

# ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ФАКЕЛА НА МОРФОЛОГИЮ ХВОИ И ОРЕХОПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНЫ СИБИРСКОЙ<sup>1</sup>

## INFLUENCE OF OILFIELD ON THE MORPHOLOGY OF THE TORCH OF PINE AND SIBERIAN PINE NUT PRODUCTIVITY

**N. Ivanova  
E. Jumagulova  
O. Skorobogatova  
R. Sotski**

*Summary.* the effect of the torch on some ecological and biological factors of Siberian pine has been studied. It was revealed that flare facilities significantly affect physico-chemical properties of soil and air. As a consequence, there is a change in the pine needle morphology, its anatomical structure, tree growth and nut productivity decreases.

*Keywords:* oil-field torch, soil, pine needle morphology, anatomy, nut productivity, cones, seed.

**Иванова Нина Александровна**

К.б.н., доцент, Нижневартровский государственный университет  
ivanovanina96@mail.ru

**Юмагулова Эльвира Рамилевна**

К.б.н., доцент, Нижневартровский государственный университет  
elvirau2009@yandex.ru

**Скоробогатова Ольга Николаевна**

К.б.н., доцент, Нижневартровский государственный университет  
olnics@yandex.ru

**Соцкий Роман Николаевич**

Магистрант, Нижневартровский государственный университет  
nextroom96@gmail.com

*Аннотация.* Изучено влияние факела на некоторые эколого-биологические показатели сосны сибирской. Выявлено, что факельное хозяйство значительно влияет на физико-химические свойства почв и воздуха. Как следствие этого происходит изменение морфологии хвои, ее анатомического строения, снижается рост и орехопродуктивность деревьев.

*Ключевые слова:* нефтепромысловый факел, почва, морфология хвои, анатомическое строение, орехопродуктивность, шишки, семена.

**К**едровые леса занимают большую площадь на территории ХМАО-Югры и выполняют важную экологическую и хозяйственную функцию (Чижов, 1998, Чижов, 2000). Развитие газо- и нефтедобывающей промышленности в ХМАО-Югре оказывает значительное антропогенное воздействие, в том числе и факельное хозяйство, на кедровые леса (Плотников, 1997; Морозов, 1999).

Участки, на которых проводились исследования, расположены в районе Охтеурского лесничества, в бассейне реки Вах. Согласно лесорастительному районированию Западной Сибири (Крылов, 1961; Смолоногов и др., 1970), почти вся территория правобережья Оби относится к подзоне северной тайги.

В качестве объекта исследования использовали сосну сибирскую (*Pinus sibirica* Du Tour). Исследования

проводили на трех участках с кедровыми насаждениями в районе Охтеурского лесничества: чистые кедровники с небольшим влиянием антропогенной нагрузки (контроль); участки кедрового леса, расположенные в 500 метрах от факела; и кедровые насаждения в зоне нефтепромыслового факела.

На контрольном участке высота сосны сибирской достигала 30–35 метров с диаметром ствола до 1,20 метра. Исследуемые деревья второго участка имели высоту в среднем до 15–17 м с диаметром ствола до 0,70 м. На территории факела высота кедра достигала 5–7 м при диаметре ствола 0,30–0,50 м.

Для исследования использовали растения сосны сибирской в возрасте 40–45 лет, со средней степенью плодоношения. Пробы хвои отбирали с 20 деревьев на каждом из трёх участков со среднего яруса.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства ХМАО-Югры в рамках научного проекта № 18–44–860005.

Таблица 1. Влияние газового факела на морфологию и расположение хвои сосны сибирской

№	Вариант	Кол-во хвои в пучке	Степень некроза, усыхание	Цвет хвои	Степень дефолиации
1	Контрольный вариант	4–5±0,54	Некроз отсутствует	Насыщенно-зелёный	Стебель полностью охвоён, хвоинки расположены редко
2	Зона 500 метров	3–5±0,29	Усыхание верхушек хвоинок до 1 см с последующим опадом	Желтовато-зелёный	Степень охваченности средняя, расстояние между хвоинками небольшое
3	Зона факела	2–4±0,19	Степень усыхания до 2–2,5 см с последующим опадом	Бледный жёлто-зелёный	Расположение хвои верхушечное, расположение пучков — частое

Исследовали следующие показатели: жизнеспособность хвои по морфологическим показателям; особенности морфологии шишек и орехопродуктивность сосны сибирской; содержание общей кислотности и аскорбиновой кислоты; изучение содержания пигментов.

У хвои определяли цвет, диаметр, длину, суховершинность, количество хвоинок в мутовке, сырой и сухой вес, прирост органического вещества по разности сухого веса хвоинок, содержание воды по соотношению между сырым и сухим весом.

При изучении морфологии шишек сосны сибирской собирали по 50 шишек с экспериментальных деревьев со средним развитием кроны, измеряли длину, ширину шишек. Одновременно определяли их вес (отдельно и с семенами), количество орешков в каждой шишке, размеры орешков, их цвет, размеры и вес семян.

Оценку урожая на изученных деревьях сосны сибирской проводили по шкале глазомерной оценки Т.П. Некрасовой (1960).

В процессе исследования изучали pH почвы, температуру и влажность воздуха.

Статистическая обработка результатов проведена с использованием методов биометрии (Лакин, 1990; Андреева и др., 2002); пакета прикладных программ Statistica 11.5; Excel 2007 из пакета Microsoft Office XP.

### Результаты исследования

В результате изучения физико-химических свойств почвы и воздуха выявлено, что выбросы факела изменяют pH почвенного раствора в сторону снижения кислотности и повышения щёлочности. Кислотность почвы контрольного участка имела величину 5,9; участка 500 м от факела — 6,3; территории в районе факела — 7,4.

Зольный состав почвы снижался от контрольного варианта к опытным (контроль — 5,2%, опыт — 2,6%, факел — 2,4%).

Температура почвенного покрова в условиях воздействия факела повышалась и была выше контрольного участка на 2–3°C.

Влажность воздуха на территории факельного хозяйства была выше на 8–10% чем на контроле (контроль — 78%, 500 м от факела — 80%, на территории факела — 87%); значение температуры на 3–4 °C выше возле факела по сравнению с контролем.

Таким образом, факельное хозяйство повышает влажность и температуру воздуха, снижает содержания воды в почве, повышает температуру почвы, pH почвенного раствора изменяется в сторону снижения кислотности и повышения щёлочности.

На контрольном участке, в районе лесничества, хвоя на отобранных деревьях была насыщенного тёмно-зелёного цвета (табл. 1). Количество хвоинок в мутовке составляло четыре-пять штук, суховершинность и некроз хвои не наблюдались. Стебель на контрольном варианте был полностью охвоён, хвоя располагалась редко.

На втором участке хвоя имела бледный желтовато-зелёный цвет, наблюдалось усыхание ее верхушек до 1 см, встречались мутовки с маленькими коричневыми пятнышками и точками, в мутовках было по три-пять хвоинок. Степень охвоенности стебля средняя.

Хвоя с исследуемой территории в районе факела имела бледный желто-зелёный цвет с белесоватыми пятнами и жёлтыми кончиками. Краевой некроз составлял приблизительно 15–20% от общей длины хвоинок, степень усыхания хвои 2–2,5 см. Число хвоинок в мутовке было от двух до четырёх. Степень охвоенности стебля

Таблица 2. Особенности анатомического строения хвои кедр сибирского в условиях воздействия факельного хозяйства

№	Исследуемые параметры	Контроль	Факел
1	Площадь поперечного сечения (мм <sup>2</sup> )	0,722	0,312
2	Площадь центрального цилиндра (мм <sup>2</sup> )	0,126	0,044
3	Толщина эпидермиса (мм)	0,048	0,025
4	Площадь смоляного канала с клетками склеренхимы (мм <sup>2</sup> )	0,011	0,005
5	Площадь смоляного канала (нм <sup>2</sup> )	1108086528,000	571400384,000
6	Площадь клеток ассимиляционной ткани (нм <sup>2</sup> )	703420608,000	1360369536,000
7	Количество смоляных каналов	3	1–2

очень низкая, наблюдается верхушечное расположение хвои. Данные изменения мы связываем с выбросами факельных установок двуокиси серы, которая вызывает некроз листьев и хвои, возникновение ожогов, усыхание (Родин, 1999).

Диаметр хвоинок на контрольном участке колебался в пределах от 2,1–2,3 мм и с каждым месяцем увеличивался приблизительно на 0,1 мм в месяц. Ширина хвои также росла: от 0,8 мм в июне до 1 мм в августе.

Длина хвоинок с июня по август увеличилась на 1,84 см и составила 12,08 см.

На участке в 500 м от факела диаметр хвоинок к концу лета составлял в среднем 1,95 см, длина — 10,4 см. В районе нефтепромыслового факела диаметр хвои в августе был 1,65 мм, средняя длина 7,66 см. Таким образом, факельное хозяйство тормозило линейный рост хвои, сокращало её диаметр, вызывало изменение цвета, усыхание, сокращало количество хвоинок в пучке. Эти изменения мы связываем с влиянием факельного хозяйства на физико-химические свойства воздуха и почвы (Чижов, 1998; Морозов, 1999 Состояние..., 2003).

В научной литературе показано, что сосна сибирская является холодостойким и влаголюбивым видом, устойчивой к кислой реакции среды, но сильно подвержена газовому отравлению (Сукачев, 1938; Морозов, 1999).

В условиях воздействия факельного хозяйства изменяются анатомические особенности хвои (табл. 2).

Выявлено, что в условиях воздействия факела уменьшается площадь поперечного сечения хвои, центрального цилиндра, толщина эпидермиса, размеры и количество смоляных ходов. Площадь клеток ассимиляционной ткани возрастает. Например, в контроле площадь поперечного сечения хвои составляла 0,722 мм<sup>2</sup>, на территории факела — 0,312 мм<sup>2</sup>. Размеры поперечного сечения центрального цилиндра соответственно 0,105 мм<sup>2</sup> и 0,044 мм<sup>2</sup>.

Все изученные параметры анатомического строения хвои кедр сибирского уменьшаются почти в 2 раза, за исключением площади клеток ассимиляционной ткани. Увеличение размеров ассимиляционной ткани хвои на территории факела, возможно, связано с торможением деления клеток. Известно, что многие антропогенные факторы вызывают изменение в соотношении гормонов роста растений (Медведев, 2004) и, как результат, приводят к торможению или активации процессов клеточного деления.

Как было отмечено выше, на участке с факелом у хвои сокращается количество смоляных ходов, что мы связываем с ухудшением жизнеспособности растений кедр. Смоляные ходы участвуют в процессах образования смолы и эфирных масел. Эти процессы требуют больших энергетических затрат, снижение их образования является, на наш взгляд, адаптивным механизмом, позволяющим растениям лучше приспособиться неблагоприятным условиям среды (Современная..., 1990).

Все изученные параметры анатомического строения хвои кедр сибирского сокращаются в условиях действия факела, за исключением размеров клеток ассимиляционной ткани, величина которых растёт (рис. 2).

Хвоя сосны сибирской на исследуемых участках отличалась не только по размерам, но и скорости накопления органики (рис. 3–4). Сырой вес хвои с контрольной территории в июне месяце составил 305 мг, в июле — 310 мг, в августе — 315 мг. Вес сырых хвоинок в районе 500 м от факела в июне был 205 мг, в июле 230 мг, в августе 260 мг. Сырая биомасса хвои в районе факела в июне составила 145 мг, в июле — 150 мг, в августе — 145 мг (рис. 3).

Таким образом, сырая биомасса хвои в контрольном варианте была максимальной, в районе 500 м от факела ниже на 30%, а в варианте факельного хозяйства — на 50%.

Сухая биомасса хвои контрольного варианта составляла 215 мг в июне, 220 мг в июле, 250 мг в августе. На участке 500 м от факела соответственно 135 мг, 145 мг

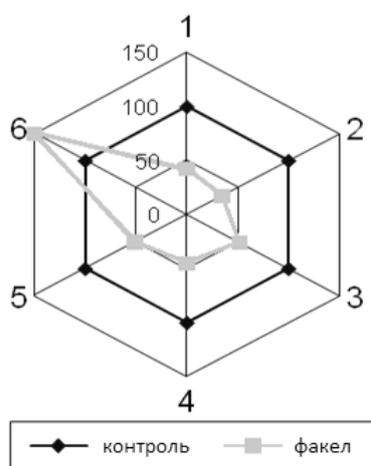


Рис. 2. Схема изменения анатомического строения хвои кедра сибирского в условиях влияния факела в процентах по отношению к контролю:  
 1 — площадь поперечного сечения, 2 — площадь центрального цилиндра, 3 — толщина эпидермиса, 4 — площадь смоляного хода с клетками склеренхимы, 5 — площадь смоляного хода, 6 — площадь клеток ассимиляционной ткани

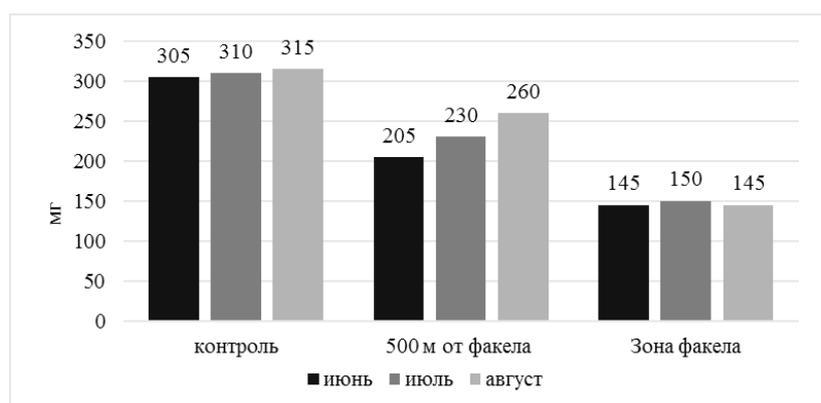


Рис. 3. Влияние факела на сырую биомассу хвои сосны сибирской (в мг)

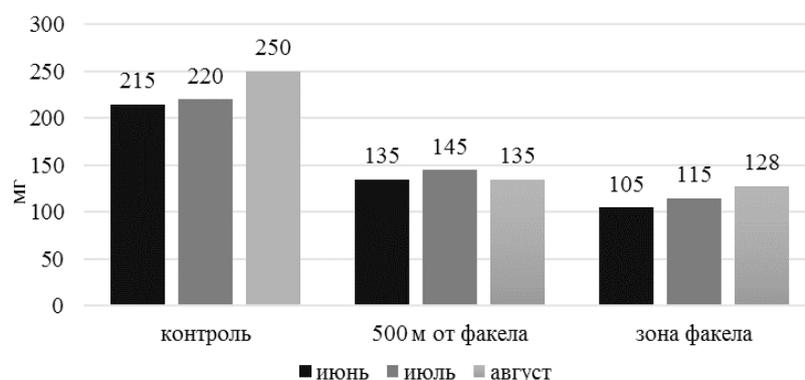


Рис. 4. Влияние факела на формирование органического вещества хвоинок сосны сибирской — сухой вес (в мг)

Таблица 3. Влияние факельного хозяйства на морфологию шишек и орехопродуктивность сосны сибирской

№	Показатели	Контроль	500м от факела	Факельное хозяйство
1	Количество шишек на дереве (шт)	120±9,2	65±8,3	7±0,65
2	Урожай шишек на опытных участках по отношению к Контролю,%	100	54	5,8
3	Длина шишек, см	4,5±0,35	3,9±1,05	3,6±0,91
4	Ширина шишек	3,4±0,21	3,2±0,20	2,8±0,14
5	Вес одной шишки, г	27,32±1,95	20,35±1,31	17,10±0,72
6	Вес орешек одной шишки, г	9,320±0,74	8,500±0,63	6,800±0,54
7	Количество орешек в одной шишке, шт	55±0,51	38±0,37	32±0,28
8	Количество пустых орешек в шишке, шт	3±0,41	5±0,61	8±0,83
9	Вес чешуек, г	18,00±0,19	11,85±0,17	10,30±0,15
10.	Вес одного орешка, мг	300±25,7	250±20,9	210±18,5

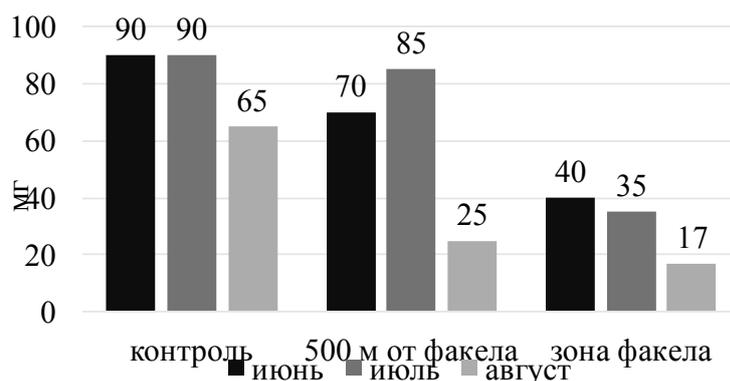


Рис. 5. Содержание воды в хвое сосны сибирской на изученных участках

и 235 мг. В районе факела 105 мг, в июле 115 мг, в августе 128 мг (рис. 4).

Биомасса хвои в контрольном варианте имела самые высокие значения, наименьшие в варианте с территории факела.

Содержание воды в контроле выше, чем в варианте с территории 500 м от факела, и в 2 раза больше, чем в варианте с территории факела (рис. 5).

Таким образом, факельное хозяйство снижает образование органики и накопление воды в хвое сосны сибирской, что мы связываем с изменением физико-химических свойств почвы и воздуха.

Влияние газового факела на орехопродуктивность сосны сибирской изучали на основе учета количества

шишек на одно дерево, их морфологии, веса орехов в шишке и семян (табл. 3).

На контрольном участке в среднем на каждом дереве количество шишек составляло около 120 штук. По шкале урожайности Т.П. Некрасовой данный урожай средний (1960). В районе 500 метров от факела урожай сосны сибирской на одно растение ниже (65 шишек), что соответствует слабому урожаю. На участке в районе факела урожай был значительно снижен, количество шишек составляло около 7 штук на одно дерево. В соответствии с методикой определения урожая по Т.П. Некрасовой, данный урожай очень плохой.

В процентном отношении к контрольному варианту урожай сосны сибирской на опытных участках снижался на растениях с территории 500 м от факела на 46% и составлял 54% от контроля. На участке с факельным хозяй-

Таблица 4. Влияние факельного хозяйства на образование семян сосны сибирской

№	Показатели	Контроль	500м от факела	Газовый факел
1	Вес одного семени, мг	140	125	105
2	Длина семени, мм	7	5,5	5,3
3	Ширина семени, мм	5,1	3,5	2,7

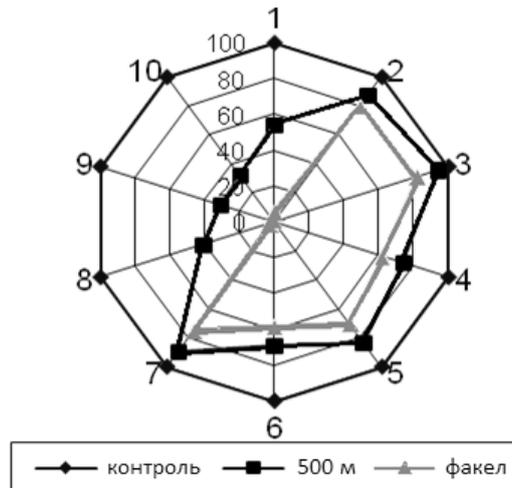


Рис. 6. Влияние факельного хозяйства на морфологию шишек, орешек и семенную продуктивность сосны сибирской: 1 — урожай шишек, 2 — длина шишек, 3 — ширина шишек, 4 — вес одной шишки, 5 — масса орешка, 6 — количество орешков в одной шишке, 7 — вес семени, 8 — вес шишек на одно растение, 9 — вес орешков на 1 растение, 10 — количество орешков на одно растение

ством падение урожая было очень высоким — 94,2%, урожайность от контроля составляла 5,8%. Средняя длина шишек на контрольной территории — 4,5 см, ширина — 3,4 см. Преобладали в основном конусовидные шишки светло-серого цвета. Средний вес одной шишки — 27,32 г. Чешуйки, или апофизы, крючковатые, с отогнутыми в виде крючка кончиками. Средняя масса орешков с одной шишки — 9,32 г, масса чешуек — 18 г. Средняя длина шишек с участка 500 м от факела составляла 3,9 см, ширина — 3,2 см. Форма шишек сосны сибирской круглая, цвет шишек светло-серый. Вес одной шишки составлял 20,35 г, орешков — 8,500 г, вес чешуек — 11,850 г. Шишки, отобранные с деревьев на территории факела, имели длину — 3,6 см, ширину — 2,8 см. Форма шишек круглая, цвет тёмно-серый. Средний вес шишек — 17,100 г, орешков — 6,800 г, чешуек — 10,300 г. (Табл. 3). Масса одного семени с контрольного варианта — 140 мг. Среднее количество орешков в шишке 55 штук, из них, в среднем, 3 ореха — пустых, что составляет 5,5% от общего количества орехов. Средняя масса одного ореха равна 300 мг, длина орешков — 8 мм, ширина — 5,5. Цвет орешков на данном участке коричневый. Орешки с территории 500 м от факела имели светло-коричневый цвет. Средний вес одного орешка составил 250 мг (Табл. 3), вес семени — 125 мг. Длина орешков — 7,5 мм, ширина —

5 мм, средняя длина семян равна 5,5 мм, а ширина — 3,5 мм. Количество орехов в одной шишке 38 штук, из них 5 штук, пустые (13% от общего количества орехов).

Орешки с территории факела имели серовато-коричневый цвет. Масса одного ореха с участка факельного хозяйства была 210 мг. Средние размеры орешков следующие: длина — 7,2 мм, ширина — 4,8 мм. Вес семян в среднем — 105 мг; длина 5,3 мм, ширина — 2,7 мм. Количество орешков в шишках уменьшилось по сравнению с предыдущими вариантами до 32 орешков, 8 из которых были пустыми, что составляет 25% от общего количества орешков (Табл. 3 и 4).

Таким образом, с увеличением влияния факельного хозяйства на кедровые насаждения количественные показатели всех параметров шишек уменьшались: менялись линейные размеры, вес шишек, орешек, семян, количество орехов в шишках. В варианте с территории факела значительно изменялась форма шишек, увеличивался процент пустых орехов.

Можно сделать вывод, что газовый факел оказывает значительное влияние на морфологию шишек и их продуктивность.

Обобщенные данные по влиянию нефтепромыслового факела на морфологию шишек, орешек и семенную продуктивность сосны сибирской представлены на рис. 6.

Все изученные параметры по морфологии шишек, их урожайности, орехопродуктивности, семенной продуктивности снижаются в условиях действия факела, особенно урожай шишек, их вес, количество и вес орешек, семян.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Е.Н., Баккал И. Ю., и др. Методы изучения лесных сообществ. СПб., 2002. 240 с.
2. Крылов Г. В. Леса Западной Сибири. М., 1961. 255 с.
3. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учеб. для вузов. М., 1990. 350 с.
4. Медведев С. С. Физиология растений: Учебник. СПб., Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2004. 336 с.
5. Морозов А. Е. Состояние кедровых лесов в условиях воздействия нефтегазодобычи в Ханты-Мансийском автономном округе: дис. . . . канд. с.-х. Екатеринбург, 1999. 379 с.
6. Некрасова Т. П. Методы оценки и прогноза урожая семян кедра сибирского. Новосибирск, 1960. 33 с.
7. Родин А. К. Экологические аспекты сжигания газообразного топлива [Электронный ресурс] / А. К. Родин // Провизор. — 1999. — Режим доступа: <http://rsee.chitgu.ru/pages/safonov/ISEERC99rus.pdf>
8. Смолоногов Е.П., Вегерин А. М., Колесников Б. П. Лесорастительное районирование Тюменской области // Ботанические исследования на Урале. Свердловск: УФАН СССР. 1970. С. 34–58.
9. Состояние окружающей среды и природных ресурсов в городе Нижневартовске и Нижневартовском районе в 2003–2005 годах: обзор. — Ханты-Мансийск: НПЦ Мониторинг, 2006. 132 с.
10. Сукачев В. Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. М.-Л., Гослестехиздат, 1938. 574 с.
11. Чижов Б. Е. Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа. Экологический фонд Ханты-Мансийского автономного округа. — Тюмень: Мандрики, 1998. 144 с.
12. Чижов Б. Е. Леса и лесное хозяйство Югры. Екатеринбург, Урал. кн. изд-во, 2000. 128 с.
13. Экология Ханты-Мансийского автономного округа / под редакцией В. В. Плотникова. Тюмень, Софт Дизайн, 1997. 288 с.

© Иванова Нина Александровна (ivanovanina96@mail.ru), Юмагулова Эльвира Рамилевна (elvirau2009@yandex.ru),  
Скоробогатова Ольга Николаевна (olnics@yandex.ru), Соцкий Роман Николаевич (nextroom96@gmail.com).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Нижневартовский государственный университет