

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 30.11.17.
Дата выхода в свет 05.12.2017.
Формат 60 × 84 1/8. Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 8,2. Усл. печ. л. 9,3.
Тираж 100 экз. (1-й завод 50 экз.). Заказ № 6006

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», 2017

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

Осипенко А.Е., Залесов С.В.

Комплексный оценочный показатель естественных и искусственных сосняков
в ленточных борах Алтайского края 4

Соловьев В.М., Данилов К.В.

Комплексная оценка строения и формирования сосновых древостоев
различных типов леса подзоны южной тайги Среднего Урала 10

Теринов Н.Н., Герц Э.Ф.

Выборочные рубки в насаждении с подпологовыми лесными культурами..... 19

Алесенков Ю.М., Андреев Г.В.

Динамика запаса соснового древостоя под воздействием пожара в заповеднике
«Денежкин Камень» 26

Потапенко А.М., Мохначев П.Е.

Оценка лесовозобновительной способности березняков южной части Беларуси..... 35

Кожевников А.П., Кряжевских Н.А.

Современное состояние лесных насаждений памятников природы
Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ 41

Соловьёва М.В.

Опыт интродукции ели колючей «Isely fastigiata» (*Picea pungens* Iseli Fastigiata)
в г. Екатеринбурге Свердловской области 47

Панова Н.К., Антипина Т.Г.

Голоценовая история лесов на восточном склоне Среднего Урала 53

Толкач О.В., Добротворская О.Е., Крюк В.И.

Влияние зоогенной дефолиации непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.)
березняков северной лесостепи Зауралья на динамику
травяно-кустарничкового покрова. 64

Стеценко С.К., Андреева Е.М., Терехов Г.Г.

Микоризация корней у однолетних сеянцев сосны в лесном питомнике
в условиях пестицидного загрязнения 74

Содержание

Osipenko A.E., Zalesov S.V.

Complex estimating index of natural and artificial pine forests in ribbon forests of the Altai territory 5

Solovyov V.M., Danilov K.V.

A comprehensive assessment of the structure and formation of the pine stands different forest types the subzone of southern taiga of the middle Urals 11

Terinov N.N., Gerz E.F.

Selective cuttings in the forest stand including forest culture 20

Alesenkov Y.M., Andreev G.V.

Dynamics of pine stand volume with wildfire influence in Denezhkin kamen' reserve.. 27

Potapenko A.M., Mokhnachev P.E.

Assessment of forest renewal ability of birch forests of the southern part of Belarus 35

Kozhevnikov A.P., Kryazhevskikh N.A.

Current state of forest plantings of nature sanctuaries of the USFEU's Ural educational and skilled forestry 42

Solovieva M.V.

Experience of the introduction of blue spruce «Isely fastigiata» (Picea pungens Iseli Fastigiata) in Ekaterinburg Sverdlovsk region 48

Panova N.K., Antipina T.G.

Holocene history of forests on the eastern slope of the middle Urals 54

Tolkach O.V., Dobrotvorskaya O.E., Kryuk V.I.

The influence of a zoogenic defoliation by gypsy moth (Lymantria dispar L.), of birch forest of the north forest-steppe of the transmural onto the dynamics of the herb-undershrub cover 65

Stetsenko S.K., Andreeva E.M., Terekhov G.G.

Mycorrhization of roots in one-year-old pine seedlings in forest nursery at pesticide contamination of soil 75

УДК: 630.228.1

КОМПЛЕКСНЫЙ ОЦЕНОЧНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ СОСНЯКОВ В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

А.Е. ОСИПЕНКО – аспирант кафедры лесоводства,
e-mail: osipenko_alexey@mail.ru*

С.В. ЗАЛЕСОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, проректор по научной работе
e-mail: Zalesov@usfeu.ru*

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

Ключевые слова: ленточные боры, естественные сосняки, искусственные сосняки, пробная площадь, комплексный оценочный показатель.

Исследования проведены в Барнаульском ленточном бору на территории Рубцовского и Угловского административных районов Алтайского края. Сбор полевых материалов осуществлялся посредством метода пробных площадей в период с 2013 по 2017 гг. В ходе исследований была заложена 91 пробная площадь в искусственных и естественных сосняках различного возраста (от 13 до 120 лет), произрастающих в наиболее распространенном типе леса – сухой бор пологих всхолмлений. В отбираемых для исследования древостоях не проводились рубки ухода. В статье приведен фрагмент таксационной характеристики рассматриваемых сосновых древостоев естественного и искусственного происхождения. Найдены коэффициенты корреляции между значениями комплексных оценочных показателей древостоев различного происхождения и их средним возрастом, густотой и классами Крафта. Приведено распределение значений комплексного оценочного показателя по классам Крафта и график зависимости средних значений комплексного оценочного показателя от возраста древостоя. Установлено, что наибольшие значения комплексного оценочного показателя имеют деревья IV и V классов Крафта; также большие значения этого показателя у молодняков; до III класса возраста естественные сосновые древостои характеризуются большими значениями комплексного оценочного показателя по сравнению с искусственными. Комплексный оценочный показатель так же, как и распределение деревьев по классам Крафта, может служить для дифференциации деревьев по росту и положению в пологе и, как следствие, может быть использован в качестве объективного критерия для обоснования необходимости проведения лесохозяйственных мероприятий, в частности рубок ухода.

COMPLEX ESTIMATING INDEX OF NATURAL AND ARTIFICIAL PINE FORESTS IN RIBBON FORESTS OF THE ALTAI TERRITORY

A.E. OSIPENKO – postgraduate student of forestry chair,
e-mail: osipenko_alexey@mail.ru*

S.V. ZALESOV – doctor of agricultural sciences,
professor, vicerector on scientific work
e-mail: Zalesov@usfeu.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

Keywords: ribbon forests, artificial pine stands, natural pine stand, temporary sample plot, complex estimating index.

The researches has been carried out in Barnaul line-wood on the territory of Rubtsovsk and Uglovsk administrative regions of Altay krai. Field materials collection has been accomplished by inventory-plots method in the period of 2013–2017 years. On the course of researches 91 inventory plots has been laid up in artificial and natural pine stands of different ages (from 13 to 120) growing in the widely spread forest type: gently sloping dry pine wood. Improvement felling has not been carried out forest stands chosen for researches carrying out. The article contains a fragment of the taxation characteristics of the pine stands under consideration. Coefficients of correlation between values of complex estimating indexes of forest stands of various origin and their middle age, thickness and Kraft's classes are found. Value distribution of a complex estimating index on Kraft's classes and the schedule of dependence of mean values of a complex estimating index on an age of a forest stand is given. It is established that the greatest values of a complex estimating index characterize trees IV and V classes of Kraft; also great values of this index are characteristic of young growths; to the III class of an age natural pine forest stands are characterized by great values of a complex estimating index in comparison with simulated. The complex estimating index also, as well as distribution of trees on Kraft's classes can serves for differentiation of trees on body height and situation in bed curtains, and as a result can be used as objective criterion for justification of need of holding forestry and landscape actions.

Введение

Комплексный оценочный показатель (КОП), или коэффициент напряженности роста [1, 2], был предложен К.К. Высоцким [3]. КОП является достоверным признаком жизненного состояния и биологической устойчивости, при этом является простым для определения. Значения КОП могут быть использованы как при планировании лесоводственных мероприятий, в частности рубок ухода, так и для оценки их эффективности [2]. В связи с простотой определения и высо-

кой практической значимостью данного показателя целесообразно изучить его в условиях ленточных боров Алтайского края.

Условия и методы исследований

Исследования производились в Барнаульском ленточном бору на территории Рубцовского и Угловского административных районов Алтайского края в период с 2013 по 2017 гг. Климат района исследований резко континентальный, с продолжительной холодной зимой и ко-

ротким жарким летом. Средняя годовая температура воздуха +1,6...+2,1 °С, с абсолютным максимумом +40,7 °С в июле и абсолютным минимумом –48,7 °С в декабре (г. Рубцовск). Годовая сумма осадков составляет 250–350 мм. Относительная влажность воздуха на протяжении большей части бесснежного периода составляет 40–45 %. Продолжительность периода с температурами выше 10 °С – 137 дней. Глубина снежного покрова колеблется от 15 до 43 см. В районе исследований

преобладают боровые почвы дерново-подзолистого типа, почвообразующими породами служат лессовидные суглинки. Содержание гумуса в слое 0–20 см не превышает 3% от массы почвы. Уровень грунтовых вод находится на глубине от 4 до 10 м и более [4].

Изучение чистых по составу естественных и искусственных сосновых древостоев проводилось на пробных площадях (в количестве 91 шт.) в соответствии с широко известными апробированными методиками [5, 6]. Пробные площади закладывались в наиболее распространенном (58% от общей площади) в пределах Ракитовского лесничества типе леса – сухой бор пологих всхолмлений. Иссле-

дования охватывают древостои I–IV классов возраста, характеризующиеся II–V классами бонитета. Рубки ухода в исследуемых древостоях не проводились. При определении КОП сухостойные деревья не учитывались.

Комплексный оценочный показатель рассчитывался по формуле:

$$\text{КОП} = \frac{H \cdot 100}{G_{1,3}},$$

где H – средняя высота древостоя, м; $G_{1,3}$ – площадь поперечного сечения среднего дерева на высоте 1,3 м, см².

Результаты исследований и их обсуждение

В табл. 1 приведена таксационная характеристика некоторых исследуемых сосняков. Данные

табл. 1 свидетельствуют о том, что КОП сосняков имеет довольно тесную связь с их возрастом. Коэффициент корреляции между этими показателями составил –0,71 для искусственных сосняков и –0,73 для естественных. Также значения КОП довольно тесно коррелируют с густотой древостоев (коэффициент корреляции составил 0,69 и 0,93 для искусственных и естественных древостоев соответственно).

Связи между средним классом Крафта и КОП не обнаружено, однако если анализировать классы Крафта и значения КОП отдельных деревьев, то связь обнаруживается. Коэффициенты корреляции, показывающие тесноту связи между КОП

Таблица 1

Table 1

Таксационная характеристика некоторых сосняков
Taxation characteristic of some pine forests

№ ПП № study plot	Состав древостоя The composition of the stand	Средние Average			Густота, шт./га Density, pcs/ha	Полнота Completeness relative		Запас, м ³ /га Volume, m ³ /ha			Класс бонитета Bondability	Средний класс Крафта Middle class of Kraft	КОП, см/см ² Complex estimating index, cm/cm ²
		возраст, лет age, years	высота, м height, m	диаметр, см diameter, cm		абсолютная, м ² /га absolute, m ² /ha	относительная relative	растущих деревьев alive trees	сухостоя и валежа dead wood	общий total			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Искусственные древостои Artificial pine stands													
42	10С	13	2,4	2,5	5003	2,4	0,5	7,1	0	7,1	III	3,11	50,2
57	10С	18	3,1	2,9	4630	3,1	0,5	9,8	0	9,8	IV	3,26	45,7
14	10С	22	6,8	5,6	3440	8,4	0,4	36,2	2,5	38,7	II	3,31	27,2
44	10С	32	9,1	8,3	2951	15,8	0,7	88,8	1	89,8	III	3,26	16,3
27	10С	42	11	10	2030	16,1	0,6	97,9	2,1	100	III	3,44	12,8
43	10С	51	11,2	10,6	2466	21,6	0,9	132,6	2,3	134,9	IV	3,17	12,0
9	10С	60	12,3	12,4	1954	23,8	0,9	149	3,1	152,1	IV	3,18	9,9
51	10С	77	12	12,8	2103	27,2	1,1	169,2	4,1	173,3	V	3,06	9,1
49	10С	81	13,2	14	1842	28,2	1,1	187,4	3,7	191,1	V	3,03	8,4

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Естественные древостой Natural pine stand													
62	10С	16	2,5	1,8	12857	3,1	1,0	6,6	0	6,6	IV	2,82	104,2
80	10С	28	4,9	3,9	7936	9,3	0,6	38,2	0	38,2	V	3,15	41,9
90	10С	37	7,1	5,1	5112	10,4	0,5	49,1	0,2	49,3	IV	3,22	34,8
88	10С	46	8,8	6,6	3271	11,3	0,5	62,5	3,2	65,7	IV	3,53	24,4
75	10С	50	9,6	8,0	3203	17,3	0,7	93,8	0,3	94,1	IV	3,84	18,8
78	10С	70	13,4	11,1	2608	25,2	0,9	165,1	32,4	197,5	IV	3,91	14,3
68	10С	94	17,4	16,4	1589	33,7	1,1	303,6	4,1	307,7	IV	3,49	7,8
66	10С	100	17,5	17,1	1493	34,1	1,1	310,4	2,8	313,2	IV	3,54	7,3
61	10С	112	18,8	18,1	1481	37,9	1,2	346,6	14,5	361,1	IV	3,49	7,0
59	10С	120	17,5	19,8	1168	36	1,1	321,8	7,7	329,5	IV	3,33	5,4

и классами Крафта, для исследуемых древостоев составили 0,70–0,89 (при среднем значении 0,75), что свидетельствует о средней силе корреляции. Распределение значений КОП по классам Крафта в исследуемых сосняках разного возраста приведено в табл. 2.

Таблица 2

Table 2

Распределение значений КОП по классам Крафта
Value distribution of a complex estimating index on Kraft's classes

№ ПП № study plot	Возраст, лет Age, years	Классы Крафта Kraft's classes				
		I	II	III	IV	V
Искусственные древостой Artificial pine stands						
42	13	21,4±0,7	25,7±0,9	67,3±3,5	169,7±3,3	-
57	18	18,8±0,8	32,4±4,4	54,9±2,5	186,9±8,7	261,5±3,5
14	22	7,6±0,7	14,1±0,3	28,6±0,6	77,7±2,9	163,5±7,3
44	32	9,1±0,5	11,0±0,3	17,7±0,6	56,8±6,2	95,8±13,1
27	42	5,2±0,3	8,2±0,3	12,4±0,3	23,6±1,4	54,5±2,8
43	51	6,6±0,3	8,4±0,2	12,4±0,4	26,0±1,1	35,8±5,8
9	60	4,4±0,2	5,7±0,2	10,5±0,3	17,1±0,4	22,7±0,1
51	77	5,0±0,3	6,8±0,3	10,0±0,3	16,0±0,6	20,5±1,5
49	81	4,7±0,3	6,2±0,2	9,4±0,4	18,1±1,3	26,8±5,5
Естественные древостой Natural pine stand						
62	16	26,6±4,6	78,4±2,9	247,6±5,2	295,4±7,4	-
80	28	15,6±0,8	34,0±0,9	87,7±1,9	203,4±7,1	338,3±8,2
90	37	13,7±0,8	19,0±0,6	49,7±1,8	137,5±4,2	154,7±4,3
88	46	9,4±0,9	14,7±1,0	30,9±1,5	66,9±3,2	70,2±5,4
75	50	5,3±1,0	8,5±0,5	15,6±0,9	34,4±1,7	60,7±2,4
78	70	3,1±0,7	5,6±0,5	11,3±0,5	23,1±0,9	33,0±1,3
68	94	3,2±0,2	5,1±0,2	8,0±0,3	13,9±0,5	19,6±0,8
66	100	3,2±0,2	4,3±0,1	6,7±0,2	12,7±0,4	19,0±0,7
61	112	3,0±0,3	4,2±0,2	7,1±0,2	14,3±0,6	20,5±0,8
59	120	3,2±0,1	3,9±0,1	5,4±0,1	8,4±0,4	17,6±1,2

По результатам проведенного анализа установлена зависимость уменьшения значения КОП при увеличении возраста деревьев и снижении их густоты, при этом последнее характерно для деревьев всех классов Крафта. Изменение средних значений КОП с увеличением возраста рассматриваемых древостоев представлено на рисунке.

Данные рисунка свидетельствуют о том, что до III класса возраста естественные сосновые древостои характеризуются большими значениями КОП. Данная тенденция также прослеживается во всех классах роста по Крафту (см. табл. 2). Обнару-

живается некоторое противоречие между утверждением о том, что естественные древостои являются более устойчивыми единицами по сравнению с искусственными [7], и о том, что наличие ослабленных и отстающих в росте деревьев в древостое увеличивает значение КОП, что свидетельствует о снижении устойчивости исследуемых насаждений [2]. Вероятно, данное противоречие объясняется следующим образом: использование КОП как показателя устойчивости насаждений возможно только при сравнении древостоев одинакового происхождения.

корреляции составил 0,69 и 0,93 для искусственных и естественных древостоев соответственно).

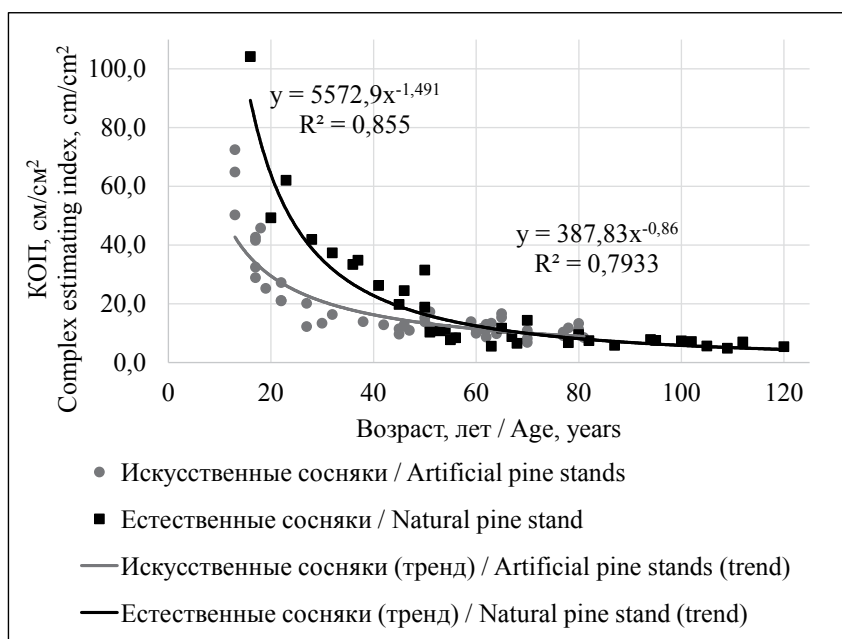
2. Наибольшими значениями КОП характеризуются деревья IV и V классов Крафта, т.е. наиболее угнетенные и отстающие в росте. Также большие значения КОП характерны для молодняков.

3. До III класса возраста естественные сосновые древостои характеризуются большими значениями КОП по сравнению с искусственными.

4. Комплексный оценочный показатель так же, как и распределение деревьев по классам Крафта, может служить для дифференциации деревьев по росту и положению в пологе. Однако показатель КОП является более объективным, поскольку распределение деревьев по классам Крафта производится визуально и носит субъективный характер.

5. В связи с простотой определения и довольно тесной связью с многими таксационными показателями (средний диаметр, средняя высота, сумма площадей сечений, густота, возраст) комплексный оценочный показатель может быть использован в качестве объективного критерия для обоснования необходимости проведения лесохозяйственных мероприятий, в частности рубок ухода.

6. Для практического использования комплексного оценочного показателя следует установить региональные показатели оптимальных значений КОП для сосняков.



Зависимость значений КОП от возраста древостоев
Dependence of values of a complex estimating index on an age of forest stands

Выводы

1. В исследуемых сосняках между значениями комплексного оценочного показателя и классами роста деревьев по Крафту существует корреляционная связь средней силы (среднее значение

0,75). Также обнаружена связь между КОП и возрастом древостоев: $-0,71$ для искусственных сосняков и $-0,73$ для естественных. Значения КОП, кроме того, коррелируют с густотой исследуемых древостоев (коэффициент

Библиографический список

1. Густова А.И., Терехина Д.К. Оценка гидрофизических характеристик древесины для обоснования лесоводственных уходов в защитном лесоразведении // Аграрный вестник Урала. 2007. № 5 (41). С. 55–59.
2. Данчева А.В., Залесов С.В. Использование комплексного оценочного показателя при оценке состояния сосняков государственного лесного природного резервата «Семей орманы» // Изв. СПб. лесотехн. акад. 2016. № 215. С. 41–54.
3. Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 177 с.
4. Бугаев В.А., Косарев Н.Г. Лесное хозяйство ленточных боров Алтайского края. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1988. 312 с.
5. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.
6. Основы фитомониторинга: учеб. пособие / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 89 с.
7. Луганский Н.А., Залесов С.В., Луганский В.Н. Лесоведение: учебник. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 432 с.

Bibliography

1. Gustova A.I., Terekhina D.K. Evaluation of hydro-physical characteristics of the timber to support silvicultural leaves in protective afforestation // Agricultural Bulletin of Urals. 2007. No. 5 (41). P. 55–59.
 2. Dancheva A.V., Zalesov S.V. The use of comprehensive evaluation index for assessing the condition of pine stands the State Forest Natural Reserve «Semey Ormany» // News of the Saint Petersburg Forestry Academy. 2016. № 215. P. 41–54.
 3. Vysotsky K.K. Regularities of a structure of the mixed forest stands. M.: Goslesbumizdat, 1962. 177 p.
 4. Bugaev V.A., Kosarev N.G. Forest management tape pine forests of the Altai Territory. Barnaul: Alt. Vol. Publishing House, 1988. 312 p.
 5. Dancheva A.V., Zalesov S.V. Environmental monitoring of forest plantations recreational purpose: tutorial. Yekaterinburg: Ural state Forestry Engineering University Press, 2015. 152 p.
 6. Basics phytomonitoring: tutorial / N.P. Bunkova, S.V. Zalesov, E.A. Zoteeva, A.G. Magasumova. Yekaterinburg: Ural state Forestry Engineering University Press, 2011. 89 p.
 7. Lugansky N.A., Zalesov S.V., Lugansky V.N. Forest Science: Proc. Allowance: textbook. Yekaterinburg: Ural state Forest engineering Univ., 2010. 432 p.
-

УДК 630.53

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТРОЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ
РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЛЕСА ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ СРЕДНЕГО УРАЛА**

В.М. СОЛОВЬЕВ – доктор биологических наук,
профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства,

тел.: 8 (902) 267-10-24 *

К.В. ДАНИЛОВ – магистрант кафедры
лесной таксации и лесоустройства,

тел.: 8 (982) 629-96-00,

e-mail: dnlv.konstantin94@gmail.com *

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический
университет», 620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 36

Ключевые слова: условные ступени, дифференциация, строение древостоев, относительная высота, редуccionные числа, типы леса, ранжированный ряд.

Проведены исследования с применением количественных методов для выявления специфики строения и формирования древостоев разных типов леса, а также обоснование применения ее в лесной науке и практике. Лесоустроительные расчеты, планирование и выполнение лесохозяйственных мероприятий недостаточно увязываются с лесной типологией. Замедляется широкое использование типов леса из-за недостаточной изученности процессов образования и формирования древостоев. Изучение этих процессов имеет первостепенное значение для развития типологии, улучшения лесотаксационных нормативов и применения типов леса в лесной науке и практике.

Рассмотрены два метода определения строения древостоев. В результате их применения установлено следующее:

- наименьшие различия в рядах редуccionных чисел диаметра там, где числа получены в процентах от суммы диаметров ранжированных деревьев $Rd_{\Sigma d}$;
- в молодых древостоях различия в строении четко прослеживаются в типах леса, противоположных по положению в рельефе;
- сходство в строении древостоев нужно устанавливать в спелом возрасте, используя для этого ряды процентного распределения деревьев по десяти условным ступеням толщины;
- наиболее характерным показателем особенностей роста, дифференциации и самоизреживания деревьев служит относительная высота $h/d_{1,3}$;
- в типах леса со сходными условиями произрастания наблюдаются менее значимые различия в строении древостоев;
- кривые хода роста модельных деревьев разных типов леса подтверждают существенные различия в росте древостоев по типам леса.

Для комплексной оценки строения древостоев улучшенные и проверенные в работе методы нужно применять в сочетании. Мероприятия по повышению продуктивности лесов должны выполняться в соответствии с их типологической структурой. Возрастная динамика древостоев необходима для разработки нормативов таксации и формирования древостоев по типу леса.

A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE STRUCTURE AND FORMATION OF THE PINE STANDS DIFFERENT FOREST TYPES THE SUBZONE OF SOUTHERN TAIGA OF THE MIDDLE URALS

V.M. SOLOVYEV – doctor of biological sciences,
Professor of chair of forest inventory and forest management,
ph.: 8 (902) 267-10-24 *

K.V. DANILOV – master of the department of forest inventory
and forest management, ph.: 8 (982) 629-96-00,

e-mail: dnlv.konstantin94@gmail.com *

* Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Ural State Forestry Engineering University»
620100, Yekaterinburg, Sibirsky tract, 36

Keywords: *conditional steps, differentiation of pine forest stands, structure of forest stands, the relative height, reduction in the number, type of forest, ranked a number.*

In the work researches with application of quantitative methods for revealing of specificity of a structure and formation of stands of different types of a forest are conducted, and also a substantiation of its application in a wood science and practice. Forest inventory calculations, planning and implementation of forest management activities is not enough linked with forest typology. Slowing down the widespread use of forest types due to a lack of knowledge of the processes of education and formation of forest stands. The study of these processes is of paramount importance for the development of a typology, improvement of inventory standards and use of forest types in forest science and practice.

The article considers two methods of determining the structure of forest stands. As a result of their application, the following is established:

- the smallest difference in the rows of diameter reduction numbers where the number obtained as a percentage of the sum of the diameters of the ranked trees $Rd_{\Sigma d}$;
- in young stands, the differences in structure are clearly traced in forest types that are opposite in position in the relief;
- in young stands, the differences in structure are clearly traced in forest types that are opposite in position in the relief;
- resemblance in the structure of stands should be established in a ripe age, using for this purpose a ranks of percentage distribution of trees according to ten conventional steps of thickness;
- the most common indicators of characteristics of growth, differentiation and self-thinning trees is an relative height $h/d_{1,3}$;
- in forest types with similar growth conditions are observed less significant differences in the structure of forest stands;
- the curves of the growth of model trees different types of forest confirm the significant differences in the growth of stands by types of forest.

For a comprehensive assessment of the structure of stands, improved and proven methods should be used in combination. Events to increase forest productivity should be performed in accordance with their typological structure. Age dynamics of stands is necessary for the development of inventory standards and the formation of stands by type of forest.

Введение

Тип леса принято считать основной классификационной единицей лесной растительности. Однако до сих пор лесоустойчивые расчеты, планирование и выполнение лесохозяйственных мероприятий недостаточно увязываются с лесной типологией, а единственным диагностическим показателем, связанным с ростом древостоя, служит класс бонитета насаждения.

Между тем из-за различных условий возобновления и произрастания леса каждый тип леса отличается свойствами и структурой молодого поколения древесных растений и формированием древостоев. Слабой изученностью процессов образования и формирования древостоев и тормозится широкое использование типов леса в лесной науке и практике. При этом организация и повышение эффективности таких исследований зависит от разрешающих способностей применяемых методов оценки этих процессов [1].

Таблицы хода роста по типам леса лишь обобщенно характеризуют возрастные изменения показателей определенных категорий древостоев, но не раскрывают в должной мере особенности роста, дифференциации и самоизреживания деревьев конкретных типов строения и формирования древостоев, с которыми непосредственно связаны нормативы выполнения соответствующих хозяйственных мероприятий в пределах типов леса. Поэтому глубокое изучение названных процессов имеет важное

значение для дальнейшего развития типологических направлений [2, 3, 4], совершенствования лесотаксационных нормативов [5] и более широкого использования типов леса в лесной науке и практике.

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Цель работы – с применением разработанных количественных методов выявить специфику строения и формирования сосновых древостоев разных типов леса и обосновать необходимость ее использования в лесной науке и практике.

Задачи исследований:

- обосновать наиболее приемлемые по точности способы оценки строения древостоев;
- оценить различия в строении молодых и спелых сосновых древостоев разных типов леса;
- дать рекомендации по изучению, таксации и формированию древостоев типов леса.

Объекты изучения – типы сосновых лесов и их древостои; предмет изучения – строение и формирование древостоев различных типов леса. Полевые работы по выявлению и описанию сосновых типов леса, изучению строения и формирования молодых и спелых их древостоев выполнялись в подзоне южной тайги Среднего Урала (Билимбавское, Нижне-Тагильское, Сысертское и Верх-Исетское лесничества Свердловской области).

Для выполнения работы были обработаны материалы более 30 пробных площадей. Типологическое описание участков про-

водилось по методике В.Н. Сукачева, С.В. Зонн, Г.П. Мотовилова [6], а естественное возобновление оценивалось по методике А.В. Побединского [7].

Закладка пробных площадей проводилась в соответствии с требованиями ГОСТ 56-69-83 [8].

При рассмотрении этапов и типов формирования древостоев учитывались положения генетической типологии Б.П. Колесникова [3].

В основу применяемых в работе методов оценки возрастной динамики древостоев положены развиваемые представления о росте и дифференциации совместно произрастающих древесных растений, строения и формировании их группировок [1]. Ряды редуccionных чисел по рангам нами рассматривались как ряды конкретных относительных значений признаков, фиксирующих результаты дифференциации деревьев [9].

Строение древостоев выражалось и оценивалось двумя методами – рядами процентного распределения деревьев по условным ступеням толщины и рядами редуccionных чисел ранжированных деревьев [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Для обоснования наиболее приемлемого способа оценки сходства рядов дифференциации деревьев (строения древостоев) в качестве экспериментального объекта были избраны рядовые посадки сосны обыкновенной под меч Колесова с размещением $2,0 \times 1,5$ м, выполненные в 1949 г.

возле поселка Северка (УУОЛ). В настоящее время это 70-летние сосновые древостои, изреженные в 34-летнем возрасте.

Строение рассмотрено для трех вариантов выборки из общей совокупности деревьев. Материалы двух рядом расположенных пробных площадей объединены и вместе обработаны – вариант 1. Одна из объединенных проб обработана отдельно – вариант 2. Вариант 3 – материалы пробной площади, заложенной отдельно от первых двух выше по слабовыраженному северному склону. В каждом

варианте редуccionные числа деревьев по диаметру (относительные диаметры) рассчитаны тремя способами (табл. 1) – в долях среднего диаметра Rd_{cp} , диаметра дерева ранга 90% Rd_{90} и в процентах от суммы диаметров ранжированных деревьев $Rd_{\Sigma d}$.

Наибольшие различия – в рядах редуccionных чисел, выраженных через средний диаметр древостоев Rd_{cp} , а наименьшие – там, где числа получены в процентах от суммы диаметров ранжированных деревьев $Rd_{\Sigma d}$, причем отклонения по Rd_{cp} ва-

рианта 2 от объединенного варианта 1 больше, чем отклонения от него территориально обособленного варианта 3. При всех способах выражения строения древостоя максимальное отклонение характерно для деревьев, имеющих ранг 0 и 100%, а минимальное – в интервале рангов деревьев 10–90%. В целом нужно отметить, что по точности воспроизводства строения древостоев на первом месте стоит способ $Rd_{\Sigma d}$, за ним следует Rd_{90} и наименее приемлем для использования Rd_{cp} , поскольку в процессе формирования древостоев роль

Таблица 1

Table 1

Ряды абсолютных и относительных значений диаметров $d_{1,3}$ деревьев по рангам в 70-летних сосновых древостоях искусственного происхождения,

представленные разными по объему и местоположению выборками из общей совокупности

The rows of absolute and relative values of the diameters $d_{1,3}$ of trees by ranks the 70-year-old pine stands of artificial origin, represented by different in volume and location sample of the total totality

Диаметры Diameters	Значение абсолютных и относительных диаметров деревьев по рангам Values of absolute and relative diameters of trees by ranks										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Вариант 1 Variant 1											
d	8	15,8	18	20,2	21,9	23,2	24,8	26,2	28	31	37,9
Rd_{cp}	0,309	0,610	0,695	0,780	0,846	0,896	0,958	1,012	1,081	1,197	1,463
Rd_{90}	0,258	0,510	0,581	0,652	0,706	0,748	0,800	0,845	0,903	1,000	1,223
$Rd_{\Sigma d}$	3,1	6,2	7,1	7,9	8,6	9,1	9,7	10,3	11,0	12,2	14,9
Вариант 2 Variant 2											
d	10	12,8	14,9	17	18,8	20,2	22	23,9	26	28	35,1
Rd_{cp}	0,368	0,472	0,549	0,626	0,693	0,744	0,810	0,880	0,958	1,031	1,293
Rd_{90}	0,357	0,457	0,532	0,607	0,671	0,721	0,786	0,854	0,929	1,000	1,254
$Rd_{\Sigma d}$	4,4	5,6	6,5	7,4	8,2	8,8	9,6	10,5	11,4	12,2	15,3
Вариант 3 Variant 3											
d	7	11,8	14,9	17,2	19	20,2	23	24,9	26,2	29,1	38
Rd_{cp}	0,298	0,502	0,634	0,732	0,809	0,860	0,979	1,060	1,115	1,238	1,617
Rd_{90}	0,241	0,405	0,512	0,591	0,653	0,694	0,790	0,856	0,900	1,000	1,306
$Rd_{\Sigma d}$	3,0	5,1	6,4	7,4	8,2	8,7	9,9	10,8	11,3	12,6	16,4

средних выполняют разные деревья с достаточно высокой изменчивостью положения в ранжированных рядах (42,5–57,5%).

При определении принадлежности древостоев одного возраста к одному естественному ряду развития для выражения и оценки их строения нужно использовать редукционные числа в виде процентов каждого значения от общей суммы значений всех ранжированных деревьев или как доли значения признака дерева ранга 90%.

В молодых древостоях различия в строении четко прослеживаются в типах леса, противоположных по положению в рельефе, – нагорном (*Снг*) и разнотравном (*Сртр*) (рис. 1).

В 45-летних древостоях сосняка нагорного распределение деревьев по ступеням толщины в отличие от сосняка разнотравного характеризуется более высокими значениями мер косости, крутости, коэффициентов изменчивости и дифференциации, но меньшими значениями действительных и условных средних диаметров. Более высокая межиндивидуальная дифференциация деревьев в сосняке нагорном подтверждается также амплитудами редукционных чисел по всем таксационным показателям. Эти амплитуды в *Снг* и *Сртр* соответственно составляли: $Rd_{1,3}$ – 9,3 и 4,5, $Rg_{1,3}$ – 14,9 и 8,6, Rh – 5,9 и 4,5, Rh/d – 3,3 и 0,2, Rv – 15,8 и 11,1.

К спелому возрасту, когда оставшие в росте деревья перешли в отпад, распределение деревьев по ступеням толщины во всех

типах леса приближается к нормальному (рис. 2).

Это подтверждается и статистическими характеристиками рядов распределения по ступеням толщины (табл. 2).

О приближении распределений к нормальному свидетельствуют близкие условные средние значения и небольшие

различия в коэффициентах дифференциации, недостоверные меры косости и крутости. При этом наблюдаются существенные различия в коэффициентах, которые по типам леса снижаются вследствие изменчивости древостоев: сосняк нагорный (71%), ягодниковый (63%), разнотравный и сфагновый (41%).

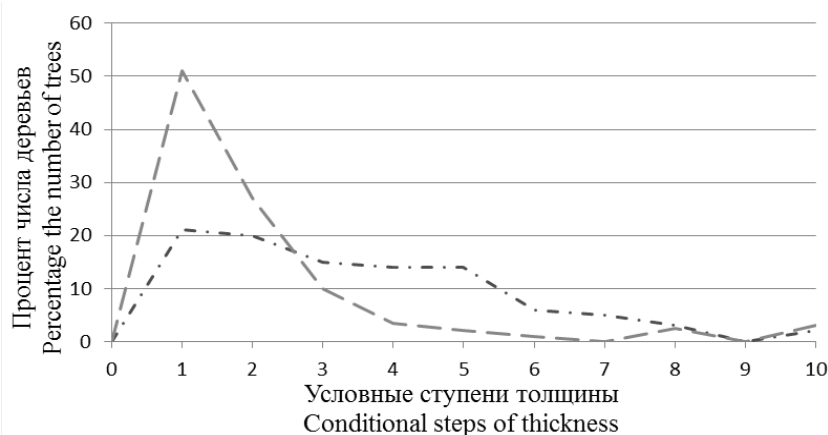


Рис. 1. Многоугольники процентного распределения деревьев сосны по условным ступеням толщины в 45-летних древостоях сосняков разнотравного II класса бонитета (—•—) и нагорного III класса бонитета (— —)

Fig. 1. Polygons percentage distribution of pine trees according to the conditional steps of thickness 45-year-old pine stands of pine forest rich in herbs second-class of bonitet (—•—) and Pine forest upland of the third class of bonitet (— —)



Рис. 2. Распределение деревьев сосны по условным ступеням толщины в древостоях сосняков сфагнового (—), разнотравного (— —), ягодникового (—•—), нагорного (••••)

Fig. 2. Distribution of pine trees according to the conditional steps of thickness in pine stands of bog moss pine forest (—), pine forest rich in herbs (— —), Berry pine forest (—•—), Pine forest upland (••••)

Таблица 2

Table 2

Статистические характеристики рядов распределения сосны по ступеням толщины
в спелых древостоях различных типов леса

Statistical characteristics series distribution by steps of thickness in mature stands
of different forest types

Тип леса Type of forest	Средние значения Average values		Основные отклонения Key variances		Точность опыта Accuracy of experience $P, \%$	Коэффициенты изменчивости и дифференциации Coefficients of variation and differentiation $V, \%$ $V_d, \%$		Мера кривости и крутости Measure of curvature and steepness $\alpha \pm \delta_\alpha$ $i \pm \delta_i$	
	$X \pm \delta_x$	$X_{yсл}$	δ	$\delta_{yсл}$		$V, \%$	$V_d, \%$	$\alpha \pm \delta_\alpha$	$i \pm \delta_i$
Снг Pine forest upland	23,6±1,15	5,3	16,5	2,36	4,9	70,7	49,7	0,151±0,17	-0,782±0,34
Сяг Berry pine forest	27,1±1,20	5,2	17	2,31	4,4	62,8	44,4	0,266±0,176	-0,568±0,352
Сртг Pine forest rich in herbs	35,2±1,28	5,4	14,3	2,12	3,6	40,5	39,6	-0,183±0,219	-0,278±0,438
Ссф Bog moss pine forest	20,8±0,60	5,2	8,6	1,77	2,9	41,2	34,3	0,014±0,171	0,048±0,342

Однако это не означает, что древостои разных типов леса имеют сходную возрастную динамику строения. Существенные различия в строении молодых древостоев сосняков нагорного и разнотравного показаны выше (см. рис. 1).

В спелых древостоях разных типов леса наиболее характерным показателем особенностей роста, дифференциации и самоизреживания деревьев может служить относительная высота $h/d_{1,3}$, которая отражает результаты эндогенной дифференциации деревьев по высоте и диаметру, а в лесотаксационной литературе она оценивается как важный классификационный признак, связанный с густотой и изреживанием древостоев.

Различия в кривых строения древостоев разных типов леса

по этому показателю представлены на рис. 3.

Кривые относительных высот деревьев $h/d_{1,3}$ в типах леса

различны, чем подтверждается особые линии развития древостоев в соответствующих условиях местопроизрастания.

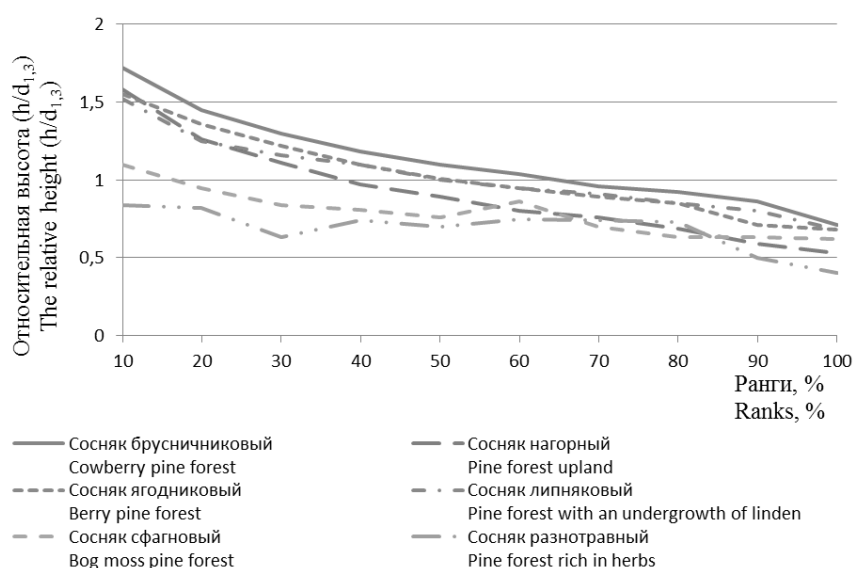


Рис. 3. Кривые относительных высот деревьев по рангам в древостоях разных типов леса

Fig. 3. Curves of relative heights of trees by ranks in forest stands of different forest types

Наиболее высоким уровнем эндогенной дифференциации характеризуются сосняки нагорный, ягодниковый, брусничный и липняковый, а пониженным — сосняки сфагновый и разнотравный. Самая высокая амплитуда значений этого показателя — в сосняке нагорном.

Из вышеуказанного вытекает, что у древостоев каждого типа леса свое соотношение высот и диаметров деревьев, которое меняется в процессе формирования древостоев. Изменение этого показателя с повышением возраста связано с процессами дифференциации и самоизреживания деревьев и снижением амплитуд значений их признаков.

В соседних на экологическом профиле и близких по росту древостоях сосняков ягодникового и разнотравного различия в строении незначительны (рис. 4).

Но древостои сосняка брусничного, занимающего верхние части склонов с мелкими бедными суховатыми почвами III класса бонитета, значительно отличаются по строению от древостоев первых двух типов леса на земельных участках II класса бонитета.

Древостои разных типов леса существенно отличаются по росту в высоту средних деревьев верхнего полога (рис. 5).

До 50 лет лучшим ростом в высоту отличается древостой сосняка брусничного, затем рост замедляется, в то время как рост древостоя сосняка ягодникового продолжает прогрессировать. Самым медленным ростом отличается низкополнотный сосняк

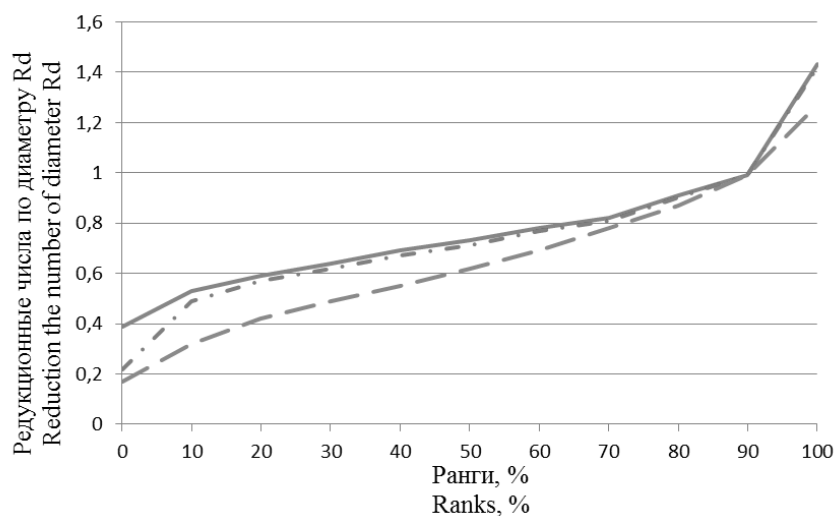


Рис. 4. Кривые относительных значений диаметров деревьев R_d , в древостоях сосняков ягодникового (—), разнотравного (---) и брусничного (— · —)

Fig. 4. The curves of relative values of the diameters of the trees R_d , in forest stands Berry pine forest (—), Pine forest rich in herbs (---) and Cowberry pine forest (— · —)

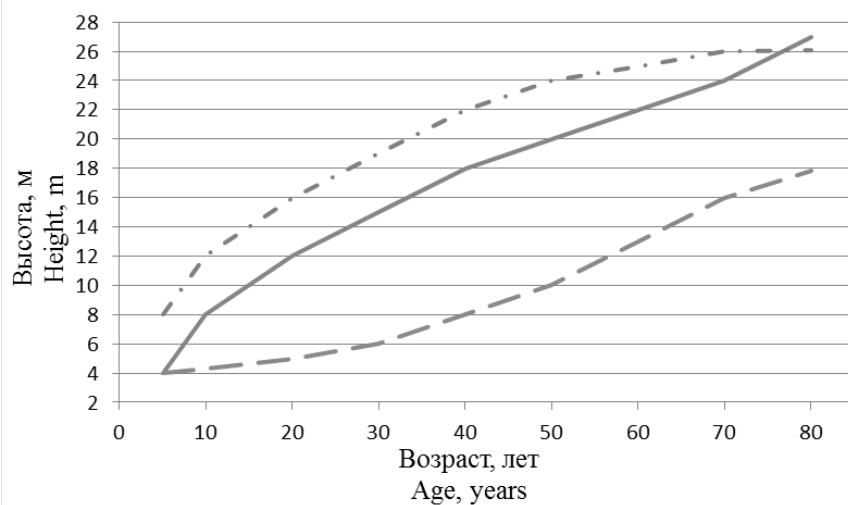


Рис. 5. Ход роста в высоту средних деревьев сосны II класса роста в древостоях сосняков брусничного (---), ягодникового (—) и липнякового (— · —)

Fig. 5. Progress growth in height of average trees pine of the second class of growth in forest stands Cowberry pine forest, Berry pine forest and Pine forest with an undergrowth of linden

липняковый. Рост средних деревьев, представляющих древостои этих типов леса, в отдельные периоды жизни происходит по кривым разных классов бонитета (табл. 3).

Образование и медленный рост низкополнотного древостоя сосняка липнякового связаны с отрицательным влиянием липнякового яруса на возобновление, рост и развитие сосны.

Таблица 3

Table 3

Несоответствие роста в высоту древостоев разных типов леса
высотам и их возрастным изменениям
в общей бонитировочной шкале проф. М.М. Орлова
The Nonconformity between growth in height in forest stands
of different forest types heights and their age-related changes
a total bonitation scale of Professor M. M. Orlov

Типы леса Type of forest	Классы бонитета по возрасту древостоев, лет Classes of bonitet by age of forest stand, years						
	20	30	40	50	60	70	80
Сосняк брусничный Cowberry pine forest	I	I	I	I	II	II	II
Сосняк ягодниковый Berry pine forest	III	II	II	II	II	II	II
Сосняк липняковый Pine forest with an undergrowth of linden	IV	IV	IV	IV	IV	IV	III

Выводы

Для глубокой и всесторонней оценки строения древостоев улучшенные и проверенные в работе методы рядов процентного распределения деревьев по условным ступеням и рядов относительных значений признаков ранжированных деревьев нужно применять в сочетании.

При симметричном, но эксцессивном распределении деревьев по ступеням толщины в спелых древостоях различия в их строении следует подтверждать разными коэффициентами изменчивости действительных и амплитудами относительных значений признаков.

Сравнительную оценку строения спелых древостоев разных типов леса целесообразно проводить методом редукционных чисел, полученных в виде процентов ранжированных значений признака от общей их суммы

$Rd_{\Sigma d}$, или долей этих значений от значения этого признака дерева с рангом 90%. Такие же редукционные числа можно использовать и при установлении принадлежности древостоев одинакового возраста к одному естественному ряду развития.

Типы сосняков отличаются характером возобновления леса и структурой образовавшихся молодняков, возрастными изменениями строения (формирования) древостоев. При этом рост древостоев каждого типа леса в высоту не соответствует высотам и их возрастным изменениям какого-то одного класса бонитета в общей бонитировочной шкале, что лишний раз подтверждает необходимость его определения по показателям древостоев старшего возраста.

В качестве важнейшего диагностического признака типов леса, а в их пределах типов

строения и формирования древостоев следует рассматривать величину и возрастные изменения средней относительной высоты $h/d_{1,3}$, тесно связанной с ростом, дифференциацией и самоизреживанием деревьев. Спелые древостои изученных типов сосняков существенно отличаются строением по этому признаку, тем самым подтверждая разные направления их формирования.

Возрастные изменения относительной высоты как показателя эндогенной дифференциации следует использовать для разделения типов леса, а в их пределах – для выделения типов строения и формирования, которые отличаются происхождением, составом, густотой, возрастной структурой и другими признаками древостоев. Для таких типов желательно составлять таблицы возрастной динамики строения, которые можно использовать не только для учета леса, но и для установления показателей рубок главного и промежуточного пользования.

Анализ состояния лесного фонда и разработка мероприятий по повышению продуктивности лесов должны выполняться в соответствии с типологической структурой лесов.

Изучение возрастной динамики древостоев необходимо для дальнейшего совершенствования генетических и динамических принципов лесной типологии и разработки по типам леса нормативов таксации и формирования древостоев насаждений.

Библиографический список

1. Соловьев В.М. Естественнонаучные основы изучения и формирования древостоев лесных экосистем. Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. 351 с.
2. Основы лесной биogeоценологии / В.Н. Сукачев, Н.В. Дылис, Ю.Л. Цельникер, В.Г. Карпов. М: Наука, 1984. 574 с.
3. Колесников Б.П. Генетическая классификация типов леса и пути ее применения на Урале // Материалы по классификации растительности Урала. Свердловск, 1961. С. 15–17.
4. Мелехов И.С. Динамическая типология леса // Лесн. хоз-во. 1968. № 3. С. 15–20.
5. Верхунов П.М., Черных В.Л. Таксация леса. Йошкар-Ола: МГТУ, 2009. 395 с.
6. Сукачев В.Н., Зонн С.В., Мотовилов Г.П. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН, 1957. 120 с.
7. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Наука, 1966. 64 с.
8. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустroительные. Метод закладки. М., 1983. 24 с.
9. Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 178 с.
10. Соловьев В.М. Морфология насаждений: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТА, 2001. 154 с.

Bibliography

1. Solovyev V.M. Natural and scientific bases of studying and formation of stands in forest ecosystems. Yekaterinburg: USFEU, 2008. 351 p.
 2. Fundamentals of forest biogeocenotic / V.N. Sukachev, N.V. Dylis, Y.L. Zelniker, V.G. Karpov. M: Publisher Science, 1984. 574 p.
 3. Kolesnikov B.P. Genetic classification of forest types and ways of its application in the Urals // The materials according to the classification of the vegetation of the Urals. Sverdlovsk, 1961. P. 15–17.
 4. Melekhov I.S. Dynamic typology of the forest // Forestry. 1968. No. 3. P. 15–20.
 5. Verhunov P.M., Chernykh V.L. Forest taxation. Yoshkar-Ola: MGTU, 2009. 395 p.
 6. Sukachev V.N., Zonn S.V., Motovilov G.P. Methodological guidelines to the study of forest types. M.: Publishing house of Academy of Sciences, 1957. 120 p.
 7. Pobedinskii A.V. The Study of reforestation processes. M.: Publisher Science, 1966. 64 p.
 8. Industry standard 56-69-83. Test plot forest inventory. The method of laying. M., 1983. 24 p.
 9. Vysotsky K.K. The patterns structure of mixed stands. M: Goslesbumizdat, 1962. 178 p.
 10. Solovyev V.M. The morphology of the plantations. Tutorial. Yekaterinburg: USFEA, 2001. 154 p.
-

УДК 630*322; 630*231.32

ВЫБОРОЧНЫЕ РУБКИ В НАСАЖДЕНИИ С ПОДПОЛОВОГОВЫМИ ЛЕСНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Н.Н. ТЕРИНОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры технологии и оборудования
лесопромышленного комплекса,

e-mail: n_n_terinov@mail.ru *

Э.Ф. ГЕРЦ – доктор технических наук,
профессор кафедры технологии
и оборудования лесопромышленного комплекса,

e-mail: gerz.e@mail.ru *

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37;
тел. +7 (343) 261-10-32.

Ключевые слова: выборочная рубка комбинированным способом; мини-трактор; производительность; уход за подпологовыми лесными культурами; сохранение лесорастительной среды.

В летний период 2017 г. проводилось испытание мини-трактора на трелевке сортиментов на лесосеке выборочной рубки. Древостой имел два поколения деревьев в верхнем ярусе (63 года и 110–140 лет) и высокую относительную полноту. Под пологом древостоя находились лесные культуры дуба летнего (*Quercus robur*). Рубку планировалось провести комбинированным способом. На первом этапе с помощью мини-трактора осуществлялась проходная рубка с одновременным уходом за культурами дуба. На этом этапе также решались вопросы сохранения лесорастительной среды и древостоя. Это достигалось направленной валкой и трелевкой деревьев вдоль рядов культур, в том числе и относительно крупных экземпляров, которые могли быть повреждены при заготовке крупномерной древесины на втором этапе лесосечных работ. На втором этапе лесосечных работ планировалась вырубка наиболее старой части древостоя более мощной лесозаготовительной техникой. В результате должно произойти переформирование разновозрастного древостоя в одновозрастный и разреживание верхнего яруса древостоя. Предполагалось, что последнее обстоятельство благоприятно скажется на росте культур дуба.

В результате предварительного обследования участка была уточнена таксационная характеристика насаждения. Выявлено практически полное поражение листьев мучнистой росой у дуба высотой до 0,5 м и ее отсутствие у дуба выше 3,5 м. Сделан вывод о недостаточном освещении мелких растений.

Первый этап работ выполнялся одним человеком. Общая продолжительность рабочей смены составляла 8 ч, включая обеденный и технологические перерывы. В первой половине дня производился весь комплекс работ с бензопилой, во второй – трелевка заготовленной древесины на мини-тракторе и ее складирование. Соблюдались технологическая последовательность действий и своевременное переключение на другие лесозаготовительные операции. Это явилось существенным фактором с точки зрения техники безопасности.

После проведения первого этапа лесосечных работ получены следующие результаты: убраны сухостойные деревья и валежник, снижена густота (полнота) древостоя, расчищены трассы для валки и трелевки крупномерных деревьев, сменная производительность составила 2,5–3,0 м³. Интенсивность рубки – 14,7% от первоначального запаса древостоя. После проведения лесосечных работ не зафиксировано повреждения древостоя и нарушения верхнего горизонта почвы, обеспечена высокая сохранность культур дуба и улучшены условия их освещенности.

SELECTIVE CUTTINGS IN THE FOREST STAND INCLUDING FOREST CULTURE

N.N. TERINOV – doctor of agricultural sciences,
Professor of Technology and equipment for harvesting
and processing of wood chair;
e-mail: n_n_terinov@mail.ru *

E.F. GERZ – doctor of technical sciences, Professor
of Technology and equipment for harvesting
and processing of wood chair,
e-mail: gerz.e@mail.ru *

* Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education
«Ural State Forest Engineering University»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky tract, 37;
Phone: +7 (343) 261-10-32

Key word: *selective cutting was carried out in a combined way; mini-forwarder; wood skidding; preparatory work; performance; care for forest culture under canopy of the forest stand; saving of forest environment*

In the summer of 2017 wood skidding by the mini – forwarder on the selective cutting carried out. The forest had two generations of trees in the upper canopy (63 and 110–140 years) and high relative density. The oak forest culture were under the canopy of the forest stand (*Quercus robur*). The cutting planned to carried out in a combined way. At the first stage, with the help of a mini-forwarder a severance cutting and care for the oak forest cultures was carried out. At this stage, the conservation of the forest environment and the stand are also solved. This is achieved by a directional cutting and skidding of trees along rows of oak forest cultures, including relatively large trees which could be damaged during harvesting of large-sized trees in the second stage of logging operations. At the second stage cutting of the oldest part of the forest stand must carry out with more powerful logging equipment. As a result, the uneven-aged forest stand must reformed into a single-aged one and thinning of the upper canopy of the stand must be. It was assumed that the latter circumstance would favorably affect for growth of oak forest cultures.

As a result of preliminary survey tax characteristics of the forest stand was refined. The almost complete infection of the oak leaves by mildew of trees 0.5 m height and its absence in oak above 3.5 m height is identified. The conclusion about the insufficient lighting of small oak trees is down.

The preparatory works are carried out by one person. The total duration of the work was 8 hours, including a lunch and technological breaks. In the first half of the day whole complex of works with a gasoline saw is made. Secondly, the wood skidding by the mini – forwarder and its warehousing is carried out. The technological sequence of actions and timely switching to other harvesting operations is observed. This was a significant factor from the point of view of safety works.

After of the first stage of logging operations, the following results were obtained: cut dead trees and dead wood, reduced the density of the forest stand, cleared trails for cutting and skidding of large trees, productivity per man-day – 2.5–3.0 m³. The intensity of cutting – 14.7% of the initial volume of forest stand. After carrying out of logging is not fixed damage of trees and disturbance of the upper soil horizon, ensured high safety of oak forest cultures and improved conditions their illumination.

Введение

Данная работа является продолжением исследований по практическому применению мини-трактора МТР-1 для трелевки древесины, заготовленной на рубках ухода и выборочных рубках в спелых и перестойных древостоях, без прокладки трелевочных волоков. Ранее изучались производительность мини-трактора на проходных рубках в защитных лесах и его возможности по сохранению лесорастительной среды [1, 2]. Его габариты (длина – 1,6 м, ширина – 1,1 м) и масса (менее 300 кг), широкие резиновые гусеницы (40 см) обеспечивают удельное давление на почву $0,15 \text{ кг/см}^2$ и возможность маневрирования между деревьями, оставляемыми на доращивание. Мини-трактор укомплектован лебедкой. Длина троса на ее барабане – 20 м. В процессе экспериментальных работ высказывалось предположение, что мини-трактор при определенных условиях может успешно использоваться при другой организации лесосечных работ.

Цель, объекты

и методика исследований

Целью исследований является испытание мини-трактора при проведении первого этапа лесосечных работ на комбинированных рубках (рубка переформирования и проходная рубка) в насаждении с подпологовыми лесными культурами в нижнем ярусе и несколькими поколениями древесных пород в верхнем ярусе древостоя. В связи с тем, что древостой имеет разновоз-

растную структуру и, соответственно, значительную дифференциацию деревьев по толщине, задачей являлась уборка деревьев диаметром ниже среднего с обязательным сохранением культур дуба и созданием условий для беспрепятственной вырубki в последующем крупномерных деревьев. Поставленная задача достигалась направленной валкой деревьев, в том числе диаметром на высоте груди до 24 см, и трелевкой заготовленной древесины вдоль рядов лесных культур, при этом решалась дополнительная задача создания условий для беспрепятственной валки в дальнейшем крупномерных деревьев, подлежащих рубке [3–7]. Длина заготавливаемых сортиментов ограничивалась 6 м, что связано с условиями вывозки и переработки древесины. Расчетная интенсивность проходной рубки – 15 % от исходного запаса древостоя. Трелевка древесины

выполнялась без прокладки волоков. Экспериментальные работы проводились в конце лета 2017 г. в кв. 38, выд. 30 Черноусовского участкового лесничества Свердловского лесничества.

Объект исследований расположен на юге Свердловской области и, согласно лесорастительному районированию Б.П. Колесникова, отнесен к северному лесостепному (колючному) лесорастительному округу [8]. Участок имеет прямоугольную форму $100 \times 150 \text{ м}$, длинной стороной ориентирован в направлении С-Ю и ограничен по коротким сторонам лесовозными дорогами. На этом участке (тип леса – сосняк бруснично-черничниковый) площадью 1,5 га находятся подпологовые культуры дуба летнего, или черешчатого (*Quercus robur*). Расстояние между рядами составляет 2,0–2,5 м. Высота культур варьирует в пределах от 0,3 до 7,5 м (рис. 1).



Рис. 1. Насаждение с подпологовыми лесными культурами дуба летнего, или черешчатого (*Quercus robur*)

Fig. 1. The oak forest culture (*Quercus robur*) under the canopy of the forest stand

Встречаются 30-летние экземпляры дуба высотой до 9 м. Объект является уникальным, так как граница ареала естественного произрастания дубовых насаждений проходит на несколько сотен километров южнее. В связи с тем, что последнее лесоустройство было проведено в 1998 г., т.е. 19 лет назад, перед началом работ уточнялась таксационная характеристика насаждения. Для этого была заложена таксационная пробная площадь 0,25 га, на которой инструментально производился сплошной пересчет деревьев по породам, ступеням толщины и поколениям [9, 10]. Средние высоты устанавливались позднее на основании обмеров вырубленных деревьев. На этой же пробной площади учитывалось количество и высота деревьев дуба. Площадь сплошного пересчета составила 0,105 га, или 7% от площади лесосеки, что обеспечило репрезентативность выборки [11].

Результаты исследований

При визуальной оценке состояния культур дуба было отмечено, что практически вся листва у растений мелкой категории и более половины листьев у деревьев средней категории высот поражены мучнистой росой (рис. 2).

Также было отмечено повреждение вершин и боковых ветвей у средних и крупных экземпляров. Причиной этого является человеческий фактор. И только растения высотой более 3,5 м не заражены мучнистой росой и не имеют существенных

повреждений, хорошо развиты и в перспективе могут принять участие в составе древостоя. Такие деревья в количестве 330 экз./га приурочены к наиболее освещенным экотопам, и при проведении рубки именно на них обращалось особое внимание. Таксационная характеристика экспериментального участка (кв. 38, выд. 30, Черноусовское участковое лесничество, Свердловское лесничество) приведена в таблице. На основании сплошного пересчета деревьев на пробной площади была установлена современная характеристика насаждения, которая существенно отличалась от представленной в таксационных описаниях 1998 г.

Следует отметить, что изначально она была неполной. Недостаточно отражена крупномерная часть древостоя, и отсутствует информация о культурах дуба. Последние были высажены под

пологом средневозрастного древостоя с преобладанием березы. В свою очередь, сам древостой формировался на участке, где уже присутствовало некоторое количество деревьев сосны и березы. Последние сохранились после воздействия внешнего фактора (вырубка, ветровал или пожар). Лишившись конкурентов, эти древесные породы активно пошли в рост и сформировали крупномерную часть древостоя. Исходя из структуры древостоя и поставленных задач, было принято решение провести выборочную рубку комбинированным способом. При этом на первом этапе планировалось вырубать тонкомерные деревья, создать дополнительные условия для сохранения культур дуба и повысить производительность работ на заключительном этапе рубки.

Расположение рядов культур дуба на участке и их длина



Рис. 2. Повреждение листьев дуба мучнистой росой
Fig. 2. Damage of oak leaves by disease

Характеристика насаждения
Characteristics of the forest

Характеристики (Characteristics)	Показатели (Date)
По данным лесоустройства 1998 г. (According tax characteristics, 1998)	
Состав древостоя (Stand composition)	6С4Б+С+Б
Возраст, лет (Age, years)	47
Средняя высота, м (Average height, m)	19
Средний диаметр, см (Average diameter, cm)	18
Полнота (Density)	0,8
Класс бонитета (Class of productivity)	I
Запас, м³/га (Stock volumes, m³/ha)	270
Возраст крупномерных деревьев, лет: сосна; береза Age of large-sized trees, years: pine, birch	110; 90
Установленные в 2017 г. (Installed, 2017)	
Состав древостоя (Stand composition)	7Б3С
Возраст (Age, years)	63
Средняя высота, м (Average height, m)	24
Средний диаметр, см (Average diameter, cm)	24
Полнота (Density)	0,9
Класс бонитета (Class of productivity)	I
Запас, м³/га (Stock volumes, m³/ha)	315
Крупномерная часть древостоя: (Large-sized part of stand): состав (stand composition)	7С3Б
средняя высота, м (average height, m)	24
средний диаметр, см (average diameter, cm)	52
полнота (density)	0,15
возраст, лет: (age, years): сосна (pine); береза (birch)	140;110
запас, м³/га (stock volumes, m³/ha)	60
Культуры дуба: возраст, лет (oak forest culture: age, years): средняя высота, м (average height, m)	30
количество, экз./га: всего (number, units /ha: total)	2,3
в том числе: мелкого до 0,5 м (including: little to 0.5 m)	2300
среднего от 0,6 до 1,5 м (average of 0.6 to 1.5 m)	760
крупного от 1,6 до 3,5 м (large from 1.6 to 3.5 m)	740
крупного свыше 3,5 м (large more than 3.5 m)	470
	330

обеспечили максимальное расстояние трелевки сортиментов к дороге в пределах 50–60 м. В первой половине дня осуществлялась валка деревьев, обрубка сучьев, раскряжевка хлыстов и сбор порубочных остатков. Во второй половине дня выполнялась трелевка и складирование сортиментов в штабели. Ветви и вершины либо транспортировались на тележке мини-трактора за пределы лесосеки, либо складировались в месте компактной валки деревьев на прогалинах. При таком подходе соблюдалась

технологическая последовательность действий и исключался однообразный монотонный труд за счет смены деятельности. По мнению непосредственного участника работ, это явилось существенным фактором с точки зрения техники безопасности. Производительность мини-трактора по фактически заготовленной и стрелеванной древесине за смену составила 2,5–3,0 м³. Такая относительно невысокая производительность связана со строго направленной валкой деревьев независимо от их накло-

на и ограничением маневренности мини-трактора между рядами культур дуба. Также было отмечено, что при подтаскивании сортиментов тросом лебедки к мини-трактору происходят зацепы за пни, стволы и другие препятствия. Это вызывало неудобство в работе и требовало времени на устранение проблемы. При разгрузке и штабелевке крупных бревен одним рабочим также возникали проблемы. Выходом из сложившейся ситуации может быть установка специального оборудования на мини-трактор.

В результате проведенного первого этапа выборочной рубки вырублено 55 м³. Ее интенсивность составила 14,7% от исход-

ного запаса древостоя. Показана возможность беспрепятственной трелевки сортиментов длиной 6 м между рядами культур (рис. 3).



Рис. 3. Трелевка мини-трактором 6-метровых сортиментов между рядами культур дуба

Fig. 3. Mini-skidding of 6 meters logs between the rows of the oak forest culture



Рис. 4. Насаждение после выборочной рубки с применением мини-трактора

Fig. 4. Forest after selective cutting using mini-skidding

После проведения работ не зафиксировано повреждения древостоя и нарушения верхнего горизонта почвы (рис. 4). Обеспечена высокая сохранность культур дуба (отмечена гибель лишь нескольких экземпляров) и улучшены условия их освещенности. По завершении первого этапа лесосечных работ с помощью мини-трактора была проведена предварительная подготовка лесосеки для удобного перемещения по ее площади другой более тяжелой трелевочной техники: убраны сухостойные деревья и валежник, снижена густота древостоя за счет вырубki наиболее молодой тонкомерной его части, расчищены трассы для валки и трелевки крупномерных деревьев. Последнее позволяет повысить производительность труда при следующих приемах выборочных рубок и позволит эффективно использовать лесозаготовительную технику [12–16].

Выводы

1. Технические характеристики и эксплуатационные возможности мини-трактора позволяют успешно включать его в технологический цикл при организации лесосечных работ.

2. Использование мини-трактора показало его высокую эффективность в сохранении подпологовых лесных культур и лесорастительной среды.

3. Комплексная выработка рабочего в смену при поочередном выполнении всех операций бензомоторной пилой и мини-трактором составила 2,5–3,0 м³.

Библиографический список

1. Теринов Н.Н., Луганский Н.А. Уральский учебно-опытный лесхоз УГЛТУ – проблемы и перспективы // Леса России и хоз-во в них. 2016. № 2 (57). С. 21–26.
2. Теринов Н.Н. Опыт использования мини-тракторов на выборочных рубках в защитных лесах // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики: матер. XI Междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. С.100–103.
3. Залесов С.В., Азаренок В.А., Герц Э.Ф. Лесоводственные аспекты технологий лесосечных работ на Урале // Лесн. пром-сть. 2002. № 2. С. 21–24.
4. 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.
5. Герц Э.Ф., Залесов С.В., Копнов В.А. Выбор маршрута перемещения узкозахватных лесозаготовительных машин в редицах // ИВУЗ. Лесн. жур. 2010. № 5. С. 64–69.
6. 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 (100). С. 51–54.
7. Азаренок В.А., Безгина Ю.Н., Залесов С.В. Эффективность равномерно-постепенных рубок спелых и перестойных лесонасаждений // Аграрн. вестник Урала. 2012. № 8 (100). С. 56–61.
8. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 275 с.
9. Основы фитомониторинга / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.Г. Магасумова. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 89 с.
10. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.
11. Справочник общесоюзных нормативов для таксации лесов. М.: Колос, 1992. 495 с.
12. Азаренок В.А., Залесов С.В. Экологизированные рубки леса. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 97 с.
13. 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.
14. Сортиментная заготовка древесины / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, С.В. Залесов, А.В. Мехренцев. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 140 с.
15. Оплетаев А.С., Залесов С.В. Переформирование производных мягколиственных насаждений в лиственничники на Южном Урале. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 158 с.

Bibliography

1. Terinov N.N., Lugansky N.A. Ural educational and experimental forestry USFEU – problems and prospects // Forests of Russia and forestry in them. 2016. No. 2 (57). P. 21–26.
 2. Terinov N.N. Experience of the mini-tractors using in selective cuttings in protective forests // Forest science in the implementation of the concept of the Ural Engineering School: socio-economic and ecology problems of the forestry sector: materials of the XI International Scientific and Technical Conference. Yekaterinburg: USFEU, 2017. P. 100–103.
 3. Zalesov S.V., Azarenok V.A., Herz E.F. Silvicultural aspects of the technology of logging operations in the Urals // Forest industry. 2002. No. 2. P. 21–24.
-

4. Hertz E.F., Zalesov S.V. Improving the efficiency of silvicultural partial cuttings by optimizing the rolls assigned to the felling of trees // Forestry. 2003. No. 5. P. 18–20.
 5. Hertz E.F., Zalesov S.V., Kopnov V.A. The choice of route of movement uskokovich of harvesters in the Redin // IVUZ. Forest Journal. 2010. No. 5. P. 64–69.
 6. Assortment technology of logging operations at evenly-gradual cuttings / V.A. Azarenok, E.F. Herz, S.V. Zalesov, N.A. Lugansky // Agrarian bulletin of Urals. 2012. No. 8 (100). P. 51–54.
 7. Azarenok V.A., Bezgina Y.N., Zalesov S.V. Efficiency of evenly-gradual felling of ripe and overripe forests // Agrarian bulletin of Urals. 2012. No. 8 (100). P. 56–61.
 8. Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. Forest conditions and types of forests in the Sverdlovsk Region. Sverdlovsk: USC of the USSR Academy of Sciences, 1973. 275 p.
 9. Basics of phytomonitoring / N.P. Bunkova, S.V. Zalesov, E.S. Zalesova, A.G. Magasumova. Yekaterinburg: Ural state forest un-ty, 2011. 89 p.
 10. Dancheva A.V., Zalesov S.V. Ecological monitoring of forest plantations and recreational purpose. Yekaterinburg: Ural state forest un-ty, 2015. 152 p.
 11. Directory of all-Union standards for tax of forests. Moscow: Kolos, 1992. 495 p.
 12. Azarenok V.A., Zalesov S.V. Ecologized logging. Yekaterinburg: Ural state forest un-ty, 2015. 97 p.
 13. 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). S. 44–46.
 14. Assortment logging / V.A. Azarenok, E.F. Herz, S.V. Zalesov, A.V. Mehrentsev. Yekaterinburg: Ural state forest un-ty, 2015. 140 p.
 15. Opletaev A.S., Zalesov S.V. Rearrangement of derivatives of softwood plantations in larch forests in the southern Urals. Yekaterinburg: Ural state forest un-ty, 2015. 158 p.
-

УДК 630*52:630*43(234.851-751.2)

ДИНАМИКА ЗАПАСА СОСНОВОГО ДРЕВОСТОЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОЖАРА В ЗАПОВЕДНИКЕ «ДЕНЕЖКИН КАМЕНЬ»

Ю.М. АЛЕСЕНКОВ – кандидат биологических наук*,
Г.В. АНДРЕЕВ – кандидат сельскохозяйственных наук*,
С.В. ИВАНЧИКОВ*

* Ботанический сад УрО РАН
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а
e-mail: 051946@mail.ru, 8061965@mail.ru +7(343)-322-56-36

Ключевые слова: Северный Урал, заповедник «Денежкин Камень», сосняк, динамика его запаса после пожара.

Приводятся количественные данные исследований динамики запаса соснового древостоя после воздействия пожара 2010 г. на территории заповедника «Денежкин Камень» в Свердловской области. Это уральская горно-лесная область, североуральская среднегорная провинция, северотаёжный лесорастительный

округ (У-Ia). Исследования были проведены в длительно-производном сосняке мшистом, где коренным является ельник-кедрач мшистый. В 2010 г. древостой был повреждён низовым пожаром. Была заложена постоянная пробная площадь (ППП) в 2013–2014 гг. для исследования воздействия пожара. Ввиду запрета на рубку модельных деревьев в заповедниках запас определялся как по региональным, так и по всеобщим объёмным таблицам. Древостой затронут пожаром в слабой степени. Отпад по запасу составил 15 %. Наибольшая степень воздействия пожара характерна для тонкомерной части древостоя, особенно в 4 и 8 см ступенях толщины. Отпад составил 94 и 81 % от первоначального запаса соответственно. В наименьшей степени пострадала лиственница. Сохранилось 99,5 % от допожарного запаса. Сосновая часть древостоя оказалась повреждена пожаром в слабой степени. Отпад – 11 % по запасу. Ель от пожара была повреждена в наибольшей степени – отпад составил 87 % от допожарного запаса. Кедр и пихта повреждены пожаром в средней степени. Отпад у них составил 53 и 54 % соответственно. Это обусловлено большей сохранностью крупных экземпляров кедра и пихты. Больше половины запаса (57 %) погибших деревьев характерно для берёзы. Это обусловлено наличием её тонкомерных деревьев с легкозагораемой берестой. Осина пострадала от пожара в меньшей степени (50 % отпада), чем берёза. Большой процент отпада по запасу осины обусловлен наличием тонкомерных ступеней толщины (с 4 по 12 см).

DYNAMICS OF PINE STAND VOLUME WITH WILDFIRE INFLUENCE IN DENEZHKIN KAMEN' RESERVE

Y.M. ALESENKOV – candidate of biology*,

G.V. ANDREEV – candidate of agriculture*,

S.V. IVANCHIKOV*

* Botanical Garden Ural branch RAS.

620144, г. Yekaterinburg, 8 Marta street, 202a

e-mail: 051946@mail.ru, 8061965@mail.ru +7(343)-322-56-36

Key words: *Northern Ural, 'Denezhkin Kamen' reserve, pine stand, dynamics of its tree volume after wildfire.*

The quantity dates of pine stand volume investigation are lead after with wildfire influence in 2010 of 'Denezhkin Kamen' reserve area in Sverdlovsk region. This is Ural mountain-forest region, Northern Ural middle-mountain province, northern taiga forest-vegetative district (У-Ia). The investigations had been carried out at long term secondary moss pine stand, where moss spruce-cedar stand is original. This stand had been damaged with low wildfire in 2010. The permanent simple plot had been founded in 2013–2014 for wildfire influence investigation. The stem volume was calculated with regional and general volume tables because of cutting simple trees prohibition in reserves. The stand had been affected with wildfire in weak degree. The volume fall of is 15 %. The most degree wildfire influence is characteristic for slim-measured part of stand, particularly in 4 and 8 cm diameter grade. The mortality was 94 and 81 % from primary volume accordingly. Larch had damaged in least degree. 99,5 % before wildfire volume was survived. The pine part of stand had been damaged with wildfire in weak degree. The mortality was 11 % of volume. The spruce had been damaged with wildfire and mortality was 87 % from before wildfire volume. The cedar and fir had been damaged with wildfire in middle degree. Their volume mortality was 53 and 54 % accordingly. This caused bigger survivor of large units of cedar and fir. More than ½ part (57 %) of volume of perished trees is characterize of birch. This cased with presence its slim-measured trees with light burned birch bark. The aspen had damaged with wildfire in smaller degree (50 %) than birch. The large percent of aspen volume mortality caused presence of slim-measured diameter degrees (from 4 to 12 cm).

Введение

Катастрофическая засуха 2010 г., вызванная стационарным блокирующим антициклоном, по утверждению С.Г. Шиятова [1], была причиной многочисленных пожаров на территории европейской части России и на Урале. Количество лесных пожаров в 2010 г. на территории Свердловской области составило 1762, их общая площадь – 253 тыс. га (около 1,4% всей территории области), а ущерб – 390 млн руб. Подверглись воздействию пожаров и особо охраняемые природные территории, в частности заповедник «Денежкин Камень» 3300 га (по другим сведениям 3500 га), что оставляет около 3,5% от площади заповедника.

Общеизвестно, что запас ствольной древесины является показателем, пропорциональным фитомассе древостоя. На основе уменьшения запаса после воздействия стихийных факторов мы можем сказать о влиянии пожаров на лесные экосистемы и их углеродный баланс [2].

С хозяйственной точки зрения отпад по запасу древостоя в результате пожара может служить основой для оценки экономического ущерба [3], а также как искусственный вариант рубок ухода низовым методом за счёт оставших в росте деревьев [4, 5, 6] или содействие естественному возобновлению сосны путём минерализации почвы [4, 7–9].

Цели исследования

Изучение изменения запаса разновозрастного древостоя мшистого (зеленомошного) типа

леса с преобладанием сосны после воздействия пожара 2010 г. на постоянной пробной площади.

Объекты и методика работ

По данным последнего лесоустройства 1984 г., выполненного Свердловской аэрофотолесоустроительной экспедицией Поволжского лесоустроительного предприятия ВО «Леспроект», постоянная пробная площадь №3 (ППП 3) расположена в кв. 284 выд. 22 заповедника «Денежкин Камень». По лесорастительному районированию Свердловской области [10] это уральская горно-лесная область, североуральская среднегорная провинция, северотаёжный лесорастительный округ (У-Ia).

Индекс типа лесорастительных условий (ТЛУ) 222 по [10]. Исследуемые древостои относятся к среднегорному (500–750) классу типов лесорастительных условий – первая цифра индекса. Группа типов леса по режиму увлажнения, свежие, периодически суховатые почвы, склоновые элементы – вторая цифра индекса. ППП расположена на пологих склонах с мелкими бурыми горно-лесными суглинистыми каменистыми почвами – третья цифра индекса. Это соответствует типу леса сосняк мшистый IV бонитета, производный (пирогенного происхождения) от кедровника мшистого IV бонитета либо ельника мшистого IV бонитета [4]. По данным других авторов [11], это сосняк зеленомошный. В 2010 г. древостой был пройден низовым пожаром.

Так как рубка модельных деревьев в заповедниках запрещена, то запас определяли по объёмным таблицам.

Соотношение высоты и диаметра сосны (кривая высот) показало, что разработанные для лесов горного Урала в качестве нормативных объёмные таблицы П.М. Верхунова и И.В. Мамаева [12] для исследуемого древостоя неприемлемы. Это обусловлено тем, что максимальный диаметр сосны в этих таблицах не превышает 48 см, а у имеющихся деревьев на ППП он достигал 68 см. Поэтому запас сосны определялся с использованием всеобщих объёмных таблиц Д.И. Тавстола [13]. Для вычисления запаса лиственницы использовались всеобщие объёмные таблицы Н.П. Анучина [13]. Запас берёзы вычислялся по региональным таблицам Среднего Урала Л.А. Лысова [14], региональным таблицам, используемым в качестве нормативов для лесов горного Урала, А.В. Поповой и П.М. Верхунова [12] и всеобщим таблицам А.В. Тюрина [13]. Наиболее близкими оказались запасы, вычисленные как по таблицам [14], так и по всеобщим таблицам А.В. Тюрина [13]. Таблицы А.В. Поповой и П.М. Верхунова [12] завышают запас берёзы примерно на $\frac{1}{3}$. Запас осины определялся по таблицам тонкомерных деревьев И.И. Гусева и В.И. Калинина [12]. Для определения запаса ели использовались как региональные таблицы, составленные В.Л. Черных и используемые

в качестве нормативных [12], так и всеобщие таблицы В.К. Захарова [13]. Оказалось, что запас, полученный по этим таблицам, близок. Запас тонкомерных деревьев ели и пихты определялся по объёмным таблицам И.И. Гусева [12]. Запас кедр

вычислялся с использованием региональных объёмных таблиц Е.П. Смолоногова [15]. Для вычисления запаса пихты использовались региональные таблицы В.Л. Черных [12].

Обработка материала проводилась с использованием электрон-

ных таблиц MS Excel и программы Statistica v. 6.0.

Количественная характеристика древостоя ППП 3 до и после пожара представлена в табл. 1, где состав по запасу М и густоте N, А – возраст деревьев, Н – средняя высота, Д – средний

Таблица 1

Table 1

Динамика количественных показателей ППП 3
под воздействием пожара 2010 г. в пересчёте на 1 га
Dynamics of quantitative characteristics of permanent simple plot after
wild fire influence in calculation to 1 ga

Ярус Storey	Состав, % Composition, %		Порода Species	А, лет Age, years	Н, м Height, m	Д, см Diameter, cm	N, экз./га Density, Unit/ga	ΣG, м²/га Total Basal area	Р copletness	М, м³/га Stock, m³/ha
	По М	По N								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До пожара Before Wildfire										
1	89	90	С		20,3	27,2	525	30,67	0,81	269,3
	11	10	Л		19,9	24,0	60	2,70	0,08	32,1
Итого Total	100	100					587	33,37	0,89	301,4
2	3	1	Ос		11,2	9,6	19	0,14	0,01	1,0
	42	21	Б		10,6	8,2	432	2,29	0,13	12,1
	17	10	К		7,1	7,3	210	0,88	0,04	4,9
	2	1	П		6,6	6,6	17	0,14	0,01	0,6
	35	37	Е		6,1	6,1	745	2,20	0,13	10,4
Итого Total	100	100					1423	3,45	0,18	29,0
Всего Subtotal							2010	36,82	1,07	330,4
Погибло в результате пожара Died with wildfire influence										
1	100	100	С		17,4	20,0	115	3,66	0,10	30,5
2	93	97	Б		10,2	7,3	322	1,36	0,06	7,0
	7	3	Ос		11,2	9,6	10	0,07	0,003	0,5
Итого Total	100	100					332	1,43	0,063	7,5
3	2	2	Л		7,5	4,6	21	0,04	0,001	0,2
	21	19	К		6,1	6,2	179	0,55	0,03	2,6
	75	76	Е		6,0	6,0	695	1,95	0,11	9,0
	2	3	П		5,9	5,9	31	0,08	0,005	0,3
Итого Total	100	100					926	2,62	0,146	12,1
Всего							1375	7,71	0,32	50,1

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сохранилось после пожара Survived after wildfire										
1	89	92	С	55–374	20,9	28,9	410	27,01	0,68	238,8
	11	8	Л	130–250	22,6	29,8	38	2,67	0,06	31,9
Итого Total	100	100					449	29,67	0,74	270,7
2	53	52	Б	85–90	11,5	10,4	110	0,93	0,05	5,1
	24	15	К	55–85	10,6	11,7	31	0,33	0,01	2,3
	3	5	П	85–90	8,5	8,5	10	0,05	0,002	0,3
	15	24	Е	85	8,0	8,0	50	0,25	0,01	1,4
	5	5	Ос	85–90	11,2	9,6	10	0,07	0,003	0,5
Итого Total	100	100					211	1,64	0,08	9,5
Всего Subtotal							660	31,31	0,82	280,3

диаметр, N – количество деревьев на 1 га, ΣG – сумма площадей сечений или абсолютная густота, p – относительная пол-

нота, M – запас стволовой древесины.

Распределение запаса по ступеням толщины и его динамика

после пожара по основным лесообразующим породам показаны в табл. 2–4.

Таблица 2

Table 2

Распределение запаса по ступеням толщины до воздействия пожара, м³

Stock distribution of diameter degree before wildfire influence, m³

Д, см Diameter degree Cm	С Pine	Б Birch	Е Spruce	К Cedar	П Fir	Л Larch	Ос Aspen
4	0,046	0,314	0,778	0,201	0,032	0,040	0,011
8	0,297	2,202	1,755	0,575	0,147	0,054	0,093
12	1,628	1,930	1,173	0,498	0,070	0,240	0,296
16	4,118	0,399	0,632	0,296		0,480	
20	8,464	0,220		0,479		0,840	
24	11,803						
28	18,864						
32	17,136					0,830	
36	16,696					2,200	
40	10,408						
44	5,920						
48	1,824					2,390	
52	9,040					2,830	
56	5,260					3,510	
60	5,420						
64	2,758						
68	2,778						
Всего Subtotal	122,460	5,064	4,338	2,050	0,249	13,414	0,400

Таблица 3

Table 3

Распределение запаса погибших после пожара деревьев по ступеням толщины, м³Stock distribution of died trees after wildfire influence of diameter degree, m³

Д, см Diameter degree, cm	С Pine	Б Birch	Е Spruce	К Cedar	П Fir	Л Larch	Ос Aspen
4	0,040	0,293	0,745	0,186	0,029	0,040	0,005
8	0,216	1,715	1,568	0,479	0,105	0,027	0,047
12	0,814	0,663	0,966	0,427			0,148
16	1,068	0,266	0,474				
20	1,852						
24	1,221						
28	0,590						
32	0,816						
36	1,044						
40	1,301						
44							
48							
52	2,260						
56							
60	2,710						
64							
68							
Всего Subtotal	13,930	2,937	3,753	1,092	0,134	0,067	0,200

Таблица 4

Table 4

Распределение запаса по ступеням толщины выживших после пожара деревьев, м³Stock distribution of diameter degree of survived trees after wildfire influence, m³

Д, см Diameter degree, cm	С Pine	Б Birch	Е Spruce	К Cedar	П Fir	Л Larch	Ос Aspen
4	0,006	0,021	0,032	0,015	0,004		0,005
8	0,081	0,486	0,187	0,096	0,042	0,027	0,047
12	0,814	1,266	0,207	0,071	0,070	0,240	0,148
16	3,050	0,133	0,158	0,296		0,480	
20	6,613	0,220		0,479		0,840	
24	10,582						
28	18,275						
32	16,320					0,830	
36	15,653					2,200	
40	9,107						
44	5,920						
48	1,824					2,390	
52	6,780					2,830	
56	5,260					3,510	
60	2,710						
64	2,758						
68	2,778						
Всего Subtotal	108,530	2,127	0,585	0,957	0,116	13,347	0,200

Результаты и их обсуждение

До пожара 2010 г. распределение по запасу сосны имело сложный двухвершинный характер с максимумом в 28 и 52 см ступенях толщины и провалом в 48 см ступени толщины, что обусловлено наличием нескольких поколений сосны. Запас погибших деревьев распределяется прерывисто и имеет сложный характер с несколькими всплесками, в том числе и в 60 см ступени толщины.

Это обусловлено гибелью при пожаре не только тонкомерных деревьев, но и крупных единичных деревьев старшего возраста. Наибольшая доля запаса погибших деревьев от растущих до пожара оказалась в 4 см ступени толщины. Распределение запаса сохранившихся растущих деревьев сосны оказалось близким к распределению запаса растущих до пожара деревьев, что обусловлено преимущественно низовым отпадом в результате пожара.

В 4 и 8 см ступенях толщины запас погибших деревьев больше запаса выживших деревьев, в 12 см ступени запас погибших равен запасу выживших, а в более крупных запасах растущих составляет 50% и более. В целом доля запаса погибших деревьев – 11,4%, что может характеризовать сосну как слабо поврежденную пожаром [16].

Распределение запаса деревьев лиственницы до воздействия пожара имеет прерывистый характер, что связано как с незначительным количеством деревьев, так и наличием нескольких поколений. В ступени толщины

4 см весь запас представлен погибшими деревьями, в 8 см запас растущих деревьев равен запасу погибших деревьев, а в более крупных ступенях толщины представлен только растущими деревьями. Распределение запаса выживших деревьев близкое к распределению запаса до ветровала ввиду отпада в тонкомерных ступенях толщины.

До пожара распределение берёзы по запасу было одновершинным с максимумом в ступени толщины 8 см, более короткой и крутой левой ветвью и более длинной выпукло-вогнутой правой. Запас погибших после пожара деревьев берёзы характеризуется одновершинным распределением с максимумом в ступени 8 см. Распределение запаса выживших после пожара деревьев берёзы является одновершинным. В ступенях толщины 4, 8 и 16 см запас погибших деревьев оказался больше запаса растущих деревьев. Лишь в ступени 12 см запас выживших деревьев оказался больше запаса погибших. Ступень толщины 20 см полностью представлена растущими деревьями.

До воздействия пожара распределение запаса деревьев ели характеризовалось одновершинным распределением с максимумом в ступени толщины 8 см. Запас погибших деревьев ели близок к распределению запаса деревьев до пожара с максимумом в ступени толщины 8 см. Распределение запаса сохранившихся после пожара деревьев ели имеет одновершинное распределение с максимумом в сту-

пени толщины 12 см. Во всех ступенях толщины запас погибших деревьев больше запаса растущих деревьев.

До пожара распределение запаса деревьев кедра было одновершинным с максимумом в ступени толщины 8 см. Для погибших деревьев кедра характерно одновершинное распределение запаса и близкое к распределению до пожара в ступенях толщины с 4 по 12 см. Распределение запаса сохранившихся после пожара деревьев кедра характеризуется тенденцией увеличения запаса с повышением ступеней толщины с 4 по 20 см. В ступенях толщины с 4 по 12 см большая часть запаса представлена погибшими деревьями, а в 16 и 20 см запас составляют только растущие деревья.

До пожара распределение деревьев пихты по запасу было одновершинным с максимумом в ступени толщины 8 см. Запас погибших деревьев пихты сосредоточен в ступенях толщины 4 и 8 см. Наибольший запас выживших после пожара деревьев пихты сосредоточен в максимальной ступени толщины 12 см, а наименьший – в минимальной ступени 4 см. В ступенях толщины 4 и 8 см запас погибших деревьев больше запаса растущих деревьев. В ступени 12 см запас пихты представлен только растущими деревьями.

До пожара запас осины был представлен в тонкомерных ступенях толщины с 4 по 12 см. Распределение запаса выживших и погибших деревьев в ступенях толщины с 4 по 12 см является

идентичным. Большой отпад деревьев осины после пожара обусловлен наличием только тонкомерных деревьев на этой ППП.

Выводы

Приведены данные по динамике запаса древостоя после воздействия пожара 2010 г.

Отпад по запасу всего древостоя составил 15%, что может характеризовать его как слабо нарушенный пожаром.

Наибольший процент отпада по запасу характерен для тонкомерной части древостоя, особенно ступеней толщины 4 и 8 см: отпад по запасу составил 94 и 81% соответственно. Начиная со ступени 16 см, запас выживших деревьев составляет 50% и более.

На заложенной ППП наименьший относительный отпад по запасу оказался у лиственницы (0,5%), в большей степени отпад характерен для сосны (11,5%). В наибольшей степени от пожа-

ра пострадала на ППП ель (87% отпада). Меньшая степень отпада по запасу, чем у ели, характерна для кедра (53%) и пихты (54%). Это обусловлено большей сохранностью крупных экземпляров кедра и пихты. Больше половины составил отпад деревьев берёзы – 57% по запасу. Это связано с доминированием тонкомерных деревьев с легко воспламеняющейся берестой. В меньшей степени от пожара пострадала осина (50%).

Библиографический список

1. Понизовкина Е.С. Испытание жарой // Наука Урала. 2010. Август. № 18 (1023). С. 1,5.
2. Влияние природных факторов в России 1998–2010 гг. на экосистемы и глобальный углеродный бюджет / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепаченко, Е.А. Ваганов и др. // ДАН. 2011. Т. 441. № 4. С. 544–548.
3. Шубин Д.А., Залесов С.В. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края // Аграрн. вестник Урала, 2013. № 5 (111). С. 39–41.
4. Залесов С.В. Лесная пирология: учебник для студентов лесотехнических и др. вузов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. 321 с.
5. Роль рубок ухода в повышении пожароустойчивости сосняков Казахского мелкосопочника / С.В. Залесов, А.В. Данчева, Б.М. Муканов, А.В. Эбель, Е.И. Эбель // Аграрн. вестник Урала. 2013. № 6 (112). С. 64–67.
6. Данчева А.В., Залесов С.В. Влияние рубок ухода на биологическую и пожарную устойчивость сосновых древостоев // Аграрн. вестник Урала. 2016. № 03 (145). С. 56–61.
7. Шубин Д.А., Малиновских А.А., Залесов С.В. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском борovém массиве // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2013. № 6 (44). С. 205–208.
8. Данчева А.В., Залесов С.В. Естественное лесовозобновление гарей в условиях сухих сосняков ленточных баров Прииртышья (на примере ГЛПР «Семей Орманы») // Успехи современного естествознания. 2017. С. 24–29.
9. 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.
10. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практич. руководство. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.
11. Рысин Л.П., Савельева Л.И. Сосновые леса России. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 289 с.
12. Лесотаксационный справочник для лесов Урала (нормативные материалы для Пермской, Челябинской, Свердловской и Курганской областей, Башкирской АССР) / П.М. Верхунов, А.В. Попова, В.Л. Черных, И.В. Мамаев. М.: ЦНТБЛесхоз, 1991. Ч. I, II. 483 с.
13. Полевой справочник лесоустроителя / Е.И. Лимонов, Ю.Н. Полянский, В.И. Сухих, Л.А. Чернышова. Горький: Поволжское лесоустроительное предприятие ВО «Леспроект», 1966. 172 с.
14. Луганский Н.А., Лысов Л.А. Березняки Среднего Урала. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. 100 с.

15. Смолоногов Е.П., Залесов С.В. Эколого-лесоводственные основы организации и ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 186 с.

16. Войнов Г.С., Софронов М.А. Прогнозирование отпада в древостое после низовых пожаров // Современные исследования типологии и пирологии леса. Архангельск: АИЛиЛХ, 1976. С. 115–121.

Bibliography

1. Ponizovkina E.S. Examination with hot weather // Ural Science. 2010. August. N 18 (1023). P. 1,5.
 2. The influence of native factors in Russia in 1998–2010 years to ecosystems and global carbon budget / A.Z. Shvidenko, D.G. Shchepachenko., Ye. A. Vaganov et al. // DAN. 2011. V. 444. N 4. P. 544–548.
 3. Shubin D.A., Zalesov S.V. After fire mortality of trees in pine plantations Ob water-protection pine-birch forest area of the Altai region // Agrarian bulletin of the Urals. 2013. № 5 (111). P. 39–41.
 4. Zalesov S.V. Forest pyrology: text-book for forest engineer and other height School. Yekaterinburg: Ural State Forest engineer university, 2013. 321 p.
 5. 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. № 6 (112). P. 64–67.
 6. Dancheva A.V., Zalesov S.V. The influence of the thinning of the biological and fire resistance of pine stands // Agrarian bulletin of the Urals. 2016. № 03 (145). P. 56–61.
 7. Shubin D.A., Malinovskyh A.A., Zalesov S.V. Influence of fires on the components of forest biogeocenosis in the Verhne-Obskom borovoe massif // Proceedings of the Orenburg state agrarian University. 2013. № 6 (44). P. 205–208.
 8. Dancheva A.V., Zalesov S.V. Natural regeneration of burnt areas in the dry pine forests of Irtysh ribbon bars (for example, GLPR «Semey Ormany») // Successes of modern natural science. 2017. P. 24–29.
 9. 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 forest university, 2014. 67 p.
 10. Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov Ye.P. Forest site and forest types of Sverdlovsk region: manual book. Sverdlovsk: USC, USSR, 1973. 176 p.
 11. Rysin I.P., Savelieva L.I. Russian pine forests. M.: Company of science publications KMK, 2008. 289 p.
 12. Forest taxa tion handbook for Ural forests (norm dates for Perm, Cheliabinsk, Sverdlovsk and Kurgan regions, Bashkirskaya ASSR) / P.M. Verkhunov, A.V. Popova, V.I. Chernykh, I.V. Mamayev. M.: TsNB TILeskhov. V. I, II. 483 p.
 13. Fileld handbook of forest inventorer / Ye.I. Limonov, Yu.N. Polyansky, V.I. Sukhikh, L.A. Chernyshova. Gorki: Povolzhskoye forest inventory enterprise VO «Lesproyekt», 1966. 172 p.
 14. Lugansky N.A., Lysov L.A. Birch forests of Middle Ural. Sverdlovsk: Sverdlovsk Ural State publishing, 1991. 100 p.
 15. Smolonogov Ye.P., Zalesov S.V. Ecological-foretric found of organization and leading of management in cedar forests in Ural and West-Siberia plane. Yekaterinburg: Ural forest engineering university, 2002. 186 p.
 16. Voinov G.S., Sofronov M.A. Prognosis of death in stand after lower wildfire. Arkhangelsk: AIFandFCh, 1976. P. 115–121.
-

УДК 630*231

ОЦЕНКА ЛЕСОВОЗОБНОВИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ БЕРЕЗНЯКОВ ЮЖНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

А. М. ПОТАПЕНКО – кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
Институт леса Национальной академии наук Беларуси,
246001, Республика Беларусь, Гомель,
ул. Пролетарская, 71; e-mail: anto_ha86@mail.ru

П. Е. МОХНАЧЕВ – младший научный сотрудник,
Ботанический сад Уральского отделения РАН,
620134, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а;
e-mail: mohnachev74@mail.ru

Ключевые слова: березовые насаждения, сукцессия, возобновление леса естественное, подрост.

В последние десятилетия в Республике Беларусь площадь березовых насаждений увеличилась на 6,8%. В связи с этим отмечается снижение в структуре лесов республики долевого участия ценных лесообразующих пород, таких как дуб черешчатый. В то же время увеличивается доленое участие в лесном фонде производных от дубрав березовых насаждений, что обусловлено сменой пород, высокой экологической пластичностью березы, ее быстрым ростом, низкой требовательностью к почвенно-грунтовым условиям и высокой обсеменительной способностью, что содействует ее хорошему возобновлению на бывших сельскохозяйственных землях и в лесных насаждениях. Общая доля березняков по состоянию на 01.01.2017 г. составляет 9,1% от общей площади покрытых лесом земель. Ряд исследователей отмечает, что под пологом таких насаждений часто имеется подрост дуба, количество которого достаточно для формирования рубками главного пользования смешанных дубовых фитоценозов. В березняках густота благонадежного подраста дуба черешчатого изменяется в зависимости от типа леса: наибольшее его количество отмечено под пологом березняков орляковых (1,4 тыс. шт./га), наименьшее – в березняках снытевых (1,0 тыс. шт./га). Результаты исследования показали, что в производных от дубрав березовых насаждениях в зависимости от количества подраста хозяйственно ценных древесных видов, типа леса и лесорастительных условий формируются смешанные насаждения дуба естественного или искусственного происхождения.

ASSESSMENT OF FOREST RENEWAL ABILITY OF BIRCH FORESTS OF THE SOUTHERN PART OF BELARUS

A.M. POTAPENKO – Ph D (Agriculture), Senior Researcher, Institute
of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus,
71, Proletarskaya Str., 246001, Gomel, Republic of Belarus
e-mail: anto_ha86@mail.ru

P.E. MOKHNACHEV – junior research fellow,
Botanical Garden Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
202a, 8 Marta str., 620134, Yekaterinburg, Russia;
e-mail: mohnachev74@mail.ru

Key words: birch plantations, succession, natural forest renewal, subgrowth.

In the last decades in the Republic of Belarus the area of birch plantations has increased by 6,8%. In this regard the individual share of valuable forest forming breeds, such as the English oak, in structure of the forests of the republic has decreased. At the same time the individual share in the forest fund of birch plantations, which are derivatives of oak groves, increases. The increase in the area of plantations of the silver birch is caused

by their high ecological plasticity, rapid growth, low demand to soil conditions and high seeding ability, which promotes its good renewal both on the former farmlands, and in forest plantations, as well as in view of the change of breeds. Their general share as of 1/1/2017 makes 9,1 % of the total area of the lands covered with the forest. A number of researchers demonstrate that under bed curtains of such plantations there is often subgrowth of the oak whose number is enough for formation by fellings of the main use of the mixed oak phytocenoses. The number of subgrowth of the English oak in birch forests changes depending on the wood type. The greatest number of viable subgrowth of the oak is noted under bed curtains of brake fern birch forests (1,4 thousand pieces/ha), the smallest one – in glague birch forests (1,0 thousand pieces/ha). Results of the research have shown that restoration of oak groves with use of natural renewal of the English oak in birch plantations, derivative of oak groves, needs to be made in both the natural, and artificial way depending on the number of subgrowth of economic and valuable wood types, type of the forest and forest vegetation conditions.

Введение

По данным Государственного лесного кадастра Республики Беларусь, насаждения из березы повислой произрастают на площади 1909,7 тыс. га [1]. За последние 10 лет наблюдается динамика увеличения на 6,8% в структуре лесов республики площади березовых формаций, что, в свою очередь, обусловило снижение долевого участия ценных лесообразующих пород, таких как дуб черешчатый. В то же время на протяжении 2001–2011 гг. отмечается увеличение на 2,8% (52,1 тыс. га) площади производных от дубрав мягколиственных насаждений.

Возрастание доли березовых насаждений вызвано сменой пород вследствие их высокой экологической пластичности и быстрого роста [2]. В результате низкой требовательности к почвенно-грунтовым условиям и высокой обсеменительной способности береза хорошо возобновляется на бывших сельскохозяйственных землях и в лесных насаждениях.

Ряд исследователей [3–5] констатирует, что под пологом производных мягколиственных

насаждений часто отмечается обильное возобновление дуба. При этом проведение в них соответствующих рубок главного пользования с сохранением подроста способствует формированию продуктивных дубовых фитоценозов [6].

Цель, объекты и методика исследований

Целью исследований являлось изучение в березовых насаждениях, произрастающих в южной части Беларуси, естественного возобновления древесных пород под действием антропогенного фактора.

Объектом исследований служили березовые насаждения 40–78-летнего возраста орлякового, кисличного, снытевого и черничного типов леса, произрастающие на территории лесного фонда Гомельского и Брестского ГПЛХО.

Количество жизнеспособного подроста определялось путем его сплошного перечета на постоянных пробных площадях и закладываемых учетных площадках в соответствии с ТКП 047-2009 «Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Рес-

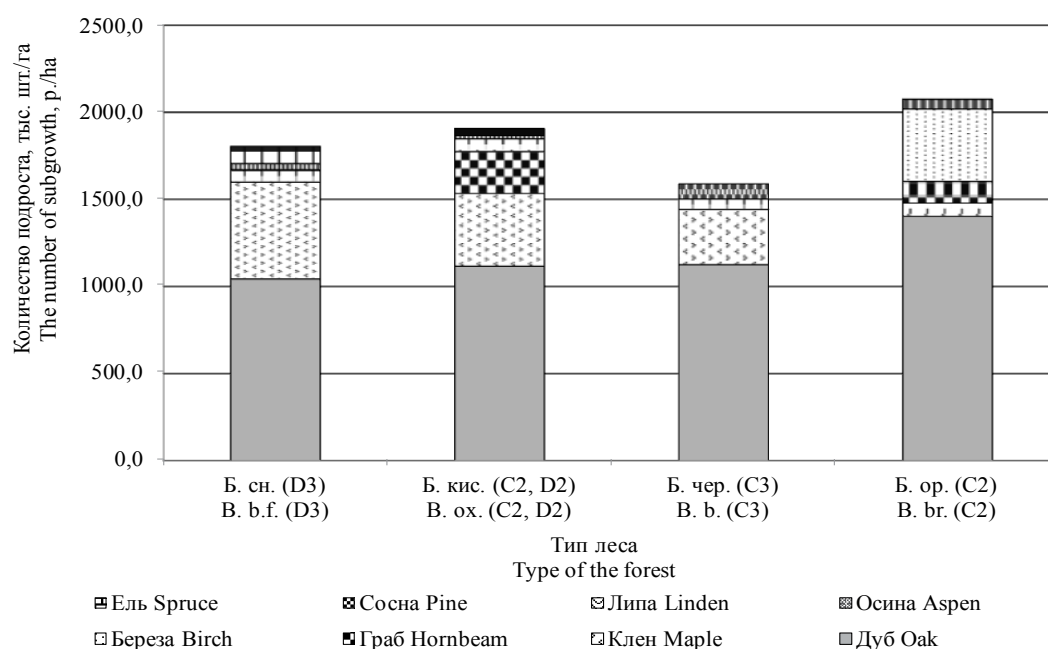
публике Беларусь» [7]. Оценка успешности естественного возобновления леса проведена на основе лесоустроительных сведений по 16 лесхозам Гомельского ГПЛХО, 14 лесхозам Брестского ГПЛХО и полученных нами результатов на 24 пробных площадях по изучению естественного возобновления леса в березовых насаждениях.

Результаты и обсуждение

Установлено, что доленое участие березы в составе древостоев составляет 30–100%. В зависимости от условий местопроизрастания в насаждениях присутствует примесь дуба, березы, осины, ольхи черной и граба. Средний возраст березовых насаждений составляет 56 лет. Насаждения березы имеют полноту 0,4–0,8, запас сырораствующей древесины – 73–370 м³/га. Вышеуказанные доминирующие типы березняков имеют свежие и влажные гигрофиты почв. Трофотопы – субори, судубравы и дубравы.

О распределении возобновления леса в березняках по типам леса можно судить по рисунку.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что



Количество жизнеспособного подроста древесных пород в березовых насаждениях
Number of viable subgrowth of tree species in birch plantations

в исследуемых березовых насаждениях наибольшее количество жизнеспособного подроста дуба отмечено в березняках орляковых (1,4 тыс. шт./га). Под пологом березовых насаждений подрост разнообразен и насчитывает 8 древесных пород: дуб, сосна, ель, клен, граб, липа, береза и осина.

Среди них наибольшее доленое участие занимает дуб.

Березняки снытевые в 60–73-летнем возрасте характеризуются I^a–I классами бонитета. Диаметр деревьев составляет 24–30 см, высота – 24–28 м, полнота – 0,5–0,8, запас сырорастающей древесины – 220–370 м³/га.

Выявлено, что под пологом березняков снытевых подрост представлен дубом (1,0 тыс. шт./га), кленом (0,6 тыс. шт./га), сосной (0,034 тыс. шт./га), елью (0,1 тыс. шт./га), березой (0,07 тыс. шт./га) и липой (0,005 тыс. шт./га) (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Характеристика естественного возобновления леса под пологом березовых насаждений
Characteristic of natural forest renewal under bed curtains of birch plantations

Древесная порода Wood type	Размещение подроста по площади Placement of subgrowth on the area	Среднее количество подроста, шт./га (M±m) Average quantity subgrowth, p./ha (M±m)	Средняя категория крупности подроста Average category of the fineness of subgrowth
1	2	3	4
Березняки снытевые (D ₃) Brake fern birch forests (D ₃)			
Дуб Oak	Равномерно Uniform	1043	Крупный Large
Клен Maple	Равномерно Uniform	556	Крупный Large
Сосна Pine	Группами Group	34	Средний Average
Ель Spruce	Неравномерно Nonuniform	101	Средний Average
Береза Birch	Неравномерно Nonuniform	66	Крупный Large

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Липа Linden	Группами Group	5	Крупный Large
Березняки кисличные (D ₂) Oxalis birch forests (D ₂)			
Дуб Oak	Равномерно Uniform	1116	Крупный Large
Клен Maple	Неравномерно Nonuniform	418	Крупный Large
Граб Hornbeam	Группами Group	240	Крупный Large
Сосна Pine	Группами Group	19	Средний Average
Ель Spruce	Группами Group	41	Средний Average
Береза Birch	Неравномерно Nonuniform	73	Крупный Large
Березняки черничные (C ₃ , B ₃) Bilberry birch forests (C ₃ , B ₃)			
Дуб Oak	Равномерно Uniform	1125	Крупный Large
Клен Maple	Группами Group	317	Крупный Large
Береза Birch	Группами Group	60	Крупный Large
Осина Aspen	Равномерно Uniform	87	Крупный Large
Березняки орляковые (B ₂ , C ₂) Brake fern birch forests (B ₂ , C ₂)			
Дуб Oak	Равномерно Uniform	1403	Крупный Large
Граб Hornbeam	Неравномерно Nonuniform	124	Крупный Large
Клен Maple	Группами Group	76	Крупный Large
Сосна Pine	Группами Group	3	Средний Average
Береза Birch	Равномерно Uniform	416	Крупный Large
Осина Aspen	Неравномерно Nonuniform	54	Крупный Large

В составе подроста преобладает равномерно размещенный по площади [7] дуб, при этом его долевое участие составляет 57,8%, средняя высота колеблется от 5 до 7 м.

В березняках кисличных древостой в возрасте 30–73 лет характеризуются в основном I классом бонитета. Диаметр деревьев составляет 14–32 см, высота – 14–28 м, полнота – 0,4–0,9, запас сырораствующей древесины – 90–332 м³/га.

В березняках кисличных подрост образуют дуб, клен, граб, сосна, ель и береза. Выявлено, что в данном типе леса количество подроста дуба составляет 1,1 тыс. шт./га. Долевое участие дуба в составе подроста – 58,5%. Он в отличие от остальных древесных пород, которые произрастают неравномерно и группами, имеет высокую встречаемость.

Березняки черничные в 40–65-летнем возрасте характери-

зуются I–II классами бонитета. Диаметр деревьев составляет 12–26 см, высота – 12–27 м, полнота – 0,5–0,7, запас сырораствующей древесины – 80–230 м³/га.

В составе естественного возобновления леса установлено наличие дуба, березы, клена и осины. По долевному участию в составе подроста (70,8%) и густоте (1,1 тыс. шт./га) отмечается преобладание дуба.

В березняках орляковых древостой в возрасте 20–78 лет

характеризуются в основном I классом бонитета. Диаметр деревьев составляет 12–26 см, высота – 12–28 м, полнота – 0,5–0,7, запас сырораствующей древесины – 73–310 м³/га.

В березняках орляковых подрост представлен дубом, сосной, осинкой, грабом, кленом и березой. Среди исследованных насаждений в березняках орляковых отмечается наибольшее количество подроста дуба (1,4 тыс. шт./га),

при этом долевое участие дуба в нем составляет 67,6%.

Анализ возобновительной способности березовых насаждений Гомельского и Брестского ГПЛХО показал, что наибольшее количество ценных древесных пород отмечено под пологом березняков орляковых, наименьшее – в березняках снытевых.

Изучение приспевающих и спелых березовых насаждений и анализ лесоустроительных све-

дений показали, что в березняках в южной части Беларуси на 26–54% от общей их площади преобладает жизнеспособный подрост дуба и других хозяйственно ценных древесных пород (табл. 2).

В березняках снытевых, кисличных, черничных и орляковых в лесхозах Гомельского и Брестского ГПЛХО отмечается тенденция роста их площади с подростом в количестве менее 1,0 тыс. шт./га.

Таблица 2

Table 2

Наличие подроста дуба и других хозяйственно ценных древесных пород
в приспевающих и спелых производных от дубрав березняках
Presence of subgrowth of the oak and other economic and valuable tree species
in the riping and ripe birch forests, derivative of oak groves

Тип леса (ТЛЮ) Type of forest (TF)	Распределение насаждений по количеству подроста дуба и других хозяйственно ценных древесных пород Distribution of plantations by the number of subgrowth of the oak and other economic and valuable tree species							
	Всего насаждений Total of plantations		В том числе с подростом, тыс. шт./га Including subgrowth, thous. p./ha					
			менее 1,0		1,0–2,0		2,1–4,0	
	га ha	%	га ha	%	га ha	%	га ha	%
Лесхозы Гомельского ГПЛХО Enterprises of Gomel GPLHO								
Б. сн. (D ₃), В. b.f. (D ₃), Б. кис. (C ₂ , D ₂), В. ох. (C ₂ , D ₂), Б. чер. (C ₃) В. б. (C ₃) Б. ор. (C ₂) В. бр. (C ₂)	2496,9	100,0	1220,3	48,9	995,8	39,9	280,8	11,2
Лесхозы Брестского ГПЛХО Enterprises of Brest GPLHO								
Б. сн. (D ₃), В. b.f. (D ₃), Б. кис. (C ₂ , D ₂), В. ох. (C ₂ , D ₂), Б. чер. (C ₃) В. б. (C ₃) Б. ор. (C ₂) В. бр. (C ₂)	1120,6	100,0	576,8	51,5	414,0	36,9	129,8	11,6

Доля березняков с подростом 1,0–2,0 тыс. шт./га составляет соответственно 39,9 и 36,9%, с подростом более 2,0 тыс. шт./га – соответственно 11,2 и 11,6%. Такие участки могут потенциально подходить для восстановления дубрав естественного происхождения путем проведения сплошнолесосечных с сохранением подроста и постепенных рубок главного пользования, что позволит увеличить площадь насаждений дуба естественного происхождения.

В березняках Гомельского и Брестского ГПЛХО нами проведен анализ формирования дубрав равномерно-постепенными рубками главного пользования. Установлено, что на всех исследуемых участках восстанавливаются смешанные насаждения с преобладанием дуба [3]. При

этом следует отметить, что при наличии под пологом березняков в богатых лесорастительных условиях жизнеспособного подроста дуба и других хозяйственно ценных древесных пород в количестве 2,0 тыс. шт./га и более формирование смешанных насаждений дуба рекомендуется проведением равномерно-постепенных РГП в 2 приема, менее 2,0 тыс. шт./га – в 3 приема с мерами содействия возобновлению леса [3].

Выводы

1. В южной части Беларуси на основе лесоустроительных сведений имеются значительные площади производных от дубрав березовых насаждений, под пологом которых отмечается обильное возобновление дуба черешчатого.

2. В березняках количество подроста дуба изменяется в зависимости от типа леса. Наибольшее его количество отмечено под пологом березняков орляковых (1,4 тыс. шт./га), наименьшее – в березняках снытевых (1,0 тыс. шт./га).

3. Анализ возобновительной способности березняков южной части Беларуси показал, что восстановление дубрав в богатых лесорастительных условиях при наличии подроста дуба и других хозяйственно ценных древесных пород более 2,0 тыс. шт./га возможно проведением равномерно-постепенных рубок главного пользования, при количестве подроста менее 2,0 тыс. шт./га – проведением рубок главного пользования в сочетании с мерами содействия естественному возобновлению леса.

Библиографический список

1. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2017 / М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь; Лесоустроит. респ. унитар. предприятие «Белгослес». Минск, 2017. 63 с.
2. Новикова М.А. Особенности естественного возобновления березы в условиях Ленинградской и Тверской областей: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Новикова Мария Александровна. СПб., 2015. 158 с.
3. Потапенко А.М. Восстановление плакорных смешанных дубрав с использованием естественного возобновления дуба черешчатого в условиях юго-востока Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / А.М. Потапенко; Ин-т леса НАН Беларуси. Гомель, 2015. 22 с.
4. Лазарева М.С., Климович Л.К., Ефименко В.М. Фитоценоотические взаимоотношения древесных видов в производных мелколиственных насаждениях Беларуси // Изв. Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины. 2013. № 5 (80). С. 105–111.
5. Шустова С.Ю. Успешность естественного возобновления под пологом дубрав // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси; редкол.: В.А. Ипатьев [и др.]. Гомель, 2005. Вып. 63. С. 126–128.
6. Потапенко А.М., Гримашевич В.В. Особенности естественного восстановления смешанных дубрав при проведении постепенных рубок в юго-восточной части Беларуси // Тр. БГТУ. Сер. I. Лесн. хоз-во. Минск, 2012. Вып. XX. С. 105–107.
7. Устойчивое лесопользование и лесопользование. Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь: ТКП 047-2009 (02080). Взамен ТКП 047-2006; введ. 15.08.09. Минск: БелГИСС, 2009. 105 с.

Bibliography

1. The state forest inventory of the Republic of Belarus as of 01.01.2017. Minsk, 2017. 63 p.
2. Novikova M.A. Features of natural renewal of the birch in the conditions of Leningrad and Tver regions: dis. St. Petersburg, 2015. 158 p.
3. Potapenko A.M. Renewal of upland mixed oak groves with use of natural renewal of the English oak in the conditions of the southeast of Belarus: autoref. cand. agricultural sciences: 06.03.02 / A.M. Potapenko; In-t of Forest of the NAS of Belarus. Gomel, 2015. 22 p.
4. Lazareva M.S., Klimovich L.K., Efimenko V.M. Phytocenotic relationship of wood types in derivative small-leaved plantations of Belarus // Izv. Gomel. state. un-ty of F. Skorina. 2013. No. 5 (80). P. 105–111.
5. Shustova S.Yu. Success of natural renewal under bed curtains of oak groves // Problems of silviculture and forestry: coll. scien. w. / In-t of Forest of the NAS of Belarus; ed.: V.A. Ipatyev [al.]. Gomel, 2005. Issue 63. P. 126–128.
6. Potapenko A.M., Grimashevich V.V. Features of natural renewal of the mixed oak groves when carrying out gradual felling in the southeast part of Belarus // Works of BGTU. Ser. I. Forestry. Minsk, 2012. Issue XX. P. 105–107.
7. ТКР 047-2009 (02080). Steady forest management and forest exploitation. Manual on reforestation and afforestation in the Republic of Belarus. Minsk, 2009. 105 p.

УДК 630.228:502.4(470.54)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ УРАЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА УГЛТУ

А.П. КОЖЕВНИКОВ – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБУН «Ботанический сад УрО РАН»,
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202 а;
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, УГЛТУ, Сибирский тракт, 37,
тел: 8 (343) 261-58-88, e-mail: kozhevnikova_gal@mail.ru

Н.А. КРЯЖЕВСКИХ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, УГЛТУ, Сибирский тракт, 37,
тел: 8 (343) 261-58-88, e-mail: kafles@mail.ru

Ключевые слова: памятник природы, дендрарий, рекреационная дигрессия, биологическая устойчивость, особо охраняемая природная территория, лесные насаждения, кедр сибирский, сосна обыкновенная.

С увеличением площади городских территорий под антропогенный пресс попадают пригородные леса. В зону активной рекреации автоматически включаются особо охраняемые природные территории с различным режимом заповедания. В лесных насаждениях любого природоохранного ранга, как ключевых объектах для познавательного туризма, может произойти распад и отмирание древостоя. На памятники природы возложена задача сохранения и поддержания биоразнообразия для удовлетворения нужд человека биологическими ресурсами (лекарственные травы, пейзажи, ландшафты и т. д.). Лесные насаждения, древостой со средообразующими и средостабилизирующими функциями видов формируют внутренние экосистемы и биосферу в целом. Особо охраняемые природные территории (за-

поведники, ландшафтные заказники, лесопарки) и в особенности памятники природы любого уровня, оказывая на человека оздоравливающий эффект, сами нуждаются в охране, наблюдении и в профилактических мерах от пожаров и нерегулируемых туристических потоков. В статье приведены результаты исследований состояния лесных насаждений, примыкающих к двум памятникам природы – «Скалы на горе Пшеничной», «Скала Соколиный камень», и привитых деревьев сосны сибирской на сосну обыкновенную в дендрарии Уральского учебно-опытного лесхоза УГЛТУ. На основе заложенных пробных площадей дана лесоводственная характеристика насаждений, установлены классы биологической устойчивости, определены стадии рекреационной дигрессии и соотношение фитоценологических групп травянистых растений. В выявленных ослабленных древостоях с нарушенной устойчивостью рекомендовано проведение выборочных санитарных рубок. Проведенная инвентаризация пятидесятилетних прививок сосны сибирской на сосну обыкновенную А.В. Хохрина позволяет считать его интродукционный эксперимент по расширению ареала кедра сибирского успешным.

CURRENT STATE OF FOREST PLANTINGS OF NATURE SANCTUARIES OF THE USFEU'S URAL EDUCATIONAL AND SKILLED FORESTRY

A.P. KOZHEVNIKOV – doctor of agricultural sciences, professor,
FGBU N «Botanical garden of the Urals Dpt. of the Russian Academy of Sciences»
620144, Yekaterinburg, The 8 of March street, 202-a;
FGBOU VO «Ural State Forest Engineering University» 620100,
Yekaterinburg, USFEU, Siberian tract, 37,
Ph: 8 (343) 261-58-88, e-mail: kozhevnikova_gal@mail.ru

N.A. KRYAZHEVSKIKH – candidate of agricultural sciences, associate professor,
FGBOU VO «Ural State Forest Engineering University»
620100, Yekaterinburg, USFEU, Siberian tract, 37,
Ph: 8 (343) 261-58-88, e-mail: kafles@mail.ru

Keywords: *nature sanctuary, tree nursery, recreational digressiya, the biological stability, especially protected natural territory, forest plantings, cedar Siberian, a pine ordinary.*

With increase in the area of urban areas under a human press suburban forests get. The zone of an active recreation automatically joins especially protected natural territories with various mode of a nature protection. In forest plantings of any nature protection rank as key objects for informative tourism, there can be a disintegration and forest stand dying off. The problem of preservation and biodiversity maintenance is assigned to nature sanctuaries for satisfaction of needs of the person by biological resources (medicinal herbs, landscapes etc.). Forest plantings, forest stand with environment formation and environment stabilization functions of types form internal ecosystems and the biosphere as a whole. Especially protected natural territories (reserves, landscape wildlife areas, forest parks) and in particular nature sanctuaries of any level, rendering on the person revitalizing effect, need protection, supervision and preventive measures from fires and unregulated tourist streams. In article results of researches of a condition of the forest plantings adjoining two nature sanctuaries – the mountain «Wheat», the rock «Falcon stone» and the imparted trees of a pine Siberian on a pine ordinary are given in an USFEU Ural educational and skilled forestry tree nursery. On the basis of the put trial areas the forest characteristic of plantings is given, classes of biological stability are established, stages of a recreational digressiya and a ratio of the fitocenosis groups of grassy plants are defined. In the revealed weakened forest stands with the broken stability carrying out selective sanitary cabins is recommended. The inventory of fifty-year inoculations of a pine Siberian on a pine ordinary carried-out by A.V. Hokhrin allows to consider his introduction experiment on expansion of an area of a cedar Siberian successful.

Введение

В пригородных лесах под влиянием активной рекреации нарушаются естественные условия лесовосстановления, снижается сомкнутость древостоя, появляются редины и большие площади с уничтоженным подростом и подлеском [1–4]. Возможны сокращение биологического разнообразия, преждевременный распад и отмирание древостоя [5]. Задача сохранения и поддержания биоразнообразия возложена на особо охраняемые природные территории (ООПТ). Наиболее важное значение имеет сохранение средообразующих видов (эдификаторов), формирующих внутреннюю среду экосистемы. Исследования ООПТ проводятся для оценки их состояния и биоразнообразия, от которого зависит устойчивость территории с различным режимом заповедания (заповедников с буферной и переходными зонами, ландшафтных заказников со средообразующей и средостабилизирующей функциями заказных зон и др.) и биосферы в целом.

Необходимость сохранения биоразнообразия заключается в удовлетворении нужд человека биологическими ресурсами (лекарственные травы, пейзажи и т. д.). Ландшафтные заказники – ключевые объекты для познавательного туризма со значительной рекреационной нагрузкой.

Цель и методика исследований

Цель исследования – оценка состояния лесных насаждений, примыкающих к памятникам природы – «Скале Соколиный

камень» (100 га), «Скалам на горе Пшеничной» (15 га), и привитых деревьев сосны сибирской на сосну обыкновенную профессором А.В. Хохриным (1927–1993) в дендрарии Уральского учебно-опытного лесхоза (УУОЛ) УГЛТУ (4,5 га).

Объекты исследования находятся в Билимбаевском лесничестве Департамента лесного хозяйства Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области. По лесорастительному районированию территория лесничества отнесена к южно-таежному округу Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесной области [6]. В связи с огромной водозащитной ролью данных лесных насаждений санитарные рубки должны быть весьма умеренными и осторожными. Лесные экосистемы геоморфологических памятников природы обладают уникальными лесорастительными и биологическими свойствами. Клоновая коллекция кедра сибирского на подвое сосны обыкновенной представляет научную ценность, являясь основой дендрария. Она создана в 1959 г. и является первым интродукционным опытом расширения южной границы ареала сосны сибирской на Урале и в России [7].

Методикой работы предусмотрена закладка временных пробных площадей (ПП) в соответствии с ОСТ 56-69-83 [8]. На ПП определены стадии рекреационной дигрессии лесных насаждений [9], дана оценка их санитарного состояния и определен класс их биологической устой-

чивости. Было заложено 11 ПП по 0,5 га в разных типах леса. У всех деревьев определен высота (м), диаметр (см), возраст (лет), у древостоя – полнота, у каждого дерева – категория состояния [10]. Рассчитан размер усыхания (%), текущий отпад, размер сухостоя и определен класс биологической устойчивости насаждения.

В дендрарии обследовано 40 сохранившихся деревьев кедра сибирского, привитых на сосну обыкновенную, с замером высоты деревьев (м), диаметров привоя и подвоя (см), высоты прививок (см) и определением разницы привоя и подвоя (см).

Результаты исследований

Лесоводственная характеристика древостоев вокруг скал на г. Пшеничной приведена в табл. 1. На двух ПП подрост сосны обыкновенной отсутствует из-за высокой плотности рекреантов на берегу оз. Песчаное, на двух других ПП подростом является береза повислая.

По величине текущего отпада древостой памятника природы «Скалы на горе Пшеничной» относится ко второму классу биологической устойчивости и подлечит выборочным санитарным рубкам (табл. 2).

В насаждениях первой и четвертой ПП установлена третья стадия рекреационной дигрессии с явно выраженной тропичной сетью и усыханием верхних деревьев. В живом напочвенном покрове присутствуют травянистые виды растений следующих фитоценологических групп: синантропные виды –

Таблица 1

Table 1

Лесоводственная характеристика древостоев памятника природы «Скалы на горе Пшеничной»
Silvicultural characteristics of forest natural monument the rocks of the mountains «Wheat»

№ ПП № PP	Тип леса Type of forest	Состав древостоя The composition of the forest stand	Высота, м Height, m	Диаметр сосны обыкновенной, см The diameter of Scots pine, cm		Возраст сосны обыкновенной, лет The age of Scots pine, years	Класс бонитета Класс bonитета	Полнота Completeness
				$X \pm m_x$	CV, %			
1	Сртр	10С	22	27,0±1,2	19,4	100	2	0,7
2	Сртр	7СЗБ	20	28,0±1,2	17,9	90	2	0,7
3	Сбр	5С5Б	19	28,1±0,8	18,2	90	3	0,6
4	Сбр	6С4Б	18	27,8±1,2	17,1	90	3	0,7

Таблица 2

Table 2

Оценка состояния древостоя памятника природы «Скалы на горе Пшеничной»
по классам биологической устойчивости
Assessment of the status of the forest nature monument mountain Wheat by grade
of biological stability

№ ПП № PP	Учено деревьев всего, шт. Posted just, PC	Размер усыхания, % Size shrinkage, %	Текущий отпад, % Current mortality, %	Размер сухостоя, % The size of deadwood, %	Класс биологической устойчивости Class biological sustainability
1	80	13,8	10,0	3,8	2
2	80	30,0	11,3	16,3	2
3	80	31,3	12,5	18,8	2
4	80	26,3	11,3	18,8	2

12%, лесные – 46%, лесолуговые – 25%, луговые – 17%. Всего определено 20 видов из 13 семейств, в том числе редкий вид – башмачок настоящий (*Cypripedium calceolus* L.) из семейства Орхидные (Orchidaceae).

Лесоводственная характеристика лесных насаждений памятника природы «Скала Соколиный камень» дана в табл. 3. Древостои первых двух ПП относятся к первому классу биологической устойчивости, другие (3–7 ПП) – с нарушенной устойчивостью и с неудовлетворительным санитарным состоянием – являются фондом выборочных санитарных рубок (табл. 4). На 1 и 2 ПП

лесные насаждения находятся на I стадии рекреационной дигрессии, на 3, 4, 6 ПП – на II стадии дигрессии, на 5 и 7 – III стадии. В живом напочвенном покрове определены виды травянистых растений следующих фитоценологических групп: синантропы – 14%, лесные – 59%, лесолуговые – 23%, луговые – 4%. Всего учтено 22 вида из 17 семейств, в том числе редкий вид – пузырник ломкий (*Cystopteris fragilis* L. Bernh.) из семейства Щитовниковые (*Dryopteridaceae*).

По результатам обследования деревьев кедров сибирского, привитых на сосну обыкновенную, в дендрарии Уральского учебного лесхоза максимальная

высота деревьев кедра – 21 м, максимальный диаметр подвоя составляет 36 см, максимальный диаметр привоя – 35 см. Высота прививок колеблется от 20 до 140 см. Несмотря на своевременное удаление деревьев, из-за превышения диаметра привоя кедра сибирского над диаметром соснового подвоя с явными признаками несовместимости привоя и подвоя нами установлена у отдельных деревьев разница в диаметре привоя и подвоя. На участке осталось 8 деревьев с превышением диаметра подвоя на 2–5 см. У остальных 24 деревьев кедра сибирского отмечено превышение подвоя над привоем от 1 до 9 см. Прививоч-

Таблица 3

Table 3

Лесоводственная характеристика лесных насаждений памятника природы «Скала Соколиный камень»
Silvicultural characteristics of forest vegetation of the natural monument rock «Falcon stone»

№ ПП № PP	Тип леса Type of forest	Состав древостоя The composition of the forest stand	Высота, м Height, m	Диаметр сосны обыкновенной, см The diameter of Scots pine, cm		Возраст сосны обыкновенной, лет The age of Scots pine, years	Класс бонитета Class of bonitet	Полнота Completeness	Подрост The undergrowth		Подлесок The undergrowth
				$X \pm m_x$	$CV, \%$				Состав	Высота, м	
1	С яг	7СЗБ	18	19,1±0,88	19,0	70	2	0,8	10Е	1,5	Рябина обыкновенная Mountain ash
2	Сртр	9С1Б	17	18,3±0,78	20,5	65	2	0,8	5С5Б	1,5	Рябина обыкновенная, шиповник Mountain ash, dogrose
3	Сртр	7БЗС	21	20,5±0,96	19,4	75	2	0,8	10Е	2,5	Рябина обыкновенная, шиповник иглистый Mountain ash, rose hips
4	Сяг	8С2Б	19	20,9±0,71	20,2	70	2	0,8	10Е	1	Шиповник иглистый Rose hips
5	Сбр	8Б2С	20	18,1±0,69	19,1	75	3	0,7	10С	3	Жимолость обыкновенная Honeysuckle
6	Сбр	8С2Лц	19	29,9±0,74	12,9	90	3	0,6	10С	4	Ракитник русский, рябина обыкновенная, жимолость обыкновенная Broom russian, mountain ash, honeysuckle
7	Сяг	8С2Б	19	17,0±0,90	25,4	70	2	0,8	10Е	1,5	Рябина обыкновенная, липа мелколистная, шиповник иглистый Mountain ash, small-leaved linden, rose hips

Таблица 4

Table 4

Оценка состояния лесных насаждений памятника природы «Скала Соколиный камень»
по классам биологической устойчивости
Assessment of forest stands in the natural monument rock «Falcon stone» by grade of biological stability

№ ПП № PP	Учтено деревьев всего, шт. Posted just, pc	Размер усыхания, % Size shrinkage, %	Текущий отпад, % Current mortality, %	Размер сухостоя, % Size shrinkage, %	Класс биологической устойчивости Class biological sustainability
1	51	3,9	1,9	3,9	1
2	50	6	2	4	1
3	53	13,2	5,7	3,8	2
4	53	5,7	3,8	3,8	2
5	54	11,1	7,4	3,7	2
6	47	6,4	4,3	2,1	2
7	51	11,8	7,8	5,9	2

ными работами подтверждена возможность расширения южной границы ареала кедра. Небольшая разница в диаметрах привоя и подвоя не сказывается на лесопатологическом состоянии деревьев.

Выводы

Сохранение и развитие особо охраняемых природных территорий – одно из приоритетных направлений государственной экологической политики РФ.

Памятники природы подлежат периодической инвентаризации, являясь объектами национального наследия и основой сохранения биологического разнообразия.

Лесные насаждения трех памятников природы УУОЛ в настоящее время имеют 1–2 класс биологической устойчивости. Из-за неконтролируемого притока отдыхающих на берегу озера Песчаное насаждения вокруг скал горы Пшеничной находятся на третьей стадии рекреаци-

онной дигрессии и могут еще стабилизироваться без особых хозяйственных мероприятий с проведением профилактических противопожарных действий. Из санитарно-оздоровительных мер по сохранению насаждений памятников природы «Скалы на горе Пшеничной» и «Скала Соколиный камень» целесообразны выборочные санитарные рубки. Уникальным привитым деревьям сосны сибирской на штамбе из сосны обыкновенной необходима охрана.

Библиографический список

1. Бунькова Н.П., Залесов С.В. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках г. Екатеринбурга. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. у-т, 2016. 124 с.
2. Данчева А.В., Залесов С.В., Муканов Б.М. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2114. 195 с.
3. Залесов С.В., Бачурина А.В., Бачурина С.В. Состояние лесных насаждений, подверженных влиянию промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь», и реакция их компонентов на проведение рубок обновления [Электронный ресурс]. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017.
4. Ценопопуляции лесных и луговых видов растений в антропогенно нарушенных ассоциациях Нижегородского Поволжья / С.В. Залесов, Е.В. Невидомова, А.М. Невидомов, Н.В. Соболев. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. 204 с.
5. Задачи сохранения биоразнообразия при заготовке древесины и пути их решения / С.В. Залесов, Е.А. Ведерников, В.Н. Залесов, О.Н. Сандаков, А.В. Пономарева, Д.Э. Эфа // Аграрн. весник Урала. 2016. № 2 (144). С. 37–40.
6. Колесников Б.П. Леса Свердловской области // Леса СССР. М., 1969. Т. 4. С. 64–124.
7. Хохрин А.В. Культуры кедра сибирского (*Pinus sibirica* Mayr) на Среднем Урале: дис. ... канд. с.-х. наук / Хохрин А.В. Екатеринбург: Урал. лесотехн. ин-т, 1965. 350 с.
8. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. Утвержден и введен в действие приказом Государственного комитета СССР по лесному хозяйству от 23 мая 1983 г. № 72. 10 с.
9. Кожевников А.П., Кожевникова Г.М., Капралов А.В. Лесные ресурсы Урала для рекреации и познавательного туризма: учеб. пособие / Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2009. 156 с.
10. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований. Приложение 3 к приказу Рослесхоза от 29.12.2007 № 523. 73 с.

Bibliography

1. Bunkova N.P., Zalesov S.V. Recreational sustainability and capacity of pine plantations in the forest parks of Yekaterinburg. Yekaterinburg: Ural state Forestry University, 2016. 124 p.
2. Dancheva A.V., Zalesov S.V., Mukanov B.M. The Influence of recreational loads and the condition and sustainability of pine plantations of the Kazakh hills. Yekaterinburg: Ural state Forestry University, 2114. 195 p.
3. Zalesov S.V., Bachurina A.V., Bachurina S.V. State of forest stands exposed to industrial pollutants, ZAO «Karabashmed» and the reaction of the components to the operations update [Electronic resource]. Yekaterinburg: Ural state Forestry University, 2017.

4. Coenopopulations of forest and meadow species of plants in anthropogenic disturbed the Association of the Nizhny Novgorod Volga region / S.V. Zalesov, E.V. Nevidimov, A.M. Nevideo, N.In. Sobolev. Yekaterinburg: Ural state Forestry University, 2013. 204 p.
 5. Objectives for biodiversity conservation during logging, and ways of their solution / S.V. Zalesov, E.A. Vedernikov, V.N. Zalesov, O.N. Sandakov, A.V. Ponomarev, D.E. Efa // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 2 (144). P. 37–40.
 6. Kolesnikov B.P. Forest in Sverdlovsk region // Forest of the USSR. M., 1969. Vol. 4. P. 64–124.
 7. Khokhrin A.V. Culture of Siberian cedar (*Pinus sibirica* Mayr) in the middle Urals: dis. kand. of agricultural Sciences. Yekaterinburg: Ural forestry engineering Institute, 1965. 350 p.
 8. OST 56-69-83. Square trial of forest management. Method bookmarks. Approved and put into effect by order of the USSR State Committee on forestry of may 23, 1983, No. 72. 10 p.
 9. Kozhevnikov A.P., Kozhevnikova G.M., Kapralov O.V. Forest resources of the Urals for recreation and tourism: tutorial / Ural state Forestry University. Yekaterinburg. 2009. 156 p.
 10. A guide to planning, organization and maintenance of forest pathology surveys. Annex 3 to the order of Rosleskhoz dated 29.12.2007 No. 523. 73 p.
-

УДК 630.181.2:630.174.755 (471.5)

ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ ЕЛИ КОЛЮЧЕЙ «*ISELY FASTIGIATA*» (*PICEA PUNGENS ISELI FASTIGIATA*) В Г. ЕКАТЕРИНБУРГЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. СОЛОВЬЁВА – магистрантка кафедры лесоводства
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37;
тел. 89222976004, e-mail: smv.land@gmail.com

Ключевые слова: интродуценты, озеленение, ель колючая «*Isely Fastigiata*» (*Picea pungens Iseli Fastigiata*), зимостойкость, перспективность.

Проанализирована перспективность использования интродуцентов при озеленении городов таёжной зоны. Отмечается, что, несмотря на наличие в г. Екатеринбурге научных и учебных заведений лесного профиля, до настоящего времени нет каталога перспективности древесных интродуцентов, а накопленный опыт введения интродуцентов в объекты зелёного строительства не обобщён.

Приводятся результаты интродукции на территорию г. Екатеринбурга ели колючей «*Isely Fastigiata*» (*Picea pungens Iseli Fastigiata*). Саженцы указанной ели колючей завезены в Екатеринбург в 2013 г. из питомника Тадеуша Шимановски (Польша). Данная форма ели выгодно отличается компактной пирамидальной формой кроны и длинной хвоей голубого цвета.

Исследования показали, что ель устойчива к солнечным ожогам, а при частичном обгорании хвои легко восстанавливается. Все завезённые экземпляры показали высокие приросты в высоту, устойчивость к низким зимним температурам и резким перепадам последних.

Согласно оценке перспективности, выполненной в соответствии с методикой главного ботанического сада, ель колючая «*Isely Fastigiata*» оценивается по шкале оценки успешности интродукции как перспективная.

При оценке не рассматривалась способность растений к генеративному размножению в связи с тем, что в плодоношение саженцы не вступили в силу своего молодого возраста. На сегодня речь можно вести только о возможных способах размножения. Так как этот показатель является важным, то оценку можно считать предварительной.

Высокий показатель успешности интродукции позволяет рекомендовать деревья указанной формы ели колючей для использования при озеленении скверов и парков г. Екатеринбурга.

EXPERIENCE OF THE INTRODUCTION OF BLUE SPRUCE «ISELY FASTIGIATA» (*PICEA PUNGENS ISELY FASTIGIATA*) IN EKATERINBURG SVERDLOVSK REGION

M.V. SOLOVIEVA – magister of the Forestry lectern
of the Ural State Forest Engineering University,
620100 Russia, Yekaterinburg, Sibirskiy trakt, 37,
phone 89222976004, e-mail: smv.land@gmail.com.

Key words: *introducents, gardening, spiny spruce «Isely Fastigiata» (Picea pungens Isely Fastigiata), winter hardiness, prospects.*

The prospects of using the introducents in gardening in the cities of taiga climatic zone have been analyzed. It is pointed that regardless the fact that Yekaterinburg has a number of scientific and academic institutions of forestry profile, there still does not exist a general catalogue for long-term planning of the plants introduction, and the experience gained in the sphere of city gardening has not been generalized.

The work gives the results of introduction of a spiny spruce «Isely Fastigiata» into the territory of Eraterinburg city. Young plants of the spiny spruce were brought to Yekaterinburg in 2013 from the nursery garden, Poland. The tree under discussion has a definite advantage, being compact and having a pyramid-like form in addition to bluish long needles.

The research has shown that the spiny spruce is quite resistant to sun burns, and in case of insignificant loss of needles replenishes them pretty soon. All young plants brought have demonstrated significant increase in height, resistance to low temperatures and sudden changes of temperatures as well.

In accordance with the prospects assessment, carried out according to the methods of the Head Botanical Garden, the spiny spruce «Isely Fastigiata» has been recognized as perspective in the scale of introduction success assessment.

The assessment did not consider the ability of plants to reproduce generically due to the fact that the seedlings did not reach the stage of fruiting because of their young age. Today, one can speak just of possible ways of reproduction. Since this indicator is important, the estimate can be considered preliminary.

The high results of successful introduction of the plant into the region allow us recommend the trees of the type described for gardening in the parks and squares of Yekaterinburg.

Введение

Одной из проблем озеленения городов таёжной зоны является относительно бедный ассортимент аборигенных видов деревьев и кустарников [1–4]. Последнее затрудняет формирование рекреационно-привлекательных ландшафтных композиций, кроме того, при озеленении городов и формировании парковых ландшафтов необходимо учитывать, что не все виды древесных растений устойчивы к интенсивным рекреационным нагрузкам, выхлопным газам

автомобилей, промышленным поллютантам [5–6]. Нередко по причине интенсивных рекреационных нагрузок деревья начинают суховершинить, поражаются грибными болезнями [7–11] и просто усыхают [12, 13].

В целях увеличения биологического разнообразия и расширения ассортимента древесных растений для озеленения и лесоразведения используются растения – интродуценты [14–18]. Именно благодаря интродуцентам можно сформировать эстетически привлекательные в любое

время года ландшафты, обладающие повышенной рекреационной устойчивостью.

В условиях городской застройки очень важно так подобрать ассортимент древесных пород, чтобы высаженные деревья не задевали своими кронами провода, линии связи. В этом плане заслуживает внимания пирамидальная форма крон деревьев, однако выбор видов, имеющих пирамидальную форму кроны, весьма ограничен. Так, из хвойных пирамидальной формой обладает лишь недавно обнаруженная

А.С. Оплетаевым ель сибирская формы *Fastigiata uralica* [19–21], туи и можжевельник обыкновенный. При этом туя в весенний период сильно страдает от солнечных ожогов, а можжевельник обыкновенный трудно переносит условия города. Указанное свидетельствует о несомненной актуальности поиска видов хвойных, обладающих декоративными свойствами и пирамидальной формой кроны.

Цель, объекты

и методика исследований

Целью исследований являлось изучение перспективности использования в озеленении г. Екатеринбурга новой формы ели колючей «*Isely Fastigiata*».

Объектом исследований являлся посадочный материал указанной формы ели колючей, завезённый весной 2013 г. из Польши.

При определении перспективности ели колючей формы «*Isely Fastigiata*» использовалась методика Главного ботанического сада с некоторыми уточнениями, учитывающими специфику Уральского региона [22, 23].

Результаты и обсуждения

Ель колючая «*Isely Fastigiata*» (*Picea pungens Iseli Fastigiata*) является формой ели колючей, выведенной в 1990 г. в США. Растение имеет пирамидальную форму за счёт того, что ветви прижаты к стволу и сильно ветвятся (рис. 1).

Особенностью данной формы ели колючей является длинная хвоя, сохранившая характерный для вида голубой цвет.

Как было отмечено ранее, растения указанной формы были завезены в г. Екатеринбург весной 2013 г. Всего было завезено 7 экз. высотой 60–80 см. При отборе посадочного материала особое внимание было уделено качеству растений. Все экземпляры были закуплены в питомнике, специализирующемся на выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой. Основателем питомника является доктор Тадеуш Шимановски, автор многих публикации и книг по дендрологии. В польском питомнике черенки формы ели

колючей «*Isely Fastigiata*» были привиты на ель обыкновенную.

Мониторинг за состоянием привезённых экземпляров ели колючей «*Isely Fastigiata*» в условиях г. Екатеринбурга показал, что они устойчивы к солнечным ожогам и легко восстанавливаются при частичном обгорании хвои в весенний период. Все экземпляры за анализируемый период (2013–2017 гг.) успевали «заложить» здоровые почки за относительно короткий вегетационный период (рис. 2), типичный для Уральского региона. Растения характеризовались



Рис. 1. Ель колючая «*Isely Fastigiata*» в питомнике «Lorberg» (Германия), 2017 г.
Figure 1. *Picea pungens* «*Isely Fastigiata*» in the nursery «Lorberg» (Germany), 2017

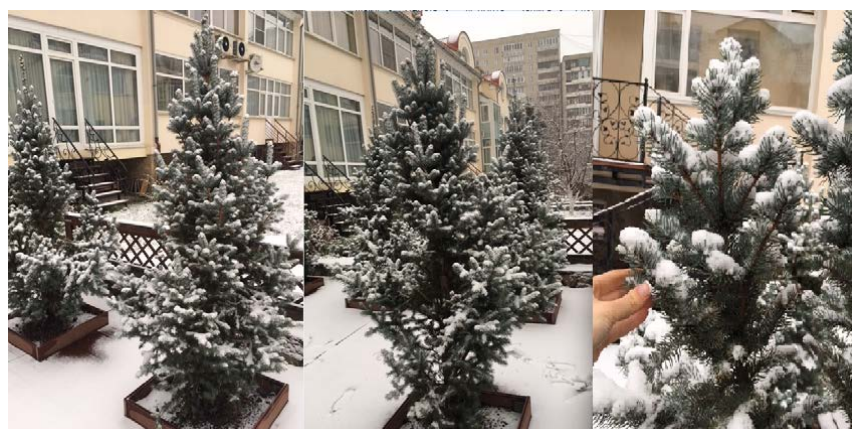


Рис. 2. Ель колючая «*Isely Fastigiata*», г. Екатеринбург, ноябрь 2017 г.
Figure 2. *Picea pungens* «*Isely Fastigiata*», Yekaterinburg, November 2017

вызреванием побегов, выдерживали низкие зимние температуры и высокие перепады последних в осенние и весенние месяцы.

Оценка перспективности ели колючей формы «*Isely Fastigiata*», выполненная по методике Главного ботанического сада, показала, что все завезённые экземпляры характеризуются следующими показателями:

- степень ежегодного вызревания побегов – вызревают на 100 % – 20 баллов;
- зимостойкость растений – повреждений нет – 25 баллов;
- сохранение габитуса – растения сохраняют присущую им форму роста и жизненную форму – 10 баллов;
- побегообразовательная способность – высокая – 5 баллов;
- прирост растений в высоту – ежегодный – 5 баллов;
- способность растений к генеративному размножению на сегодня невозможно оценить, так как в плодоношение не вступала – 0 баллов;
- возможные способы размножения в культуре – искусственное вегетативное размножение – 2 балла.

Суммарная оценка растений ели колючей вышеуказанной формы – 67 баллов. Согласно шкале оценки перспективности ель колючая «*Isely Fastigiata*» относится к перспективным. Однако данную оценку следует считать предварительной, поскольку из-за малого возраста оценить способность к генеративному размножению не представляется возможным.

В то же время проведённые исследования позволяют отметить, что растения указанной формы ели колючей могут быть широко использованы при озеленении внутри городской застройки.

Рекомендуется ель колючая «*Isely Fastigiata*» для создания декоративных композиций в парках и лесопарках, а также при озеленении коттеджей. Растения могут выращиваться в ограниченном пространстве (на террасе и в «кадках»).

С целью недопущения деформации кроны рекомендуеться на зиму подвязывать ветви к основному стволу, так как под давлением снега они могут деформироваться и отходить от оси ствола дерева. Растения в этом случае будут более раскидистыми.

Выводы

1. Ель колючая «*Isely Fastigiata*» (*Picea pungens Isely Fastigiata*) представляет значительный интерес для использования в озеленении г. Екатеринбурга.

2. Для деревьев ели указанной формы характерна пирамидальная загущённая крона с длинной хвоей голубого цвета.

3. Размножать указанную форму проще всего прививкой на ель сибирскую или обыкновенную.

4. По показателям перспективности ель колючая «*Isely Fastigiata*» оценивается как перспективная.

5. На зимний период целесообразно обвязать деревья, прижимая ветви к стволу, что предотвратит деформацию кроны под давлением снега.

6. Оценку перспективности следует считать предварительной, поскольку исследуемые экземпляры по возрасту не способны к генеративному размножению, а исследования следует продолжить с привлечением дополнительного материала.

Библиографический список

1. 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.
2. Хайретдинов А.Ф., Залесов С.В. Введение в лесоводство. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 202 с.
3. Залесов С.В., Хайретдинов А.Ф. Ландшафтные рубки в лесопарках. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 176 с.
4. Залесов С.В., Газизов Р.А., Хайретдинов А.Ф. Состояние и перспективы ландшафтных рубок в рекреационных лесах // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2016. № 2. С. 45–47.
5. Бунькова Н.П., Залесов С.В. Рекреационная устойчивость и ёмкость сосновых насаждений в лесопарках г. Екатеринбурга. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 124 с.

6. Данчева А.В., Залесов С.В. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 195 с.
7. Состояние сообществ деревообразующих грибов в районе нефтегазодобычи / И.В. Ставищенко, С.В. Залесов, Н.А. Луганский, Н.А. Кряжевских, А.Е. Морозов // Экология. 2002. № 3. С. 175–184.
8. Ставищенко И.В., Залесов С.В. Флора и фауна природного парка «Самаровский чугас». Ксилотрофные базидиальные грибы. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 104 с.
9. Залесов С.В., Колтунов Е.В., Ламшевцев Р.Н. Основные факторы поражения сосны корневыми и стволовыми гнилями в городских лесопарках // Защита и карантин растений. 2008. № 2. С. 56–58.
10. Залесов С.В., Колтунов Е.В. Корневые и стволовые гнили сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris* L.) и берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) в Нижне-Исетском лесопарке г. Екатеринбурга // Аграрн. вестник Урала. 2009. № 1 (55). С. 73–75.
11. 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.
12. Иванчина Л.А., Залесов С.В. Влияние типа леса на устойчивость еловых древостоев Прикамья // Перм. аграрн. вестник: науч.-практ. жур. 2017. № 1 (17). С. 38–43.
13. Иванчина Л.А., Залесов С.В. Влияние условий местопроизрастания на усыхание еловых древостоев // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. 2017. № 2 (64). С. 56–60.
14. Опыт интродукции древесно-кустарниковых растений в лесном питомнике «Ак кайын» / Залесов С.В., Ражанов М.Р., Данчева А.В., Оплетаев А.С. // Лесн. вестник. 2016. № 2. С. 21–25.
15. Арборетум лесного питомника «Ак кайын» РГП «Жасыл Аймак» / Ж.О. Суяндиков, А.В. Данчева, С.В. Залесов, М.Р. Ражанов, А.Н. Рахимжанов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. 92 с.
16. Залесов С.В., Сарсекова Д.Н., Гусев А.В. Опыт интродукции древесных растений // Аграрн. вестник Урала. 2009. № 4 (58). С. 92–95.
17. Искусственное лесоразведение вокруг г. Астаны / С.В. Залесов, Б.О. Азбаев, А.В. Данчева, А.Н. Рахимжанов, М.Р. Ражанов, Ж.О. Суяндиков // Современ. проблемы науки и образования. 2014. № 4. URL: www.science-education.ru/118-13438
18. Опыт лесоразведения в сухой типчаково-ковыльной степи Северного Казахстана / С.В. Залесов, Ж.О. Суяндиков, А.В. Данчева, А.Н. Рахимжанов, М.Р. Ражанов // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации. Волгоград, 2016. С. 109–113.
19. Оплетаев А.С., Залесов С.В., Кожевников А.П. Новая форма ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) // Аграрн. вестник Урала. 2016. № 6 (148). С. 40–44.
20. *Fastigiata uralica* – a new decorative form of siberian spruce (*Picea obovata* Ledeb.) for landscaping / S. Zalesov, A. Opletaev, N. Pryadilina, R. Damary // The path forward for wood products: a global perspective. Proceedings of Scientific Papers. Botton Rouge, Lonisiana, USA. 2016. P. 1–8.
21. Перспективность размножения декоративной формы ели сибирской *Fastigiata uralica* при проведении работ по селекции качественных признаков / А.С. Оплетаев, А.П. Кожевников, С.В. Залесов, Р.Г. Домари, Н.К. Прядилина // Сохранение лесных генетических ресурсов: матер. 5-й междунар. конф.-совещ. Гомель: ООО «Колордрук», 2017. С. 161–162.
22. Залесов С.В., Платонов Е.П., Гусев А.В. Перспективность древесных интродуцентов для озеленения в условиях средней подзоны тайги Западной Сибири // Аграрн. вестник Урала. 2011. № 4 (83). С. 56–58.
23. Гусев А.В., Залесов С.В., Сарсекова Д.Н. Методика определения перспективности интродукции древесных растений // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса в рамках концепции 2020: матер. VII междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2009. Ч. 2. С. 272–275.

Bibliography

1. Landscape cuttings / N.A. Luhansky, L.I. Atkina, E.S. Gnevnov, S.V. Zalesov, V.N. Luhansky // Forestry. 2007. No. 6. P. 20–22.
 2. Khairtdinov A.F., Zalesov S.V. Introduction to forestry. Yekaterinburg: Ural state forest engineering University, 2011. 202 p.
 3. Zalesov S.V., Khairtdinov A.F. Landscape felling in the forest. Yekaterinburg: Ural state forest engineering University, 2011. 176 p.
 4. Zalesov S.V., Gazizov R.A., Khairtdinov A.F. Condition and prospects of the landscape of logging in recreational forests // Proceedings of the Orenburg state agrarian University. 2016. No. 2. P. 45–47.
 5. Bunkova N.P., Zalesov S.V. Recreational sustainability and capacity of pine plantations in the forest parks of Yekaterinburg. Yekaterinburg: Ural state forestry University, 2016. 124 p.
 6. Dancheva A.V., Zalesov S.V. The Influence of recreational loads on the condition and sustainability of pine plantations of the Kazakh hills. Yekaterinburg: Ural state forestry engineering University, 2014. 195 p.
 7. Status communities derevoobrobnykh mushrooms in the area of oil and gas production / I.V. Stavishenko, S.V. Zalesov, N.A. Lugansky, N.A. Kryazhevskikh, A.Ye. Morozov // Ecology. 2002. No. 3. P. 175–184.
 8. Stavishenko I.V., Zalesov S.V. The flora and fauna of the natural Park Samarovskiy Chugas. Xylotrophic basidial fungi. Yekaterinburg: Ural state forest engineering University, 2008. 104 p.
 9. Zalesov S.V., Koltunov E.V., Lamshevtson R.N. The Main factors of destruction of pine root and stem rot in urban forest parks // Protection and quarantine of plants. 2008. No. 2. P. 56–58.
 10. Zalesov S.V., Koltunov E.V. Root and stem rot of Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.) and birch (*Betula pendula* Roth.) in Nizhne-Isetsy forest Park in Yekaterinburg // Agrarian Bulletin of the Urals. 2009. No. 1 (55). S. 73–75.
 11. Coenopopulations of forest and meadow species of plants in anthropogenically disturbed the Association of the Nizhny Novgorod Volga region and Povetluzhye / S.V. Zalesov, V.E. Nevidimova, A.M. Nevidimov, N.In. Sobolev. Yekaterinburg: Ural state forestry University, 2013. 204 p.
 12. Ivanchina L.A., Zalesov S.V. The Influence of forest type on the stability of spruce stands in the Kama region // Agrarian Bulletin of the Perm scientific-practical journal. 2017. No. 1 (17). P. 38–43.
 13. Ivanchina L.A., Zalesov S.V. Influence of habitat conditions on the drying spruce stands // Proceedings of the Orenburg state agrarian University. 2017. No. 2 (64). S. 56–60.
 14. The experience of introduction of woody and shrub plants in the forest nursery «AK kayyn» / S.V. Zalesov, M.R. Roganov, A.V. Doncheva, A.S. Opletaev // Forest Bulletin. 2016. No. 2. P. 21–25.
 15. Arboretum of the forest nursery «AK kayyn» of RSE «Zhasyl Aimak» / J.O. Suyundikov, A.V. Doncheva, S.V. Zalesov, M.R. Rozanov, A.N. Rakhimzhanov. Yekaterinburg: Ural state forest engineering University, 2017. 92 p.
 16. Zalesov S.V., Sarsenova D.N., Gusev A.V. In the experience of the introduction of woody plants // Agrarian Bulletin of the Urals. 2009. No. 4 (58). P. 92–95.
 17. Artificial afforestation around Astana / S.V. Zalesov, B.O. Abaev, A.V. Dancheva, A.N. Rakhimzhanov, M.R. Rozanov, J.O. Suyundikov // Modern problems of science and education. 2014. No. 4. URL: www.science-education.ru/118-13438
 18. 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. Rozanov // Protective afforestation, land reclamation, the problems of Agroecology and agriculture in the Russian Federation. Volgograd, 2016. S. 109–113.
 19. Opletaev A.S., Zalesov S.V., Kozhevnikov A.P. New form of Siberian spruce (*Picea obovate* Ledeb.) // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 6 (148). P. 40–44.
-

20. Fastigiata uralica – a new decorative form of siberian spruce (*Picea obovata* Ledeb.) for landscaping / S. Zalesov, A. Opletaev, N. Pryadilina, R. Domary // The path forward for wood products: a global perspective. Proceedings of Scientific Papers. Boton Rouge, Lonisiana, USA. 2016. P. 1–8.
21. Prospects of breeding ornamental spruce *Fastigiata uralica* when working on the selection of qualitative traits / A.S. Opletaev, A.P. Kozhevnikov, S.V. Zalesov, R.G. Domary, N.K. Priadilina // Conservation of forest genetic resources: proceedings of the 5th international conference-workshop. Gomel: ООО «Colordruck», 2017. P. 161–162.
22. Zalesov S.V., Platonov E.P., Gusev A.V. The Prospect of alien woody plants for landscaping in the middle subzone of taiga in West Siberia // Journal of Agricultural Urals. 2011. № 4 (83). P. 56–58.
23. Gusev A.V., Zalesov S.V., Sarsekov D.N. Method of determination of feasibility of introduction of woody plants // Socio-economic and Ekologicheskies problems of forestry in the framework of the concept 2020: materials of VII international scientific-technical conference. Yekaterinburg: Ural state forest engineering University, 2009. Part 2. P. 272–275.
-

УДК 574.4+56.074.6

ГОЛОЦЕНОВАЯ ИСТОРИЯ ЛЕСОВ НА ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ СРЕДНЕГО УРАЛА

Н.К. ПАНОВА – кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник,
e-mail: natapanova@mail.ru*

Т.Г. АНТИПИНА – старший инженер,
e-mail: antanya1363@mail.ru*

*ФГБУ Н Ботанический сад УрО РАН, отдел лесоведения,
620134, Россия, Екатеринбург, ул. Билимбаевская, 32а,
тел. 8(343)322-56-38

Ключевые слова: период голоцена, торфяное болото, пыльцевой анализ, лесная растительность, изменения климата.

Современные лесные экосистемы сформировались за время последнего геологического периода – голоцена, в течение которого происходили значительные климатические изменения. Выявление взаимосвязей динамики растительных формаций и природной среды в голоцене создает научную основу для понимания их современного состояния и прогноза в условиях меняющегося климата.

В результате комплексного исследования палинологическим, ботаническим и радиоуглеродным методами 12 разрезов торфяников озерного происхождения, расположенных на разных широтах восточного склона Среднего Урала, установлены основные этапы пространственно-временной динамики формирования региональной лесной растительности в послеледниковье, сопоставленные с хронологической схемой периодизации голоцена. В конце позднеледниковья на всей исследуемой территории господствовала безлесная травяно-кустарниковая растительность. Одним из рефугиумов сохранения древесной флоры в это время представляется западный макросклон Среднего Урала. С потеплением в голоцене началось распространение лесной растительности на восток и на север. На фоне тенденции направленного потепления, прерываемого кратковременными периодами возвратного похолодания, в первую половину голоцена в региональной растительности выделяются основные смены лесных формаций: елово-лиственничные редколесья в предбореальном периоде (10.3–11 тыс. к.л.н.); сосново-березовые леса в бореальном

(8.6–9.3 к.н.л.); елово-сосновые и сосново-еловые с пихтой и широколиственными в атлантическом и первой половине суббореального периодов (4.2–8.2 к.н.л.). Со второй половины суббореального периода началось направленное похолодание, уменьшение участия ели, поэтапное выпадение неморального компонента из состава лесов и формирование современных таежных лесов с доминированием сосны.

HOLOCENE HISTORY OF FORESTS ON THE EASTERN SLOPE OF THE MIDDLE URALS

N.K. PANOVA – candidate of biological sciences, senior scientific collaborator,
e-mail: natapanova@mail.ru*

T.G. ANTIPINA – senior engineer,
e-mail: antanya1363@mail.ru*

* FGBU N Botanical Garden of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Department of Forest Science,
620134, Russia, Yekaterinburg, ul. Bilimbaevskaya 32a,
tel. 8 (343) 322-56-38

Key words: *holocene period, peat bog, pollen analysis, forest vegetation, climate change.*

Modern forest ecosystems were formed during the last geological period – the Holocene, during which significant climate changes occurred. The identification of the interrelationships between the dynamics of plant formations and the natural environment in the Holocene creates a scientific basis for understanding their current state and forecast in a changing climate.

As a result of a complex study of palynological, botanical and radiocarbon methods, 12 sections of lacustrine peat bogs located at different latitudes of the eastern slope of the Middle Urals, established the main stages in the spatial and temporal dynamics of the formation of regional forest vegetation in the postglacial period, compared with the chronological scheme of periodization of the Holocene. At the end of the Late Glacial period, the entire investigated territory was dominated by treeless grass and shrub vegetation. One of the refugiums of preserving the wood flora at this time is the western macroslope of the Middle Urals. With the warming in the Holocene, the spread of forest vegetation to the east and to the north began. Against the background of the tendency of directed warming, interrupted by short periods of recurrent cooling, the main changes of forest formations are distinguished in the first half of the Holocene in the regional vegetation: spruce-larch woodlands in the preboreal period (10.3–11 thousand yr BP); pine-birch forests in the boreal (8.6–9.3 thousand yr BP); spruce-pine and pine-spruce with fir and broad-leaved in the Atlantic and the first half of the subboreal period (4.2–8.2 thousand yr BP). From the second half of the subboreal period, directed cooling, a decrease in the participation of spruce, a gradual loss of the unmoral component from the forest, and the formation of modern taiga forests dominated by pine started.

Введение

Изучение современной структурно-функциональной организации и биологического разнообразия природных экосистем не может быть достаточно эффективным без знания закономерностей их исторического развития. Современные лесные экосисте-

мы Северной Евразии сформировались за время последнего геологического периода Земли – голоцена, в течение которого происходили значительные климатические изменения. Выявление взаимосвязей динамики растительных формаций и природной среды в голоцене создает

научную основу для понимания современного состояния и прогноза их развития в условиях меняющегося климата.

Основными природными экосистемами Среднего Урала являются лесные и болотные биоценозы. Торфяные болота, образовавшиеся после окончания

последнего оледенения, благодаря последовательности формирования отложений представляют собой непрерывную летопись природных событий позднеледникового и голоцена. Кислая реакция среды и анаэробные условия способствуют сохранению в торфяниках попадающих туда различных органических остатков, прежде всего пыльцы, спор, семян и других остатков растений как самого болота, так и окружающей территории. Благодаря этому отложения торфяных болот являются одними из наиболее оптимальных источников информации о динамике растительности и природной среды в голоцене, для получения которой успешно используются палинологический (спорово-пыльцевой), ботанический и другие естественнонаучные методы исследования.

Первые сведения о динамике растительности в голоцене на Среднем Урале по данным палинологического анализа были получены Д.А. Герасимовым [1] при исследовании торфяных болот Урала. Г.А. Благовещенский [2] сделал первую попытку реконструировать историю лесов восточного склона Среднего Урала по пыльцевым диаграммам. В.Н. Сукачевым и Г.И. Поплавской [3] на основе палинологического анализа сапропелевых отложений целого ряда озер и торфяников озерного происхождения на Среднем Урале были выделены четыре основных стадии в развитии лесной растительности в голоцене. Позднее Н.А. Хотинский [4] по результатам спорово-пыльцевого и радио-

углеродного анализов отложений Аятского и Горбуновского торфяников выделил 6 основных фаз в развитии растительности и климата Среднего Урала и сопоставил их с хронологическим эталоном периодизации голоцена [4, с. 16]. Эти работы Н.А. Хотинского стали классикой, на них ориентировались все последующие исторические исследования на Урале.

Для установления закономерностей пространственно-временной динамики формирования растительности в голоцене на Среднем Урале требовалось получение дополнительного хронологически привязанного фактического материала на современном уровне из различных эколого-географических районов.

Цель, методика и объекты исследования

Цель исследования: реконструкция основных этапов пространственно-временной динамики лесной растительности в таежной зоне восточного склона Среднего Урала на фоне климатических изменений в голоцене по данным палинологического, ботанического и радиоуглеродного анализов отложений торфяных болот.

Основные методы исследования: палинологический и ботанический анализы. Обработка и микроскопический анализ образцов проводились по стандартным методикам с использованием атласов микрофотографий пыльцы, спор и вегетативных остатков растений [5, 6, 7 и др.].

По результатам анализов строились диаграммы с использованием компьютерной программы TILIA 2 и TILIA-GRAPH [8].

Абсолютный возраст отложений определялся с помощью радиоуглеродного метода в лабораториях Геологического института РАН (Москва), Института геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск), Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена (г. Санкт-Петербург). Полученные радиоуглеродные даты были откалиброваны с помощью программы CalPal Online Radiocarbon Calibration (<http://www.calpal-online.de/quickcal> 2007 ver.1.5).

Реконструкция палеорастительности и палеоклиматов выполнялась по принципу актуализма на основе эколого-ценотического анализа ископаемой флоры, определенной по пыльце, спорам и вегетативным остаткам растений, выделения регионального, локального и сублокального компонентов спорово-пыльцевых спектров (СПС). Хронологическая привязка выделенных этапов развития растительности проводилась с учетом полученных по разрезам радиоуглеродных датировок и соотносилась с модифицированной схемой подразделения голоцена Бланта – Сернандера [4, с. 16]. Спорово-пыльцевые диаграммы (СПД) сопоставлялись также с используемой за рубежом схемой подразделения голоцена на ранний, средний и поздний [9].

Объектами исследования послужили торфяные болота

озерного происхождения, расположенные на разных широтных уровнях восточного склона Среднего Урала. Средняя высота – 220–250 м н.у.м. Современная растительность региона представлена южно-таежными сосновыми и березово-сосновыми лесами местами с примесью ели. Климат умеренно-континентальный.

Всего в регионе нами исследовано 12 наиболее значимых разрезов торфяников: Карасьеозерский (56°45' с.ш., 60°50' в.д.); у оз. Песчаного (56°54' с.ш., 60°19' в.д.) [10]; Каменные палатки (56°54' с.ш., 60°25' в.д.) [11]; у оз. Ельничного (57°15' с.ш.; 60°41' в.д.); четыре разреза на Шигирском торфянике (57°21' с.ш., 60°08' в.д.) – Шигирское болотное, Шигирское А, Варга 2 и Варга скважина – и четыре на Горбуновском (57°49' с.ш., 59°57' в.д.) – Береговая 2, Береговая XIII, VI и IV Разрезы [12, 13, 14 и др.]. Большинство исследований проведено совместно с археологами ИА РАН (Москва) и ИИиА УрО РАН на разрезах торфяниковых памятников Среднего Урала.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные результаты во многом хорошо сопоставляются с палинохронологической схемой голоцена Среднего Урала, разработанной Н.А. Хотинским [4]. Однако детальное исследование большого количества датированных разрезов позволяет внести существенные коррективы в трактовку некоторых этапов

динамики региональной лесной растительности в голоцене.

Наиболее полный датированный голоценовый разрез (Варга скважина) вскрыт на Шигирском торфянике [14, 15]. СПД этого разреза сопоставляется с диаграммой Аятского болота (57°20' с.ш., 60°30' в.д.) [4].

В придонных отложениях глины и нижнего слоя сапропеля разреза Варга скважина по СПС выделяются два холодных дриасовых периода позднеледникового (Dr-2 и Dr-3), в которых превалирует пыльца полыней (*Artemisia*), маревых (*Chenopodiaceae*), злаков (*Poaceae*), осоковых (*Cyperaceae*), разнотравья (*Varia*) и кустарниковых берез (*Betula nana* type). Их разделяет период кратковременного потепления (Аллерёд, AL), в отложениях которого доминирует пыльца сосны (*Pinus sylvestris* L.).

Выше, в слое розового сапропеля, абсолютно господствует пыльца лиственницы (*Larix*) с небольшой примесью ели (*Picea*). В разрезе Береговая 2 слой придонного сапропеля, в котором обнаружено большое количество шишек лиственницы и одна шишка ели, отмечен датой 9610±40 ¹⁴С лет назад (л.н.) (ГИН-14084), которая определяет возраст отложений предбореальным периодом (РВ). В придонных отложениях Горбуновского торфяника (Береговая 2 и разрез Н.А. Хотинского) выделяется подсапропелевая торфянистая прослойка, образовавшаяся в более теплых и сухих условиях первой половины предбореала.

Разрез Аятского болота вскрывает отложения лишь со второй половины предбореального периода. На СПД максимум пыльцы лиственницы датируется в 9780±210 ¹⁴С л.н. (Мо-398). Полученные нами данные подтверждают выявленные Н.А. Хотинским [4] изменения на ранних этапах голоцена Среднего Урала и характеристику растительности предбореального периода как елово-лиственничные редколесья.

Уровень падения кривой пыльцы лиственницы, совпадающий с максимумом пыльцы берез (*Betula* sect. *Albae*), на СПД Аятского болота определен датой 9110±150 ¹⁴С л.н. (Мо-397), которая сопоставляется с нижней границей бореального периода (ВО). В Шигирском торфянике минимум лиственницы и максимум берез маркируется датой 8750±70 ¹⁴С л.н. (ГИН-13865), которая соответствует бореальному возрасту.

Начало атлантического периода (АТ) знаменуется резким подъемом кривой пыльцы сосны, появлением пыльцы пихты (*Abies*) и широколиственных древесных растений (*Ulmus*, *Quercus*, *Corylus*, *Tilia*, *Carpinus*) на всех СПД. Широкое распространение сосны и появление в регионе широколиственных свидетельствуют о значительном потеплении.

Вторая половина атлантического периода отличается подъемом кривой пыльцы ели и некоторым уменьшением участия сосны на всех СПД, а в разрезе Аятского болота еще и началом непрерывной кривой пыльцы

широколиственных. Изменения в спектрах свидетельствуют о повышении влажности климата, дальнейшем потеплении и формировании смешанных хвойных лесов с примесью неморальных компонентов.

Кратковременное сухое похолодание на рубеже атлантического и суббореального (SB) периодов, которое, по данным Н.А. Хотинского [16], отмечается на многих территориях Северной Евразии, можно проследить и на спорово-пыльцевых диаграммах исследованных нами разрезов. На этом рубеже в СПС уменьшается участие пыльцы ели и широколиственных древесных растений. В осадконакоплении происходит либо смена сапропеля торфом, либо, если заболачивание началось раньше, формируется древесный (сосновый) торф, что может быть обусловлено увеличением аридизации климата и понижением уровня грунтовых вод.

В Аятском торфянике на этом рубеже формируется так называемый пограничный горизонт (сосново-пушицевый торф с пнями и древесиной высокой степени разложения). В верхней части этого слоя на СПД выделяется максимум пыльцы ели, датированный возрастом 4720 ± 200 ^{14}C л.н. (Мо-390), и максимум широколиственных, отмеченный датой 4630 ± 150 л.н. (Мо-389). По образцу вышележащего смежного слоя слаборазложившегося фускум-торфа, в котором резко уменьшается доля пыльцы ели, получена дата 3960 ± 130 ^{14}C л.н. (Мо-388). Максимальное рас-

пространение ели и участие широколиственных Н.А. Хотинский [4] относит к концу атлантического периода, а уровень резкого уменьшения участия ели – к суббореальному. Границу между атлантическим и суббореальными периодами на Среднем Урале он определяет возрастом 4500 ^{14}C л.н.

Позднее Н.А. Хотинский [16] пишет о двух существенных похолоданиях, которые с неодинаковой интенсивностью проявились в различных частях Северной Евразии при переходе от атлантического к суббореальному периоду: 4600 ^{14}C л.н. и 4900 ^{14}C л.н.

На наших диаграммах этот рубеж отмечен следующими ^{14}C датами: 4660 ± 35 (СОАН-5809) – Шигирское А, 4700 ± 70 (Ле-10435) – Береговая XIII, 4800 ± 40 (ГИН-13866) – Варга скважина, 4870 ± 40 (ГИН-13858) – Варга 2, 5054 ± 70 (SPb-504) – VI Разрез. В вышележащих отложениях на СПД Шигирского и Горбуновского торфяников начинается новый подъем кривой пыльцы ели, ее процентное содержание в спектрах достигает максимального значения на протяжении значительной толщи (50–70 см); увеличивается и присутствие пыльцы широколиственных, особенно липы (*Tilia*). Наиболее контрастно эти изменения проявились на диаграммах Шигирского А и VI Разреза [14], где максимум пыльцы ели достигает 40–60% и маркируется ^{14}C датами: 4753 ± 70 л.н. (SPb-510), 4748 ± 100 л.н. (SPb-502), 4350 ± 80 л.н. (SPb-508), а уровень

последующего резкого уменьшения ее содержания до 10% отмечен ^{14}C датами: 3900 ± 40 л.н. (СОАН-5808) и 3838 ± 70 л.н. (SPb-501).

Эти данные свидетельствуют, что максимальное развитие еловых лесов на Среднем Урале было не в конце атлантического периода, как считал Н.А. Хотинский, а в первую половину суббореального. Очевидно, его выводы объясняются тем, что в исследованном разрезе Аятского торфяника значительная часть суббореального периода не представлена по причине перерыва в осадконакоплении более чем в 600 лет. Датировки же максимума 4720 ± 200 ^{14}C л.н. (Мо-390) и минимума 3960 ± 130 ^{14}C л.н. (Мо-388) пыльцы ели в Аятском болоте совпадают с нашими данными по Шигирскому и Горбуновскому торфяникам. А поскольку в последних суббореальные отложения представлены более полно, то сомневаться не приходится, что оба эти уровня относятся к суббореальному периоду. Формирование же пограничного горизонта в Аятском болоте, вероятно, началось в результате аридизации климата на рубеже атлантического и суббореального периодов около 5000 ^{14}C л.н.

Результаты исследования донных осадков озера Таватуй ($57^{\circ}08'$ с.ш., $60^{\circ}10'$ в.д.) на Среднем Урале [17] также свидетельствуют о наибольшем распространении ели со второй половины атлантического периода с максимумом в первой половине суббореала. Рубеж между

атлантическим и суббореальным периодами характеризуется некоторым уменьшением доли ели на СПД и изменением в процессе осадконакопления, обусловленным очевидным понижением уровня озера, и датируется около 5000 ¹⁴C л.н.

Таким образом, новые данные существенно меняют прежние представления, основанные на выводах Н.А. Хотинского [4], по которым рамки климатического оптимума голоцена ограничиваются второй половиной атлантического периода, и утверждается относительная неизменность динамики лесов Среднего Урала в течение суббореального-субатлантического периодов.

Наши выводы также согласуются с литературными данными о широкой экспансии еловых лесов с примесью широколиственных пород в середине суббореального периода на прилегающей к Уралу территории северо-востока европейской части России и в некоторых других регионах [18 и др.].

Вторая половина суббореального периода, по нашим данным, характеризуется уменьшением участия ели и широколиственных древесных растений и доминированием сосны в СПС, что может быть следствием похолодания и усиления континентальности климата.

Радиоуглеродные датировки уровня падения кривой пыльцы ели на СПД соответствуют возрасту отложений около 4.2 тыс. календарных лет назад (к.л.н.). На этом рубеже фиксируются резкие природные изменения

в планетарном масштабе, что дает основание считать его границей между средним, наиболее теплым, периодом и поздним голоценом, когда началась тенденция к похолоданию [9].

Отложения субатлантического периода (SA) в наших разрезах представлены недостаточно и не везде достоверно датированы. Более детально эти отложения проанализированы в одном из разрезов Горбуновского торфяника Е.Г. Лаптевой [19]. Они характеризуются преобладанием пыльцы сосны, постоянным присутствием в небольшом количестве берез, ели и пихты на СПД. Существенных изменений в динамике кривых древесных растений не зафиксировано, что согласуется с выводами Н.А. Хотинского [4, 16] об этом периоде.

В районах, расположенных южнее Шигирского и Аятского торфяников, судя по СПД разрезов Ельничного, Песчаного и Палатки IV, в течение всего голоцена доминировала сосна, временами сменяемая березой; ель участвовала в лесной растительности в небольшом количестве и не играла эдификаторную роль в составе древостоев.

По результатам комплексного исследования торфяников на восточном склоне Среднего Урала установлены основные этапы динамики растительности, климатических условий и осадконакопления в конце позднего плейстоцена и в голоцене (таблица).

В конце позднеледниковья на месте современных торфяников существовали холодные водоемы, в которых накапливались

глины и обитали лишь холодолюбивые водоросли (*Pediastrum kavraiskyi*, *P. boryanum*). В условиях холодного и сухого климата в окружающей растительности преобладали травяно-кустарниковые сообщества из карликовой березки, ив, полыней, маревых, злаков, осок, разнотравья. В то же время, как показали результаты исследований торфяников в районе Висимского заповедника [20 и др.], основные виды древесных растений – ель (*Picea obovata* Ledeb.), пихта (*Abies sibirica* Ledeb.), кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour), сосна (*Pinus sylvestris* L.), лиственница (*Larix sukaczewi* Dyl.), береза (*Betula*) – сохранялись в позднеледниковье в западных предгорьях Среднего Урала. Под пологом пихты и ели могли переживать неблагоприятные климатические условия и широколиственные виды. С потеплением в голоцене лесная растительность распространилась на восточный склон.

В предбореальном периоде, около 11 тыс. к.л.н., в озерах размножились зеленые водоросли и началось отложение сапропелей. Окружающие пространства стали заселяться древесной растительностью, прежде всего лиственницей, за которой следовали береза и ель. В предбореале выделяется более теплая и сухая первая половина, во время которой в некоторых местах озер сформировалась прослойка торфянистого сапропеля, и более холодная и влажная вторая половина, в которую началось отложение ярких розовых и красноватых сапропелей.

Динамика растительности и природной среды
на восточном склоне Среднего Урала в голоцене
Main Holocene stages of the vegetation and environment development
on the eastern slope of the Middle Urals

Периоды голоцена Holocene period		Календарный возраст, лет назад Calendar age, BP	Озерно-болотные отложения Sediments	Растительность Vegetation	Климатические условия Climatic conditions
Walker et al., 2012	Хотин- ский, 1977 Khotinsky, 1977				
Поздний голоцен Late Holocene	SB ₂	2855±68	Гипново-осоковый торф Hypnum-sedge peat	Сосновые леса с елью, пихтой, березой, с примесью липы, ильма Pine forests with spruce, fir, birch, with admixture of lime, elm, oak	Умеренно континенталь- ные сухие Moderate continental, arid
		3106±106	Древесно-сфагновый торф Woody-Sphagnum peat		
		3366±79	Осоковый торф с углями Sedge peat with coal	Сосновые леса с примесью ели, пихты, липы Pine forests with admixture of spruce, fir, birch, lime	Сухое похолодание Moderate cooling
		3841±98	Древесный торф, угли Woody peat with coal	Березово-сосновые леса с елью и лиственницей Birch-and-pine forests with spruce and larch	
Средний голоцен Middle Holocene	SB ₁	4259±109	Древесно-осоковый торф Woody-sedge peat	Сосново-еловые леса с примесью пихты, местами липы, ильма, дуба, орешника, граба Pine-and-spruce forests with fir and sometimes admixture of hazel, lime, elm, oak, hornbeam	Умеренно теплые влажные Moderate warm and humid
		4337±62			
		4996±125			
		5398±54	Древесный торф Woody peat	Березово-сосновые леса с примесью ели Birch-and-pine forests with broadleaved trees	Более сухие More arid
		5468±99	Осоковый торф Sedge peat	Сосново-еловые леса с примесью пихты, местами липы, ильма, дуба, орешника, граба Pine-and-spruce forests with fir and sometimes admixture of hazel, lime, elm, oak, hornbeam	Умеренно те- плые влажные Moderate warm and humid
		5466±111	Тростниковый торф Reedy peat		
		5621±25	Осоковый торф Reedy-sedge peat		
		5800±83	Тростниковый торф Reedy peat		
		5809±96	Торфянистый сапропель Peaty sapropel	Березово-елово-сосновые леса Birch-and-spruce-and-pine forests	Сухое похолодание Arid cooling
	AT ₂	6286±105	Оливковый сапропель Olive sapropel	Елово-сосновые леса с пихтой, примесью ольхи, липы, ильма, дуба, лещины, местами березы Spruce-and-pine forests with fir, admixture of lime, elm, oak, hazel, alder, sometimes – with birch	Умеренно те- плые влажные Humid warming
		6904±88			
		7854±62	Торфянистый сапропель Peaty sapropel	Сосновые леса с елью и кедром сибирским Pine forest with spruce, Siberian pine and larch	Суше, холоднее Arid cooling

Окончание табл.

Периоды голоцена Holocene period		Календарный возраст, лет назад Calendar age, BP	Озерно-болотные отложения Sediments	Растительность Vegetation	Климатические условия Climatic conditions
Walker et al., 2012	Хотин- ский, 1977 Khotinsky, 1977				
Ранний голоцен Early Holocene	AT ₁	8306±63	Оливковый сапропель Olive sapropel	Сосновые леса с примесью березы, ели, пихты, сибирско- го кедра, местами с участием широколиственных древесных растений Pine forests with admixture of birch, spruce, fir, Siberian pine, with few of broad leaved trees	Умеренно теплые сухие Moderate warm and some arid
		8566±38	Торфянистый сапропель Peaty sapropel		
		8667±56	Тростниковый торф Reedy peat		
	BO ₂	9386±57	Тростниковый торф Reedy-sedge peat	Берёзово-сосновые леса с примесью сибирского кедра Birch-and-pine forests with admixture of Siberian pine	Сухое потепление Arid warming
		9589±40	Оливковый сапропель Brown-olive sapropel		
	BO ₁	9768±130	Бежевый сапропель Olive-beige sapropel	Сосново-березовые леса с примесью ели и лиственницы Pine-and-birch forests with admixture of spruce and larch	Умеренно влажные Moderate humid, cool
		10 093±109	Коричневый сапропель Grey-brown sapropel		
	PB ₂	10 312±58	Красноватый сапропель Reddish-brown sapropel	Березово-елово-лиственничные редколесья Birch-and-spruce-and-larch open woodland	Более влажные Moderate cold and more humid
Late Glacial	PB ₁	10 966±128	Торфянистый сапропель Peaty sapropel	Лиственнично-березовые редколесья Larch-and-birch open woodland	Умеренно холодные сухие Moderate cold and arid
Late Glacial	DR ₃		Глина с песком, галькой Clay with sand and pebbles	Травяно-кустарниковая тундра и лесотундра Herb and shrubby tundra and forest-tundra	Холодные сухие Cold and arid

В бореальном периоде (9–10 тыс. к.л.н.) в условиях нового потепления климата в разных частях озер отложились сапропели серо-коричневого, буро-оливкового и оливково-бежевого цвета. В региональной растительности елово-лиственничные редколесья сменились лесами с доминированием березы и постепенным увеличением участия в них сосны.

С дальнейшим потеплением в атлантическом периоде (6–9 тыс. к.л.н.) в озерах размножились сине-зеленые водоросли

и сформировались слои сапропеля оливкового цвета, а в более мелководных прибрежных частях водоемов началось заболачивание и отложение торфа. Процесс заболачивания в разных частях водоемов происходил не одновременно, но всегда был связан с периодами аридизации климата и, как следствие, понижением уровня воды в озерах.

С атлантического периода на восточном склоне Среднего Урала началось широкое распространение сосны, ее пыльца доминирует в СПС последующих отложений

во всех исследованных разрезах. На этом фоне наибольший интерес для выявления динамики природной среды представляют изменения относительного содержания пыльцы ели и широколиственных древесных растений, увеличение присутствия которых маркирует более мягкие климатические условия. В отложениях первой половины атлантического периода появляется пыльца пихты, ильма, липы, лещины, а в Шигирском торфянике – даже дуба и граба, пыльцы ели немного. Во вторую половину количество

пыльцы ели заметно увеличиваются. Палиноспектры отражают растительность смешанных елово-сосновых лесов с примесью пихты и широколиственных. Климат атлантического периода был умеренно теплым, в первую половину периода – относительно сухим, во вторую – более мягким и влажным.

В отличие от прежних представлений об относительной неизменности природных условий на Среднем Урале в постатлантическое время [4] новые данные выявили существенные изменения в развитии растительности в суббореальном периоде (3–6 тыс. к.л.н.). В первую его половину в регионе произрастали сосново-еловые леса с участием пихты, вяза, липы, дуба, встречался и граб; климатические условия были даже более мягкими, чем в оптимум атлантического периода. Во вторую половину преобладали сосновые леса с примесью ели, пихты, сосны сибирской, местами с участием березы, некоторых широколиственных древесных растений, и климатические условия были умеренно континентальными, более сухими и менее теплыми.

В это время учащаются лесные пожары, сосновые леса сменяются временно производными березовыми. Слои торфа этого периода изобилуют древесиной и углистыми прослойками (VI Разрез), нередко происходит пересыхание торфяников (Ельничное).

В течение субатлантического периода (от 2.8 тыс. к.л.н.) сформировались близкие современным южно-таежные леса с преобладанием сосны.

Выводы

Полученные новые данные показали, что наиболее значимые изменения в истории растительности и природной среды на Среднем Урале происходили в следующие временные интервалы:

а) при переходе от позднеледникового к раннему голоцену, около 11 тыс. к.л.н., с потеплением началось распространение лесной растительности; пионером облесения территории была лиственница, за ней следовали ель и береза;

б) в интервале 9.3–8.6 тыс. к.л.н. существенное потепление обусловило широкое распространение сосны и миграцию широ-

колиственных древесных растений на восточный склон;

в) около 8.2 тыс. к.л.н. увеличилось распространение ели, пихты и участие широколиственных древесных растений;

г) около 4.2–4.3 тыс. к.л.н. в результате похолодания значительно сократилось участие ели и широколиственных в лесах региона.

Наиболее теплым временем голоцена (климатический оптимум) представляется период 8.2–4.2 тыс. к.л.н. В это время в регионе произрастали смешанные елово-сосновые и сосново-еловые леса с примесью ильма, липы, лещины, дуба, местами граба. По направлению с юга на север увеличивалась фитоценотическая роль ели, а участие широколиственных сокращалось.

Работа выполнена в рамках бюджетной программы БС УрО РАН при частичной поддержке Гранта РФФИ №13-06-00363А и Комплексной программы УрО РАН, Проект № 15-12-4-13.

Авторы выражают благодарность археологам М.Г. Жилину, Н.Е. Зарецкой, С.Н. Савченко, Н.М. Чаиркиной за сотрудничество.

Библиографический список

1. Герасимов Д.А. Геоботаническое исследование торфяных болот Урала // Торфяное дело. 1926. № 3. С. 53–58.
2. Благовещенский Г.А. История лесов восточного склона Среднего Урала // Сов. ботаника. 1943. № 6. С. 4–16.
3. Сукачев В.Н., Поплавская Г.И. Очерк истории озер и растительности Среднего Урала в течение голоцена по данным изучения сапропелевых отложений // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 1946. № 8. С. 5–37.
4. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.
5. Гричук В.П., Заклинская Е.Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: ОГИЗ–Географгиз, 1948. 224 с.

6. Домбровская А.В., Коренева М.М., Тюремнов С.Н. Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. М.: Госэнергоиздат, 1959. 90 с.
7. Палеопалинология. Т. I. Л.: Недра, 1966. 352 с.
8. Grimm E.C. TILIA 2 and TILIA GRAPH. Illinois state museum, Research and Collection center. Springfield. 1992. 65 p.
9. Formal subdivision of the Holocene Series / M.J.C. Walker, M. Berkelhammer, S. Björk, L.C. Cwynar, D.A. Fisher, A.J. Long, J.J. Lowe, R.M. Newnham, S.O. Rasmussen, H. Weiss. Epoch: A Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy) // Journal of Quaternary Science. 2012. 27 (7). P. 649–659.
10. Панова Н.К. История озер и растительности в центральной части Среднего Урала в поздне- и послеледниковое время // Охранные археологические исследования на Среднем Урале. Вып. 4. Екатеринбург, 2001. С. 48–59.
11. Панова Н.К., Антипина Т.Г. К динамике природной среды в верховьях реки Исети в железном веке // Пятые Берсовские чтения к 100-летию Е.М. Берс. Екатеринбург, 2006. С. 209–211.
12. Антипина Т.Г., Панова Н.К., Чаиркина Н.М. Динамика природной среды в голоцене по данным комплексного анализа VI Разреза Горбуновского торфяника // Изв. Коми науч. центра УрО РАН. Вып. 4 (16). Сыктывкар, 2013. С. 89–97.
13. Геохронология, стратиграфия и история развития торфяных болот Среднего Урала в голоцене (на примере Шигирского и Горбуновского торфяников) / Н.Е. Зарецкая, Н.К. Панова, М.Г. Жилин, Т.Г. Антипина, О.Н. Успенская, С.Н. Савченко // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2014. Т. 22. № 6. С. 84–108.
14. Panova N.K., Antipina T.G. Late Glacial and Holocene environmental history on the eastern slope of the Middle Ural Mountains, Russia // Quaternary International. 2016. Vol. 420. P. 76–89.
15. Панова Н.К., Антипина Т.Г., Зарецкая Н.Е. Новые данные по палинологии, геохронологии и стратиграфии озерно-болотных отложений на Среднем Урале // Палинология: стратиграфия и геоэкология: сб. науч. тр. XII Всерос. палинолог. конф. (29 сентября – 4 октября 2008 г., Санкт-Петербург). Т. 2. СПб.: ВНИГРИ, 2008. С. 188–194.
16. Хотинский Н.А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М., 1987. С. 39–45.
17. Отражение глобальных осцилляций палеоклимата позднеледникового и голоцена в палинологической летописи донных отложений озера Таватуй (Средний Урал) / А.В. Масленникова, В.Н. Удачин, В.Н. Анфилов, В.В. Дерягин // ДАН. Геология. 2016. Т. 408. № 4. С. 1–4.
18. Никифорова Л.Д. Динамика ландшафтных зон голоцена северо-востока европейской части СССР // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982. С. 154–162.
19. Лаптева Е.Г. Палинологические исследования на VI Разрезе Горбуновского торфяника в 2007 году // Древности Горбуновского торфяника. Охранные археологические исследования на Среднем Урале: сб. науч. ст. Вып. 6. Екатеринбург: Банк культурной информации, 2010. С. 157–163.
20. Панова Н.К., Маковский В.И., Хижняк В.А. Итоги изучения болот и развития лесной растительности Висимского заповедника в голоцене // Исследования эталонных природных комплексов Урала: матер. науч. конф., посвящ. 30-летию Висимского заповедника. Екатеринбург: Екатеринбург, 2001. С. 349–365.

Bibliography

1. Gerasimov D.A. Geobotanical study of peat bogs in the Urals // Torphyano delo. 1926. № 3. P. 53–58.
2. Blagoveshchensky G.A. History of the forests on the eastern slope of the Middle Urals // Soviet Botany. 1943. № 6. P. 4–16.

3. Sukachev V.N., Poplavskaya G.I. A sketch of the history of lakes and vegetation in the Middle Urals during the Holocene according to the study of sapropelic deposits // Bull. of the commission for the study of the Quaternary period. 1946. № 8. P. 5–37.
4. Khotinsky N.A. Holocene of Northern Eurasia. Moscow: Nauka, 1977. 200 p.
5. Grichuk V.P., Zaklinskaya E.D. Analysis of fossil pollen and spores and its application in paleogeography. Moscow: OGIZ –Geografiz, 1948. 224 p.
6. Dombrovskaya AV, Koreneva MM, Tyuremnov SN Atlas of plant remains marked in peat. Moscow; Leningrad: Gosenergoizdat, 1959. 90 p.
7. Paleopolinology. T.I. Leningrad: Nedra, 1966. 352 p.
8. Grimm E.C. TILIA 2 and TILIA GRAPH. Illinois state museum, Research and Collection center. Springfield, 1992. 65 p.
9. Formal subdivision of the Holocene Series / M.J.C. Walker, M. Berkelhammer, S. Björk, L.C. Cwynar, D.A. Fisher, A.J. Long, J.J. Lowe, R.M. Newnham, S.O. Rasmussen, H. Weiss. Epoch: A Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy) // Journal of Quaternary Science, 2012. 27 (7). P. 649–659.
10. Panova N.K. History of lakes and vegetation in central part of the Middle Urals during late-glacial and post-glacial time // Okhranniye arkhеologicheskkiye issledovaniya na Srednem Urale. Vyp. 4. Yekaterinburg, 2001. P. 48–59.
11. Panova N.K., Antipina T.G. To the dynamics of the natural environment in the upper reaches of the Iset River in the Iron Age // Fifth Bersovskie readings to the 100th anniversary of E.M. Bers. Yekaterinburg, 2006. P. 209–211.
12. Antipina T.G., Panova N.K., Chairkina N.M. Dynamics of nature environment in the Holocene by data of complex analysis of VI Section of the Gorbunovsky peat bog // Izvestia Komi Scientific center of the Ural Branch of the RAS. Vyp. 4 (16). Syktyvkar, 2013. P. 89 – 97.
13. Geochronology, Stratigraphy, and Evolution of Middle Uralian Peatlands during the Holocene (Exemplified by the Shigir and Gorbunovo Peat Bogs) / N.E. Zaretskaya, N.K. Panova, M.G. Zhilin, T.G. Antipina, O.N. Uspenskaya, S.N. Savchenko // Stratigraphy and Geological Correlation. 2014. Vol. 22. No 6. P. 632–654.
14. Panova N.K., Antipina T.G. Late Glacial and Holocene environmental history on the eastern slope of the Middle Ural Mountains, Russia // Quaternary International. 2016. 420. P. 76 – 89.
15. Panova, N.K., Antipina, T.G., Zaretskaya N.E. New data to palynology, geochronology and stratigraphy of lake and bog sediments in the Middle Urals // Palynology: stratigraphy and geoecology. Collection of the Scientific Works of XII All-Russian Palynological conference (29 of September – 4 of October 2008, Saint-Petersburg). Vol. II. VNIGRI. St-Ptb., 2008. P. 188–194.
16. Khotinsky N.A. Radiocarbon chronology and correlation of natural and anthropogenic boundaries of the Holocene time // New data on the geochronology of the Quaternary period. Moscow, 1987. P. 39–45.
17. The reflection of global paleoclimate oscillations of the Late Glacial and Holocene in the palynological record of the bottom sediments of the Tavatui lake (Middle Urals) / A.V. Maslennikova, V.N. Udachin, V.N. Anfilogov, V.V. Deryagin // DAN. Geology. 2016. Vol. 408. № 4. P. 1–4.
18. Nikiforova L.D. Dynamics of the landscape zones of the Holocene in the northeast of the European part of the USSR // Development of the nature of the territory of the USSR during Late Pleistocene and Holocene. M.: Nauka, 1982. P. 154–162.
19. Lapteva E.G. Pollen studies on Section VI of the Gorbunovsky peat-bog in 2007 year // Antiquity of the Gorbunovsky peat bog. Protective archaeological research in the Middle Urals. Vyp. 6. Yekaterinburg: Bank of cultural information, 2010. P. 157–163.

20. Panova N.K., Makovsky V.I., Khizhnyak V.A. Results of study of bogs and development of forest vegetation of the Visimsky reserve during the Holocene // Research of model natural complexes of the Urals: Materials of the scientific conference dedicated to the 30th anniversary of the Visimsky Reserve. Yekaterinburg: Yekaterinburg, 2001. P. 349–365.

УДК 630*182.47

**ВЛИЯНИЕ ЗООГЕННОЙ ДЕФОЛИАЦИИ НЕПАРНЫМ ШЕЛКОПРЯДОМ
(*LYMANTRIA DISPAR* L.) БЕРЕЗНЯКОВ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ
НА ДИНАМИКУ ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧКОВОГО ПОКРОВА**

О.В. ТОЛКАЧ – доктор сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
e-mail: tolkach_o_v@mail.ru*

О.Е. ДОБРОТВОРСКАЯ – инженер,
e-mail: taraxacum-oficin@mail.ru*

В.И. КРЮК – доктор технических наук,
профессор кафедры физики
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел.: 8 (343) 261-46-16, e-mail: lk_bf@mail.ru**

* ФГБУН Ботанический сад УрО РАН,
620144, Россия, Екатеринбург, 8 Марта, 202а,
тел.: 8 (343) 322-56-41

Ключевые слова: травяной покров, встречаемость, проективное покрытие, зоогенные сукцессии, зоогенной дефолиации березовых насаждений.

Зоогенная дефолиация оказывает опосредованное влияние на состояние травяно-кустарничкового покрова. В лесных экосистемах живой напочвенный покров является составляющей, наиболее зависимой от характеристик полога древостоя. Цель исследования – изучение динамики параметров травяно-кустарничкового покрова после дефолиации древостоев непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.). Исследования выполнены в зоне северной лесостепи. Динамика травяного покрова в березовых насаждениях, дефолиированных непарным шелкопрядом, изучалась на трех постоянных пробных площадях (ППП) в 2006 и повторно в 2011 и 2017 гг. Геоботаническое описание PPP выполнено в 2006 и 2011 гг. методом учетных площадок размером 1×1 м. На учетных площадках описывали видовой состав, измеряли высоту ярусов травяно-кустарничкового покрова, проективное покрытие каждого вида. Затем рассчитывали коэффициент встречаемости и флористического сходства по Серенсену. Параметры травяно-кустарничкового покрова и сукцессионные процессы определяются не только степенью и кратностью летних дефолиаций, но и их последовательностью. Наибольшие потери начального видового состава травяно-кустарничкового покрова наблюдаются вследствие резкого, значительного и в то же время кратковременного осветления живого напочвенного покрова зоогенной дефолиацией. Постепенное нарастание освещенности нижних ярусов растительности до высокой способствует сохранению в травяно-кустарничковом покрове домини-

рования лесных и лугово-лесных видов. Слабая дефолиация с длительным периодом усыхания деревьев способствует ослаблению позиций лесных и лугово-лесных видов и расширению сорных. В двух последних случаях активно разрастаются злаки. Зоогенная дефолиация способствует формированию мозаичности в травяно-кустарничковом покрове.

THE INFLUENCE OF A ZOOGENIC DEFOLIATION BY GYPSY MOTH (*LYMANTRIA DISPAR* L.), OF BIRCH FOTEST OF THE NORTH FOREST-STEPPE OF THE TRANSURALS ONTO THE DYNAMICS OF THE HERB-UNDERSHRUB COVER

O.V. TOLKACH – PhD in Agricultural Sciences, Senior researcher,
e-mail: tolkach_o_v@mail.ru*

O.E. DOBROTVORSKAYA – engineer,
e-mail: taraxacum-oficin@mail.ru*

V.I. KRYUK – doctor of engineering, Professor of physics department
Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education
«Ural State Forest Engineering University»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky tract, 37; Phone: +7 (343) 261-46-16,
e-mail: lk_bf@mail.ru

* Botanical Garden Yekaterinburg
620100, Yekaterinburg, 8 Marta st., 202a,
+7 (343) 322-56-41

Key words: *Grass cover, occurrence, projective cover, zoogenic succession, zoogenic defoliation, birch stands.*

Zoogenic defoliation influences indirectly on the state of the herb-undershrub cover. In forest ecosystems the living soil cover is the component what depends on the characteristics of forest stands canopy most. The purpose of this study was to study the dynamics of parameters of the herb-undershrub cover after a defoliation of stands by the Gypsy moth *Lymantria dispar* (L.).

The studies were carried out in the northern steppe zone. Dynamics of the grass cover in the birch stands, defoliated by the Gypsy moth, has been studied at the three permanent sample plots (PSP) in 2006 and then in 2011, 2017. Geobotanical description of the PSPs was made by a method of record plots: 1x1 meters in 2006, 2011 and 2017.

At these plots we described species composition, measured height of the main storey of the herb-undershrub cover, and estimated the projective coverage of each species. Then we calculated the frequency coefficient and the floristic similarity according to Sørensen coefficient.

Parameters of the herb-undershrub cover and succession processes are determined not only by the degree and multiplicity of summer defoliations, but also their sequence. The greatest loss of the initial species composition of the herb-undershrub cover is observed owing to an abrupt, significant and at the same time a short clearing up of living soil cover by zoogenic defoliation.

Gradual increasing of the illumination of the lower storeys of vegetation upto intense contributes to the preservation in the herb-shrub cover of forest and meadow-forest species dominance.

Weak defoliation, with a long period of drying up of trees, contributes to the weakening of forest and meadow-forest species position, and expansion of weeds. In the latter two cases, actively growing grasses. Zoogenic defoliation promotes formation of patchiness in the herb-undershrub cover.

Введение

Зоогенная дефолиация оказывает опосредованное влияние на состояние травяно-кустарничкового покрова через изменение плотности полога эдификатора и, следовательно, через изменение светового режима нижних ярусов фитоценозов. В зависимости от фенологии насекомых и объекта дефолиации световой режим нижних ярусов растительности может меняться кратковременно или в случае дефолиации хвойных древостоев на длительный срок. В зависимости от характера дефолиации (степени и мозаичности) она может вызвать флуктуацию характеристик травяно-кустарничкового яруса, зоогенную сукцессию регрессионной или демулационной направленности, субклимаксовое состояние. Большое значение для хода демулационных процессов травяно-кустарничкового яруса имеет период восстановления древесного полога. В условиях березняков северной лесостепи Зауралья наблюдалось полное изменение облика живого напочвенного покрова и доминирование бодяка щетинистого (*Cirsium setosum* (Willd.) Besser) в березовых насаждениях, дефолированных летне-осенним комплексом насекомых с последующим частичным усыханием древостоев. В связи с этим представляет интерес проследить влияние дефолиации на трансформацию травяно-кустарничкового покрова в более ранний (июнь – июль) период вегетационного сезона.

Цель, методика

и объекты исследования

Цель исследования – изучение динамики параметров травяно-кустарничкового покрова после дефолиации древостоев непарным шелкопрядом.

Исследования выполнены в зоне северной лесостепи, по лесорастительному районированию Б.П. Колесникова [1], район исследований относится к Зауральской равнинной провинции.

Динамика травяного покрова в березовых насаждениях, дефолированных непарным шелкопрядом, изучалась на трёх постоянных пробных площадях (ППП) в 2006 г. и повторно в 2011 и 2017 гг. в 37, 45 и 46 кварталах Покровского мастерского участка Каменск-Уральского участкового лесничества Свердловского лесничества. Исследованные березняки расположены на участках с выровненным рельефом, темно-серыми лесными почвами. Два из них, согласно классификации Б.П. Колесникова [1], относятся к коренному типу леса и один – к производному. В последнем произошла смена соснового насаждения на березовое. По видовому составу на PPP преобладает берёза повислая (*Betula pendula* Ehrh.) с незначительной примесью берёзы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.). PPP 1 и PPP 2 изначально представляли собой один выдел, впоследствии разграниченный дорогой. В табл. 1 приводится краткая лесоводственно-таксационная характеристика PPP.

Как правило, дефолиация древостоя гусеницами непарного

шелкопряда в районе исследования проходила с середины июня и продолжалась до середины июля. В течение 5 лет, с 2006 по 2011 гг., полог нарушался шелкопрядом в разной степени. Нерегулярная дефолиация наблюдалась на PPP 1 и 3, ежегодная – на PPP 2. Дефолиация носила в основном мозаичный характер, кроме дефолиации 2009–2011 гг. на PPP 2, где она была очень равномерной. Данные о степени дефолиации приведены по материалам [2] в табл. 2.

С 2006 г. на всех PPP на следующий год после дефолиации наблюдалось полное восстановление полога в мае и повторные дефолиации с середины июня до середины июля. Соответственно менялся световой режим травяной синузии. Только после дефолиации 2010 г. в связи с особенностями его погодных условий на следующий год отмечалась задержка распускания листвы у дефолированных деревьев. По этой причине в 2011 г. полог древостоя восстановился в среднем на 50% на PPP 1, на 30% – PPP 2 и на 60% – PPP 3.

Геоботаническое описание PPP выполнено методом учетных площадок размером 1×1 м в 25-кратной повторности [3, 4]. Учетные площадки закладывались в диагональных направлениях с равномерным расположением. На учетных площадках учитывали видовой состав, измеряли высоту основного яруса травяного покрова, проективное покрытие каждого вида, наличие и проективное покрытие мхового покрова. При обработке

Таблица 1

Table 1

Лесоводственно-таксационная характеристика ППП
Silvicultural-taxation characteristics of permanent plots

№ ППП Permanent plot number	Состав Composition	Бонитет Bonitet	Возраст Age	Полнота Stand completeness	Тип леса Forest type	Режим увлажнения почвы Moisture regime of the soil
1	10Б 10 Birch	II	80	0,7	Березняк короткокожково- костяничниковый The birch stand <i>Brachypodium + Rubus</i>	Устойчиво свежая Consistently fresh
2	10Б 10 Birch	II	80	0,6	Березняк короткокожково- костяничниковый The birch stand <i>Brachypodium + Rubus</i>	Устойчиво свежая Consistently fresh
3	10Б+Ос 10 Birch +Aspen	III	60	0,8	Сосняк злаково-разнотравный The pine stand forest-grass	Устойчиво свежая периодически влажная Consistently fresh, periodically wet

Таблица 2

Table 2

Среднее значение $\pm$ дисперсия (стандартное отклонение) степени дефолиации
на учетных площадях в разные годы, %
Average value $\pm$ dispersion (standard deviation) of defoliation
in different years account, %

№ ППП в настоящей работе Permanent plot number in this work	№ ППП в работе [5] Permanent plot number in work [5]	Дефолиация, %, в разные годы Defoliation, %, in different years					
		2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	4	27 $\pm$ 7	60 $\pm$ 18	Фоновая Background	17 $\pm$ 15	37 $\pm$ 16	61 $\pm$ 14
2	6	35 $\pm$ 12	47 $\pm$ 13	13 $\pm$ 13	25 $\pm$ 15	59 $\pm$ 9	85 $\pm$ 7
3	2	—	42 $\pm$ 15	Фоновая Background	Фоновая Background	37 $\pm$ 14	43 $\pm$ 17

Примечание. Степень дефолиации приведена на конец периода активной откладки яиц самками непарного шелкопряда; (–) учет не проводился; фоновая дефолиация – не более 10–15 % у всех деревьев; выборочная дефолиация отдельных деревьев отсутствовала.

Note. Defoliation degree is at the end of the period of active oviposition by Gypsy moth females; (–) no counts; background defoliation is no more than 10–15 % of all trees; selective defoliation of individual trees was absent.

результатов рассчитывали коэффициент встречаемости как процент площадок, на которых встретился данный вид, среднее проективное покрытие.

Ориентируясь на соотношение показателей проективного по-

крытия и встречаемости, составляли представление о структуре травяно-кустарничкового ценоза: низкий коэффициент встречаемости и большой процент проективного покрытия указывают на парцеллярную структуру рас-

тительности, высокий коэффициент встречаемости – на равномерное распределение вида по площади. Небольшая величина обоих показателей характеризует единичные виды. Флористическое сходство травяного яруса

определялось по коэффициенту Сёрнсена: $K = 2C/(A+B)$, где C – общее число видов в сравниваемых списках видовых составов, A – количество видов в первом списке, B – количество видов во втором списке.

Результаты исследования и их обсуждение

Параметры травяно-кустарничкового покрова приняты как исходные по учетам, выполненным в 2006 г. После дефолиации наблюдалась трансформация видового состава травяно-кустарничкового яруса на ППП. Его наибольшие изменения относительно начального произошли на ППП 1. Там отмечались наибольшее, но кратковременное изменение светового режима подпологовой растительности вследствие дефолиации и мозаичное повреждение полога оставшихся деревьев вплоть до 2011 г. Изменение освещенности благоприятствовало внедрению под полог инородных видов. За 11-летний период отмечалось постепенное

восстановление видового состава травяного покрова на ППП 1. Коэффициент Серенсона (табл. 3) увеличился с 0,49 (2011 г.) до 0,55 (2017 г.) относительно начального. Процесс восстановления очень медленный. За последние пять лет (2011–2017 гг.) больших изменений на ППП 1 по видовому составу не произошло. Коэффициент сходства – 0,71. Дефолиация полога способствовала к 2011 г. формированию мозаичных группировок отдельных видов, образованных клубникой зеленой (*Fragaria viridis* Duch.), злаками, репешком обыкновенным (*Agrimonia eupatoria* L.), состав которых к 2017 г. сменился на клевер средний (*Trifolium medium* L.), лабазник шестилепестный (*Filipendula vulgaris* Moench.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L.).

По флористическому составу рассматриваемые в 2011 г. ППП 1 и 2 близки. Общий облик травяного покрова по двум основным доминантам у них аналогичен (злаки и клубника зеленая), но

в доминирующем разнотравье на ППП 2 к 2011 г. увеличилось содержание лабазника шестилепестного и бодяка щетинистого (см. табл. 3). На ППП 2, как и на ППП 1, в травяном покрове выделяются микрогруппировки. Образованы они пыреем ползучим (*Elytrigia repens* L.), бодяком щетинистым, майником двулистным (*Majanthemum bifolium* L.), будрой плющевидной (*Glechoma hederacea* L.), которые в 2017 г. сменяются микрогруппировками из клубники зеленой и коротконожки перистой (*Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv.). Коэффициент Серенсона между ППП составляет в 2011 г. 0,70. Однако при сравнении 2017 и 2011 гг. на ППП 2 наблюдаются некоторая тенденция к изменению видового состава травяно-кустарничкового покрова и, как следствие, снижение коэффициента видового сходства до 0,66. Еще более четко эта тенденция прослеживается на ППП 3, где в связи с затяжным усыханием деревьев наблюдается внедрение под полог

Таблица 3

Table 3

Характеристика сходства видового состава травяного покрова ППП по коэффициенту Серенсона

The similarity coefficient of Sorensen characteristic of herb cover species of permanent plots

ППП, год plot, year	ППП, год permanent plot, year							
	1, 2006	1, 2011	1, 2017	2, 2011	2, 2017	3, 2006	3, 2011	3, 2017
1, 2006	1	0,49	0,55	0,73	–	0,58	–	–
1, 2011	0,49	1	0,71	0,70	–	–	0,61	–
1, 2017	0,55	0,71	1	–	0,64	–	–	0,58
2, 2011	–	0,70	–	1	0,66	–	–	–
2, 2017	–	–	0,64	0,66	1	–	–	0,57
3, 2006	0,58	–	–	–	–	1	0,74	0,69
3, 2011	–	0,61	–	–	–	0,74	1	0,68
3, 2017	–	–	0,58	–	0,57	0,69	0,68	1

лугово-лесных и сорных видов. К 2017 г. отмечено изменение состава доминантов травяно-кустарничкового покрова в связи с появлением в нем клубники зеленой, крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) (табл. 4). На ППП 3 с 2006 по 2011 гг. зафиксировано в основном регулярное распределение видов в травяном покрове. К 2017 г. сформировались микрогруппировки, образованные следующими видами: клубника зеленая, козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.), крапива двудомная.

Динамика проективного покрытия и видовой насыщенности травяно-кустарничкового покрова после зоогенной дефолиации за рассматриваемый период представлена на рисунке. Неоднократная зоогенная дефолиация (см. табл. 2) способствовала увеличению видового разнообразия на всех ППП. В 2017 г. отмечено снижение видовой насыщенности только на ППП 1 за счет исчезновения как ряда видов, встречающихся единично, так и клубники зеленой и щучки дернистой

(*Deschampsia caespitosa* L.), встречаемость которых была 56 и 36% соответственно. В 2017 г. на ППП 1 не отмечено в учетах ряда единично произраставших сорных видов: крапивы двудомной, мать-и-мачехи (*Tussilago farfara* L.), одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.), щучки дернистой, которые при определенных условиях могли стать нежелательными доминантами в сообществе.

Проективное покрытие травяно-кустарничковым покровом после зоогенной дефолиации

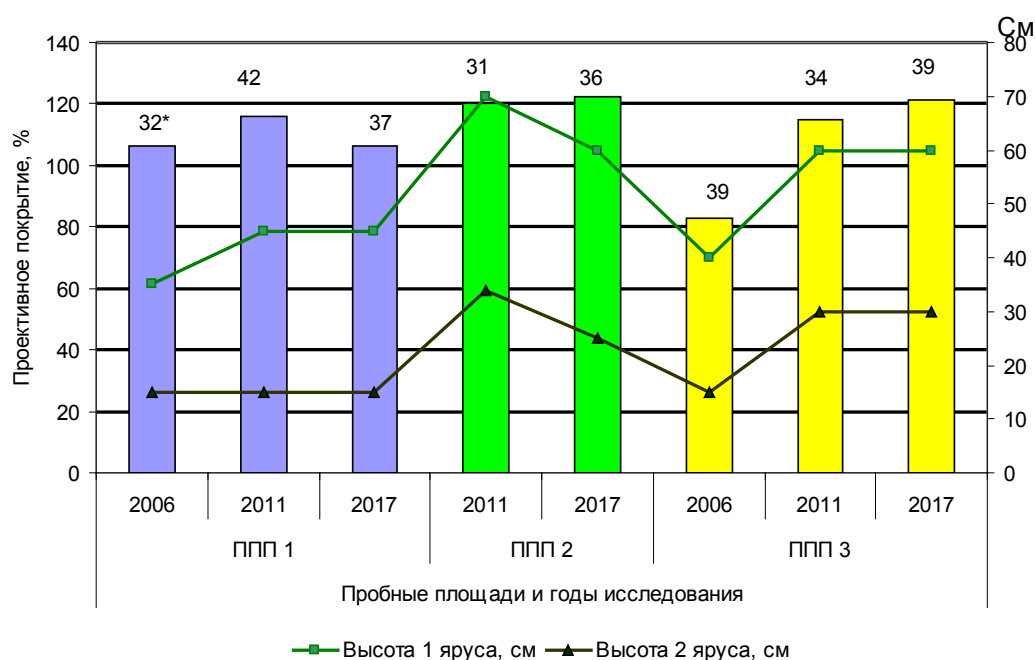
Таблица 4

Table 4

Доминанты и кондоминанты травяно-кустарничкового покрова на ППП
The herb-dwarf shrub cover dominations and contaminants of permanent plots

ППП Permanent plots	Годы Years		
	2006	2011	2017
1	Земляника зелёная (<i>Fragaria viridis</i> (Duchesne) Weston), злаки (<i>Poaceae</i> Barnhart), подмаренник северный (<i>Galium boreale</i> L.)	Земляника зелёная (<i>Fragaria viridis</i> (Duchesne) Weston), злаки (<i>Poaceae</i> Barnhart), подмаренник северный (<i>Galium boreale</i> L.), земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.), манжетка обыкновенная (<i>Alchemilla xanthochlora</i> Rothm., <i>Alchemilla vulgaris</i> L.), репешок обыкновенный (<i>Agrimonia eupatoria</i> L.)	Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.), репешок обыкновенный (<i>Agrimonia eupatoria</i> L.), кострец безостый (<i>Bromopsis inermis</i> (Leyss.) Holub)
2	—	Земляника зелёная (<i>Fragaria viridis</i> (Duchesne) Weston), злаки (<i>Poaceae</i> Barnhart), лабазник обыкновенный (шестилепестный) (<i>Filipendula vulgaris</i> Moench), бодяк щетинистый (<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Besser)	Злаки (<i>Poaceae</i> Barnhart), земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.), костяника обыкновенная (<i>Rubus saxatilis</i> L.), репешок обыкновенный (<i>Agrimonia eupatoria</i> L.)
3	Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.), злаки (<i>Poaceae</i> Barnhart), клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.), репешок обыкновенный (<i>Agrimonia eupatoria</i> L.), подмаренник северный (<i>Galium boreale</i> L.)	Репешок обыкновенный (<i>Agrimonia eupatoria</i> L.), костяника обыкновенная (<i>Rubus saxatilis</i> L.), земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.), злаки (<i>Poaceae</i> Barnhart)	Злаки (<i>Poaceae</i> Barnhart), медуница неясная (<i>Pulmonaria obscura</i> L.), репешок обыкновенный (<i>Agrimonia eupatoria</i> L.), костяника обыкновенная (<i>Rubus saxatilis</i> L.), земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.), козлятник восточный (<i>Galega orientalis</i> Lam.), крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.), подмаренник северный (<i>Galium boreale</i> L.)

Примечание. Список приведен по убыванию значения проективного покрытия.
Note. The list is given in descending order of percent cover.



* Количество видов в травяно-кустарничковом ярусе на ППП
 * The number of species in the herb-dwarf shrub layer of permanent plots

Основные характеристики травяно-кустарничкового покрова
 The main characteristics of the herb-dwarf shrub cover

полога увеличилось на всех ППП. Ее первоначальный уровень и последующее усыхание деревьев по-разному повлияли на этот показатель. Резкое и значительное кратковременное осветление нижних ярусов растительности произошло на ППП 1, за которым последовало увеличение проективного покрытия травяно-кустарничкового покрова в 2011 г. с постепенным снижением его к 2017 г. по мере восстановления крон деревьев. На ППП 2 после дефолиации сложились оптимальные условия для существующего состава травяно-кустарничкового покрова и по развитию проективного покрытия реализован максимум. На ППП 3, напротив, наименее интенсивная дефолиация 2006 г. сопровождалась постепенным

усыханием деревьев вплоть до 2017 г., что сказывалось на увеличении проективного покрытия.

Видовой состав доминантов и кондоминантов разнотравья представлен в табл. 4. Несмотря на некоторую разницу в доминантах травяно-кустарничкового покрова пробных площадей 1 и 3, коэффициент сходства видового состава у них довольно высокий – 0,58. Сами же доминанты имели регулярное размещение в травяном покрове ППП 1 и 3, и их коэффициенты встречаемости составляли 70–100%. Коэффициент встречаемости остальных видов составил 30–70%, за исключением шести-семи единичных.

К 2011 г. на ППП 3 после дефолиации 2006 г. флористиче-

ские характеристики напочвенного покрова значительно не изменились, но была отмечена небольшая смена доминантов. Земляника и злаки, хотя и продолжают доминировать в покрове, но по проценту участия в проективном покрытии уступили позиции рещешку обыкновенному (26,8) и костяннике (15,6%), в остальном состав доминантов и их соотношение сохранились, хотя величина общего проективного покрытия значительно увеличилась. В 2017 г. наблюдается относительно предыдущих лет увеличение в проективном покрытии злаков, крапивы двудомной. В составе доминантов появляется козлятник восточный – полевое растение, внедряющееся под лесной полог.

Таблица 5

Table 5

Проективное покрытие ценотических групп в травяном покрове
(% от общего проективного покрытия / средняя встречаемость ценотической группы, %)

The projective cover coenotic groups in the grass cover
(% of the total projective cover / the average incidence of coenotic groups, %)

Группы видов Group species of plants	ППП 1 Permanent plot 1			ППП 2 Permanent plot 2		ППП 3 Permanent plot 3		
	2006	2011	2017	2011	2017	2006	2011	2017
Лесные Forest	53	34	36/26	13	27/23	43	42	28/27
Лугово-лесные Meadow-forest	17	44	36/18	59	33/23	39	44	16/20
Сорные Weed	6	1	12/25	11	7/16	1	4	22/23
Злаки Cereals	24	21	16/49	17	33/21	18	10	34/38

Соотношение площадей, занимаемых различными эколого-ценотическими группами в насаждении, позволило оценить процессы трансформации травяного покрова в зависимости от степени и кратности повреждения полога, а также процессов его восстановления (табл. 5).

Следствием неоднократной мозаичной дефолиации ППП 1 было неравномерное освещение подпогового яруса, сочетание ярко освещенных участков с затененными. В результате через 5 лет в 2,5 раза увеличилось участие в проективном покрытии разнотравья лугово-лесных и в 1,5 раза уменьшилась доля лесных видов. Снизилась величина проективного покрытия злаков и сорной растительности. Была вероятность демулационных процессов, но дальнейшее развитие ситуации привело к увеличению доли сорных видов в проективном покрытии при довольно широком распределении их по площади наряду со злаками.

Коэффициенты встречаемости их соответственно составляют 25 и 49 % на 2017 г.

Плавное и равномерное увеличение прозрачности полога (ППП 2) вызвало к 2011 г. абсолютное преобладание в травостое лугово-лесных видов, доля которых в проективном покрытии в 4,5 раза больше, чем лесных. В 2017 г. увеличилась доля злаков и лесной группы растений. Небольшая мозаичная дефолиация (ППП 3) (см. табл. 2) привела к незначительному увеличению проективного покрытия лугово-лесными видами и сорной растительностью, потеснившими злаки. Динамика проективного покрытия различных групп травяного покрова на 2011 г. была настолько мала, что в данном случае можно было бы предположить обратимость существующих изменений напочвенного покрова. Однако усыхание деревьев и наличие источника обсеменения сорных видов привели в конечном итоге к уве-

личению проективного покрытия группы сорных видов и злаков на ППП 3.

Таким образом, мы рассмотрели особенности реакции травяно-кустарничкового покрова на зоогенную дефолиацию разной интенсивности, прошедшую в первой половине лета на трех участках. Последняя зоогенная дефолиация была в 2011 г., и к 2017 г. состояние древостоев на ППП 1 и 3 относится к ослабленному, а на ППП 2 – к сильно ослабленному [6]. Конечная задача представленной работы – идентифицировать протекающие на ППП процессы. Зоогенная дефолиация может вызвать как изменение тех или иных характеристик травяно-кустарничкового покрова, так и направление последующих сукцессионных процессов. Литературные данные по исследованиям зоогенных сукцессий травяных си-нузий немногочисленны. Коллективы авторов работали в дубовых насаждениях и сосновых

культурах Воронежской области [7, 8], в темнохвойных лесах и березняках Сибири [5, 9–11]. В зависимости от фенологии насекомых и объекта дефолиации световой режим нижних ярусов растительности может меняться кратковременно или в случае дефолиации хвойных древостоев на длительный срок. Большое значение для хода зоогенной сукцессии имеет период восстановления полога. Во всех представленных работах отмечены изменения одного или нескольких параметров живого напочвенного покрова: от биомассы доминантов в мало нарушенных насаждениях до значительных изменений физиономического облика напочвенного покрова. Речь идет, таким образом, о флуктуации характеристик травяного яруса, зоогенной сукцессии, ее демутации или дигрессии.

В наших случаях (ППП 1 и 2) не наблюдается признаков процесса дигрессии, или регрессионной сукцессии, так как видовая насыщенность на ППП увеличивается [12]. Исключением является снижение количества видов на ППП 3 в 2011 г., которое к 2017 г. увеличилось. Также не имеет места флуктуация, так как она предполагает возврат к близкому исходному состоянию в течение 10 лет [12]. При сильной двукратной (27 и 60 %) дефолиации и последующих в течение трех лет наблюдается длительная зоогенная сукцессия травяно-кустарничкового покрова (ППП 1). Она отличается наиболее низким из исследованных коэффициентом видового сход-

ства, увеличением доли сорной растительности в проективном покрытии и повышением коэффициента встречаемости злаков. В случае дальнейшего усыхания деревьев может последовать увеличение проективного покрытия сорняков, а наличие среди злаков плотно-кустовых и длиннокорневищных видов может привести к дигрессии травяной синузии и к длительно существующей зоогенной сукцессии. При восстановлении полога возможен длительный демутационный процесс. Дефолиации порядка 25–47 % в течение трех лет, а затем двукратные (59–85 %) (ППП 2) привели к сильному ослаблению древостоя, наибольшему, но постепенному и равномерному осветлению травяно-кустарничкового покрова. Он отличается предельным проективным покрытием, несущественными различиями в видовом составе (коэффициент Серенсена 0,66). Судя по динамике ценотических групп, мы можем рассматривать вариант развития зоогенной сукцессии в направлении демутации или формирования злаковой синузии. Относительная небольшая дефолиация в течение 4 лет (37–43 %), постепенное мозаичное осветление подполевой растительности за счет единичного усыхания деревьев привели к появлению мозаичности травяно-кустарничкового покрова, к постепенному изменению видового состава (коэффициент Серенсена уменьшается от 0,74 к 0,68) и увеличению доли в проективном покрытии

травяно-кустарничкового покрова сорной растительности и злаков. Данная зоогенная сукцессия имеет устойчивую тенденцию к дигрессии при сохранении в то же время потенциала к демутационным процессам за счет наличия видов лесной и лугово-лесной ценотических групп.

Выводы

Параметры травяно-кустарничкового покрова и сукцессионные процессы определяются не только степенью и кратностью летних дефолиаций, но и их последовательностью. Наибольшие потери начального видового состава травяно-кустарничкового покрова наблюдаются вследствие резкого, значительного и в то же время кратковременного осветления живого напочвенного покрова. Постепенное нарастание освещенности нижних ярусов растительности до высокой способствует доминированию лесных и лугово-лесных видов. Слабая дефолиация с длительным периодом усыхания деревьев способствует ослаблению позиций лесных и лугово-лесных видов и расширению сорных. При плавном и равномерном увеличении освещенности и при небольшой дефолиации, но регулярном последующем выпадении деревьев увеличивается доля злаков в проективном покрытии травяного разнотравья. Зоогенная дефолиация способствует формированию мозаичности в травяно-кустарничковом покрове.

Библиографический список

1. Колесников Б.П., Зубарева Р.П., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск, 1973. 175 с.
2. Пономарев В.И. Влияние дефолиации березовых древостоев непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.) на проявление индуцированной резистентности // Изв. СПб. лесотехн. акад. СПб.: СПбГЛТА, 2011. Вып. 196. С. 85–94.
3. Основы фитомониторинга / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 89 с.
4. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.
5. Коломиец Н.Г. Сибирский шелкопряд – вредитель равнинной тайги // Тр. по лесн. хоз-ву Западной Сибири. Новосибирск: Кн. изд-во, 1957. Вып. 3. С. 61–76.
6. Методический документ по обеспечению санитарной безопасности в лесах: утв. приказом Рослесхоза от 09.06.2015 г. № 182. 45 с.
7. Иерусалимов Е.Н. Зоогенная дефолиация и лесное сообщество. М: Тов-во науч. изд. КМК, 2004. 263 с.
8. Иерусалимов Е.Н. Изменение наземного покрова в очаге массового размножения сосновой пяденицы // Экология. 1991. № 5. С. 56–62.
9. Баранчиков Ю.Н., Перевозникова В.Д. Очаги массового размножения сибирского шелкопряда как источники дополнительного выброса углерода // Чтения памяти В.Н. Сукачева. XX. Насекомые в лесных биогеоценозах. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2004. С. 32–53.
10. Перевозникова В.Д., Баранчиков Ю.Н. Структура запасов наземной фитомассы в свежих шелкопрядниках пихтовой тайги Нижнего Приангарья // Энтомологические исследования в Сибири. Красноярск: КФ РЭО, 2002. Вып. 2. С. 166–180.
11. Антипкина И.И. Динамика травяного покрова в березняках, поврежденных непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.) на юге Тюменской области: автореф. ... канд. биол. наук / И.И. Антипкина. Тюмень, 2006. 24 с.
12. Миркин Г.С., Розенберг Л.Г., Наумова Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.

Bibliographic list

1. Kolesnikov B.P., Zubareva R.P., Smolonogov E.P. Forest conditions and forest types in Sverdlovsk region. Sverdlovsk, 1973. 175 s. 1.
2. Ponomarev V.I. Effect of defoliation of birch forest stands unpaired silkworm (*Lymantria dispar* L.) on the expression of induced resistance. // Bulletin of Saint-Petersburg forest technical Academy SPb.: FTA, 2011. – Release 196. S. 85–94.
3. The Basics of phytomonitoring / N.P. Bunkova, S.V. Zalesov, E.A. Zoteeva, A.G. Magasumova. Yekaterinburg: Ural state forest univ., 2011. 89 p.
4. Dancheva A.V., Zalesov S.V. Ecological monitoring of forest plantations and recreational purpose. Yekaterinburg: Ural state forest University, 2015. 152 p.
5. Kolomiets N.G. Siberian moth – a pest of lowland taiga // Works on forestry in Western Siberia. Novosibirsk: book publisher, 1957. Release 3. P. 61–76.
6. Methodological document on ensuring sanitary security in forests. Approved: Etc. The Federal Forestry Agency of 09.06.2015 № 182. 45 p.

7. Ierusalimov E.N. Zoogenic defoliation and forest community. Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2004. 263 s.
 8. Ierusalimov E.N. The change in land cover in the focus of mass raznoetion of pine looper // Ecology. 1991. № 5. С. 56–62.
 9. Baranchikov Yu.N., Perevoznikova V.D. Centers of mass outbreaks of the Siberian silkworm as sources of additional carbon emissions // Readings in memory of V.N. Sukachev. XX. Insects in forest biogeocenoses. Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2004. P. 32–53.
 10. Perevoznikova V.D., Baranchikov Yu.N. The structure of the terrestrial phytomass stocks fresh chalcoprateia fir taiga, Lower Angara region // Entomological studies in Siberia. Krasnoyarsk: KF, 2002. Release. 2. P. 166–180.
 11. Antipkina I.I. The dynamics of grass cover in birch forests damaged by Gypsy moth caterpillars (*Lymantria dispar* L.) on the South of the Tyumen region. Author's abstract of candidate of biological Sciences. Tyumen, 2006. 24 p.
 12. Mirkin G.S., Rozenberg L.G., Naumova B.M. Dictionary of concepts and terms of modern phytocenology. M.: Science, 1989. 223 p.
-

УДК 630*174.754:631.466.12:632.95

МИКОРИЗАЦИЯ КОРНЕЙ У ОДНОЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ В ЛЕСНОМ ПИТОМНИКЕ В УСЛОВИЯХ ПЕСТИЦИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

С.К. СТЕЦЕНКО – кандидат биологических наук,
научный сотрудник лаб. лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: stets_s@mail.ru, 620134*

Е.М. АНДРЕЕВА – кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник лаб. лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: e_m_andreeva@mail.ru*

Г.Г. ТЕРЕХОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник лаб. лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: terekhov_g_g@mail.ru*

* ФБГУН Ботанический сад Уральского отделения РАН, 620134,
Екатеринбург, ул. Билимбаевская, 32а;
тел.: +7(343) 322-56-31

Ключевые слова: микориза, сосна, сеянцы сосны, биоремедиация, пестициды, раундап, глифосат, лесной питомник, лесная подстилка.

Применение пестицидов при выращивании сосны (*Pinus sylvestris* L.) приводит к загрязнению почвы лесного питомника их остаточными количествами и метаболитами, которые долго остаются в почве и оказывают отрицательное воздействие на выращиваемую породу, приводя к появлению значительной доли тератоморфных сеянцев в посеве. Перспективным и экономически обоснованным способом очищения загрязненной почвы может стать метод биоремедиации путем микробиологического разложения

пестицида комплексом сапрофитов, входящих в состав лесной подстилки. Исследования проводили в полевом эксперименте, целью которого было изучение процессов микоризообразования корневой системы сосны при проведении биоремедиации загрязненной пестицидами почвы путем интродукции естественного микробоценоза в почву лесного питомника. В задачу исследования входило определение степени заселения корневых окончаний однолетних сеянцев микоризными грибами при внесении лесной подстилки в почву питомника и сравнение этого показателя с контрольным вариантом (без добавления подстилки) при наличии пестицидного загрязнения и без него.

Установлено, что как у нормальных, так и у аномальных сеянцев наблюдалось увеличение плотности микориз при внесении лесной подстилки в варианте без добавления пестицида. Также лесная подстилка привела к увеличению количества сосущих корней (в варианте подстилка+раундап не столь значимое, как без раундапа), которые можно рассматривать как центры потенциального микоризообразования. Снижение интенсивности микоризации отмечено в варианте с раундапом и добавлением лесной подстилки в отличие от этого показателя в контроле. Низкая скорость микробиологической трансформации раундапа естественным микробоценозом вследствие неблагоприятных погодных факторов (недостаток влаги в вегетационный период) оказывает отрицательное воздействие на формирование микоризы.

Тератоморфные растения отстают по показателям микоризации от нормальных сеянцев во всех вариантах, во многих случаях это различие достоверно.

MYCORRHIZATION OF ROOTS IN ONE-YEAR-OLD PINE SEEDLINGS IN FOREST NURSERY AT PESTICIDE CONTAMINATION OF SOIL

S.K. STETSENKO – candidate of biological sciences, researcher,
e-mail: stets_s@mail.ru *

E.M. ANDREEVA – candidate of biological sciences, senior researcher,
e-mail: e_m_andreeva@mail.ru *

G.G. TEREKHOV – doctor of agricultural science, leading researcher,
e-mail: terekhov_g_g@mail.ru *

* Botanical Garden, Ural Branch of Russian Academy of Sciences,
620134, Yekaterinburg, ul. Bilimbaevskaya, 32a;
Phone: +7(343) 322-56-31

Key words: *mycorrhiza, pine, seedling, pesticide, roundup, glyphosate bioremediation, forest nursery, forest litter.*

The use of pesticides at cultivation of pine (*Pinus sylvestris* L.) leads to contamination of the forest nursery soil with their residues that remain in the soil for a long time and have a negative impact on young trees, leading to a significant number of teratmorph seedlings in the crop. Bioremediation with use the microbiological degradation of a pesticide by the complex of saprophytes that inhabit the forest litter presents as a promising and economically profitable method for treating contaminated soil. The research was carried out in a field experiment to study the mycorrhiza relationships on the pine roots at bioremediation by introducing a natural forest microbiocenosis into the contaminated with pesticides soil of a forest nursery. The task of the study was to determine the degree of colonization of root tips with mycorrhizal fungi in the one-year-old seedlings when the litter was applied to the nursery soil and compare this indicator with the control variant (without adding litter), in the presence of pesticide contamination and without it. It was found that both normal and abnormal seedlings showed an increase in mycorrhizae density when applying forest litter in variant without adding pesticide. Also, the forest litter led to an increase in the number of root tips (in the

variant «litter + roundup», not as significant as without a roundup), which can be considered as centers of potential mycorrhiza association. The decrease in mycorrhiza intensity was noted in the variant with addition of forest litter at presence of roundup. Such decreasing was not observing in control variant with pesticide contamination. The low rate of microbiological transformation of the roundup by the natural microbiocenosis due to unfavorable weather factors (not sufficiently moisture during the growing season) has a negative effect on the mycorrhizae relationships formation. Teratomorph trees fall behind from normal seedlings in all variants at mycorrhiza formation

Введение

Вопросы эффективного и доступного метода борьбы с загрязнением почвы пестицидами и их остаточными количествами обсуждаются во многих научных работах. Актуальность разработки приемов оздоровления почвы лесных питомников обусловлена проблемами снижения качества посадочного материала хвойных пород вследствие отрицательного побочного эффекта применения пестицидов при выращивании семян [1].

В последние десятилетия концепция разложения загрязняющих веществ адсорбирующими материалами становится менее актуальна в связи с распространением нового подхода к борьбе с загрязнением природной среды методами биоремедиации, т.е. с использованием потенциальных возможностей живых организмов перерабатывать трудно разлагаемые вредные химические соединения [2, 3, 4]. Хотя в общем смысле под биоремедиацией принято понимать комплекс методов, включающий трансформирующую деятельность различных биологических объектов (растений, микроорганизмов, насекомых и др.), чаще всего под этим способом подразумевают применение особых бактериальных препаратов, специали-

зирующихся на определенном типе загрязнения. Между тем в природе при интенсивной хозяйственной деятельности могут присутствовать многокомпонентные загрязняющие факторы, для ликвидации которых потребуются микроорганизмы с широкой специализацией. В настоящее время проводятся исследования по возможности использования кооперативного действия микроорганизмов, населяющих лесную подстилку, для проведения биоремедиации в лесных питомниках [5]. Преимуществом с точки зрения экономических затрат является близость этого субстрата к питомникам, что делает способ очистки дешевым.

Лесная подстилка служит источником не только свободно функционирующих бактерий и микромицетов, но и микоризообразующих грибов, которые также могут быть одним из факторов биоремедиации [6, 7]. Кроме того, микоризные симбиозы, как известно, значительно улучшают качество жизни хвойных растений, облегчая их питательный режим. Следовательно, использование естественных микробоценозов для очистки почвы лесных питомников от пестицидного загрязнения может стать основой для разработки комплексного метода биореме-

диации, обладающего специфичностью по отношению к хвойным породам: в почве лесного питомника ликвидируется пестицидное загрязнение и создается специализированная среда для выращивания древесных растений.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Исследования проводили в полевом эксперименте, целью которого было изучение процессов микоризообразования корневой системы сосны при проведении биоремедиации загрязненной пестицидами почвы путем интродукции естественного микробоценоза в почву лесного питомника. В задачу исследования входило определение степени заселения корневых окончаний однолетних семян микоризными грибами при внесении лесной подстилки в почву питомника и сравнение этого показателя с контрольным вариантом (без добавления подстилки) при наличии пестицидного загрязнения и без него.

Для выполнения опытных работ в лесном питомнике Березовского лесничества весной 2016 г. был заложен участок, состоящий из делянок с посевом семян сосны (*Pinus sylvestris* L.). Часть опытных площадок предвари-

тельно обрабатывали раундапом (д.в. глифосат, доза 3 л/га). Затем через 1–2 недели в половину из них согласно схеме опыта вкапывалась лесная подстилка из смешанного насаждения (5С5Б). В отбираемый для переноса в питомник объем подстилки входил нижний начинающий разлагаться слой опада, слой ферментации (F) и слой гумификации (H) [8]. Толщина отобранных слоев вместе – в среднем 5 см. Подстилка вносилась на глубину пахотного слоя 0–15 см. Варианты опыта: 1) смешанная подстилка, 20 кг/м² + раундап; 2) раундап; 3) смешанная подстилка, 20 кг/м²; 4) контроль.

Выкопку однолетних сеянцев произвели в конце вегетационного сезона. Сеянцы были распределены на две морфологические группы – нормальные, т.е. имеющие нормальный морфологический облик, и тератоморфные – имеющие нарушения в развитии стволика (боковые побеги, многовершинность). Измеряли высоту стволиков, длину главного корня и корней первого

порядка. На последних учитывали число сосущих корневых окончаний. Количество микориз и микоризных окончаний на корнях последнего порядка определяли по методу, предложенному Д.В. Веселкиным [9]. Подсчеты производили под бинокулярной лупой. Для оценки развития процесса микоризации использовались следующие показатели: плотность микориз – количество микориз на 100 мм корня; плотность сосущих окончаний – количество сосущих окончаний на 100 мм корня; интенсивность микоризации – отношение микоризных окончаний к общему количеству сосущих корневых окончаний.

Статистическая обработка материала проводилась в программе Statistica 6.0, достоверность различий средних значений определяли с помощью *t*-критерия Стьюдента.

Результаты исследования

Вегетационный сезон в 2016 г. (май – сентябрь) отличался следующими особенностями: тем-

пература воздуха в основном была в пределах среднеклиматических значений для региона, за исключением августа, когда она превышала средний многолетний показатель; влажность воздуха и сумма осадков, выпавших в летний период, были ниже, чем средние многолетние значения. В связи с этим с июля по август на участке проводили полив. Относительная влажность почвы на опытных площадках в начале лета в среднем была 23,5%, в конце лета – 18,5%.

У сеянцев сосны первого года были отмечены преимущественно вильчатые микоризы (рис. 1), булавовидные встречались единично.

Определение морфологического облика 1-летних сеянцев сосны показало, что соотношение нормальных и тератоморфных сеянцев как в вариантах, где не было обработки почвы раундапом, так и вариантах, где такая проводилась, было примерно одинаковым (таблица).

Достоверное увеличение доли сеянцев нормального фенотипа



Рис. 1. Формы микоризных окончаний у 1-летних сеянцев сосны
Figure 1. Root tips with mycorrhizal fungi in the one-year-old seedlings

Распределение по морфологическим группам и биометрические показатели
1-летних сеянцев сосны на опытном участке
Morphological groups and size of one-year-old seedlings
in experimental sites of forest nursery

Вариант, вид внесенного субстрата Variant	Высота сеянца, см Seedling height, sm		Длина главного корня, см Main root length, sm		Доля сеянцев, % Percentage of seedlings, %	
	Нормальный фенотип Normal	Тератоморфный фенотип Teratomorph	Нормальный фенотип Normal	Тератоморфный фенотип Teratomorph	Нормальный фенотип Normal	Тератоморфный фенотип Teratomorph
Опытные площадки без обработки пестицидом Experimental plots without pesticide treatment						
Лесная подстилка, 20 кг/м ² Forest litter, 20 kg/m ²	5,3 ± 0,29aA	4,7 ± 0,26aA	11,0 ± 0,42aA	7,1 ± 0,77bA	74	26
Контроль Control	3,7 ± 0,18aB	2,6 ± 0,16bB	13,5 ± 0,66aB	14,1 ± 0,54aB	48	52
Опытные площадки с обработкой пестицидом (раундап, 3 л/га) Experimental plots with pesticide treatment (roundup, 3 l/ha)						
Лесная подстилка, 20 кг/м ² Forest litter, 20 kg/m ²	2,8 ± 0,14aA	2,4 ± 0,20aA	13,2 ± 0,44aA	13,7 ± 0,75aA	73	27
Контроль Control	3,0 ± 0,23aA	2,2 ± 0,26bA	9,9 ± 0,35aB	10,0 ± 0,73aB	60	40

Примечание. Разными буквами отмечены достоверные различия ($P < 0,05$) показателей внутри строк между аномальным и тератоморфным фенотипами (маленькие буквы *a*, *b*) и между лесной подстилкой и контролем (большими буквами *A*, *B*) внутри вариантов с обработкой и без обработки пестицидами.

по сравнению с таковой на контроле наблюдается при внесении лесной подстилки как в варианте с обработкой раундапом ($\chi^2 = 7,04$, $P < 0,05$), так и без нее ($\chi^2 = 27,08$, $P < 0,05$). Стоит отметить, что аномальностью развития стволика считалось только наличие дополнительных побегов. Отклонение в развитии сеянцев, связанное с нарушением соотношений длин стволика и хвои, возможно лишь во второй и последующие годы роста, и доля таких сеянцев выявляется позже [1]. Судя по тому, что сеянцы в вариантах с обработкой раундапом имели более низкие показатели роста, процесс разложения загрязнения

в 2016 г. был затруднен в связи с неблагоприятными погодными условиями для микробиологической трансформации.

Присутствие свободной фракции раундапа также негативно повлияло на скорость образования симбиотических отношений между сеянцами и грибами (см. таблицу, рис. 2). Существенное увеличение плотности микориз как у нормальных, так и у аномальных сеянцев наблюдалось при внесении лесной подстилки в варианте без добавления пестицида. Также наличие лесной подстилки приводит к увеличению количества сосущих корней (в варианте

подстилка+раундап не столь значимое, как без раундапа), что некоторые авторы считают процессом потенциального микоризообразования [10]. Присутствие раундапа в почве привело к снижению интенсивности микоризации в варианте с добавлением лесной подстилки в отличие от этого показателя в контрольном варианте.

В целом анализ развития микориз у сеянцев сосны показал, что тератоморфные растения отстают по изученным показателям этого процесса от нормальных сеянцев во всех вариантах, и во многих случаях это различие достоверно (рис. 2).

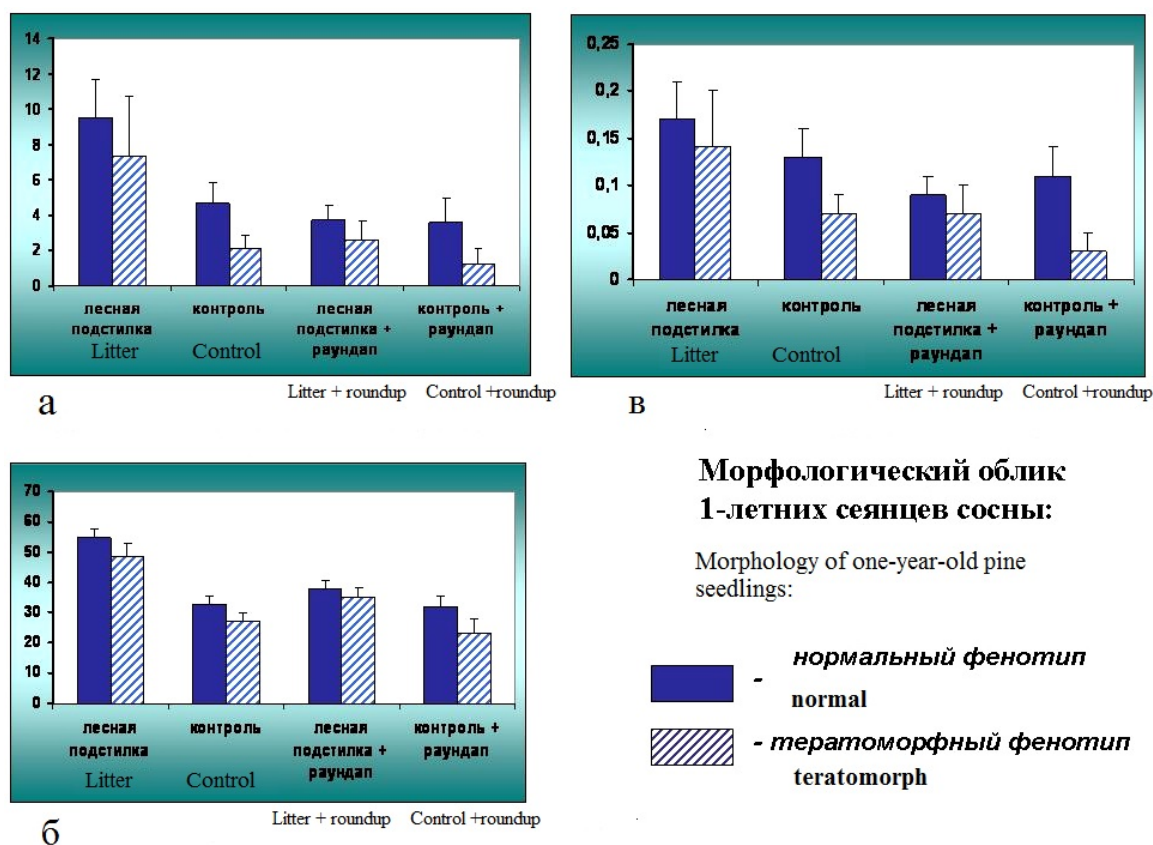


Рис. 2. Характеристика микоризообразования у 1-летних сеянцев сосны.

На рисунке представлены данные в виде среднего арифметического со стандартной ошибкой:

а – плотность размещения микориз, шт. на 100 мм проводящих корней;

б – плотность размещения сосущих корней, шт. на 100 мм проводящих корней; в – интенсивность микоризации

Figure 2. Characteristics of mycorrhiza formation in 1-year-old pine seedlings.

The figure presents data in the form of an arithmetic mean with a standard error:

а – density root tips with mycorrhizae, pieces per 100 mm of roots;

б – density root tips, pieces per 100 mm of roots; в – mycorrhizae intensity

Вывод

Установлено, что увеличение микрофлоры в ризосфере путем внесения естественного микробоценоза в почву лесного питомника повышает плотность микориз и количество сосущих корешков у сеянцев сосны, которые можно рассматривать как «потенциальные микоризы». Таким образом, внесение естественного микробоценоза в со-

ставе лесной подстилки создает условия для развития микоризных ассоциаций, улучшает среду для выращивания стандартного посадочного материала, что отражается на показателях роста сосны.

Погодные условия вегетационного периода (прежде всего влажность) оказывают влияние на адаптацию естественного комплекса микроорганизмов

и его активность по разложению пестицидного загрязнения в почве лесного питомника. Снижение микробиологической трансформации раундапа вследствие неблагоприятных климатических факторов приводит к наличию в почве свободной фракции пестицида, что может оказывать отрицательное воздействие на формирование микоризы.

Библиографический список

1. Фрейберг И.А., Ермакова М.В., Стеценко С.К. Модификационная изменчивость сосны обыкновенной в условиях пестицидного загрязнения. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 74 с.
2. Karpouzias D.G. Singh B.K. Microbial degradation of organophosphorus xenobiotics: metabolic pathways and molecular basis // Advances in Microbial Physiology. 2006. Vol. 51. P. 119–185.

3. Использование потенциала микробных сообществ для биоремедиации почв, загрязненных пестицидами / Л.Н. Пароменская, Ю.В. Круглов, В.В. Думова, М.В. Гамова // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: матер. Междунар. науч. конф. (Минск, 2–6 июня 2008 г.) В 2 т. Минск: Изд-во И.П. Логвинов, 2008. Т. 2. С. 29–31.
4. Разработка и полевые испытания технологий биоремедиации территорий, загрязненных токсичными химическими веществами / Г.А. Жариков, А.И. Марченко, О.А. Крайнова, В.В. Капранов, М.Г. Жариков // Медицина экстремальных ситуаций. 2013. № 2 (44). С. 41–51.
5. Фрейберг И.А., Стеценко С.К. Биологические параметры очистки почв от пестицидной токсичности // Экология и промышленность России. 2013. № 2. С. 40–42.
6. Meharg A.A., Cairney J.W.G. Ectomycorrhizas – extending the capacities of rhizosphere remediation? // Soil Biology and Biochemistry. 2000. V. 32. P. 1475–1484.
7. Rajtor M., Piotrowska-Seget Z. Prospects for arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) to assist in phyto-remediation of soil hydrocarbon contaminants // Chemosphere. 2016. Vol. 162. P. 105–116.
8. Почвоведение. В 2 ч. / под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. М.: Высш. шк., 1988. 400 с.
9. Веселкин Д.В. Функциональное значение микоризообразования у однолетних сеянцев сосны и ели в лесных питомниках // Вестник ОГУ. 2006. № 4. С. 12–18.
10. Бойко Т.А. Особенности микоризообразования и роста сеянцев хвойных пород в лесных питомниках Пермского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Бойко Т.А. Пермь, 2006. 18 с.

Bibliography

1. Freiberg I.A., Yermakova M.V., Stetsenko S.K. Modification forms of pine under conditions of pesticide contamination. Yekaterinburg : Ural Branch of RAS, 2004. 74 p.
 2. Karpouzas D.G., Singh B.K. Microbial degradation of organophosphorus xenobiotics: metabolic pathways and molecular basis // Advances in Microbial Physiology. 2006. Vol. 51. P. 119–185.
 3. Use of the potential of microbial communities for bioremediation of soils contaminated with pesticides / L.N. Paromenskaya, Y.V. Kruglov, V.V. Dumova, M.V. Gamova // Modern state and prospects for the development of microbiology and biotechnology: Meeting materials. Minsk, 2008. Vol. 2. P. 29–31.
 4. Development and field trials of the technology for bioremediation of the territories contaminated by toxic chemicals / G.A. Zharikov, A.I. Marchenko, O.A. Krainova, V.V. Kapranov, M.G. Zharikov // Medicine of Extreme Situations. 2013. No. 2 (44). P. 41–51.
 5. Freiberg I.A., Stetsenko S.K. Biological parameters of soil purification from pesticidal toxicity // Ecology and Industry of Russia. 2013. No. 2. P. 40–42.
 6. Meharg A.A., Cairney J.W.G. Ectomycorrhizas – extending the capacities of rhizosphere remediation? // Soil Biology and Biochemistry. 2000. V. 32. P. 1475–1484.
 7. Rajtor M., Piotrowska-Seget Z. Prospects for arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) to assist in phyto-remediation of soil hydrocarbon contaminants // Chemosphere. 2016. Vol. 162. P. 105–116.
 8. Pedology. In 2 vol. / by V.A. Kovda, B.G. Rozanov. Moscow: Vysshaya shkola, 1988. 400 p.
 9. Veselkin D.V. The functional significance of mycorrhiza formation in one-year-old pine and spruce seedlings in forest nurseries // Vestnik of the Orenburg State University. 2006. No. 4. P. 12–18.
 10. Boiko T.A. Features of mycorrhiza formation and the coniferous seedlings growth in forest nurseries of Perm Krai : thesis...cand. agricultural sciences: Perm, 2006. 18 p.
-