованиями выявлено, что масса семян сосны является стабильным популяционным признаком, отражающим наследственный, эволюционно-приспособительный характер вида, и в многолетнем цикле ее индивидуальная изменчивость чаще имеет низкий и не превышает средний уровень [4, 20, 24]. В условиях сильного уровня загрязнения происходит существенное (в 1,8–2,9 раза) увеличение индивидуальной изменчивости показателя массы 1000 семян относительно менее загрязненных ОУ и фоновых условий (см. табл. 1). Возрастание коэффициента вариации показателя массы 1000 семян в условиях ОУ-2 до повышенного уровня обусловлено расширением диапазона индивидуальной изменчивости за счет участия в семяношении деревьев, формирующих семена как с экстремально низкими значениями массы 1000 шт. менее 4,5 г (минимальная – 2,38 г) (их доля составляет 42%), так и с высокими

Таблица 2

Состояние деревьев сосны обыкновенной в условиях аэротехногенного загрязнения комбината «Магnezит»

ОУ / расстояние до источника загрязнения, км	Индекс повреждения древостоя, балл	Дефолиация, %	Срок жизни хвои, лет
ОУ-2/1	$4,63 \pm 0,11$	$68,97 \pm 1,48$	$2,46 \pm 0,06$
ОУ-5/3	$3,03 \pm 0,08^*$	$49,51 \pm 1,86^*$	$2,77 \pm 0,06^*$
ОУ-4/10	$2,17 \pm 0,16^*$	$32,76 \pm 3,56^*$	$3,34 \pm 0,10^*$
ОУ-К/20	$2,08 \pm 0,15^*$	$27,16 \pm 2,29^*$	$3,52 \pm 0,07^*$

* Различия с зоной сильного загрязнения достоверны при $p < 0,01$.

значениями показателя – более 7,0 г (их доля составляет 16%).

Семена сосны, сформированные в условиях воздействия аэротехногенных выбросов комбината «Магnezит», имеют высокие значения энергии прорастания и всхожести, сопоставимые с таковыми у семян из фоновых условий и видовым уровнем в целом (см. табл. 1). Индивидуальная изменчивость перечисленных показателей в градиенте загрязнения находится на низком уровне, что может свидетельствовать об их устойчивости к влиянию данного типа аэрополлютантов. Следует

отметить, что всхожесть семян сосны, сформированных в разные годы в условиях влияния выбросов комбината «Магnezит», также была высокой [11, 15, 21]. Для древостоев при возрастании уровня загрязнения мы наблюдаем тенденцию увеличения доли проростков семян с семядолями к 15-му дню опыта (см. табл. 1), что может быть связано, как мы предполагаем, со стимулирующим эффектом магнийсодержащих аэрополлютантов. Для подтверждения данной гипотезы требуются дальнейшие исследования.

Выводы и рекомендации

Анализ посевных качеств семян сосны обыкновенной, сформированных в условиях влияния аэротехногенных выбросов магнезитового производства, позволил сделать следующие выводы.

1. Сильный уровень магнезитового загрязнения оказывает существенное влияние на показатель массы 1000 семян, что выражается в снижении его абсо-

лютного значения и увеличении индивидуальной изменчивости относительно менее загрязненных ОУ и фоновых условий.

2. Энергия прорастания и всхожесть семян слабо подвержены влиянию магнезитового загрязнения. Данные показатели независимо от степени техногенной нагрузки варьируют на низком уровне и имеют значения, сопоставимые с таковыми в фоновых условиях.

3. Семена сосны из зон загрязнения на уровне тенденции имеют более раннее развитие проростков и быстрее переходят к стадии роста и развития семядолей.

4. На основании вышесказанного рекомендуем использовать семена сосны, сформированные в условиях влияния выбросов магнезитового производства, при лесовосстановлении, в том числе техногенно нарушенных земель.

Библиографический список

1. Луганский Н. А., Залесов С. В., Щавровский В. А. Лесоведение: учеб. пособие / Урал. гос. лесотехн. акад. Екатеринбург, 1996. 373 с.
2. Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная. М.: Наука, 1964. 192 с.
3. Козубов Г. М. Биология плодоношения хвойных на Севере. Л.: Наука, 1974. 136 с.
4. Черепнин В. Л. Изменчивость семян сосны обыкновенной. Новосибирск: Наука, 1980. 183 с.
5. Ангальт Е. М., Жамурина Н. А. Биологический анализ хвои, шишек и семян сосны обыкновенной в условиях городской среды // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2014. № 3. С. 156–158.
6. Аникеев Д. Р., Бабушкина Л. Г., Зуева Г. В. Состояние репродуктивной системы сосны обыкновенной при аэротехногенном загрязнении. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2000. 81 с.
7. Вахнина И. Л., Макаров В. П. Морфобиологическая характеристика генеративных органов сосны в природно-техногенных условиях (Восточное Забайкалье) // Вестник Моск. гос. ун-та леса. Лесн. вестник. 2014. № 5. С. 20–25.
8. Носкова Н. Е., Третьякова И. Н. Влияние стресса на репродуктивные способности сосны обыкновенной // Хвойные бореальной зоны. 2006. № 3. С. 54–63.
9. Шкарлет О. Д. Влияние дымовых газов на формирование репродуктивных органов сосны обыкновенной (на примере одного из медеплавильных предприятий на Урале): автореф. дис. ... канд. биол. наук / Шкарлет О. Д. Свердловск: ИЭРиЖ УНЦ АН СССР, 1974. 27 с.
10. Симонов К. В., Бочаров Л. Д., Устьянцев В. И. Об образовании и отложении в электрофильтрах сульфатов щелочных и щелочноземельных металлов и фторида магния при обжиге магнезита во вращающихся печах // Огнеупоры. 1979. № 4. С. 23–27.
11. Менщиков С. Л. Исследование экологических особенностей роста и обоснование агротехники создания культур хвойных пород в условиях магнезитовых запылений: дис. ... канд. с.-х. наук / Менщиков С. Л. Свердловск, 1985. 210 с.
12. Завьялов К. Е. Состояние искусственных насаждений березы повислой (*Betula pendula* Roth) в условиях магнезитового загрязнения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Завьялов К. Е. Екатеринбург, 2009. 16 с.
13. Менщиков С. Л., Кузьмина Н. А., Мохначев П. Е. Воздействие атмосферных выбросов магнезитового производства на почвы и снеговой покров // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2012. № 5 (37). С. 221–223.
14. Махнева С. Г., Мохначев П. Е., Менщиков С. Л. Влияние почвенных условий и происхождения семян сосны обыкновенной на их лабораторную и грунтовую всхожесть // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 3 (41). С. 10–12.

15. Мохначев П. Е., Махнева С. Г., Меншиков С. Л. Особенности репродукции сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) в условиях загрязнения магнезитовой пылью // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 3 (41). С.8–9.
16. Распределение деревьев опытных культур *betula pendula* roth. по ступеням толщины и уровень загрязнения почвы в зоне действия выбросов комбината «Магнезит» / С. Л. Меншиков, К. Е. Завьялов, Н. А. Кузьмина, П. Е. Мохначев, И. С. Цепордей // Успехи современного естествознания. 2016. № 10. С. 84–89.
17. ГОСТ-13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести. Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1998. 27 с.
18. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М., 2006. 16 с.
19. Меншиков С. Л. Методические аспекты оценки ущерба лесов, поврежденных промышленными выбросами на Среднем Урале // Леса Урала и хоз-во в них. Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. Вып. 21. С. 243–251.
20. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 284 с.
21. Мохначев П. Е. Женская генеративная сфера сосны обыкновенной в условиях магнезитового загрязнения // Лесные биогеоценозы Бореальной зоны: география, структура, функции, динамика: матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 70-летию создания Ин-та леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. Красноярск, 2014. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С. 348–351.
22. Подзоров Н. В. Влияние задымления воздуха на качество семян сосны обыкновенной // Лесн. хоз-во. 1965. № 7. С. 47–49.
23. Махнева С. Г., Меншиков С. Л. Качество семян и семенного потомства сосны обыкновенной из зон техногенного загрязнения среды // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2012. Т. 5. № 37-1. С. 236–240.
24. Макаров В. П., Милютин Л. И. Многолетняя динамика посевных качеств сосны обыкновенной в хостепной зоне Забайкальского края // Успехи современного естествознания. 2015. № 4. С. 129–133.

Bibliography

1. Luhansky N. A., Zalesov S. V., Shchavrovsky V. A. Forestry: Education guidance / Urals State. For. Eng. Academy. Yekaterinburg. 1996. 373 p.
2. Pravdin L. F. Scots Pine. M.: Nauka, 1964. 192 p.
3. Kozubov G. M. Biology of conifers fruiting in the North. L.: Nauka, p. 1974.136 p.
4. Cherepnin V. L. Variability of seeds of Scots pine. Novosibirsk: Nauka, 1980. 183 p.
5. Anhalt E. M., Jamurina N.A. Biological analysis of needles, cones and seeds of Scots pine in the urban environment // News Orenburg State agrarian University. 2014. № 3. P. 156–158.
6. Anikeev D. R., Babushkina, L. G., Zueva G. V. The reproductive system of Scots pine under aerial technogenic pollution. Yekaterinburg: Ural State Forestry Engineering Academy, 2000. 81 p.
7. Vakhnina I. L., Makarov V. P. Morphobiological characteristics of the generative organs of Scots pine in natural-technogenic conditions (Eastern Transbaikalia) // Herald of Moscow State Forest University. Forest Herald. 2014. No. 5. P. 20–25.
8. Noskova N. E., Tretyakova I. N. The effects of stress on the reproductive capacities of Scots pine // Conifers of the boreal zone. 2006. №. 3. P. 54–63.
9. Skarlet O. D. Effect of flue gases on the formation of the reproductive organs of Scots pine (for example, one of copper smelting enterprises in the Urals): abstract. dis....cand. biol. sciences. Sverdlovsk: IPAE YSC Academy of Sciences USSR, 1974. 27 p.
10. Simonov K. V., Bocharov L. D., Ustyantsev V. I. On the formation and deposition of electrostatic sulfates of alkali and alkaline earth metals and magnesium fluoride in the firing of magnesite in rotary furnaces // Refractories. 1979. №. 4. P. 23–27.

11. Menshchikov S. L. Research of ecological features of growth and reasons for agrotechnology of creation of cultures of coniferous breeds in the conditions of magnesite zapyleniye: diss... cand. agrocult. sciences / Menshchikov S. L. Sverdlovsk. 1985. 210 p.
 12. Zavyalov K. E. The condition of artificial plantations of the silver birch (*Betula pendula* Roth) in the conditions of magnesite pollution: avtoref. diss. ... cand. agricult. sciences / Zavyalov K. E. Yekaterinburg, 2009. 16 p.
 13. Menshchikov S. L., Kuzmina N. A., Mohnachev P. E. Impact of atmospheric emissions of magnesite production on soils and snow cover. // News Orenburg State agrarian University. 2012. No. 5 (37). P. 221–223.
 14. Makhneva S. G., Mohnachev P. E., Menshchikov S. L. Influence of soil conditions and origin of seeds of the Scotch pine on their laboratory and soil viability. // News Orenburg State agrarian University. 2013. No. 3 (41). P. 10–12.
 15. Mohnachev P. E., Makhneva S. G., Menshchikov S. L. Features of reproduction of the Scotch pine (*Pinus silvestris* L.) in the conditions of pollution by magnesite dust // News Orenburg State agrarian University. 2013. No. 3 (41). P. 8–9.
 16. Distribution of *betula pendula* roth. test crops by diameter class and level of pollution of soil in the area of emissions of the JSK «Magnesite» integrated industrial complex / S. L. Menshchikov, K. E. Zavyalov, N. A. Kuzmina, P. E. Mokhnachev, I. S. Tsepordey // Advances in current natural sciences. 2016. № 10. P. 84–89.
 17. State Standard -13056. 6-97. Seeds of trees and shrubs. Methods for determination of germination. Minsk: the interstate council for standardization, metrology and certification, 1998. 27 p.
 18. Sanitary rules in forests of the Russian Federation. M., 2006. 16 p.
 19. Menshchikov S. L. Methodological aspects of assessment of forests damaged by industrial emissions in the middle Urals // Forests of the Ural and forestry in them. Yekaterinburg: USFEU, 2001. Vol. 21. P. 243–251.
 20. Mamaev S. A. Forms of intraspecific variation of woody plants. M.: Science, 1973. 284 p.
 21. Mokhnachev P. E. Female generative sphere of Scots pine under conditions of magnesite pollution // Forest biogeocenoses of the Boreal zone: geography, structure, functions and dynamics: materials of all-Russian scientific conference with international participation dedicated to the 70th anniversary of the establishment of the Institute of forest. V. N. Sukachev SB RAS. Krasnoyarsk, 2014. Novosibirsk: Publishing house SB RAS, 2014. P. 348–351.
 22. Podzorov N. V. The impact of smoke in the air on the seed quality of Scotch pine // Forestry. 1965. № 7. P. 47–49.
 23. Makhneva S. G., Menshchikov S. L. Seed quality and seed progeny of Scots pine from the areas of technogenic pollution // News Orenburg State agrarian University. 2012. Vol. 5. № 37-1. P. 236–240.
 24. Makarov V. P., Milyutin L. I. Long-term dynamics of sowing qualities of *Pinus sylvestris* in the dry zone of the transbaikal region // Advances in current natural sciences. 2015. № 4. P. 129–133.
-

УДК 574.4:504.1

УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕГА И ПОЧВЫ В ЗОНАХ ПОРАЖЕНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЫБРОСОВ МАГНЕЗИТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. А. КУЗЬМИНА – младший научный сотрудник,
тел. +7 (912)202-63-49; e-mail: yarkaya05@mail.ru*

С. Л. МЕНЩИКОВ – доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
заведующий лабораторией экологии техногенных растительных сообществ,
тел. 8(343)322-56-47; e-mail: msl@botgard.uran.ru*

С. Г. МАХНЕВА – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
тел. 8(343)322-56-47; e-mail: makhniovasg@mail.ru*

К. Е. ЗАВЬЯЛОВ – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,
тел. 8(343)322-56-33; zavyalov.k@mail.ru*

П. Е. МОХНАЧЕВ – младший научный сотрудник,
тел.: 8(343)322-56-49; e-mail: mohnachev74@mail.ru*

* ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения РАН»,
620144, Россия, Екатеринбург, ул. Билимбаевская, 32а

Ключевые слова: *магнетитовое запыление, зоны поражения лесов, кислотность и минерализация снежного покрова, тяжелые металлы в снеге, обменные катионы почвы.*

Выбросы магнетитового производства больше века (с 1901 г.) воздействуют на лесную растительность. Проведенные химические исследования снеговой воды показали значительное содержание взвешенных веществ (пыли) в очаге загрязнения, почти в 15 раз выше в зоне сильного повреждения древостоя, чем в зоне слабого поражения лесов. Оседающая на снеговой покров каустическая пыль имеет $\text{pH} > 10,0$, поэтому актуальная кислотность ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) снеговой воды во все годы наблюдений – 8,0–10,0 ед. Нами установлено, что содержание тяжелых металлов в растворенных формах превышает величины предельно допустимых концентраций для поверхностных вод по всем исследуемым зонам. Доля всех элементов меньше в зоне слабого поражения. Если сопоставить данные по кислотности фильтрата и содержанию тяжелых металлов в снеговой воде, то можно наблюдать зависимость между сильнощелочной рН и концентрацией щелочных и щелочноземельных элементов. В результате исследований, проведенных нами с 1983 по 2010 гг., выявлено снижение актуальной кислотности почвы в верхних горизонтах в зонах среднего и слабого воздействия на 0,2–0,5 ед. рН. В зоне сильного поражения снижение данного показателя не обнаружено. Самоочищение почвы в зонах среднего и слабого поражения пройдет интенсивнее при условии более значительного сокращения объемов газообразных выбросов (паров щелочей, серного ангидрида и фтора), определяющих токсическую нагрузку на почвы и растения. Установлено, что при снижении выбросов комбината за 28-летний период происходит частичное самоочищение почвы в результате снижения содержания обменного магния по отношению к кальцию на фоне высокой актуальной кислотности почвы. Анализ состояния опытных культур в районе комбината «Магнетит» показал, что успешное лесовосстановление возможно в настоящее время в зоне среднего и слабого поражения.

THE LEVEL OF SOIL CONTAMINATION, POLLUTION OF SNOW IN THE AREAS OF FOREST VEGETATION DESTRUCTION UNDER THE INFLUENCE OF EMISSIONS MAGNESITE

N. A. KUZMINA – the junior researcher,
phone: 8(343)322-56-47; e-mail: yarkaya05@mail.ru*

S. L. MENSCHIKOV – doctor of agricultural sciences, senior researcher,
head of the laboratory of Ecology Anthropogenic Plant Communities,
phone: 8(343)322-56-47; e-mail: msl@botgard.ru*

S. G. MAKHNIOVA – candidate of biological sciences, senior researcher,
phone: 8(343)322-56-49; e-mail: makhniovasg@mail.ru*

K. E. ZAVYALOV – Candidate of agricultural sciences, research officer,
phone: 8(343)322-56-33; e-mail: zavyalov.k@mail.ru*

P. E. MOKHNACHEV – the junior researcher,
phone: 8(343)322-56-49; e-mail: mohnachev74@mail.ru*

* FSBES «Botanical Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences»;
620134, Bilimbaevskaya str., 32a, Yekaterinburg, Russia

Key words: *magnesite dust pollution, destruction envelope forest, acidity and mineralization snow cover, heavy metals in the snow, exchange cation soils.*

Emissions from magnesite production of more than a century (since 1901) impacts on forest vegetation. A chemical study of snow water showed a significant content of suspended substances (dust) in the source of pollution, almost 15 times higher in the area of strong damage of the forest stand than in the zone of weak destruction of forests. Deposited on snow cover, dust has a caustic $\text{pH} > 10,0$, therefore the actual acidity ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) snow water in all years of observations – 8,0–10,0 units. We found that the content of heavy metals in dissolved forms exceed the value of maximum permissible concentration for surface waters in all studied areas. The content of all elements is smaller in the zone of weak destruction. If we compare the figures for the acidity of the filtrate and the content of heavy metals in snow water, we can observe the relationship between the high alkaline pH and concentration of alkali and alkaline earth elements. The studies conducted by us from 1983 to 2010. the decrease of actual soil acidity in the upper horizons in the zones of moderate and low impact 0,2–0,5 pH units. In the area of strong defeat the decrease is not detected. Self-cleaning of the soil in areas of moderate and low lesions occur more intensively subject to more significant reductions of gaseous emissions (vapors of alkalis, sulphur dioxide and fluoride) that determine the toxic load on the soil and plants. The results of our studies for the reduction of emissions of the plant over the 28 year period there is a partial purification of the soil by reducing the content of exchangeable magnesium relative to calcium in the presence of high actual acidity of the soil. Analysis of the status of the experimental crops in the area of Kombinat «Magnezit» has shown that successful reforestation is possible in the present, in the zone of moderate and low defeat.

Введение

Один из объектов крупных очагов поражения лесной растительности – Саткинский ОАО «Комбинат „Мagnezit“» в Челябинской области на Южном Урале. Высококарбонатное сырье

обжигают таким способом, при котором сырой магнезит Саткинских групп месторождений (фракции 0–40 мм) загружают во вращающуюся печь. Максимальные объёмы выбросов магнезитовой пыли в атмосфе-

ру в 1963 г. достигали 182,5–328,5 тыс. т в сутки. В 1978 г. на комбинате были установлены новые электрофильтры и выбросы пыли снизились до 70–90 т в сутки [1]. После обжига природного магнезита образуется много

каустической пыли, которая проходит повторный обжиг. Каустическая пыль даёт большое количество дымовых газов, в ней присутствует значительно больше щелочей, фтора и серного ангидрида, окислов азотов, чем при обжиге природного магнезита.

Цель данной работы – изучить уровень загрязнения снегового покрова и почвы промышленными выбросами магнезитового производства в динамике в зонах поражения лесной растительности.

Методика и объекты исследования

Исследования проведены на опытных участках (ОУ), заложенных в 1980–1988 гг. Уральской опытной станцией ВНИИЛМ, где произрастает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) и берёза повислая (*Betula pendula* Roth.). Опытные участки расположены в градиенте загрязнения на северо-восток от источника выбросов: ОУ-2 – сильная зона, в 1 км от комбината; на востоке ОУ-5 – средняя зона, в 3 км от источника выбросов; ОУ-4 – слабая зона поражения леса, 10 км; в северо-западном направлении находится условный контроль – 20 км от комбината (район пос. Сулея). Почвенные образцы отбирали на ОУ (ГОСТ 17.4.4.02.84) на глубине 0–10 см. В лабораторных условиях определяли актуальную кислотность (ГОСТ 26423-85) на ионометре рН-340. Металлы из почвы экстрагировали ацетатно-аммонийным буферным

раствором. С помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра пов AA 300 (Analytik Jena, Германия) определяли содержание ионов щелочных и щелочно-земельных металлов в фильтрате снеговой воды.

Результаты исследования и их обсуждение

Актуальность биохимических исследований в настоящее время связана с необходимостью осознания экологической ситуации в целом и является неотъемлемой частью изучения природных и техногенных, измененных наземных экосистем.

Важным аспектом взаимосвязи существования почвы с растениями под влиянием накопленного аэротехногенного воздействия выбросов в очагах загрязнения является комплексность многолетнего исследования.

Очень часто в последние годы снежный покров используется в качестве интегрального показателя загрязнённости атмосферы на территориях, где устойчи-

вый снежный покров в течение длительного периода зимы (6–8 мес.). Применяют нормативные документы для поверхностных вод (ГОСТ 12.1.007-76).

Результаты химического состава снеговой воды за 2012–2014 гг. показали количество взвешенных веществ почти в 15 раз выше в зоне сильного повреждения древостоя, чем в зоне слабого поражения лесов (рис. 1).

Содержание до 30 г/м² поллютантов в твердой фракции (взвешенные вещества) в зоне сильного поражения леса обусловлено максимальным загрязнением атмосферы воздуха твердыми частицами и минерализацией снежного покрова.

Оседающая на снеговой покров каустическая пыль имеет рН > 10,0, поэтому рН снеговой воды соответствует сильнощелочной реакции. Анализируя средние значения рН_{H₂O}, видим, что значения выше 9–9,5 – в 2012–2013 гг. во всех зонах. В 2014 гг. в зоне слабого поражения произошло небольшое снижение рН до 8,9 ед. (рис. 2).

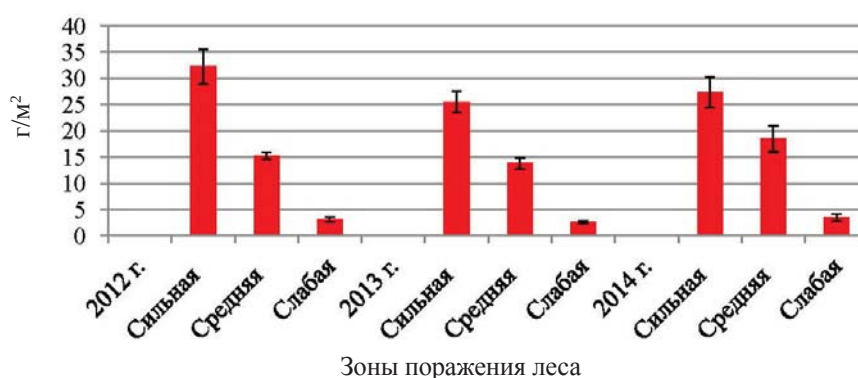


Рис. 1. Динамика содержания взвешенного вещества, г/м²

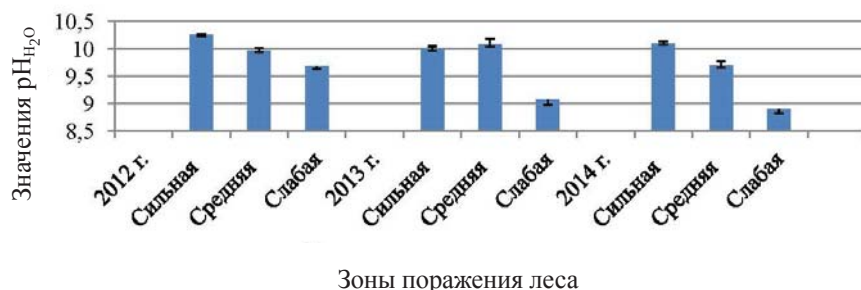


Рис. 2. Динамика показателя рН фильтрата снеговой воды

Результат анализа фильтрата снеговой воды с 2012 по 2014 гг. на содержание щелочных и щелочноземельных элементов показал содержание магния в 2014 г. в зоне сильного поражения выше

в 6 раз (6 г/м^2), кальция в 2013 г. – выше в 14,5 раза ($0,6 \text{ г/м}^2$) по сравнению с таковым в зоне слабого поражения. Содержание натрия во все годы в зоне сильного поражения выше, чем в зоне слабого

и среднего поражения, и в 2013 г. по всем зонам показало высокие значения (табл. 1). Доля всех элементов меньше в зоне слабого поражения. Если сопоставить данные по кислотности фильтрата и содержанию ТМ в снеговой воде, то можно наблюдать зависимость между сильнощелочной рН и концентрацией щелочных и щелочноземельных элементов.

Химический анализ снеговой воды на содержание ТМ, концентрирующихся в течение зимнего периода (за 6–8 мес.) в снежном покрове в исследуемых зонах, приведён в табл. 2.

Таблица 1

Содержание щелочных и щелочноземельных элементов в фильтрате снеговой воды, мг/м^2

Зоны повреждения	Ca	Mg	K	Na
2012				
Сильная	366.7 ± 34.5	6065.2 ± 256.1	219.0 ± 25.3	176.0 ± 19.7
Средняя	269.9 ± 12.5	4002.5 ± 104.4	83.9 ± 6.1	79.5 ± 4.6
Слабая	94.1 ± 8.0	887.8 ± 120.6	23.3 ± 4.5	44.6 ± 8.4
2013				
Сильная	576.6 ± 62.4	7203.0 ± 1179.3	57.01 ± 14.4	232.0 ± 37.0
Средняя	247.2 ± 11.0	2975.0 ± 37.3	47.8 ± 11.7	324.9 ± 30.6
Слабая	39.9 ± 5.4	1057.4 ± 104.1	16.34 ± 2.0	190.3 ± 17.1
2014				
Сильная	405.2 ± 53.9	10871.3 ± 334.0	1.9 ± 0.3	146.1 ± 73.6
Средняя	105.0 ± 21.3	5052.8 ± 806.0	1.8 ± 0.4	33.3 ± 18.9
Слабая	80.6 ± 28.4	1808.3 ± 130.9	1.2 ± 0.08	42.9 ± 32.9

Таблица 2

Среднее содержание ТМ в фильтрате снеговой воды, мг/л , 2014 г.

Тяжелый металл	ПДК, мг/л	Зона повреждения древостоя		
		сильная	средняя	слабая
Mn	0,1	$0,50 \pm 0,07$	$0,56 \pm 0,03$	$1,08 \pm 0,09$
Fe	0,01	$2,54 \pm 0,35$	$1,82 \pm 0,27$	$1,86 \pm 0,09$
Cr	0,003	$0,3 \pm 0,02$	$0,34 \pm 0,06$	$0,21 \pm 0,01$
Zn	0,01	$0,06 \pm 0,02$	$0,007 \pm 0,0006$	$0,02 \pm 0,01$
Pb	0,006	$0,16 \pm 0,02$	$0,34 \pm 0,10$	$0,18 \pm 0,02$
Cu	0,001	$0,19 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,008$	$0,09 \pm 0,01$
Ni	0,003	$0,06 \pm 0,006$	$0,03 \pm 0,005$	$0,03 \pm 0,01$

По современным классификациям свинец, цинк относятся к 1-му классу опасности; медь, никель, хром – к 2-му классу; марганец – к 3-му классу опасности. Как следует из полученных данных, содержание всех ТМ в растворенных формах превышает величины ПДК для поверхностных вод по всем исследуемым зонам [2].

Полученный материал позволяет оценить количественное содержание веществ, которые после снеготаяния попадают в почвы и тем самым показывают уровень техногенной нагрузки.

Содержащиеся в дымовых газах пары щелочей, фтора и серного ангидрида адсорбируются и концентрируются в больших количествах на самих дисперсных частицах каустической пыли вследствие их большой удельной поверхности. Нами установлено, что атмосферные выбросы комбината «Магнезит» оказывают существенное воздействие на химические свойства почв, об этом свидетельствуют полученные высокие показатели актуальной

кислотности (pH_{H_2O}) почвы во всех зонах поражения и содержание щелочных, щелочноземельных и ТМ по сравнению с таковыми в зоне слабого поражения леса.

Анализ полученных данных за период наблюдений показал, что с 1983 по 1990 гг. показатель pH_{H_2O} почвы несколько уменьшался, а в 2005 г. опять увеличился (табл. 3). По ведомственным материалам комбината, с 1978 по 1983 гг. количество годовых аэропромвыбросов (после установки электрофильтров) находилось в объеме 30 тыс. т в год. С 1985 по 1990 гг. объемы выбросов уменьшились до 26 тыс. т в год. С 1999 по 2001 гг. количество выбросов составляло 18 тыс. т в год, а в 2002 г. – 16 тыс. т в год. Снижение показателя pH_{H_2O} в почве при уменьшении выбросов промышленных предприятий отмечено во многих работах [1]. В результате исследований, проведенных нами с 1983 по 2010 гг., выявлено снижение актуальной кислотности почвы в верхних горизонтах в зонах

среднего и слабого воздействия на 0,2–0,5 ед. рН. На опытных участках в зоне сильного поражения снижение данного показателя не обнаружено. Самоочищение почвы в вышеуказанной зоне происходит крайне медленно даже при снижении или полном прекращении выбросов в результате низкой подвижности большинства металлов в щелочной среде [4]. Возможно, самоочищение почв в зонах среднего и слабого поражения пройдет интенсивнее при условии более значительного сокращения объемов газобразных выбросов (паров щелочей, серного ангидрида и фтора), определяющих токсическую нагрузку на почвы и растения.

Результаты анализов показали (рис. 3), что естественное соотношение между элементами в почвенном поглощающем комплексе нарушено: в 1983 г. обменный магний доминирует в зоне запыления, в то время как в условном контроле вне запыления – кальций. А в 2008–2011 гг. соотношение обменных катионов существенно изменилось

Таблица 3

Изменение актуальной кислотности в различных зонах магнезитового загрязнения в верхнем (0–10 см) слое почвы в разные годы

Расстояние от источника выбросов, км	pH_{H_2O} по годам				
	1983	1990	2005	2009	2010
Зона сильного поражения					
1	8,9	8,2	8,9	8,8	8,9
Зона среднего поражения					
3	8,8	8,0	8,5	8,0	8,3
Зона слабого поражения					
10	7,7	7,0	7,6	7,4	7,3
Условный контроль					
20	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	5,88

в сторону увеличения обменного кальция на фоне высокого содержания магния и высокой кислотности почвы.

Исследования показали, что при снижении выбросов комбината за 28-летний период происходит частичное самоочищение почвы в результате снижения содержания обменного магния по отношению к кальцию на фоне высокой актуальной кислотности почвы.

Выводы

Химическим анализом снеговой воды установлено значительное повышение взвешенных веществ (пыли) во все годы наблюдения в очаге загрязнения. Анализ снеговой воды показал содержание железа, хрома и марганца на расстоянии до 3 км от источника выше от 60 до 90% в сравнении с таковым на условном контроле (К1). Содержание цинка в 1 км от источника в 4,6 раза больше, свинца –

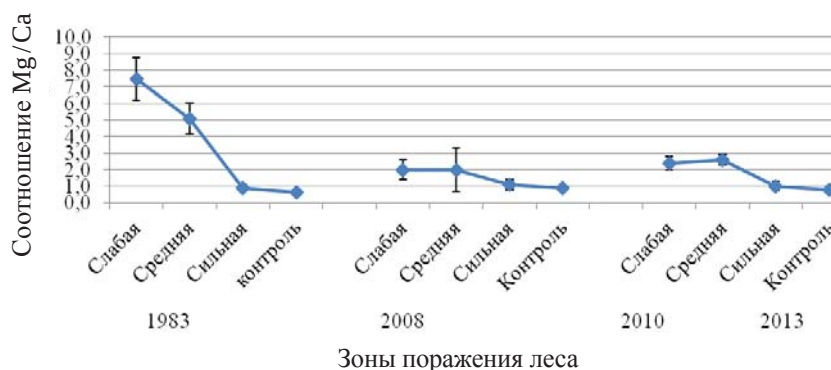


Рис. 3. Динамика соотношения обменных катионов Mg^{2+} к Ca^{2+} в почве в зонах повреждения древостоя

в 8 раз, меди и никеля – в 2 раза, кадмия – в 86 раз больше, чем на контроле. Масса калия и натрия в фильтрате снеговой воды выше на расстоянии 1 км в 3–8 раз, чем на контроле.

С 1983 по 2010 гг. актуальная кислотность pH_{H_2O} почвы изменялась в сторону уменьшения во всех зонах поражения лесов от 1,2 до 1,6 ед.

Обменный магний в почве доминирует в зоне запыления, в то время как на условном контроле

вне запыления – кальций. По результатам проведённых исследований выявлено, что в условиях снижений выбросов за последние 28 лет произошло частичное самоочищение почвы – снижается содержание обменного магния по отношению к кальцию.

Анализ состояния опытных культур в районе комбината «Магнезит» показал, что успешное лесовосстановление возможно в настоящее время в зоне среднего и слабого поражения.

Библиографический список

1. Менщиков С. Л., Кузьмина Н. А., Мохначев П. Е. Воздействие атмосферных выбросов магнезитового производства на почвы и снеговой покров // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2012. № 5 (37). С. 221–224.
2. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. М.: Изд-во стандартов, 1976.
3. Распределение деревьев опытных культур *betula pendula* roth. по ступеням толщины и уровень загрязнения почвы в зоне действия выбросов комбината «Магнезит» / С. Л. Менщиков, К. Е. Завьялов, Н. А. Кузьмина, П. А. Мохначев, И. С. Цепордей // Успехи современного естествознания. 2016. № 10. С. 84–89.
4. Barcan V. Leaching of nickel and copper from soil contaminated by metallurgical dust // Environ. Int. 2002. V. 28. № 1–2. P. 63–68.

Bibliography

1. Menshikov S. L., Kuzmin N. A., Mokhnachev P. E. Atmospheric emissions from magnesite production in the soil and snow cover // Izvestia Orenburg State Agrarian University Theoretical and Practical. 2012. No 5 (37). P. 221–224.

2. GOST 12.1.007-76. Harmful substances. Classification and General safety requirements. M.: Publishing house of standards, 1976.

3. Distribution of trees, experimental cultures of birch pendula Roth, the steps of the thickness and contamination level of the soil in the zone of emissions of Kombinat «Magnezit» / S. L. Menshikov, K. E. Zav'yalov, N. A. Kuzmina, P. A. Mokhnachev, Iv. S. Tcepordei // The success of modern science. 2016. No. 10. P. 84–89.

4. Barkan V. Leaching of Nickel and copper from soil contaminated by metallurgical dust // Okra. Int. 2002. V. 28, No. 1–2. P. 63–68.

УДК 631.531:582.475.4:504.062

КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ВЫБРОСАМИ РЕФТИНСКОЙ ГРЭС

С. Г. МАХНЕВА – кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник,
ФГБУ Ботанический сад УрО РАН,
620000, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а,
тел.: +7 (922) 615-51-10, e-mail: makhniovasg@mail.ru

Ключевые слова: сосна обыкновенная, репродукция, пыльца, аномалии пыльцевого зерна, техногенное загрязнение, ГРЭС.

Целью работы были изучение процесса микрогаметогенеза и диагностика качества пыльцы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в древостоях, подверженных воздействию дымовых выбросов Рефтинской ГРЭС. В зоне оседания аэрополлютантов Рефтинской ГРЭС в юго-восточном направлении сформированы зоны техногенного загрязнения, различающиеся по качественному составу загрязняющих веществ снегового покрова и их количественным параметрам. С удалением от источника аэрополлютантов закономерно снижается содержание в талой снеговой воде нерастворимых соединений, составляющих взвешенное вещество. Наибольшее содержание водорастворимых соединений установлено на удалении 5, 8 и 14 км от источника аэрополлютантов, достоверно ниже – на ближайших и наиболее удаленных точках отбора проб снега. Среднепопуляционные значения показателей фертильности пыльцы и содержания запасных веществ в зрелой пыльце сосны в градиенте техногенного загрязнения снижаются с удалением от источника аэрополлютантов в ряду ПП-1 > ПП-2 > ПП-3, а в фоновом древостое возрастают. Показатель прорастания пыльцы на питательной среде, напротив, возрастает в направлении ПП-1 < ПП-2 < ПП-3, затем снижается до значений ПП-1. Показатель длины пыльцевой трубки имеет максимальные значения для пыльцы ПП-2. Установлено, что основной вклад в стерильность пыльцы сосны вносят пыльцевые зерна с цитологическими нарушениями, за исключением ПП в фоновых условиях, где несколько выше доля мелких пыльцевых зерен. Максимум частоты пыльцы с цитологическими нарушениями выявлен для ПП на удалении 9 км от ГРЭС (выше в 2,9–16,3 раза, чем на других ПП). Таким образом, пул пыльцы сосны обыкновенной из зон техногенного загрязнения характеризуется высокой частотой цитоморфологических и функциональных нарушений. Участие такой пыльцы в репродукции может привести к снижению качества семян и жизнеспособности сеянцев. Выявлены показатели пыльцы сосны обыкновенной (частота мелких пыльцевых зерен, сумма пыльцевых зерен с морфологическими аномалиями, ветвление пыльцевой трубки), обладающие прогностической ценностью в отношении суммарной техногенной нагрузки на экосистемы.

QUALITY POLLEN OF SCOTS PINE UNDER THE CONDITIONS OF TECHNOGENIC POLLUTION REFT POWER PLANT

S. G. MAKHNIOVA – Ph.D., Senior Researcher,
Botanical garden UD RAS,
Yekaterinburg, St. March 8, 202 a,
phone: +7(922)615-51-10, e-mail: makhniovasg@mail.ru

Keywords: Scots pine, reproduction, pollen, pollen grain anomalies, technogenic pollution, power plant.

Aim of the work was to study the process microgametogenesis and pollen quality diagnosis of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) tree stands formed under exposed Reft power plant flue emissions. In the area of Reft power plant airpollutants subsidence formed technogenic pollution areas that differ in the qualitative composition of pollutants snow cover and their quantitative parameters. The regularity reduced content in thawed snow water insoluble compounds that make up the suspended matter with distance from the airpollutants source. The highest content of water-soluble compounds found at a distance of 5, 8, and 14 km from the airpollutants source, significantly lower – at the nearest and farthest points of the snow samples selection. Showed a reduction in pollen fertility values and the content of reserve substances in mature pollen of pine trees in a number of PP-1 > PP-2 > PP-3, and in the background the stand they grow. Pollen germination rate on the medium, on the contrary, increases in the direction of PP-1 < PP-2 < PP-3 and then falls below the PP-1. Indicator of the pollen tube length is the maximum value for the pollen PP-2. It was found the main contribution to the sterility of the pollen of pine pollen grains are made with cytological abnormalities, except for the PP in the background conditions, which is slightly higher proportion of small pollen grains. It was detected maximum frequency of pollen from cytological disturbances for PP-3 (2,9–16,3 times higher in comparison with other PP). Thus, pollen pool of Scots pine from technogenic pollution areas characterized by a high frequency cytomorphological and functional disorders. Therefore, the presence of *Pinus* pollen of the zones of technogenic pollution in reproduction may be a cause of reduced seed quality and viability of seed progeny. The identified parameters of the pollen of Scotch pine (the frequency of small pollen grains, the amount of pollen grains with morphological anomalies, ramification of pollen tube), which has prognostic value in terms of the level of technogenic load on ecosystems.

Введение

Тепловые электростанции в России, обеспечивая основной спрос на электроэнергию в стране, вносят значительный вклад в загрязнение всех компонентов природной среды: воздушного бассейна, почв, вод. Так, в 2014 г. 21,6% объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от всех стационарных источников в Российской Федерации приходилось на предприятия по производству и распределению электроэнергии, газа и воды [1]. Рефтинская ГРЭС является самой крупной ГРЭС Рос-

сии, работающей на угле; основное ее топливо – экибастузский каменный уголь, который характеризуется высокой зольностью на сухую массу – 43,3%, а также высоким содержанием микроэлементов в летучей золе [2]. В настоящее время Рефтинская ГРЭС ежегодно выбрасывает на золоотвал более 4 млн т золы и шлака; годовой выброс в атмосферу составляет более 315,4 тыс. т загрязняющих веществ, в том числе 144,48 тыс. т летучей золы, 146,4 тыс. т SO₂ [2, 3].

Большую часть дымовых выбросов Рефтинской ГРЭС

принимают на себя окрестные леса. Согласно литературным данным, газообразные промышленные выбросы, вещества атмосферных аэрозолей могут действовать непосредственно на растения при поступлении их с дождями, способны накапливаться в корневой системе, хвое и листьях растений, вызывая их повреждение и усыхание [4–7], а также вызывать нарушения в мужской и женской генеративных системах [6, 8–10]. Пыльца многих видов растений является обязательным и одним из наиболее уязвимых компонентов

процесса репродукции, что объясняет актуальность оценки состояния мужской генеративной системы в условиях экологического стресса.

Цель, методика и объекты исследования

В литературе малочисленны сведения о влиянии атмосферного загрязнения ГРЭС с доминированием зольного компонента на репродукцию хвойных растений. Целью данной работы были изучение процесса микрогаметогенеза и диагностика качества пыльцы сосны обыкновенной (далее сосны) в древостоях, подверженных на протяжении онтогенеза воздействию эмиссий Рефтинской ГРЭС. Район исследования располагается в Нейво-Лозвинской предгорной лесорастительной провинции Западно-Сибирской лесной области [11]. Климат района умеренно континентальный; почвы в сосняках на дренированных лесных территориях горно-лесные оподзоленные. В окрестностях ГРЭС в составе древостоев преобладает сосна обыкновенная; возраст естественных древостоев составляет 90–130 лет; тип леса сосняк травяной [12].

Исследования мужской генеративной системы сосны обыкновенной проводили на пробных площадях (ПП), заложенных на удалении 2 км (ПП-1), 5 км (ПП-2), 9 км (ПП-3), 15 км (ПП-4) от источника техногенного загрязнения в наиболее загрязненном юго-восточном направлении [4]. Древостой на удалении 2 км (ПП-1) представляет собой

культуры сосны обыкновенной, заложенные в 1992 г. на золоотвале № 1 Рефтинской ГРЭС [13]. В настоящее время культуры сосны переходят в репродуктивную стадию, что позволило начать изучение состояния мужской генеративной системы, семян и семенного потомства растений. Другие ПП были заложены нами в естественных древостоях сосны 2-го класса возраста в сходных с ПП-1 лесорастительных условиях.

Уровень техногенного загрязнения ПП определяли по результатам изучения загрязнения снегового покрова. Отбор проб снега для химического анализа проводили на 6 учетных площадках, четыре из которых (1–4) находились на указанных выше ПП; учетная площадка 5 – на удалении 19 км в юго-восточном направлении от ГРЭС (ПП-5) в древостое III класса возраста; учетная площадка 6 – на удалении 1 км в восточном направлении (ПП-6) в древостое VI класса возраста. Талую снеговую воду (в дальнейшем снеговую воду) в лабораторных условиях фильтровали, определяли значение pH. В фильтрате снеговой воды и осадке на фильтре определяли соответственно массу сухого остатка и взвешенного вещества, содержание в их составе металлов (г/м²). Концентрацию металлов определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре pov AA 300 (Analytik Jena, Германия).

Изучение цитоморфологических и функциональных показателей пыльцы сосны проводили

на образцах зрелой пыльцы, собранной непосредственно перед пылением [14–15]. В пыльце цитохимически определяли содержание запасных веществ (крахмала и липидов) в баллах. Фертильность пыльцы (в %) определяли при окрашивании образца сухой зрелой пыльцы ацетокармином при нагревании. К стерильным были отнесены пыльцевые зерна с морфологическими аномалиями, пыльцевые зерна типичной морфологии с цитологическими нарушениями клеток мужского гаметофита, с измененным числом клеток (5–8), не имеющие запасных веществ, дегенерированные (с цитологическими и морфологическими нарушениями) и др. (рис. 1). Для определения функциональной полноценности зрелую пыльцу проращивали в климатической камере Sanyo MLR-351N в капле дистиллированной воды на предметных стеклах с лунками во влажной камере (чашка Петри) при температуре +27°C. На 3-й день опыта определяли показатели прорастания пыльцы (%), длины пыльцевой трубки (мкм), жизнеспособность пыльцевой трубки (в баллах): от 1 балла – низкая (погибли) до 4 – высокая (отсутствие морфологических и цитологических нарушений). Определяли степень ветвления пыльцевой трубки: 1 балл – нет ветвления (рис. 1, ж), 4 балла – максимальное ветвление (рис. 1, з). Микрофотографии пыльцы проводили в трех-пятикратной повторности с помощью микроскопа AxioScope. Эмпирические данные обрабатывали с использованием

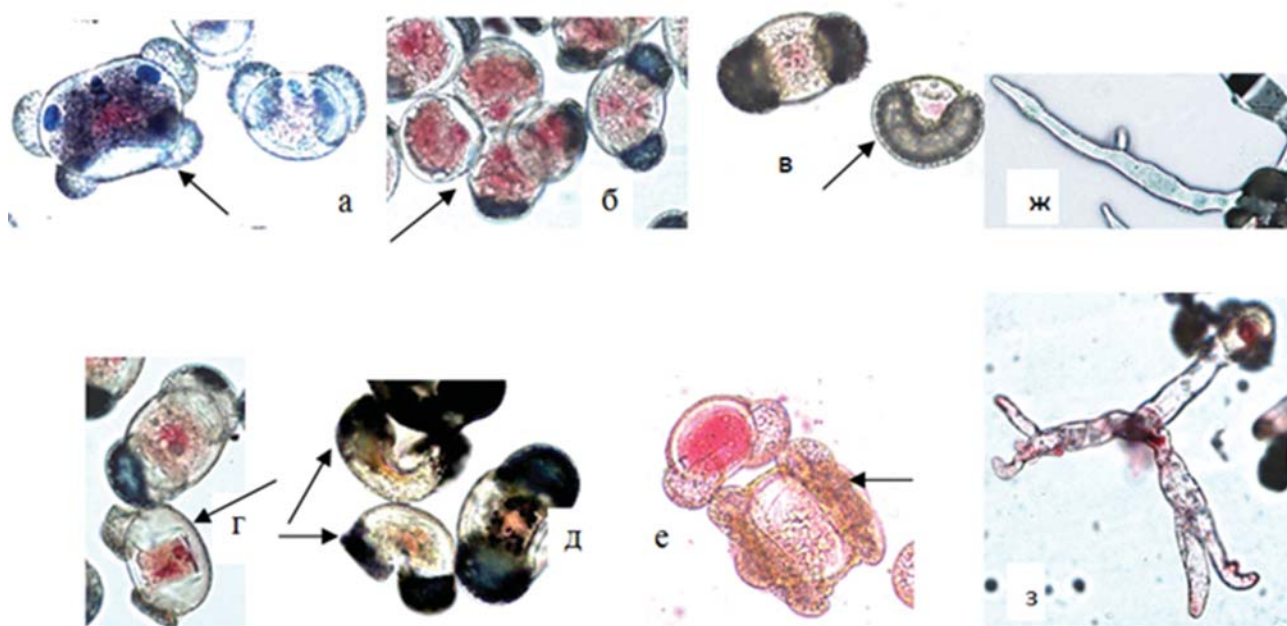


Рис. 1. Аномалии пыльцы сосны:

а – диада цитологически нормальная с липидными включениями, б – тетрада, в – один «воротничковый» воздушный мешок, г – ПЗ с цитологическими нарушениями и аномалиями воздушных мешков, д – два ПЗ с цитологическими нарушениями, аномалиями воздушных мешков, меньших размеров, не содержащие крахмала, е – диада с нарушениями строения воздушных мешков и цитологическими нарушениями, ж – нормально развивающаяся пыльцевая трубка, з – ветвящаяся пыльцевая трубка

методов дескриптивной статистики, корреляционного и кластерного анализов, непараметрического критерия Манна – Уитни (пакет программ Statistica 6 for Windows).

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что содержание в снеговой воде взвешенного вещества закономерно снижается с удалением от источника аэрополлютантов и создает градиент техногенного загрязнения (рис. 2). Различия между ПП по данному показателю достоверно значимы ($p < 0,05$). Содержание сухого остатка в фильтрате снеговой воде наибольшее на удалении 5, 9 и 14 км от источника аэрополлютантов, достоверно ниже (в 4,3–10,4 раза) ($p < 0,05$) – на ближайших и

наиболее удаленных точках отбора проб снега (1–2 км, 19 км) (см. рис. 2). По сумме растворимых и нерастворимых веществ максимальный уровень содержания загрязняющих веществ в пробах снега отмечен на удалении 1 км от ГРЭС, минимальный – 14–19 км. Значение показателя рН снеговой воды на всех ПП варьирует в диапазоне 6,43–6,78; снижается с удалением от источника аэрополлютантов ($r = -0,61$) (см. рис. 2). На основании результатов кластерного анализа по комплексу показателей, характеризующих уровень техногенного загрязнения ПП в юго-восточном направлении от Рефтинской ГРЭС, были выделены 3 кластера и соответствующие им зоны загрязнения: импактная (ПП-6 – ПП-1), буферная (ПП-2 – ПП-3), фоновая (ПП-4 – ПП-5).

На рис. 3–6 представлена динамика изменения показателей мужской генеративной системы сосны в градиенте техногенного загрязнения Рефтинской ГРЭС. Установлено, что среднепопуляционные значения показателей фертильности пыльцы и содержания запасных веществ в зрелой пыльце сосны в градиенте техногенного загрязнения изменяются сходным образом (см. рис. 3): снижаются с удалением от источника аэрополлютантов в ряду ПП-1 > ПП-2 > ПП-3, а в фоновом древостое возрастают. Показатель прорастания пыльцы на питательной среде изменяется иначе: с удалением от источника аэрополлютантов возрастает в направлении ПП-1 < ПП-2 < ПП-3, затем снижается до значений ПП-1. Различия между ПП-3 и другими

ПП по большинству указанных показателей достоверно значимы ($p < 0,05$). Показатель длины пыльцевой трубки варьирует вне связи с расстоянием от источника аэрополлютантов (см. рис. 4), имеет максимальные значения для пыльцы ПП-2 (различия с ПП-1 достоверны при $p < 0,05$).

Установлено, что основной вклад в стерильность пыльцы сосны вносят пыльцевые зерна с цитологическими нарушениями; они составляют 45,01–78,29% от всей стерильной пыльцы, за исключением ПП в фоновых условиях, где несколько выше вклад в стерильность мелких пыльце-

вых зерен (40,64%) (см. рис. 5). Максимум частоты пыльцы с цитологическими нарушениями и дегенерированной установлен для ПП на удалении 9 км от ГРЭС и составляет 15,98%, что выше в 2,9–4,4 раза, чем на ПП на удалении 2 и 5 км от источника аэрополлютантов (см. рис. 6).

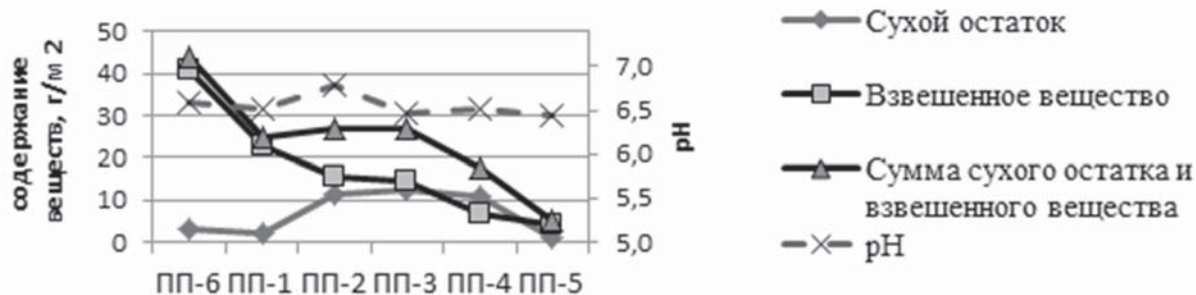


Рис. 2. Значения pH талой снеговой воды, содержание в ней сухого остатка и взвешенного вещества, г/м² (здесь и далее: для линий пунктиром шкала – по вспомогательной вертикальной оси)

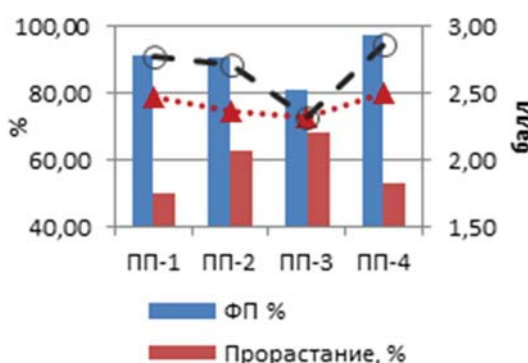


Рис. 3. Показатели фертильности пыльцы (ФП), прорастания и содержания запасных веществ в пыльце сосны

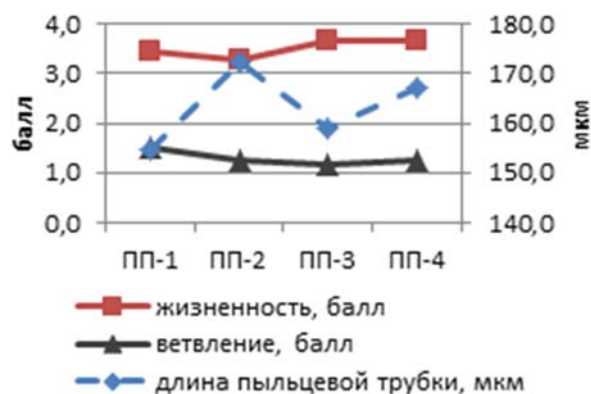


Рис. 4. Функциональные показатели пыльцы сосны



Рис. 5. Вклад аномалий пыльцы сосны в стерильность (% от стерильных)

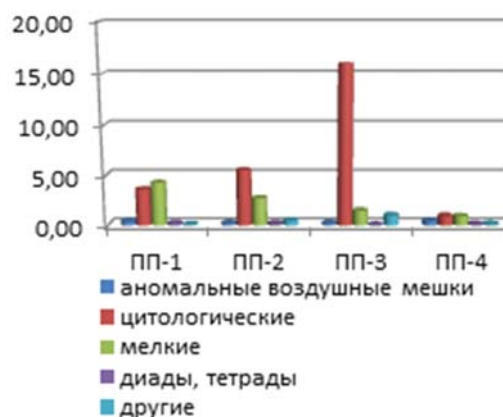


Рис. 6. Спектр аномалий пыльцы сосны (% от просмотренных ПЗ)

В фоновом древостое частота пыльцы с цитологическими нарушениями ниже в 3,7–16,3 раза, чем в зонах техногенного загрязнения (различия достоверны при $p < 0,5$). С удалением от источника аэрополлютантов снижаются значения показателей частоты мелких пыльцевых зерен и суммы пыльцевых зерен с морфологическими аномалиями (различия между ПП импактной и фоновой зон загрязнения составляют соответственно 4,6 и 3,1 раза).

Рассмотренные выше показатели являются традиционными при изучении качества пыльцы хвойных. В дополнение к ним мы оценивали также показатель ветвления пыльцевых трубок. Опытным путем нами было установлено, что при проращивании пыльцы сосны *in vitro* на бедных средах (дистиллированная вода, агар-агар без сахарозы) среднестатистические нормально развивающиеся и растущие пыльцевые трубки сосны не ветвятся либо имеют 1–2 разветвления. Однако в ряде случаев мы наблюдали остановку в росте и развитии пыльцевых трубок, что могло сопровождаться их интенсивным разветвлением и накоп-

лением крахмала. Данным исследованием установлено, что с приближением к источнику аэрополлютантов значение показателя ветвления пыльцевых трубок достоверно возрастает ($r = -0,39$) (см. рис. 4), что косвенно указывает на снижение их жизнеспособности.

Таким образом, пул пыльцы сосны обыкновенной из зон техногенного загрязнения характеризуется высокой частотой цитоморфологических и функциональных нарушений. Участие такой пыльцы в репродукции может привести к снижению качества семян, низкой жизнеспособности сеянцев. Дальнейшие исследования структуры связей в системе атмосфера – снежный покров – почва – растение будут способствовать пониманию механизмов трансформации загрязняющих веществ, повреждения и устойчивости древесных растений, условий их успешной репродукции.

Выводы

1. В зоне действия дымовых выбросов в юго-восточном направлении от Рефтинской ГРЭС выделены зоны техногенного

загрязнения, различающиеся по качественному составу загрязняющих веществ снегового покрова и их количественным параметрам.

2. Древостои сосны из всех зон техногенного загрязнения характеризуются относительно более низкими значениями показателей фертильности пыльцы и содержания крахмала в пыльце, высокой частотой дегенерированной и мелкой пыльцы и пыльцы с цитологическими нарушениями по сравнению с древостоем в фоновых условиях. Указанные показатели пыльцы могут быть учтены при оценке репродуктивного потенциала древостоев в условиях техногенного стресса.

Благодарности. Автор выражает благодарность заведующему лабораторией экологии техногенных растительных сообществ ФГБУ Ботанический сад УрО РАН С.Л. Менщикову за помощь в организации работ, мл. науч. сотр. Ботанического сада УрО РАН Н.А. Кузьминой за предоставленные данные по техногенному загрязнению снегового покрова, науч. сотр. К. Е. Завьялову, мл. науч. сотр. П. Е. Мохначеву за помощь в сборе материала.

Библиографический список

1. О состоянии и об охране окружающей среды свердловской области в 2014 году: гос. докл. Екатеринбург, 2015. 200 с.
2. Крылов Д. А., Сидорова Г. П. Еще раз об экологическом воздействии на окружающую среду угольных ТЭС России // Энергия: экономика, техника, экология. 2015. № 12. С. 2–11.
3. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году: гос. докл. 473 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/b27/gosdoklad_2015.pdf (дата обращения: 15.09.2016).
4. Менщиков С. Л., Ившин А. П. Закономерности трансформации предтундровых и таежных лесов в условиях техногенного загрязнения. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 294 с.

5. Морфолого-анатомические особенности хвои сосны обыкновенной под влиянием промышленных выбросов города Красноярска / Л. Н. Скрипальщикова, И. А. Днепровский, В. В. Стасова, М. А. Пляшечник, Н. В. Грешилова, О. В. Калугина // Сиб. лесн. жур. 2016. № 3. С. 46–56.
6. Pine needles and pollen grains of *Pinus mugo* (Turra.) – A biomonitoring tool in high mountain habitats identifying environmental contamination / M. Chropenová, E. K. Gregusková, P. Karásková, P. Pribylová, P. Kukucka, D. Baráková, P. Cupr // Ecological Indicator. 2016. V. 66. P. 132–142.
7. The interaction of heavy metals and nutrients present in soil and native plants with arbuscular mycorrhizae on the riverside in the Matanza-Riachuelo River Basin (Argentina) / R. E. Mendoza, I. V. García, L. Cabo, C. F. Weigandt, A. F. Iorio // Science of The Total Environment. 2015. V. 505. P. 555–564.
8. Василевская Н. В., Петрова Н. В. Морфологическая изменчивость пыльцы *Pinus sylvestris* L. в условиях промышленного города (на примере г. Мончегорска) // Уч. записки Петрозавод. гос. ун-та. 2014. № 4. С. 7–12.
9. Влияние продуктов сжигания попутного газа при добыче нефти на репродуктивное состояние сосновых древостоев в северо-таежной подзоне / Д. Р. Аникеев, И. А. Юсупов, Н. А. Луганский, С. В. Залесов, К. И. Лопатин // Экология. 2006. № 2. С. 122–126.
10. Использование показателей качества семян сосны обыкновенной для биоиндикации аэротехногенного загрязнения среды / П. Е. Мохначев, С. Г. Махнева, А. М. Потапенко, И. Е. Корчагин // Физиологические, педагогические и экологические проблемы здоровья и здорового образа жизни. Екатеринбург, 2016. С. 227–230.
11. Колесников Б. П. Леса Свердловской области // Леса СССР: в 4 т. М., 1969. Т. 4. С. 64–124.
12. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. А. Зверев, А. С. Оплетаев, А. А. Терин // ИВУЗ. Лесн. жур. 2013. № 2. С. 66–73.
13. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале / А. К. Махнев, Т. С. Чибрик, М. Р. Трубина, Н. В. Лукина, Н. Э. Гебель, А. А. Терин, Ю. И. Еловигов, Н. В. Топорков. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 356 с.
14. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 271 с.
15. Махнева С. Г., Бабушкина Л. Г., Зуева Г. В. Состояние мужской генеративной сферы сосны обыкновенной при техногенном загрязнении среды. Екатеринбург: УГЛТА. 2003. 154 с.

Bibliography

1. On the state and Environmental Protection of the Sverdlovsk region in 2014: the State report. Yekaterinburg, 2015. 200 p.
2. Krylov D. A., Sidorova G. P. Once again about the environmental impact on the environment coal-fired power plants of Russia // Energy: Economics, technique, ecology. 2015, № 12. S. 2–11.
3. On the state and Environmental Protection of the Russian Federation in 2014: the State report. 473 p. [Electronic resource]. URL: http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/b27/gosdoklad_2015.pdf (reference date: 15.09.2016).
4. Menshchikov S. L., Ivshin A. P. Regularities of transformation pretundra and boreal forests under conditions of technogenic pollution. Yekaterinburg: Ural Branch of Russian Academy of Science, 2006. 294 p.
5. Morphological and anatomical characteristics of needles of Scots pine under the influence of industrial emissions of Krasnoyarsk / L. N. Skripalshchikova, I. A. Dneprovskaya, V. V. Stasova, M. A. Pasechnik, N. V. Greshilova, O. V. Kalugina // Journal of Siberian forest. 2016. No. 3. P. 46–56.
6. Pine needles and pollen grains of *Pinus mugo* (Turra.) – A biomonitoring tool in high mountain habitats identifying environmental contamination / M. Chropenová, E. K. Gregusková, P. Karásková, P. Pribylová, P. Kukucka, D. Baráková, P. Cupr // Ecological Indicator. 2016. V. 66. P. 132–142.

7. The interaction of heavy metals and nutrients present in soil and native plants with arbuscular mycorrhizae on the riverside in the Matanza-Riachuelo River Basin (Argentina) / R. E. Mendoza, I. V. García, L. Cabo, C. F. Weigandt, A. F. Iorio // *Science of The Total Environment*. 2015. V. 505. P. 555–564.
 8. Vasilevskaya N. V., Petrova N. V. Morphological variability of pollen of *Pinus sylvestris* L. under conditions of industrial cities (on the example of Monchegorsk) // *Scientific notes of Petrozavodsk state University*, 2014. No. 4. P. 7–12.
 9. Effect of products of gas flaring in oil production on the reproductive condition of pine stands in the North taiga subzone / D. R. Anikeev, I. A. Yusupov, N. A. Lugansky, S. V. Zalesov, K. I. Lopatin // *Ecology*, 2006. No. 2. P. 122–126.
 10. The use of quality indicators Scots pine seeds for bioindication of airborne industrial pollution / P. E. Mokhnachev, S. G. Makhniova, A. M. Potapenko, I. E. Korchagin // *Physiological, educational and environmental issues of health and healthy lifestyles*. Yekaterinburg, 2016. P. 227–230.
 11. Kolesnikov B. P. Forest in Sverdlovsk region // *Forest of the Soviet Union*. In 4 volumes. M., 1969. Vol. 4. P. 64–124.
 12. Formation of artificial plantations on the ash dump TPP Reftinskoe / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. A. Zverev, A. S. Opletaev, A. A. Thurin // *IVUZ. Forest Jurnal*. 2013. No. 2. P. 66–73.
 13. Ecological bases and methods of biological reclamation of ash dumps of thermal power plants in the Urals / A. K. Makhnev, T. S. Cibric, M. R. Trubina, N. V. Lukina, N. E. Goebel, A. A. Thurin, Y. I. Elovikov, N. V. Toporkov. Yekaterinburg, Ural Branch of Russian Academy of Science, 2002. 356 p.
 14. Pausheva Z. P. Workshop on plant cytology. M.: Agropromizdat, 1988. 271 p.
 15. Makhneva S. G., Babushkina L. G., Zueva G. V. Status of male generative system of Scots pine at technogenic pollution. Yekaterinburg: USFEU, 2003. 154 p.
-

УДК 630.232.4:630.187

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛОНЦОВ В ЛЕСОКУЛЬТУРНЫХ ЦЕЛЯХ

О. В. ТОЛКАЧ – доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
тел.: 8 (343) 322-56-41, e-mail: tolkach_o_v@mail.ru*

И. А. ФРЕЙБЕРГ – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник*

* ФГБУН Ботанический сад УрО РАН,
620144, Екатеринбург. ул. 8 Марта, 202

Н. Ф. ЧЕРНОУСОВА – кандидат биологических наук
ФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН,
620144, Екатеринбург. ул. 8 Марта, 202,
тел.: 8 (343) 210-58-38, e-mail: nf_cher@mail.ru

Ключевые слова: Зауральская лесостепь, классификация солонцов, лесные культуры.

Общая площадь засоленных почв в мире составляет около 950 млн га. Они широко распространены и в России – 16,3 млн га, в том числе в Уральском регионе – 6,85 млн га. Лесоразведение в Зауральской лесостепи с вовлечением в хозяйственный оборот засоленных почв, занимающих огромную площадь на ее территории, является актуальной проблемой. Цель работы – установить ведущие эколого-биологические факторы, ограничивающие лесовыращивание в оригинальных природных условиях лесостепного Зауралья. О существовании таких факторов свидетельствует многолетний опыт создания культурценозов,

как положительный, так и отрицательный, со значительной гибелью лесных культур, составлявшей в отдельных субъектах хозяйствования 30–50%. Изучение причины этой гибели показало, что ею является несовместимость биологии древесных растений с почвенными условиями. На основе сопряженного изучения биологических особенностей сосны (*Pinus sylvestris* L.), березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh., *Betula procurva* Litv.), тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) и почвы исследовали зависимость лесовыращивания от почвенного поглощающего комплекса, глубины засоленного горизонта, степени типа засоления и водного режима. Новый взгляд на солонцы как далеко не всегда нелесопригодные земли и дифференцированный подход к их применению в лесовыращивании позволит вовлечь в хозяйственную деятельность неиспользуемые или неполно используемые земельные ресурсы. Результаты исследований позволили разработать для лесостепи Зауралья классификацию солонцов по лесопригодности и шкалу солеустойчивости древесных пород для создания массивных участков леса и полевых защитных лесных полос. Успех облесения лесопригодных солонцов зависит от качества посадочного материала и соблюдения всего комплекса агротехники, начиная от подготовки почвы и кончая уходом.

THE USE OF SOLONETZES FOR SILVICULTURAL PURPOSES

O. P. TOLKACH – PhD in Agricultural Sciences, Senior researcher
of the Botanical Garden Yekaterinburg,
phone: 8 (343) 322-56-41, e-mail: tolkach_o_v@mail.ru*

I. A. FREYBERG – PhD in Agricultural Sciences, Leading researcher*

* Botanical Garden Yekaterinburg
620100, Yekaterinburg, 8 Marta st., 202a

N. F. CHERNOUSOVA – Dr. in Biological Sciences Senior researcher of Institute
of Plants and Animal Ecology, Ural branch RAS,
620144, Yekaterinburg, 8 Marta st., 202,
phone: 8 (343) 210-58-38, e-mail: nf_cher@mail.ru

Key words: *Trans-Ural forest-steppe, classification of solonnetzes, forest artificial.*

The total area of saline soils in the world is about 950 million ha. They are widely distributed in Russia (16,3 million hectares), including in the Urals region (6,85 million hectares). Afforestation in the trans-Ural forest-steppe with involving in economy the saline soils, which occupies a huge area in this territory, is an important task. The aim of this study was to establish a leading ecologico-biological factors limiting forest cultivating in the original natural conditions in the trans-Ural forest-steppe. The existence of such factors is evidenced by their longstanding experience in creating culture cenosis, which was accompanied by a significant loss of forest crops, which in some separate forestry entities made up to 30–50%. The study of this loss cause showed that it is the incompatibility biology of woody plants with soil conditions. On the basis of conjugated studies of biological features of the pine, the birch, the poplar and soil it was studied the dependence of forest artificial regeneration from the soil adsorbing complex, the depth of saline horizon, the degree type of salinity and water regime. The new view of the solonnetzes as not always unfitwooded areas and the differential approach to their use for forest artificial regeneration will allow to include into economic activity not used or partly used land resources. The research results for the first time made it possible to work out for the Trans-Ural forest-steppe a classification of solonnetzes according to suitability for forest and the scale salt tolerance of tree species used there for creating of massive forest areas and field windbreaks. The success of afforestation forest suitable solonnetzes depends on a quality of planting material and complying of all complex agricultural methods from soil preparation to tree-planting care.

Введение

«С расширением площадей, занятых засоленными почвами, и усилением антропогенных воздействий засоление почв становится одной из самых серьезных экономических проблем в мире, а ее последствия для человечества непредсказуемы» – М. Редли [1]. Общая площадь засоленных почв в мире составляет 950 млн га. Они широко распространены и в России – 16,3 млн га (около 9%) [2], в том числе в Уральском регионе – 6,85 млн га [3]. Значительная доля засоленных почв в Северном Казахстане обусловила проведение мелиоративных работ по повышению их лесопригодности для выращивания посадочного материала и лесоразведения [4–7]. Актуальной проблемой является также рассоление солонцовых почв Зауральской лесостепи для лесоразведения [8]. В этой ситуации лесоразведение в Зауральской лесостепи с вовлечением в хозяйственный оборот засоленных почв, занимающих огромную площадь на ее территории, является актуальной проблемой. Лес здесь имеет большое агромелиоративное и экономическое значение, поскольку сельскохозяйственные предприятия – крупные поставщики товарного зерна.

Цель, методика и объекты исследования

Предлагаемая работа является результатом многолетних исследований, цель которых – установить ведущие эколого-биологические факторы, ограничивающие лесовыращивание

в оригинальных природных условиях лесостепного Зауралья. О существовании таких факторов свидетельствует многолетний опыт создания культурценозов, который сопровождался значительной гибелью лесных культур, составлявшую в отдельных предприятиях 30–50%. В то же время за полтора века лесовосстановления и лесоразведения в лесостепном Зауралье создано немало памятников успешной деятельности лесоводов. В работе ставились задачи изучения лесорастительных свойств солонцов, исследования роста и уровня соле- и солонцеустойчивости сосны, березы и тополя в насаждениях лесостепного Зауралья.

Объекты исследования – культуры сосны, березы и тополя, насаждения естественного происхождения, собственные опытные участки. Использовались общепринятые методики. Особенностью изучения лесных культур является сопряженное исследование их роста и почвенных условий с определением обменных оснований почвенного поглощающего комплекса и состава водной вытяжки, а также использование для характеристики среды метода фитоиндикации.

Результаты исследования и их обсуждение

Облесение солонцов – это мероприятие, направленное на улучшение использования земельных ресурсов и природной обстановки [9, 10]. Создание новых лесов и полезащитных лесных полос в лесостепном Зауралье встречается с определен-

ными трудностями. Они обусловлены тем, что все более-менее плодородные почвы предназначены к использованию в сельском хозяйстве, а на оставшихся пространствах в почвенном покрове большие площади занимают солонцы, солонцеватые почвы, солоды и солончаки которых в Зауралье насчитывается более 4 млн га [3]. Естественная производительность солонцов обычно очень низкая. Состояние лесных культур сосны и березы на солонцах зависят от особенностей солонцов.

В почвенном покрове представлены магниевые (малонатриевые) солонцы (51%), натриевые (21%), натриево-магниевые (16%) и магниевонатриевые (12%). Разнообразны типы засоления почв: сульфатное (43%), содово-смешанное (10%), смешанно-содовое (23%), хлоридно-сульфатное (12%), хлоридное (8%) и сульфатно-хлоридное (4%).

Изучение производственных лесных культур показало, что одной из основных причин их гибели является игнорирование свойств разных разновидностей и групп солонцов, на которых создавались культуры. При решении вопроса о лесопригодности тех или иных солонцов нельзя основываться лишь на знании морфологии почвенного профиля. Необходимы сведения не только о засолении почвы и водном режиме ее, но и о составе поглощенных оснований коллоидного комплекса почвы. Между растением и почвенным поглощающим комплексом (обменными

катионами) существует самая тесная связь.

Сопряженное изучение солонцов и роста на них лесных культур сосны (возраст 25–45 лет), березы (20–35 лет) и тополя (7–13 лет), а также данные опытных участ-

ков, заложенных нами, позволили составить классификацию солонцов по лесопригодности (таблица). В основу классификации был положен комплекс факторов: состав обменных оснований в почвенном поглощающем комплексе;

тип, степень и глубина засоления; наличие в почвенном профиле гипса; режим увлажнения и, наконец, характер роста древесных растений (сосна и береза), имеющих наибольшее распространение в лесостепи Зауралья.

Классификация солонцов лесостепного Зауралья по лесопригодности

Характеристика почвы	Глубина верхней границы засоленного горизонта, см	Степень засоления по плотному остатку, %
Группа 1. Солонцы хорошей лесопригодности		
Солонцы лугово-степные мелкие, средние, глубокие с содержанием в поглощающем комплексе почвы обменных натрия до 10% от суммы обменных оснований, и магния не меньше 40%*. По характеру засоления: 1) засоление 1 м толщи почвы отсутствует; 2) слабое солончаковое, солончаковатое сульфатное и хлоридно-сульфатное; 3) слабое солончаковое; 4) слабое, среднее и сильное солончаковатое сульфатное и хлоридно-сульфатное, в почвенном профиле присутствует гипс	0 10–80 20–30 30–80	0 0,3–0,6 0,3–0,6 0,3–2,0
Солонцы луговые средние и глубокие с содержанием в поглощающем комплексе обменных натрия 25–26% от суммы обменных оснований. Засоление: слабосолончаковатые и глубокосолончаковатые смешанно-содовые и содово-смешанные	40–80	0,1–0,3
Группа 2. Солонцы удовлетворительной лесопригодности		
Солонцы лугово-степные мелкие, средние, глубокие с содержанием в поглощающем комплексе обменного натрия 10–15%. Магния не менее 40% от суммы обменных оснований. Засоление: 1) слабое солончаковое сульфатное и хлоридно-сульфатное; 2) слабое и среднее солончаковатое сульфатное, хлоридно-сульфатное, сульфатно-хлоридное и хлоридное	10–30 30–80	0,3–0,6 0,2–0,4
Группа 3. Солонцы ограниченной лесопригодности		
Солонцы лугово-степные мелкие, средние, глубокие с содержанием в поглощающем комплексе обменного натрия 15–20%, магния не меньше 35% от суммы обменных оснований. Засоление: 1) слабое солончаковатое хлоридное и сульфатно-хлоридное; 2) слабое глубокосолончаковатое смешанно-содовое, содово-смешанное; 3) сильное солончаковатое сульфатное, хлоридно-сульфатное при наличии в почвенном профиле гипса	35–45 100–110 45–80	0,2–0,3 0,1–0,2 1,0–1,3
Группа 4. Солонцы условной лесопригодности		
Солонцы лугово-степные. Содержание обменного натрия 10–20%, магния не меньше 40% от суммы обменных оснований. Засоление: 1) среднее солончаковое и солончаковатое сульфатно-хлоридное и хлоридное; 2) среднее и сильное солончаковатое содово-смешанное и смешанно-содовое	20–60 40–70	0,3–0,5 0,3–0,7
Группа 5. Солонцы нелесопригодные		
Солонцы лугово-степные. Содержание обменного натрия больше 20% от суммы обменных оснований. Засоление: разной степени солончаковые и солончаковатые нейтрального, содово-смешанного и смешанно-содового засоления	5–80	0,1–0,7 и выше
* Содержание магния не меньше 40% от суммы обменных оснований является диагностическим признаком магниевых или малонатриевых солонцов.		
Примечание. Сумма обменных натрия и магния в поглощающем комплексе почвы 50% и более.		

Из всего разнообразия солонцов лесостепного Зауралья, не претендуя на полноту охвата, мы выделили пять групп солонцов по лесорастительным условиям и хозяйственным возможностям их облесения: хорошей, удовлетворительной, ограниченной, условной лесопригодности и нелесопригодная.

Начинается характеристика каждой группы солонцов, выделенной по лесопригодности, с показа соотношения обменных оснований как наиболее устойчивого признака, менее динамичного, чем легкорастворимые соли, к тому же определяющего водно-физические свойства солонцов. Это обстоятельство учтено в классификации при отнесении в некоторых случаях солонцов с аналогичным засолением в разные по лесопригодности группы. Так, например, солончаковые солонцы слабого сульфатного и хлоридно-сульфатного засоления вошли в первую и вторую группы лесопригодности. Это связано с тем, что древесные растения легче переносят такое засоление при насыщенности поглощающего комплекса почвы натрием до 10%, чем до 15%. В последнем случае уменьшается количество активных пор, увеличивается количество связанной воды, а следовательно, растет концентрация почвенного раствора.

При создании лесонасаждений на солонцах следует принимать во внимание не только свойства конкретных солонцов, но и различную степень солеустойчивости древесных

растений. Для оценки степени засоления мы приняли в качестве критерия величину плотного остатка и химизм засоления, который определяем по содержанию преобладающих ионов. Такой подход диктуется представлением, что растение в присутствии высоких концентраций солей испытывает многофакторное действие.

Изучение влияния на рост сосны обыкновенной, на виды и формы березы и тополя бальзамического, токсичных солей, действующих на фоне солонцов, позволило выявить допустимые, угнетающие и токсичные концентрации некоторых анионов по их действию на эти растения. Руководствуясь одновременно сведениями о степени засоления и процентном содержании токсичного иона, можно устанавливать лесопригодность солонцов и давать рекомендации по породному составу насаждений.

Обработкой почвы необходимо создать на лесопригодных солонцах оптимальные условия для посадки, приживания и роста древесных растений, в дальнейшем они будут оказывать мелиорирующее влияние на солонцы. Выявлена четкая зависимость роста и сохранности культур сосны от характера типа условий местопроизрастания.

Установлено, что березы белая (пушистая), кривая и их гибридная форма способны расти на солонцах, оставаясь быстрорастущими древесными породами. Архитектонике корневой системы березы свойственно наряду с большим количеством

корней в верхних горизонтах почвы проникновение их в глубь почвы, сквозь столбчатый горизонт до слоев, содержащих токсичные количества легкорастворимых солей. Береза вполне хорошо переносит содержание в корнеобитаемой толще почвы лугово-степных солонцов ионов токсичных солей в количестве: $\text{CO}_3 - 0,012\%$, $\text{HCO}_3 - 0,085\%$, $\text{Cl} - 0,03\%$, $\text{SO}_4 - 1,154\%$.

Из быстрорастущих древесных пород, способных расти в условиях Зауралья, обращают на себя внимание некоторые виды и гибридные формы тополей. Ценным свойством тополей является их способность к быстрому росту и солеустойчивость. На основе показателей роста культур тополя бальзамического в течение 12 лет и сведений о засолении почвы можно считать, что он вполне удовлетворительно переносит на лугово-степных солонцах наличие в первом полуметровом слое токсичных ионов в количестве: $\text{HCO}_3 - 0,129\%$, $\text{Cl} - 0,020\%$, $\text{SO}_4 - 0,142-0,445\%$. Высокое содержание в почвенном поглощающем комплексе натрия вызывает гибель тополя бальзамического. В то же время на магниевых солонцах слабого сульфатного засоления тополь бальзамический в течение первых 13 лет жизни зарекомендовал себя устойчивой древесной породой, что определяет перспективность магниевого солонца для разведения на них тополей бальзамической и других секций, обладающих солеустойчивостью.

При сопряженном изучении почв, травянистой и древесной

растительности с целью выделения типов условий местопроизрастания было установлено, что по общему облику травянистой растительности далеко не всегда можно уверенно выделить солонцы. Если на корково-столбчатых солонцах растительность бывает обеднена в видовом отношении, низкоросла, изрежена, то на солонцах других разновидностей она по этим показателям мало чем отличается от травянистой растительности черноземов. Коэффициент флористического сходства, рассчитанный для фитоценозов солонцов и черноземов [11], равен 80 %. В лесостепи Зауралья наиболее ярко характеризуют среду и удобны в использовании как индикаторы не растительные сообщества, а отдельные растения. Виды с узкой экологической амплитудой, участвуя в сообществах даже в небольшом количестве, гораздо лучше отражают среду, чем виды, имеющие широкую экологическую амплитуду. Применение выделенных в процессе исследования растений-индикаторов мы считаем полезным ограничить рамками лесостепи Зауралья, так как индикационная роль и растительных сообществ, и отдельных видов имеет географическую приуроченность.

Пользуясь такими показателями, как рельеф и растения-индикаторы, можно визуально судить о типе почвы и комплексности почвенного покрова. Различия в солонцеватости и засолении групп солонцов находят свое выражение в росте и сохранности культур. В условиях солонцов

хорошей лесопригодности сосна отличается вполне удовлетворительным ростом и достаточно высокими приживаемостью и сохранностью. Отпад культур по площади распределяется равномерно, не создавая крупных пятен с выпавшими древесными растениями. Культуры сосны на луговых солонцах этой группы в возрасте 30 лет имеют высоту 9–10 м, а в 35–40 лет – 12–13 м. Хорошо зарекомендовала себя на лугово-степных солонцах этой группы береза, которая достигает в 10-летнем возрасте высоты 5 м. Средняя сохранность культур – 62 %.

Культуры сосны, созданные на солонцах второй группы, отстают в росте по сравнению с культурами на солонцах предыдущей группы; обращают на себя внимание их более низкие приживаемость и сохранность (40,6 %). На солонцах удовлетворительной лесопригодности хорошо зарекомендовала себя береза, у нее средний прирост по высоте в первые 5 лет жизни 36 см. При создании насаждений в этих условиях следует ориентироваться на березу и сосну, назначая в каждом конкретном случае древесную породу в зависимости от содержания в почве ионов хлора, сульфатов.

На солонцах ограниченной лесопригодности культуры сосны испытывают большее угнетение по сравнению с сосной на солонцах предыдущих групп, при этом сохранность культур сильно падает (30,5 %) и отличается большой неравномерностью. Береза, как и в предыдущей

группе, растет довольно успешно. Полагаем, что на солонцах ограниченной лесопригодности в качестве главной породы при создании лесонасаждений следует рекомендовать березу, ее местные солеустойчивые виды и формы. Устойчивость сосны на солонцах этой группы целесообразно проверить путем дополнительных исследований роста и сохранности уже существующих культур, а также в опытах на фоне более совершенных агротехнических приемов подготовки почвы.

На солонцах условной лесопригодности культуры сосны гибнут в течение первых 10–15 лет. Причем чем выше горизонт засоления и содержание в поглощающем комплексе обменного натрия, тем гибель культур наступает раньше. Полагаем, что на солонцах четвертой группы следует проводить опытные работы по испытанию возможности роста на них местных солеустойчивых форм березы и других видов древесных растений на фоне мелиоративных приемов обработки почвы. Средняя сохранность культур в 10 лет – 16,5 %.

Солонцы, входящие в пятую группу (натриевые солонцы), рассматриваются как нелесопригодные в настоящее время для создания на них лесных культур.

Почвенный покров лесокультурных площадей может быть представлен солонцами одной группы, а также может слагаться из солонцов разных групп и зональных почв, образующих

различные почвенные комбинации.

Изучение лесных культур на типичных лесокультурных площадях свидетельствует, что в случае представленности в почвенном покрове различных по лесопригодности почв возможны два случая. Первый, когда в почвенном покрове участвуют в основном солонцы лесопригодной группы с небольшим включением (до 25–30%) менее лесопригодных, и второй, когда в формировании почвенного покрова преобладают менее лесопригодные солонцы. Установлено, что в первом случае культуры в возрасте 16 лет хорошо перенесли сильную засуху и на 70–80%

сомкнулись. При преобладании на лесокультурной площади солонцов более низкой лесопригодности отпад культур, начавшийся с момента их создания, получил окончательное выражение в засуху.

Выводы

Таким образом, дифференцированный подход к освоению солонцов с учетом выделенных групп без значительных дополнительных затрат на мелиорацию солонцов позволит вовлечь часть неиспользуемых и недостаточно полно используемых земель и расширить возможности использования солонцов при создании лесных культур и

защитных лесных насаждений. Создание насаждений на части неиспользуемых до сих пор земель окажет благоприятное влияние на среду и явится источником древесины. Успех облесения лесопригодных солонцов зависит от качества посадочного материала и соблюдения всего комплекса агротехники, начиная от подготовки почвы и кончая уходом. Результаты исследований позволили впервые для лесостепи Зауралья разработать классификацию солонцов по лесопригодности и шкалу солеустойчивости древесных пород, использующихся здесь при создании массивных участков леса и полезащитных лесных полос.

Библиографический список

1. Редли М. Вклад подкомиссии засоленных почв международного общества почвоведов в изучение щелочных и засоленных почв мира // Почвоведение. 2011. № 10. С. 1270–1278.
2. Засоленные почвы России. М.: Академкнига, 2006. 854 с.
3. Оценка площадей засоленных и солонцовых почв на территории Уральского федерального округа России / Г. И. Черноусенко, Н. В. Калинина, Н. Б. Хитров, Е. И. Панкова, Д. И. Рухович, И. А. Ямнова, А. Ф. Новикова // Почвоведение. 2011. № 4. С. 403–416.
4. Кан В. М., Рахимжанов А. Н., Залесов С. В. Повышение плодородия почв лесного питомника «Ак кайын» Республики Казахстан // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 8 (114). С. 39–43.
5. Кан В. М., Залесов С. В., Рахимжанов А. Н. Мелиоративные приемы борьбы коркообразованием в лесном питомнике «Ак кайын» в Республике Казахстан // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/121-17592>.
6. Кан В. М., Залесов С. В., Рахимжанов А. Н. Характеристика темно-каштановых солонцовых почв лесного питомника «Ак кайын» // Аграрн. вестник Урала. 2015. № 8 (139). С. 57–60.
7. Опыт лесоразведения в сухой типчаково-ковыльной степи Северного Казахстана / С. В. Залесов, Ж. О. Суюндинов, А. В. Данчева, А. Н. Рахимжанов, М. Р. Ражанов // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации. Вологда: ВНИАЛМИ, 2016. С. 109–113.
8. Фрейберг И. А., Залесов С. В., Толкач О. В. Опыт создания искусственных насаждений в лесостепи Зауралья: моногр. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2012. 121 с.
9. Heaney A., Beare S., Bell R. Targeting reforestation for salinity management // Australian commodities. 2000. Vol. 7. № 3. P. 511–518.
10. Пак К. П. Солонцы СССР и пути повышения их плодородия. М.: Колос, 1975. 383 с.
11. Василевич В. Н. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука, 1969. 232 с.

Bibliography

1. Redley M. Contribution of Subcommittee of the International Soil Science Society into the studies of alkaline and saline soils of the World // *Soil Research*. 2011. № 10. P. 1270–1278.
2. Saline soils of Russia. Moscow: Akademkniga, 2006. 854 p.
3. Assessment of areas of the saline and solonetz soils in the Ural Federal district of Russia / G. I. Chernousenko, N. In. Kalinin, N. B. Khitrov, E. I. Pankova, D. I. Rukhovich, I. A. Yamnova, A. F. Novikova // *Soil Research*. 2011. № 4. P. 403–416.
4. Kan V. M., Rakhimzhanov A. N., Zalesov S. V. Enhancement of soil fertility of the forest nursery «AK kayyn» of the Republic of Kazakhstan // *Journal of Agricultural Urals*. 2013. No. 8 (114). P. 39–43.
5. Kan V. M., Zalesov S. V., Rakhimzhanov A. N. Meliorative receptions of struggle korkoobraznymi on the forest nursery «AK kayyn» of the Republic of Kazakhstan // *Modern problems of science and education*. 2015. No. 1. URL: <http://www.science-education.ru/121-17592>.
6. Kan V. M., Zalesov S. V., Rakhimzhanov A. N. Feature dark brown solonetz soils of forest nursery «AK kayyn» // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015. No. 8 (139). P. 57–60.
7. The Experience of afforestation in dry fescue-feather grass steppes of the Northern Kazakhstan / S. V. Zalesov, J. O. Suyundikov, A. V. Dancheva, A. N. Rakhimzhanov, M. R. Roganov // *Protective afforestation, land reclamation, the problems of Agroecology and agriculture in the Russian Federation*. Vologda: VENIALI, 2016. P. 109–113.
8. Freiberg I. A., Zalesov S. V., Tolkach O. V. Experience of creation of artificial plantations in the forest-steppe of TRANS-Urals: monograph. Yekaterinburg: Ural. State Forestry University, 2012. 121 p.
9. Heaney A., Beare S., Bell R. Targeting reforestation for salinity management // *Australian commodities*. 2000. Vol. 7. № 3. P. 511–518.
10. Pak K. P. Solonetz soils of the USSR and some ways of improving their fertility. Moscow: Kolos, 1975. 383 p.
11. Vasilevich V. N. Statistical methods in geobotany. Leningrad: Nauka, 1969. 232 p.

УДК 630*972.2

МОДЕЛЬНЫЕ ЛЕСА – ТЕХНОЛОГИЯ УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОУПРАВЛЕНИЯ

М. В. КУЗЬМИНА – кандидат экономических наук,
доцент кафедры землеустройства и кадастров,
тел.: +7 (922) 105-46-60, e-mail: margo-v66@mail.ru*

А. А. КАРАПЕТКОВА – магистрант 2-го года обучения,
Институт леса и природопользования,
тел.: +7 (950) 191-20-51, e-mail: nastjanina@mail.ru*

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,

Ключевые слова: модельный лес, сеть модельных лесов, интенсивное лесное хозяйство, инновации, проблемы финансирования, проекты, устойчивое лесопользование.

Проанализирован российский и зарубежный опыт функционирования модельных лесов, научные и практические результаты их многолетней деятельности. Изучены отчёты о реализованных проектах и результатах деятельности модельных лесов различных стран мира. Установлено, что в настоящее время наблюдается мировая тенденция развития практики использования модельных лесов для решения широкого

круга проблем лесопользования и управления лесами. Активно создаются новые проекты. Количество новых проектов превышает число завершающихся. В 1992 г. в мире действовало 11 модельных лесов исключительно в Канаде. По данным на 2011 г., в мире насчитывалось не менее 58 модельных лесов в 24 странах. Среди всех стран мира лидирующее положение занимает Канада, следом идут страны Латинской Америки, в первую очередь Чили. Лидером по количеству модельных лесов в Европе является Швеция. Существуют отличия в целях и характере реализуемых проектов развивающихся и развитых стран. Последние в большей степени ориентированы на поддержку населения, использование недревесных ресурсов и экологический туризм. Отдельно проанализированы цели создания и результаты деятельности пяти модельных лесов, которые существовали в различное время на территории Российской Федерации (Гассинский, Прилузье, Псковский, Кологривский, Ковдозёрский). В рамках этих проектов получен инновационный опыт по организации и распространению устойчивого интенсивного лесопользования, применению ландшафтно-экологических принципов планирования и реализации концепции устойчивого управления лесами, переориентации лесопользования в условиях преобладания неспелых древостоев. Отмечено, что в ходе реформирования лесного законодательства опыт модельных лесов практически не был учтён и реализован, а принимаемые положения не проходят предварительную экспериментальную проверку.

MODEL FORESTS – SUSTAINABLE TECHNOLOGY FOREST MANAGEMENT

M. V. KUZMINA – candidate of economic sciences, department of forestry,
phone: +7 (922) 105-46-60, e-mail: margo-v66@mail.ru*

A. A. KARAPETKOVA – undergraduate student, 2 year of study, department of forestry,
phone: +7 (950) 191-20-51, e-mail: nastjanina@mail.ru*

* Ural state forest engineering university,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky tract, 37

Key words: *model forest network, model forests, intensive forestry, innovation, Finance issues, projects, sustainable forest management.*

The article made an analysis of the available scientific information to implement the concept of model forests. The history of occurrence and development of model forests in the world. Studied annual reports on completed projects and results of the activities of model forests around the world. Currently there is a global trend of development practice on the use of model forests to address a wide range of problems of forest management and forest management. Actively creates new projects. The number of new projects exceeds the number of ending. Due to this, the rise in the number of model forests. In 1992, the world action-vovlo solely 11 model forests in Canada. According to 2011 data, in the world-read no less than 58 model forests in 24 countries. Among all countries of the world, leading position is Canada, followed by Latin America, primarily Chile. Leader in the number of model forests in Europe is Sweden. There are differences in the purpose and nature of the projects of developing and developed countries. The latter mostly focused on the support of the population, the use of non-wood resources and ecotourism. Separately made analyzed the objectives and results of activities of the five model forests that existed at various times on the territory of the Russian Federation (Gassinskaya, Komi, Pskov model forest, Kologrivsky, Kovdozerskiy). In these projects, received an innovative experience for the organization and distribution of sustainable intensive forest management, application of landscape ecological principles for the planning and implementation of the concept of sustainable forest management, reorientation of forest management in the context of the predominance of immature stands. Noted that during the reform of forest legislation experience of model forests were almost not taken into account and implemented, and the provisions adopted will not pass the preliminary experimental testing.

Введение

Модельный лес – территориальная модель устойчивого лесопользования [1], образцово-показательный лес, образующийся благодаря системе мер по использованию и возобновлению лесных богатств без ущерба для экологии и свойств лесов, практический полигон для решения региональных проблем лесопользования.

Иными словами, модельный лес – своеобразная экспериментальная территория лесного фонда, на которой осуществляется реализация решений широкого круга проблем лесопользования. При этом основными из них являются: устаревшие технологии и методы лесопользования, незаконная деятельность, снижение качества сырьевых ресурсов леса, природоохранных функций, биоразнообразия, а также конфликтные ситуации между коренным населением и лесопользователями [2]. Опыт, полученный в модельных лесах, переносится на все регионы со сходными условиями. Географически модельный лес – это территория площадью в несколько тысяч квадратных километров, на которую распространяется особый план действия [3]. Модельные леса могут охватывать не только лесной фонд, но и водные объекты, особо охраняемые природные территории, земли сельскохозяйственного пользования и населённые пункты. Данная территория не является административно обособленной, а аппарат управления не обладает юридическими полномочиями

в отношении занимаемой территории. Управление и реализацией плана действий модельного леса занимается группа экспертов, которая выступает в роли активного посредника между всеми заинтересованными сторонами: лесозаготовителями, арендаторами и лесовладельцами, представителями государственных лесных структур, административной властью, местными жителями, различными коммерческими и некоммерческими организациями. Эксперты стремятся находить компромиссные решения, удовлетворяющие все стороны и позволяющие решать существующие проблемы в рамках концепции устойчивого лесопользования.

Цель и методика исследований

Статья подготовлена по материалам, собранным в рамках научно-исследовательской работы магистранта направления 35.04.01 «Лесное дело» по дисциплине «Правовые и социальные аспекты устойчивого лесопользования».

Целью исследования являются выработка у будущих магистров важнейших компетенций, знаний и навыков в реализации проектов непрерывного и неистощительного лесопользования, учет положительного опыта и возможных рисков при внедрении инноваций в практику хозяйствования предприятий лесного комплекса. Методология данной НИР предполагает использование научных методов познания: анализа и синтеза,

дедукции и индукции. Исследование базируется только на опубликованных данных.

Результаты исследований

Речь о переходе от экстенсивного лесопользования к интенсивному в нашей стране ведется уже давно. Концептуально такие намерения заложены и в лесной политике, и в Лесном кодексе РФ, однако до сих пор лесопользование носит истощительный характер, а лесное хозяйство является дотационным сектором экономики.

Очевидно, что ни одна из современных глобальных программ не может быть развернута без предварительного моделирования. Цели моделирования состоят в оценке технической реализуемости и жизнеспособности проекта. Апробация нововведений, проведение экспериментов, отслеживание естественных процессов без внешнего воздействия или провокация модели к каким-либо изменениям, накопление опыта для принятия решений – вот перечень некоторых общих задач, которые можно решить с помощью качественной, как правило, искусственной или математической модели.

Применительно к лесным моделям (модельным лесам) создавать объект не нужно. Необходимо было выработать эффективную концепцию, позволяющую решить насущные проблемы, возникающие на лесных территориях.

Такая концепция зародилась в Канаде в середине 1980-х годов. К 1992 г. по программе

Канадской лесной службы было создано уже 11 модельных лесов с государственным финансированием. Их мировая презентация произошла на конференции по окружающей среде ООН в 1992 г. (Рио-де-Жанейро). Программа создания модельных лесов Канады была рассчитана на три пятилетних фазы. Первая – подготовительная (1992–1997 гг.), в ходе которой осуществлялся сбор научных сведений и планирование предстоящей деятельности. Вторая – основная (1997–2002 гг.) – реализация плана. Наконец, заключительная фаза (2002–2007 гг.) – распространение передового опыта по всей стране [2]. За пределами Канады первый модельный лес появился в 1994 г. на территории Хабаровского края в рамках международной программы «Модельные

леса мира». Затем в разное время проекты модельных лесов были реализованы и в других странах, главным образом в Южной Америке. В настоящее время в мире насчитывается около 60 модельных лесов (рис. 1). Их количество постоянно изменяется за счёт создания новых и завершения текущих проектов.

Следует отметить серьёзные различия модельных лесов Канады, а также других постиндустриальных стран с проектами развивающихся государств. Во-первых, все канадские модельные леса являются единой системой. Они созданы по одной схеме и тесно взаимодействуют друг с другом, в то время как остальные модельные леса разрознены, несмотря на объединение их в несколько крупных организаций. Во-вторых, значи-

тельно отличается тематика реализуемых проектов. Проекты модельных лесов развитых стран направлены на адаптацию природных экосистем к изменению климата, монетизацию услуг экосистем, моделирование природных катаклизмов для улучшения устойчивости экосистем, привлечение малочисленных коренных народов к участию в социально-политической и экономической жизни страны [4].

Проекты модельных лесов развивающихся стран направлены на социально-экономическую поддержку местного населения, решение проблемы получения биотоплива, использования недревесных продуктов леса и развитие экологического туризма. Эти различия обусловлены не столько состоянием самих лесов, сколько уровнем социально-

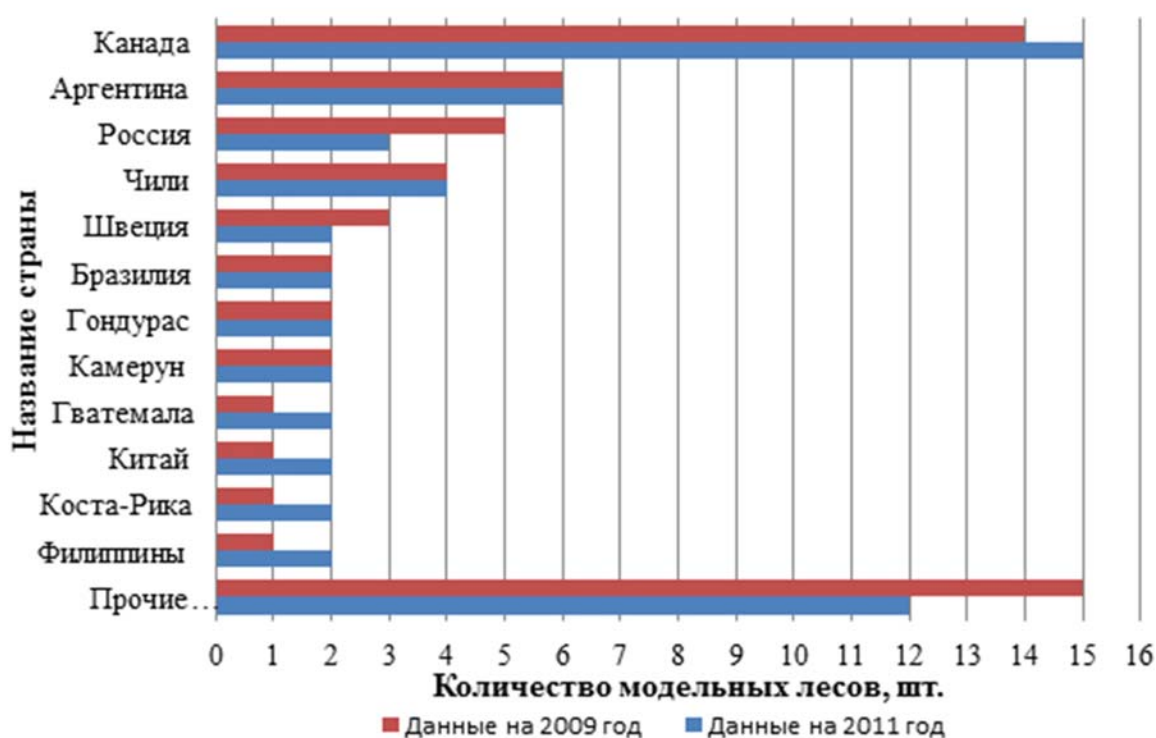


Рис. 1. Количество модельных лесов в мире по данным 2009 и 2011 гг.

экономического развития государств. Направления деятельности модельных лесов России в целом совпадают с таковыми в развивающихся странах, однако существуют и некоторые отличия [4].

В таблице представлены сведения о целях и результатах деятельности некоторых модельных лесов Канады и Российской Федерации. На территории последней чаще разрабатывались проекты по внедрению новых методов инвентаризации лесов, апробации

инновационных методик лесопользования, сохранению биоразнообразия, а также по охране почвенных и водных ресурсов.

Первый российский модельный лес «Гассинский» был создан в 1994 г. на территории Нанайского лесхоза вокруг озера Гасси. Площадь 400 тыс. га попала в программу устойчивого развития территории, а сам проект финансово поддерживался канадской стороной и Федеральной службой лесного хозяйства [5].

Модельный лес «Прилузь» существует с 1996 г. на территории республики Коми, занимая площадь всего Прилузского лесничества (795 тыс. га.). Финансирование проекта, осуществляемое Швейцарским агентством развития и сотрудничества, прекратилось уже в 2006 г. Созданный в 2002 г. региональный некоммерческий фонд «Серебряная тайга» взял на себя задачу поддержки МЛ «Прилузь» [6]. «Псковский модельный лес», основанный в 2000 г., является

Цели и результаты деятельности модельных лесов Канады и России

Страна	Название	Цели	Результаты
Канада	Lake Abitibi	Адаптация экосистем к изменению климата, монетизация услуг экосистем, разработка различных нормативов, инновации в лесопользовании, фундаментальные и прикладные исследования, поддержка лесного бизнеса	Разработана модель взаимодействия участников лесных отношений и её программное обеспечение. Усовершенствована система инвентаризации лесов
	Foothills		Установлена сохранность растительности после пожаров. Разработаны методические рекомендации по установке дренажа
	«Принц Альберт»		Осуществлен мониторинг здоровья экосистем. Восстановлена численность лося
	«Лесной альянс Нова»		Создана информационная служба для частных лесовладельцев
	«Восточное Онтарио»		Реализована квалифицированная поддержка в добровольной лесной сертификации
РФ	«Гассинский модельный лес»	Обеспечение занятости и улучшение качества жизни населения на основе неистощительной эксплуатации лесных ресурсов	Развитие малого лесного предпринимательства, активизация жизнедеятельности местного населения
	Модельный лес «Прилузь»	Сбалансированная модель лесного хозяйства на основе принципов устойчивости с учетом экологических, социальных и экономических параметров	Реализована программа сохранения девственных лесов, созданы условия для развития «низовой» демократии, сократилось количество конфликтов между населением и арендаторами лесных участков
	«Псковский модельный лес»	Создание модели экологически и социально-ориентированного, эффективного лесопользования на примере конкретной территории	Создана модель интенсивного и устойчивого управления лесами, разработаны новые нормативы рубок, внедрена сертификация по стандарту FSC
	«Кологривский модельный лес»	Устойчивое многофункциональное лесопользование, основанное на ландшафтно-экологических принципах пространственного планирования	Разработаны типовые планы лесопользования с учетом ландшафтно-экологического зонирования
	«Ковдозёрский модельный лес»	Переориентирование лесопользования в условиях преобладания молодых и средневозрастных насаждений на заготовку недревесных ресурсов и рекреационную деятельность	Созданы тропы биологического разнообразия, электронная топографическая основа и цифровой вариант плана лесонасаждений модельного леса

проектом Всемирного фонда дикой природы. Расположен на территории Горского и Хрединского лесничеств и занимает площадь 18,4 тыс. га. Основная цель его создания – распространение модели интенсивного устойчивого управления лесным хозяйством на Северо-Западе России [7]. «Кологривский модельный лес» был основан в 2006 г. при поддержке Федерального агентства лесного хозяйства Костромской области и фонда ВБИ-MATRA (Нидерланды). Основная цель проекта – выработка правил пространственного планирования на межландшафтном уровне и создание серии типовых планов лесопользования, которые могли бы применяться в условиях южной тайги [8].

В 2004 г. Комитетом решения проблем лесного сектора Баренц-региона (BFSTF) для организации модельного леса была выбрана территория Ковдозерского лесхоза (юг Мурманской области). А в феврале 2006 г. официально зарегистрирована МРОО «Модельный лес „Ковдозёрский“».

Общая площадь лесной территории двух лесничеств, охватываемых проектом, составила более 400 тыс. га. Основное направления проекта – переориентирование лесопользования в условиях преобладания молодых и средневозрастных насаждений на заготовку недревесных ресурсов и рекреационную деятельность [9].

Все вышеперечисленные модельные леса стали в этот период

своеобразной публичной платформой, образовательной базой для реализации идеи неистощительного и непрерывного лесопользования в стране.

В конце 2000-х годов на государственном уровне велись активные обсуждения проектов создания единой общероссийской сети модельных лесов по канадскому образцу. В частности был разработан проект создания такой сети и определены критерии принадлежности к модельным лесам [10, 11]. В «Стратегии развития лесного комплекса РФ до 2020 года» заявлено, что разрешение региональных проблем лесопользования будет эффективным образом достигнуто через реализацию проекта сети модельных лесов. Предполагалось к 2020 г. завершить



Рис. 2. Прогнозные планы создания сети модельных лесов России

формирования сети модельных лесов на территории Российской Федерации (рис. 2).

Однако эти инициативы не получили развития. Более того, на территории Российской Федерации с 2008 г. не реализовано ни одного нового проекта модельных лесов. Некоторые проекты были закрыты главным образом из-за недостатка финансирования и отсутствия государственной поддержки.

Принятие Лесного кодекса Российской Федерации 2006 г. было осуществлено без учёта опыта модельных лесов, несмотря на то, что модельные леса в мировой практике рекомендовали себя в качестве эффективного инструмента тестирования научных и технических инноваций в лесном хозяйстве. Многие положения закона не прошли предварительную практическую проверку, которая могла бы быть реализована в модельных лесах [12].

Выводы

Проведенный ретроспективный анализ деятельности модельных лесов позволяет сделать ряд выводов.

В настоящее время опыт модельных лесов достаточно широко используется в мировой практике ведения лесного хозяйства, являясь действующим инструментом реализации принципов устойчивого управления лесами. Успешность деятельности мировых сетей модельных лесов позволяет рекомендовать развитие данного инструмента на территории Российской Федерации. Накопленный опыт отечественных модельных лесов положителен и полезен не только с точки зрения научных и практических разработок, апробированных и подготовленных для внедрения, но и с позиций социального и образовательного эффекта, значимость которых не надо умалять. На государственном уровне систематически декла-

рируются намерения внедрять мировые достижения в области эффективного лесопользования, создается даже видимость их внедрения, однако практические результаты незаметны. Большинство отечественных модельных лесов сегодня не получает финансовой поддержки. Новые проекты и вовсе не находят реального воплощения. Очевидно, что заявленные в проектах документов намерения создать глобальную сеть модельных лесов по всей Российской Федерации из 31 объекта не имеют под собой реального финансового обоснования и долго еще будут оставаться лишь намерениями. В то же время в лесном хозяйстве существует целый комплекс серьезных проблем. Эти проблемы не могут быть успешно решены уже длительное время, а принимаемые решения в виде законов и подзаконных актов реализуются без предварительной экспериментальной проверки.

Библиографический список

1. Писаренко А. И., Страхов В. В., Филипчук А. Н. Роль модельных лесов в стратегии устойчивого управления лесами // Новые инструменты лесной политики России. Устойчивое развитие бореальных лесов. М.: Лесн. хоз-во, 1995. С. 36–42.
2. Кузьминов И. Ф. Модельные леса: история развития и тематика проектов // Устойчивое лесопользование. М.: Всемирный фонд дикой природы, 2009. С. 17–20.
3. Eastern Ontario Model Forest annual reports 2002–2007, CMFN.
4. Кузьминов И. Ф. Перспективы международной сети модельных лесов // ЛесПромИнформ. 2011. № 6 (80). С. 20–26.
5. Лысенко Г. Модельный лес «Гассинский»: перспективы развития // Устойчивое лесопользование. М.: Всемирный фонд дикой природы, 2009. С. 35–58.
6. Маевский П., Кутепов Д., Паутов Ю. Модельный лес «Прилузь»: сохранение девственных лесов и диалог с общественностью // Устойчивое лесопользование. М.: Всемирный фонд дикой природы, 2009. С. 26–30.
7. Яблочкина Е. Н., Романюк Б. Д., Черненькова Е. А. Проект WWF «Псковский модельный лес». СПб.: Всемирный фонд дикой природы, 2007. 20 с.

8. Хорошев А., Синицын М. Ландшафтно-экологический подход к планированию многофункционального лесопользования: опыт Кологривского модельного леса // Устойчивое лесопользование. М.: Всемирный фонд дикой природы, 2009. С. 35–58.
9. Валуева Э. История и современное состояние проекта «Модельный лес „Ковдозёрский“» // Устойчивое лесопользование. М.: Всемирный фонд дикой природы, 2008. С. 39–41.
10. Global Forum: Model Forest Profiles 2008, International Model Forest Network Secretariat, Hinton, 2008.
11. Концепция сети модельных лесов России. Проект инициативной сети модельных лесов России // Устойчивое лесопользование. М.: Всемирный фонд дикой природы, 2008. С. 18–25.
12. Макап С. В. Современные проблемы регионального лесопользования // Бизнес в законе. 2009. № 2. С. 275–282.

Bibliography

1. Pisarenko A. I., Strakhov V. V., Filipchuk A. N. The Role of model forests in sustainable forest management // New instruments of forest policy in Russia. Sustainable development of boreal forests. Moscow: Silvicultural, 1995. P. 36–42.
 2. Kuzminov I. F. Model forest: History and scope of the project // Sustainable forest management. M.: World wildlife Fund, 2009. P. 17–20.
 3. Eastern Ontario Model Forest annual reports 2002–2007. CMFN.
 4. Kuzminov I. Prospects for the international model forest network // LesPromInform. M.: 2011, No. 6 (80). P. 20–26.
 5. Lysenko G. Model forest «Gassinskaya» prospects for development // Sustainable forest management. M.: World wildlife Fund, 2009. P. 35–58.
 6. Majewski P., Kutepov D., Pautov Y. Model forest «Priluzje»: the preservation of pristine forests and public dialogue // Sustainable forest use. M.: World wildlife Fund, 2009. P. 26–30.
 7. Yablochkina E. N., Romanyuk B. D., Cherenkova E. A. The WWF Project «Pskov model forest». Saint-Petersburg: World wildlife Fund, 2007. 20 p.
 8. Khoroshev A., Sinitsyn M. Landscape-ecological approach to the planning of the multipurpose national forest management: the experience of Kologrivsky model forest // Sustainable forest management. M.: World wildlife Fund, 2009. P. 35–58.
 9. Valueva E. History and current status of the project «Model forest „Kovdozerskiy“» // Sustainable forest management. M.: World wildlife Fund, 2008. P. 39–41.
 10. Global Forum: Model Forest Profiles 2008, International Model Forest Network Secretariat, Hinton, 2008.
 11. The concept of a network of model forests. The project is an initiative of the network mo-sensible forests // Sustainable forest management. M.: World wildlife Fund, 2008. P. 18–25.
 12. Makar S. V. Modern problems of regional forest management // Business in law. 2009. No. 2. P. 275–282.
-

УДК 674.8: 66.021.2.081.3

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ МЯГКОЛИСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Ю. Л. ЮРЬЕВ – доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой химической технологии древесины,
биотехнологии и наноматериалов,
e-mail: charekat@mail.ru*

Т. М. ПАНОВА – доцент кафедры химической технологии древесины,
биотехнологии и наноматериалов,
e-mail: ptm55@yandex.ru*

Н. А. ДРОЗДОВА – кандидат технических наук,
ведущий эколог МУП ЖКХ «Сысертское»,
624022, Россия, Свердловская область, г. Сысерть,
ул. Коммуны, 48, e-mail: drozdova-na@mail.ru

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

Ключевые слова: мягколиственная древесина, пиролиз, брикеты, активные угли, окисленный уголь, наносистемы.

Площадь, занимаемая в РФ мягколиственными породами, приближается к 150 млн га. В период 2005–2010 гг. площадь, занимаемая березой, увеличилась на 16 %, а площадь, занятая осиной, выросла на 14 %. Эти породы, в отличие от хвойных, имеют ограниченный сбыт, поэтому проблема их переработки является весьма актуальной для лесопромышленного комплекса РФ.

Нами предложена технология получения углеродных материалов из мягколиственной древесины, которая складывается из стадий пиролиза, брикетирования угля, активации водяным паром, окисления активного угля типа БАУ горячим воздухом.

Наши опытные данные по извлечению железа и цинка из отработанного травильного раствора цинкового производства на Северском трубном заводе с применением окисленного угля показали ступенчатый характер изменения концентраций катионов. Данное явление можно объяснить только тем, что они сначала заполняют микропоры древесного окисленного угля по механизму объемного заполнения, а затем проходит послойное заполнение мезопор. Поскольку выяснено, что свойства окисленного древесного угля зависят от размера пор, то он относится к наноматериалам.

По работе сделаны выводы:

- применение повышенной конечной температуры пиролиза нивелирует выход и качество угля из различных видов мягколиственной древесины;
- при использовании дисперсного сырья для пиролиза необходима организация производства древесно-угольных брикетов;
- активация водяным паром угля из мягколиственной древесины позволяет получить активные угли типа БАУ;
- углеродные материалы на основе древесного угля имеют свойства наносистем.

NANOPOROUS CARBON MATERIALS PRODUCTION FROM SOFTWOOD TIMBER

Y. L. YURYEV – doctor of engineering sciences, Professor,
Head of the Department of chemical technology of wood,
biotechnology and nano-materials,
e-mail: charekat@mail.ru*

T. M. PANOVA – Associate Professor, Department of chemical
technology of wood, biotechnology and nano-materials,
e-mail: ptm55@yandex.ru*

N. A. DROZDOVA – candidate of engineering sciences, ecologist,
municipal unitary enterprise of housing and communal services «Sysertscoe»,
Communes, 48, Sysert, Sverdlovsk oblast,
Russia, 624022, e-mail: drozdova-na@mail.ru

* Ural State Forest Engineering University,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirskiy Trakt, 37

Keywords: *softwood timber, pyrolysis, briquettes, active chsrcoal, oxidized charcoal, nanosystems.*

The area occupied by the species of softwood timber in Russia, is approaching 150 million hectares. In the period 2005–2010 y. birch area increased by 16%, and the aspen area increased by 14%. Given that these rocks, unlike conifers, have limited distribution, the problem of recycling is very relevant to the timber industry of the Russian Federation.

We offered technology of carbon materials from softwood timber, which consists of the stages of pyrolysis, charcoal briquetting, steam activation, oxidation of the active coal BAU type hot air.

Our experienced data to extract iron and zinc from spent pickling solution by the process of applying zinc to the surface at Seversky Tube Works with application of oxidized charcoal showed stepped nature of the cation concentrations. This phenomenon can only be explained by the fact that they first fill the micropores of charcoal oxidized on the 3-d shading, and then passes the layer filling mesopores. Because the found that the properties of oxidized charcoal depends on the size of the pores, it applies to Nanosystems.

Conclusions: application of high end temperature pyrolysis reduces yield and quality of charcoal from different types of softwood timber ; using the raw materials needed for pyrolysis of a dispersed organization of production of charcoal briquettes; activation of steam coal from softwood timber lets get active charcoal type BAU; charcoal based materials have properties of Nanosystems.

Площадь, занимаемая в РФ мягколиственными породами, приближается к 150 млн га [1]. Динамика этих изменений показана в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что в период 2005–2010 гг. площадь,

занимаемая березой, увеличилась на 16 %, а площадь, занятая осиной, выросла на 14 %. Так как эти породы, в отличие от хвойных, имеют ограниченный сбыт, проблема их переработки является весьма актуаль-

ной для лесопромышленного комплекса РФ.

Запасы древесины мягколиственных пород в Уральском федеральном округе показаны в табл. 2.

Таблица 1

Площадь, занимаемая в РФ мягколиственными породами, млн га

Порода	1988	1993	1998	2003	2005	2010
Береза	85,5	87,7	94,2	98,0	99,7	115,7
Осина	17,7	18,9	20,0	20,6	20,8	23,7

Таблица 2

Запас древесины мягколиственных пород в Уральском ФО, млн м³

Субъект Российской Федерации	Общий запас	В т. ч. береза		В т. ч. осина	
		Значение	%	Значение	%
Уральский округ	7385	1639	22	364	5
Курганская область	165	88	53	10	15
Свердловская область	1707	490	29	88	5
Тюменская область	730	337	46	60	8
Челябинская область	392	183	47	28	7
Ханты-Мансийский АО	3200	456	14	173	2
Ямало-Ненецкий АО	1188	83	7	2	0

Как видно из данных табл. 2, около половины всех запасов древесины в Курганской, Тюменской и Челябинской областях составляет береза. В Курганской области весьма значительная доля запасов древесины представлена осиной.

Переработка мягколиственной древесины на продукцию ЦБП возможна, но сопряжена с крупными вложениями капитала и сравнительно длинными сроками возврата инвестиций, поэтому именно такое направление развития переработки мягколиствен-

ной древесины в ближайшие годы маловероятно.

Более реален, по нашему мнению, вариант переработки мягколиственной древесины путем пиролиза. Для пиролиза можно использовать различное древесное сырьё, в том числе и невысокого качества [2, 3, 4]. Основным продуктом пиролиза – древесный уголь – имеет широкую сферу применения. На его основе возможно производство таких углеродных нанопористых материалов, как активные угли или окисленный уголь.

На рис. 1 показан выход угля в промышленном диапазоне температур пиролиза при использовании разных видов мягколиственной древесины – спелой осины, спелой березы и тонкомерной березы. Из рис. 1 можно видеть, что с увеличением конечной температуры пиролиза различие в выходе угля для разных видов сырья сглаживается.

При использовании для пиролиза сырья с низкой плотностью и механической прочностью, например осины, или при переработке мелкого сырья образуется

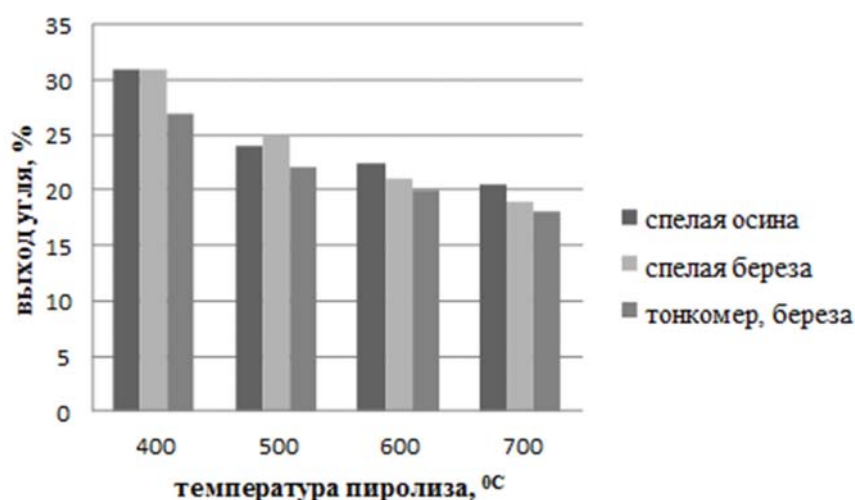


Рис. 1. Выход угля из разных видов мягколиственной древесины

большое количество древесно-угольной мелочи. При использовании такого сырья, как стружка, щепа или опилки, весь получаемый уголь может не соответствовать требованиям ГОСТ 7657, где ограничивается содержание фракции размером менее 15 мм. В этом случае необходима организация производства древесно-угольных брикетов. Брикеты выгодно отличаются от древесного угля тем, что их свойства можно регулировать [5], они имеют повышенную плотность и прочность, выдерживают перевозку на большие расстояния [6, 7, 8].

Нами проведены исследования процессов активации угля из мягколиственной древесины [9, 10], предложена технология

активации водяным паром с применением оригинального аппарата для активации [11]. Использование такой технологии обеспечивает получение активных углей типа БАУ стандартного качества. При переработке, например, угля из спелой березовой древесины выход активного угля составляет 68% при удельном расходе пара на активацию 1,4 кг пара/кг угля. При активации угля из березового тонкомера эти показатели составляют 66% и 1,2 кг/кг соответственно.

Нами предложена технология окисления активного угля типа БАУ горячим воздухом. Получаемый при этом окисленный уголь имеет достаточно обширную сферу применения [12].

Наши опытные данные по извлечению железа и цинка из отработанного травильного раствора цинковального производства на Северском трубном заводе с применением окисленного угля представлены на рис. 2.

Из рис. 2 виден ступенчатый характер изменения концентраций катионов, особенно заметный для Zn^{2+} . Данное явление можно объяснить только тем, что они сначала заполняют микропоры древесного окисленного угля по механизму объемного заполнения, а затем проходит послойное заполнение мезопор. Поскольку выяснено, что свойства окисленного древесного угля зависят от размера пор, то он относится к наноматериалам.

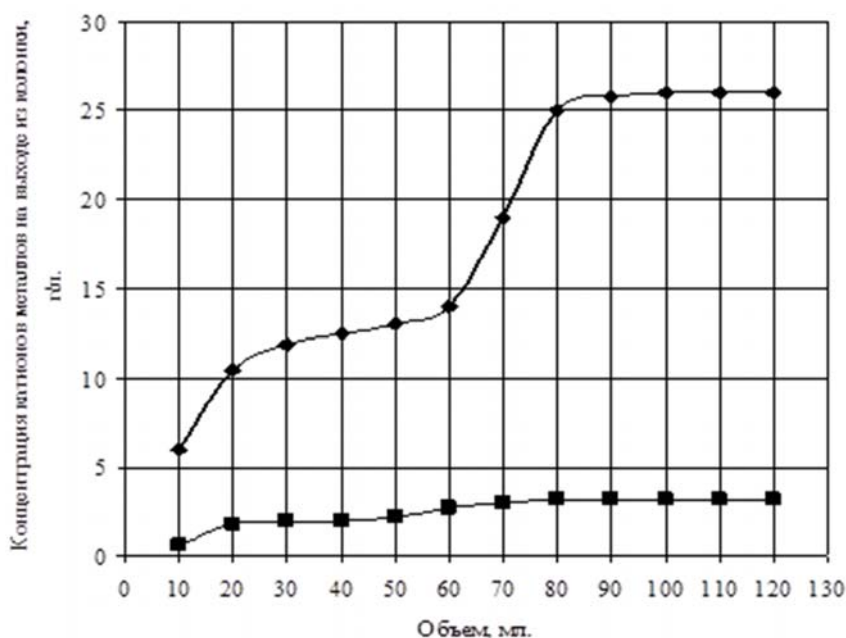


Рис. 2. Характер сорбции катионов Zn^{2+} (кривая 1) и Fe^{2+} (кривая 2)

Выводы:

- применение повышенной конечной температуры пиролиза нивелирует выход и качество угля из различных видов мягколиственной древесины;

- при использовании дисперсного сырья для пиролиза необходима организация производства древесноугольных брикетов;
- активация водяным паром угля из мягколиственной древе-

сины позволяет получить активные угли типа БАУ;

- углеродные материалы на основе древесного угля имеют свойства наносистем.

Библиографический список

1. <http://www.lesonline.ru/n/39b4b>
2. Энерго- и ресурсосбережение при утилизации отработанных деревянных шпал методом пиролиза / Т. Д. Исхаков, А. Н. Грачев, В. Н. Башкиров, Р. Г. Сафин // Изв. высш. учеб. заведений. Проблемы энергетики. 2008. № 11–12. С. 16.
3. Штеба Т. В. Получение активных углей из березовой щепы различного качества: дис. ... канд. техн. наук / Штеба Татьяна Валерьевна. Екатеринбург, 2004. 168 с.
4. Юрьев Ю. Л., Солдатов А. В. Термохимическая переработка древесины в условиях лесопромышленного предприятия // Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. жур. 2005. № 3. С. 113–118.
5. Юрьев Ю. Л., Марков И. И., Шагеев Р. Б. Зависимость свойств древесноугольных брикетов от породы древесины и условий брикетирования // Гидролизная и лесохим. пром-сть. 1985. № 4. С. 11–12.
6. Пономарев О. С., Юрьев Ю. Л. Экономическая эффективность производства древесноугольных брикетов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: тр. V междунар. евразийского симпозиума. Екатеринбург, 2010. С. 154–157.
7. Пат. 118960 Российская Федерация, МПК⁹ С 10 В 53/00. Установка для производства древесного угля и шихты / О. С. Пономарев, Ю. Л. Юрьев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет». № 2012106263/04; заявл. 21.02.12; опубл. 10.08.12, Бюл. № 22.
8. Пономарев О. С., Гиндулин И. К., Юрьев Ю. Л. Варианты производства древесноугольных брикетов // Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. жур. 2013. № 1 (331). С. 107–111.
9. Дроздова Н. А., Юрьев Ю. Л. Активация березового и осинового угля // Вестник Казан. технолог. ун-та. 2012. Т. 15. № 13. С. 147–148.
10. Дроздова Н. А., Юрьев Ю. Л. Изучение сорбционных свойств активного угля в статических условиях // Вестник Казан. технолог. ун-та. 2013. Т. 16. № 19. С. 83–84.
11. Пат. 2051097 Российская Федерация, МПК⁷ С 01 В 31/10, C23C8/00. Способ активации карбонизованных материалов / С. А. Панюта, Ю. Л. Юрьев, Т. Е. Стахровская, И. И. Шишко; заявитель и патентообладатель Урал. науч.-исслед. хим. ин-т науч.-производ. объединения «Кристалл»; № 92008212/02; заявл. 25.11.92; опубл. 27.12.95.
12. Юрьев Ю. Л. Технология лесохимических производств. Ч. 1: Пиролиз древесины. Екатеринбург, 1997. 99 с.

Bibliography

1. <http://www.lesonline.ru/n/39b4b>
2. Energy and resource saving in the recycling of used wooden sleepers by pyrolysis / T. D. Iskhakov, A. N. Grachev, V. N. Bashkirov, R. G. Safin // Proceedings of higher educational establishments. Energy problems. 2008. № 11–12. P. 16.
3. Shtebe T. V. Getting active charcoals from Birch wood chips of varying quality: Diss. ... Cand. Tech. Science / Shtebe Tatyana Valerievna. Yekaterinburg, 2004. 168 p.
4. Yuryev Y. L., Soldatov A. V. Thermochemical processing of wood in conditions of forestry enterprise // Forest magazine. 2005. № 3. P. 113–118.
5. Yuryev Y. L., Markov I. I., Shageev R. B. Dependency properties of charcoal briquettes from wood species and conditions of briquetting // Hydrolysis and Wood-chemistry Industry. 1985. №. 4. P. 11–12.
6. Ponomarev O. S., Yuryev Y. L. Production efficiency by charcoal briquettes // Woodworking: technologies, equipment, management of the twenty-first century writings of V International Euroasian Symposium, Ural State Forest Engineering University. Yekaterinburg, 2010. P. 154–157.

7. Pat. 118960 Russian Federation. Plant for the production of charcoal and blend. Ponomarev O. S., Yuryev Y. L. Feb. 21, 2012.
 8. Ponomarev O. S., Gindulin I. K., Yuryev Y. L. Variations produced by charcoal briquettes // Forest magazine. 2013. № 1 (331). P. 107–111.
 9. Drozdova N. A., Yuryev Y. L. Activation of birch and aspen charcoal // Bulletin of the Technological University of Kazan. 2012. Vol. 15. No. 13. P. 147–148.
 10. Drozdova N. A., Yuryev Y. L. Study of the sorption properties of active charcoal under static conditions // Bulletin of the Technological University of Kazan. 2013. Vol. 16. No. 19. P. 83–84.
 11. Pat. 2051097 Russian Federation. The method of activating the carbonized materials. Panyuta S. A., Yuryev Y. L., Stakhrovskaja T. E., Shishko I. I. Nov. 25, 1992.
 12. Yuryev Y. L. Technology wood-chemical industry. Part 1: Pyrolysis of wood. Yekaterinburg, 1997. 99 p.
-