

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН»
Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН**

Организация хозяйства в кедровых лесах Сибири

**Редактор
В. А. Соколов**



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН»

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

ОРГАНИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВА В КЕДРОВЫХ ЛЕСАХ СИБИРИ

Электронное текстовое издание

Ответственный редактор
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
В. А. Соколов

Санкт-Петербург
Наукоемкие технологии
2025

© Коллектив авторов, 2025
© Институт леса им. В. Н. Сукачева
СО РАН, 2025
ISBN 978-5-00271-050-8

УДК 630*181.65(571.5)
ББК 43.4 (253.5)
О-64

Авторы:

В. А. Соколов, Г. С. Вараксин, С. К. Фарбер, Ю. Н. Баранчиков,
Т. А. Буренина, О. П. Втюрина, М. Д. Евдокименко, Н. С. Кузьмик,
Р. Т. Мурзакматов, А. А. Онучин, В. А. Сенашова, Н. В. Соколова,
Е. А. Тютюкова, Е. В. Федотова, А. С. Шишкин

Рецензенты:

Г. А. Иванова – доктор биологических наук;
С. Л. Шевелев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор

О-64 **Организация хозяйства в кедровых лесах Сибири** [Электронный ресурс] /
отв. ред. В. А. Соколов. – СПб.: Научное издание, 2025. – 176 с. – URL:
<https://publishing.intelgr.com/archive/Organizatsiya-khozyaistva-v-kedrovikh-lesakh-Sibiri.pdf>.

ISBN 978-5-00271-050-8

Со времени утверждения «Руководства по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах (кедр сибирский)», разработанного Институтом леса и древесины им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения Академии наук СССР, прошло 35 лет. За это время произошли значительные изменения в социально-экономических условиях страны.

Было разработано новое лесное законодательство Российской Федерации, которое существенно изменило подходы и методы организации и ведения хозяйства в лесах. Накоплены новые знания о лесообразовательных процессах, структуре, динамике и состоянии кедровых лесов России, опыте применения «Руководства...» в практике лесного хозяйства.

Вышеизложенное диктует необходимость совершенствования «Руководства...» с учетом современных реалий. Настоящая книга послужит основой для разработки нового Руководства по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах (сосна кедровая сибирская – *Pinus sibirica* Du Tour).

Книга рассчитана на специалистов в области лесопользования, лесопользования, лесоводства, экономики и охраны природы, а также работников лесного сектора, преподавателей и студентов лесотехнических вузов и биологических факультетов университетов.

Табл. 39. Илл. 29. Библиогр.: 293 назв.

Работа подготовлена в рамках базового проекта FWES-2024-0007 «Роль природных и антропогенных факторов в системе устойчивого управления лесами Сибири».

Регистрационный номер НИОКТР 124012900559-4.

Утверждено к изданию
Институтом леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

ISBN 978-5-00271-050-8

© Коллектив авторов, 2025

© Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2025

Научное издание

Соколов Владимир Алексеевич
Вараксин Геннадий Сергеевич
Фарбер Сергей Кимович
Баранчиков Юрий Николаевич
Буренина Тамара Анисимовна
Втюрина Ольга Петровна
Евдокименко Михаил Данилович
Кузьмик Наталья Сергеевна
Мурзакматов Рысбек Тобокелович
Онучин Александр Александрович
Сенашова Вера Александровна
Соколова Настасья Владимировна
Тютюкова Екатерина Александровна
Федотова Елена Викторовна
Шишкин Александр Сергеевич

Организация хозяйства в кедровых лесах Сибири

Редактор В. А. Соколов
Компьютерная верстка и графика О. П. Втюрина

Подписано к использованию 24.11.2025.
Объем издания – 15,1 Мб.

Издательство «Наукоемкие технологии»
ООО «Корпорация «Интел Групп»
<https://publishing.intelgr.com>
E-mail: publishing@intelgr.com
Тел.: +7 (812) 945-50-63
Интернет-магазин издательства
<https://shop.intelgr.com/>

ISBN 978-5-00271-050-8



FEDERAL RESEARCH CENTER KRASNOYARSK SCIENTIFIC CENTER
OF THE SIBERIAN BRANCH OF THE RAS

V. N. SUKACHEV INSTITUTE OF FOREST
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE SIBERIAN BRANCH

FOREST MANAGEMENT OF SIBERIAN STONE PINE FORESTS

Electronic publication

Editor-in-chief
Doctor of Sciences in Agriculture, Professor
V. A. Sokolov

Saint Petersburg
Naukoemkieologii
2025

© Authors, 2025
© V. N. Sukachev Institute of Forest
SB RAS, 2025
ISBN 978-5-00271-050-8

UDC 630*181.65(571.5)

BBK 43.4 (253.5)

Authors:

V. A. Sokolov, G. S. Varaksin, S. K. Farber, Yu. N. Baranchikov, T. A. Burenina,
O. P. Vtyurina, M. D. Evdokimenko, N. S. Kuzmik, R. T. Murzakmatov, A. A. Onuchin,
V. A. Senashova, N. V. Sokolova, E. A. Tyutkova, E. V. Fedotova, A. S. Shishikin

Reviewers:

G. A. Ivanova – Doctor of Sciences in Biology;
S. L. Shevelev – Doctor of Sciences in Agriculture, Professor

Forest Management of Siberian Stone Pine Forests [Electronic resource] / editor-in-chief
V. A. Sokolov. – Saint Petersburg, Naukoemkieologii, 2025. 176 p. URL:
<https://publishing.intelgr.com/archive/Organizatsiya-khozyaistva-v-kedrovikh-lesakh-Sibiri.pdf>.

ISBN 978-5-00271-050-8

35 years have passed since the approval of the Guidelines for management of cedar forests (Siberian stone pine), developed by the Sukachev Institute of Forest and Timber of the USSR Academy of Sciences Siberian Branch. During this time, considerable changes of the country socio-economic conditions have taken place.

New forest legislation of the Russian Federation has been developed, which has significantly changed the approaches and methods of forestry and forest management. New knowledge has been accumulated about forest formation processes, the structure, dynamics and condition of Russian cedar forests, and the experience of applying the guidelines in forestry practice.

The above dictates the need improving the guidance taking into account current realities. This book will serve as the basis for a new guide development regarding management of Siberian stone pine forests (*Pinus sibirica* Du Tour).

The book is primarily designed for specialists in forest management, forest inventory, forestry, economics, and nature conservancy as well as for workers of the forest sector. Furthermore, it serves as a valuable reference for educators and students at forest engineering universities, colleges and biological faculties of universities.

Tables 39. Fig. 29. Bibl.: 293 references.

The reported study was funded by the State Project FWES-2024-0007
«The Role of Natural and Anthropogenic Factors in the System of Sustainable Forest
Management of Siberia».

Approved for publication
by V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS

ISBN 978-5-00271-050-8

© Authors, 2025

© V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 2025

Scientific publication

Sokolov Vladimir Alekseevich
Varaksin Gennadii Sergeevich
Farber Sergei Kimovich
Baranchikov Iurii Nikolaevich
Burenina Tamara Anisimovna
Vtiurina Olga Petrovna
Evdokimenko Mikhail Danilovich
Kuzmik Natalia Sergeevna
Murzakmatov Rysbek Tobokelovich
Onuchin Aleksandr Aleksandrovich
Senashova Vera Aleksandrovna
Sokolova Nastasia Vladimirovna
Tiutkova Ekaterina Aleksandrovna
Fedotova Elena Viktorovna
Shishikin Aleksandr Sergeevich

Forest Management of Siberian Stone Pine Forests

Electronic publication

Editor-in-chief V. A. Sokolov

Signed for use on 24.11.2025.

The edition volume 15.1 MB

Naukoemkieologii, Publishing House

Intel Group Corporation, Ltd.

website: <https://publishing.intelgr.com>

E-mail: publishing@intelgr.com

Tel.: +7 (812) 945-50-63

ISBN 978-5-00271-050-8



ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение (Соколов В. А.).....	9
1. Динамика кедровых лесов Сибири (Соколов В. А., Втюрина О. П.) ...	11
2. Структура кедровников (Соколов В. А., Втюрина О. П.).....	14
3. Санитарное состояние кедровых лесов	38
3.1. Санитарное состояние кедровников (Соколов В. А., Фарбер С. К., Мурзакматов Р. Т.)	38
3.2. Физико-химические характеристики древесины здоровых и угнетенных деревьев <i>Pinus sibirica</i> Du Tour (Тютюкова Е. А.).....	42
4. Водоохранно-защитная роль кедровых лесов (Буренина Т. А., Онучин А. А., Федотова Е. В., Соколов В. А.)	49
5. Пользование недревесными ресурсами (Шишкин А. С., Соколова Н. В., Втюрина О. П.).....	65
5.1. Орехопромысел	65
5.2. Заготовка пищевого и лекарственного сырья	72
5.3. Охотничье хозяйство	78
6. Рубки в кедровых лесах (Соколов В. А., Фарбер С. К., Мурзакматов Р. Т.).....	83
6.1. Возрасты спелости	83
6.2. Правила и технологии лесозаготовок.....	88
7. Воспроизводство кедровников (Вараксин Г. С., Соколов В. А.).....	94
7.1. Общие положения	94
7.2. Выращивание посадочного материала.....	98
7.3. Технологии создания лесных культур и плантаций	99
8. Охрана кедровников от пожаров (Евдокименко М. Д.).....	110
9. Защита кедровников от вредителей леса (Баранчиков Ю. Н., Сенашова В. А.)	113
9.1. Основные патогены и вредители кедровых лесов России	113
9.2. Меры защиты	140
10. Стратегия развития лесного комплекса в кедровых лесах.....	142
10.1. Эколого-экономическая оценка кедровников (Соколов В. А., Кузьмик Н. С.).....	142
10.2. Особенности лесоустройства кедровых лесов (Соколов В. А.) ..	147
10.3. Стратегия комплексного лесопользования (Соколов В. А.).....	151
Заключение (Соколов В. А.)	156
Литература.....	158

CONTENTS

Introduction (Sokolov V. A.)	9
1. Siberian Stone Pine Forest Dynamics (Sokolov V. A., Vtyurina O. P.)	11
2. Structure of the Siberian Stone Pine Forests (Sokolov V. A., Vtyurina O. P.).....	14
3. Siberian Stone Pine Forest Health.....	38
3.1. Siberian Stone Pine Forest Health (Sokolov V. A., Farber S. K., Murzakmatov R. T.).....	38
3.2. Physico-chemical Characteristics of Wood of Healthy and Oppressed Trees of <i>Pinus sibirica</i> Du Tour (Tyutkova E. A.)	42
4. The Water Protection and Protective Role of the Siberian Stone Pine Forests (Burenina T. A., Onuchin A. A., Fedotova E. V., Sokolov V. A.).....	49
5. Non-timber Forest Products Use (Shishikin A. S., Sokolova N. V., Vtyurina O. P.).....	65
5.1. Harvesting of Pine Nuts	65
5.2. Harvesting of Medicinal and Food Raw Materials	72
5.3. Wildlife Management.....	78
6. Siberian Stone Pine Forest Harvesting (Sokolov V. A., Farber S. K., Murzakmatov R. T.)	83
6.1. Maturity Age	83
6.2. Logging Rules and Technologies	88
7. Regeneration of the Siberian Stone Pine Forests (Varaksin G. S., Sokolov V. A.).....	94
7.1. General Regulations	94
7.2. The Growing of Forest Planting Material	98
7.3. Technologies of Forest Crops and Plantations Establishment.....	99
8. Fire Protection of Siberian Stone Pine Forests (Evdokimenko M. D.)	110
9. Cedar Forest Protection against Pests (Baranchikov Yu. N., Senasheva V. A.)	113
9.1. Basic Pathogens and Pests of Cedar Forests in Russia	113
9.2. Protection Measures	140
10. Strategy for the Forest Complex Developing in Cedar Forests	142
10.1. Ecological and Economical Assessment of Cedar Forests (Sokolov V. A., Kuzmik N. S.).....	142
10.2. Features of the Cedar Forest Management (Sokolov V. A.)	147
10.3. Strategy for the Complex Forest Use (Sokolov V. A.).....	151
Conclusions (Sokolov V. A.)	156
References.....	158

ВВЕДЕНИЕ

В 1990 г. было утверждено разработанное Институтом леса и древесины им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения Академии наук СССР «Руководство по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах (кедр сибирский)» в качестве действующего и в настоящее время норматива, реализующего целый ряд постановлений государственных органов власти бывшего СССР. «Руководство...» явилось результатом попытки решения так называемой «проблемы кедра», которая была вызвана недостатком знаний на тот период о лесообразовательных процессах в этой формации. Дело «проблемы кедра» дошло даже до того, что в бывшем СССР в 1989 г. были запрещены рубки главного пользования в кедровых лесах, что означало фактически прекращение ведения хозяйства в них (Седых, 2007).

Этим волевым решением были проигнорированы результаты исследований природы кедровых лесов Сибири, которыми предлагалось с учетом экономических условий и биологических закономерностей произрастания кедровых лесов рационально использовать комплекс древесных и недревесных ресурсов (Колесников, Смолоногов, 1960; Добровольский, 1964; Поликарпов, 1966а; Воевода, Рузманов, 1979; Воробьев, 1983; Соколов, 1987; Основы..., 1997 и др.).

Запрет рубки кедра без анализа состояния участков кедровых лесов являлся популистским решением, не основанном на мнении многих специалистов лесного хозяйства, но учитывающим массовые выступления общественности в СМИ в защиту кедра от промышленной рубки, а также неспособность государственного управления противостоять массовой вырубке кедровых лесов в лесосырьевых базах предприятий лесной промышленности. При правильной организации лесного хозяйства в кедровых лесах запрет рубки кедра – это анахронизм, дилетантское решение. Таким образом появилась «кедровая проблема», разрешить которую до сих пор не удается науке и практике.

Изучению кедровых лесов и кедровой проблемы посвятили свои работы многие исследователи (Поварницын, 1944; Колесников, Смолоногов, 1960; Добровольский, 1964; Поликарпов, 1966б; Хлатин, 1966; Лебков, 1967; Спиридонов, 1968; Парфенов, 1979; Седых, 1979, 2014; Воробьев, 1983; Крылов и др., 1983; Кедровые леса..., 1985; Смолоногов, 1990; Семечкин, 2002; Бобринев и др., 2004; Поляков, 2007; Дебков, 2015; Дебков, Кривец, 2017; Желдак и др., 2017 и др.).

Кедр сибирский (сосна кедровая сибирская – *Pinus sibirica* Du Tour) является исконно сибирской, российской лесообразующей породой. Интерес к кедровым лесам всегда проявляется на фоне продовольственных и экономических трудностей в стране. Когда трудностей нет, о кедре, его комплексном использовании и воспроизводстве не вспоминают, относятся как к обычной лесообразующей породе. Семена кедра – вкусный питательный продукт, хороший корм для многих обитателей леса. В урожайные и последующие годы численность многих ценных пушных животных нарастает, поэтому кедровники являются лучшими охотничьими угодьями в Сибири для соболя и белки.

Коренные кедровники или темнохвойно-кедровые леса – наиболее сложная и динамичная формация сибирской тайги. После пожаров и рубок кедр становится эдификатором и регулятором биогеоценотического процесса только к 160–200 годам, после выпадения лиственных и менее долговечных первых поколений его темнохвойных спутников. При дальнейшем беспожарном развитии древостоев через 450–600 лет он либо уступает место пихте, и тогда формируются разновозрастные пихтовые леса с небольшой примесью кедра, устойчиво существующие до следующего катастрофического явления, либо образует циклично-разновозрастные древостои, перестойный материнский полог которых сменяется в дальнейшем новыми поколениями кедра (Соколов, 1987; Семечкин, 2002; Поляков, 2007).

Бытует мнение, что кедровые леса Сибири хорошо изучены. Однако, нужно отметить, что изучение их проводилось «быстрыми» методами и приемами: методом временных пробных площадей и маршрутных исследований, составлением из статических данных динамических рядов, сглаживанием рядов без учета природных циклов и получением результатов в виде таблиц хода роста, доведенных до 260–280-летнего возраста древостоев. Быстрые методы не гарантируют от серьезных ошибок. Таких, например, когда пробные площади в древостоях предельного возраста (для кедровника он составляет 280–320 лет) используются для составления таблиц хода роста без поправки на редкую встречаемость высоковозрастных насаждений, что уравнивает их вес с весом других пробных площадей, представляющих более молодые насаждения. В результате – неумышленное искажение динамики запаса насаждений. До последнего момента в таких таблицах хода роста наблюдается увеличение показателей, в том числе запаса и суммы площадей сечений, что необоснованно ведет к гиперболизации устойчивости и долголетия кедра.

В «Руководстве...» была сделана попытка организации комплексного неистощительного использования, воспроизводства и охраны лесов кедра сибирского. Многие думают, что должно осуществляться прижизненное, многоцелевое, комплексное использование, воспроизводство и охрана каждого участка кедрового леса. Но это недостижимо ни теоретически, ни практически.

1. ДИНАМИКА КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ СИБИРИ

Леса как биологический объект находятся в постоянном развитии под влиянием природно-исторических и антропогенных факторов. Ретроспективное изучение развития леса необходимо для оценки результатов деятельности человека в лесу, грамотной постановки задач мониторинга лесов и прогнозирования структуры лесного фонда на ближнюю и отдаленную перспективу. Динамика кедровых лесов изучена недостаточно. Справедливости ради надо отметить, что при лесоустройстве лесных объектов прослеживались изменения в лесном фонде за ревизионный период (обычно за 10–12 лет), но анализ динамики лесов делался шаблонно и поверхностно. То же самое можно сказать и о прогнозе структуры лесного фонда на десятилетний срок, анализ которого при повторном лесоустройстве вообще не делается. На уровне отдельных экорегионов (лесохозяйственных районов) подобного рода исследования вообще не проводились (Основы..., 1997; Динамика..., 2013).

Важность и необходимость изучения динамики лесного фонда официально признана лесоустроительными инструкциями 1964, 1986, 1995 годов. В «Инструкции по проведению лесоустройства в лесном фонде России. Часть II» (1995) указывается, что результаты анализа динамики лесного фонда служат основанием для определения приоритетов в лесоустроительном проектировании, направленных на устранение негативных тенденций в лесах. Однако последующие лесоустроительные инструкции игнорируют необходимость исследования динамики лесов, что свидетельствует о недооценке составителями лесообразовательного процесса.

Лесной фонд Сибири находится в постоянной динамике. Под влиянием природных и антропогенных факторов происходит смена категорий земель, породного и возрастного состава лесов, других таксационных характеристик.

Сочетание множества факторов природного и антропогенного характера, которые зачастую вообще не учитываются исторически и территориально (пожары, ветровалы, очаги вредителей леса, эмиссии и др.), не позволяет во многих случаях достоверно определить причины многих изменений в лесном фонде.

По мнению Л. Н. Ващука и А. З. Швиденко (2006, с. 5), «Динамика лесных пространств аккумулирует все природные и антропогенные воздействия на лес и, в конечном итоге, является зеркалом состояния лесов, особенностей функционирования лесных экосистем и основных тенденций их развития. Результаты ее изучения являются объективной основой для оценки взаимодействия человеческого общества и леса и, в частности, хозяйственной деятельности человека в лесу, служат информационной основой для прогнозирования использования и воспроизводства ресурсов на ближнюю и отдаленную перспективу».

Показатели динамики лесного фонда являются объективной основой для оценки хозяйственной деятельности человека в лесу (Dengler, 1923; Орлов, 1928; Воронин, 1960; Шейнгауз, 1976; Рийникес, 1987; Структура..., 1994; Динамика..., 2013 и др.). В то же время они являются стартовой базой для осу-

Таблица 1

Динамика площади кедровых лесов по Сибирскому Федеральному округу (тыс. га)

Субъекты РФ	годы учета									Изменения с 1961 по 2020 гг.
	1961	1966	1973	1983	1988	1998	2003	2008	2020	
Алтайский край	748,2	948,6	737,6	814,7	827,5	1079,0	39,0	38,9	38,6	398,4
Республика Алтай							1049,2	1080,1	1108,0	
Кемеровская область	196,0	183,8	187,2	267,4	280,8	273,7	194,2	184,3	161,0	–35,0
Новосибирская область	40,6	41,5	41,1	40,2	42,3	42,6	41,9	44,4	43,8	3,2
Омская область	123,0	127,7	115,7	136,8	146,8	134,9	136,5	136,5	138,7	15,7
Томская область	2957,2	2290,1	3249,6	3477,9	3560,0	3567,8	3606,4	3610,1	3662,9	705,7
Красноярский край	7911,1	10322,3	10504,6	10385,3	10261,4	10331,0	8055,5	9657,7	9688,8	2621,3
Республика Хакасия							852,3	842,0	843,6	
Эвенкийский автономный округ							1654,3			–
Иркутская область	5330,9	5776,7	5946,7	7014,7	6898,8	6971,2	6877,2	6843,3	6877,5	1546,6
Усть-Ордынский Бурятский автономный округ							12,1	12,2		–
Республика Тыва	3248,0	3573,1	3614,1	3632,7	3513,7	3516,0	3458,2	3251,1	3224,7	–23,3
Всего	20555,0	23263,8	24396,6	25769,7	25531,3	25916,2	25976,8	25700,6	25787,6	5232,6

Примечание: Республика Алтай ранее входила в состав Алтайского края, Республика Хакасия и Эвенкийский автономный округ – в состав Красноярского края, Усть-Ордынский Бурятский автономный округ – в состав Иркутской области.

**Динамика запасов кедровых лесов
по Сибирскому Федеральному округу (млн м³)**

Субъекты РФ	Годы учета		Изменения
	1961	2020	
Алтайский край	113,44	8,45	173,80
Республика Алтай		278,79	
Кемеровская область	19,77	25,99	6,22
Новосибирская область	3,43	8,62	5,19
Омская область	22,38	29,24	6,86
Томская область	403,07	755,68	352,61
Красноярский край	1459,36	1870,22	591,27
Республика Хакасия		180,41	
Иркутская область	669,60	1585,4	915,80
Республика Тыва	356,14	478,21	122,07
Всего	3047,19	5221,01	2173,82

Примечание: Республика Хакасия ранее входила в состав Красноярского края, Республика Алтай – в Алтайский край.

ществления прогнозирования использования и воспроизводства лесных ресурсов. Практика лесоустройства показывает, что формальный анализ динамики лесного фонда не мог служить основой дальнейшего проектирования. К такому же выводу пришел и А. С. Шейнгауз (1986). Его методические рекомендации по анализу динамики лесного фонда актуальны и сегодня, но до сих пор не востребованы практикой. Это еще одно свидетельство экстенсивности лесного хозяйства в Сибири и на Дальнем Востоке.

Площадь кедровых лесов Сибири (в современных границах СФО) на 01.01.1939 г. составляла 20154,2 тыс. га (Поварницын, 1944), а на 01.01.1959 г. – 20792,4 тыс. га (Добровольский, 1964).

Исследования динамики кедровых лесов Сибири с 1961 по 2020 г. (табл. 1, 2) и анализ социально-экономической ситуации после принятия Лесного кодекса РФ (2006) показали необходимость существенной корректировки «Руководства...», не изменяя его положений по организации и ведению хозяйства на селекционно-генетической основе. За период с 1961 г. произошли существенные изменения. Площадь кедровников увеличилась на 5232,6 тыс. га или на 25,5 %. Основное увеличение произошло после принятия в 1964 г. новой лесоустроительной инструкции. По этой инструкции были смягчены требования к отнесению древостоев к хвойным породам, а редколесий и кустарников – к покрытой лесом площади. Это позволило перекрыть потери в покрытых лесом землях от пожаров, вредителей леса, ветровалов, а также от сплошных рубок.

Динамика общих запасов в кедровых лесах по субъектам СФО также носит положительный характер. Увеличение составило 2173,82 млн м³, или 71,3 %. В целом, положение с сохранностью кедровников в Сибири выглядит благополучно.

2. СТРУКТУРА КЕДРОВНИКОВ

Под структурой лесного фонда следует понимать порядок распределения земель лесного фонда на определенной территории. Этот порядок многоплановый и определяется количественными и качественными показателями структурных составляющих лесного фонда, которые, в конечном итоге, раскрывают эколого-экономическое содержание лесов конкретного объекта. На практике для характеристики структуры лесного фонда обычно используют всевозможные распределения земель лесного фонда в форме таблиц и лесных карт тематического характера. Первые более содержательны, вторые отличаются наглядностью. В настоящее время существует тенденция к совмещению этих материалов в конкретных объектах в виде агрегированных банков данных о лесном фонде.

Понятие структуры лесного фонда не следует подменять понятием структуры лесной растительности – одним из наиболее важных разделов геоботаники, лесной таксации, лесоустройства и лесоведения вообще. Н. В. Третьяков в классической работе «Закон единства в строении насаждений» (1927) впервые в мировой литературе сформулировал понятие об основной единице структуры лесной растительности – древостое элементе леса. Он же предложил считать лесную таксацию наукой о лесе как объекте измерения. Следовательно, возник вопрос о структуре леса с позиций измерения строения отдельных древостоев (Курбатский, Семечкин, 1984).

Структурообразующими признаками лесной растительности являются: древесная порода, возраст, ярусность, полнота, запас, характер размещения деревьев, происхождение (семенное, порослевое, искусственное), степень повреждения естественными вредителями, стихийными силами и воздействием человека, тип условий местопроизрастания (сюда входят: рельеф, климат, почвогрунты, гидрологические условия). Всевозможное переплетение этих признаков и их подвижность (изменчивость) во времени ведет к большому разнообразию растительных ассоциаций. Тем не менее можно выделить ведущие структурообразующие факторы, являющиеся основой, на которой формируются все остальные.

Исходными условиями формирования растительных формаций следует считать климатические и литогенные условия внешней среды, которые, складываясь из многих компонентов, а также взаимно трансформируя свои лесорастительные качества (климат через особенности рельефа, рельеф через особенности климата), позволяют развиваться только в заданном направлении остальным факторам структурообразования. Для горных лесов важен еще специфический литогенный фактор формирования структуры растительности – тектонический, поэтому так велика роль ландшафтного подхода при изучении крупных таксонов растительного покрова или больших участков земной поверхности.

Ареал кедра сибирского (сосны кедровой сибирской – *Pinus sibirica* Du Tour) приведен на рисунке 1.

Распределение площадей и запасов кедровников Сибири по группам возраста по состоянию на 01.01.2020 г. приведено в таблицах 3, 4.

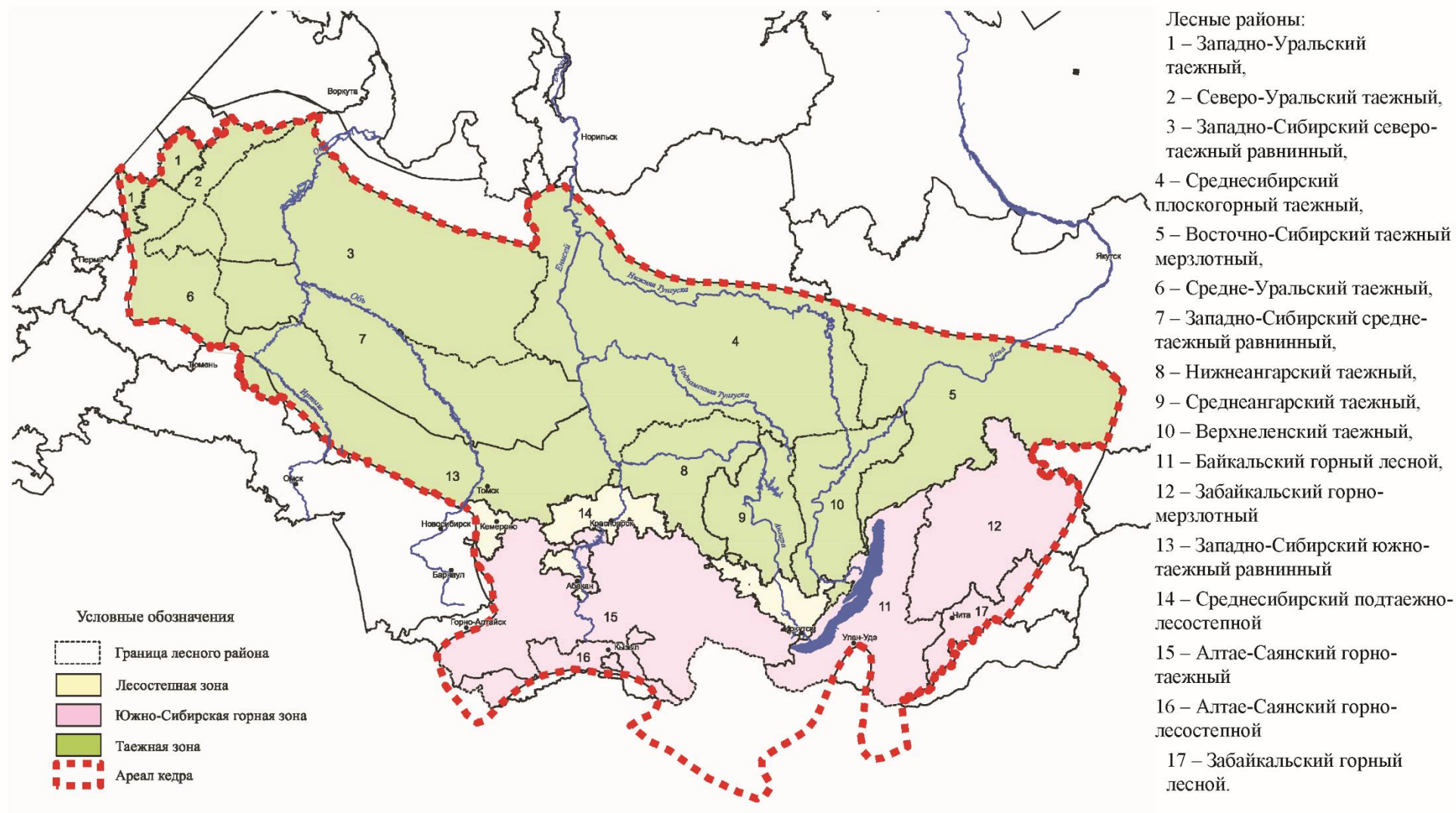


Рис. 1. Ареал кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour.

Таблица 3

Распределение площади кедровых лесов Сибирского федерального округа по группам возраста (тыс. га)

Субъекты РФ	Земли, покрытые лесной растительностью							
	В том числе по группам возраста лесных насаждений							
	всего	молодняки		Средневозрастные		приспевающие	Спелые и перестойные	
		1 класса	2 класса	всего	в т. ч. включенные в расчет		всего	в т. ч. перестойные
Алтайский край	38,6	3,4	0,2	22,8	13,0	9,1	3,1	0,4
Республика Алтай	1108,0	89,3	53,9	575,4	252,3	255,4	134,0	0,2
Кемеровская область	161,0	37,7	3,9	66,5	35,8	30,6	22,3	0,1
Новосибирская область	43,8	4,5	0,9	9,6	5,8	13,6	15,2	0,5
Омская область	138,7	8,2	7,0	70,0		26,4	27,1	0,8
Томская область	3662,9	216,0	68,0	1455,2	1021,8	1416,6	507,1	5,7
Красноярский край	9688,8	359,4	184,2	2717,8	1942,9	4352,7	2074,7	189,9
Республика Хакасия	843,6	81,4	43,3	316,0		217,5	185,4	10,1
Иркутская область	6877,5	514,4	715,6	2868,3	6,3	1583,4	1195,8	87,2
Республика Тыва	3224,7	119,9	234,0	1633,5	510,2	1162,6	74,7	1,9
Всего, тыс. га	25787,6	1434,2	1311	9735,1	3788,1	9067,9	4239,4	296,8
%	100	5,6	5,1	37,7	14,7	35,2	16,4	1,2

Таблица 4

Распределение запасов кедровых лесов Сибирского федерального округа по группам возраста, млн м³

Субъекты РФ	Земли, покрытые лесной растительностью							
	В том числе по группам возраста лесных насаждений							
	всего	молодняки		средневозрастные		приспевающие	Спелые и перестойные	
		1 класса	2 класса	всего	в т. ч. включенные в расчет		всего	в т. ч. перестойные
Алтайский край	8,45	0,08	0,02	5,31		2,30	0,74	0,07
Республика Алтай	278,79	1,96	7,49	152,15	66,71	76,86	40,33	0,07
Кемеровская область	25,99	1,06	0,51	13,16	7,08	6,31	4,95	0,01
Новосибирская область	8,62	0,14	0,10	1,89		2,93	3,56	0,13
Омская область	29,24	0,19	0,80	16,38		6,27	5,60	0,15
Томская область	755,68	6,53	6,25	306,87	215,48	314,99	121,04	1,59
Красноярский край	1870,220	7,126	20,479	552,613	395,055	824,985	465,017	30,753
Республика Хакасия	180,41	1,45	6,77	74,27		51,63	46,29	2,56
Иркутская область	1585,4	9,7	98,9	729,5		418,3	329,0	19,3
Республика Тыва	478,21	2,04	21,12	256,12		184,45	14,48	0,35
Всего	5221,01	30,276	162,439	2108,263	684,325	1889,025	1031,007	54,983

Бытует мнение, что кедровые леса Сибири хорошо изучены. Однако нужно отметить, что изучение их проводилось «быстрыми» методами и приемами: методом временных пробных площадей и маршрутных исследований, составлением из статических данных динамических рядов, сглаживанием рядов без учета природных циклов и получением результатов в виде таблиц хода роста, доведенных до 260–280-летнего возраста древостоев. Быстрые методы не гарантируют от серьезных ошибок. Таких, например, когда пробные площади в древостоях предельного возраста (для кедровника он составляет 280–320 лет) используются для составления таблиц хода роста без поправки на редкую встречаемость высоковозрастных насаждений, что уравнивает их вес с весом других пробных площадей, представляющих более молодые насаждения. В результате – неумышленное искажение динамики запаса насаждений. До последнего момента в таких таблицах хода роста наблюдается увеличение показателей, в том числе запаса и суммы площадей сечений, что необоснованно ведет к гиперболизации устойчивости и долголетия кедра. Например, Е. П. Смолоногов в книге о кедровниках Урала и Сибири (1990) приводит сведения о естественной спелости их в возрасте 400–500 лет.

В настоящее время кедровые леса в России находятся в привилегированном положении. Из-за большого водоохранно-защитного, орехоплодного и охотничье-промыслового значения их взяло под охрану государство. Рубки главного пользования в них были запрещены. Пользование древесиной осуществляется только в порядке ухода за лесом, санитарных и реконструктивных рубок. В этих условиях естественная спелость кедровников становится очень важным показателем, нормативом, с учетом которого принимаются решения о разделении кедровников на возрастные категории, определяется фонд реконструкции насаждений, санитарных рубок, противопожарных и лесозащитных мероприятий.

В лесном хозяйстве различают естественную спелость древостоев основных поколений лесообразователей, определяемую возрастом, в котором текущий прирост не компенсирует усилившийся естественный отпад деревьев и запас систематически снижается, и естественную спелость отдельных деревьев, когда проявляются объективные признаки старости: плоская и редкая крона, крупноплитчатая кора, наличие суховершинности, гнили.

Следует определить, что считать началом распада поколения и когда считать распад свершившимся фактом. Поскольку средняя точность лесоустроительных данных и таблиц хода роста – около 5 %, уменьшение запаса старовозрастных древостоев можно принимать как значимое, если оно более 5 %. Это и следует взять за критерий наступления возраста естественной спелости основного поколения кедра. Целесообразно считать распад поколения свершившимся, если ранее преобладавшее поколение уступило преобладание или более молодому поколению кедра (произошла смена поколений, снизился средний возраст насаждения), или древостою примеси (изменилась преобладающая порода).

Лесоведам Сибири и Урала, в лесничествах которых имеются кедровники 240 лет и старше, не надо тешить себя иллюзиями о большой долговечности

кедра и вечной устойчивости леса, не ждать надвигающегося распада преобладающих сейчас поколений кедра, а загодя провести необходимые мероприятия, чтобы потом не списывать свои промахи на стихийные силы природы – ветер, насекомых, пожар.

Системы ведения многоцелевого (комплексного) неистощительного экологически и экономически выверенного хозяйства в лесах кедра сибирского, предложенных в «Руководстве...», могут быть применены ко всем лесам всех пород. При таком подходе не потребуется особо выделять кедр как лесообразующую породу и кедровые леса (леса с преобладанием или значительным участием кедра) от других лесообразующих пород (потенциальные ельники, пихтарники, сосняки и лиственничники). Необходим переход лесоправления на новый уровень, применяя участковый метод организации хозяйства в лесах. Возможно и комбинирование участкового метода с применяемым в настоящее время методом классов возраста.

Ошибочным было установление класса возраста в 40 лет и возраста рубки с 241 года, при котором к спелым насаждениям были отнесены кедровники в возрасте 241–320 лет. Между тем, возраст естественной спелости кедровников Сибири наступает в 240–300 лет в зависимости от условий местопроизрастания. Парадоксом становится отнесение к спелым распадающихся древостоев кедра, перешедших рубеж естественной спелости, с рекомендациями реконструировать буреломно-валежно-сухостойный лес. Поэтому в учете лесного фонда практически нет перестойных насаждений кедра. Например, в учете лесного фонда на 01.01.2008 г. в Верхне-Манском лесничестве перестойных насаждений нет, а в Ермаковском их насчитывается только 85 га. По данным В. Г. Креснова и др. (2007), в Западной Сибири насчитывается всего 0,2 % перестойных кедровников, в Восточной Сибири – 0,9 %.

В таблице 5 приведено распределение площади кедровых насаждений двух вышеуказанных лесничеств по коэффициентам состава кедра в группах возраста. Явно преобладают кедровники с коэффициентом состава кедра 3–5 единиц, около 60 %. Их площадь в Сибири составляет 17 млн га. Фактически они исключены из ежегодной расчетной лесосеки. При условном возрасте рубки 201 год ежегодная лесосека равномерного пользования будет равна 85 тыс. га с ликвидным запасом древесины 20 млн м³, в том числе в Красноярском крае 6,8 млн м³. Небольшая часть этого запаса выбирается за счет санитарных рубок. Остальной запас вынужденно уйдет в отпад, ухудшая санитарное состояние кедровых лесов и увеличивая пожарную опасность.

При учете кедровников по 40-летним классам возраста выравнивается возрастной ряд, теряется представление о наличии колебаний в распределении древостоев по возрасту на территории устраиваемых объектов, нарушаются очередность и своевременность хозяйственных мероприятий, менее надежно выявляются возрастные поколения кедра, т. е. искусственно упрощается структура кедровников (Поляков, 2007).

Необходим возврат к 20-летним классам возраста. Установление возраста рубки целесообразно после дополнительных лесоустроительных изысканий в конкретных лесничествах.

Таблица 5

Распределение площадей кедровников по составу в группах возраста, %

Коэффициент состава	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые	Перестойные	Итого
Верхне-Манское лесничество (Восточный Саян)						
3–5	84,1	65,5	45,9	46,9	–	56,4
6–7	11,3	23,0	35,9	27,3	–	27,4
8–10	4,6	11,5	18,2	25,8	–	16,2
Ср. запас на 1 га, м ³	79	222	253	256	–	229
Ермаковское лесничество (Западный Саян)						
3–5	93,3	79,9	67,4	62,2	–	66,9
6–7	5,8	12,3	24,4	25,5	–	23,0
8–10	0,9	7,8	8,2	12,3	–	10,1
Ср. запас на 1 га, м ³	53	245	270	270	–	255

«Руководство...» – лишь первый опыт организации и ведения лесного хозяйства на селекционно-генетической основе. В нем есть недостатки, которые необходимо выявить и устранить, а также адаптировать «Руководство...» к новым условиям организации и ведения лесного хозяйства в России в связи с введением Лесного кодекса РФ (2006).

Прежде всего, необходимо отменить запрет на проведение рубок в кедровых лесах. В объектах с преобладанием кедровых насаждений необходимо перейти на участковый метод лесоустройства, в процессе которого относить лесные участки к кедровому хозяйству и устанавливать возрасты и обороты рубок с учетом лесорастительных и экономических условий.

Имеется много работ по изучению возрастной структуры древостоев в основном для лесотаксационных целей, но вопросы динамики возрастной структуры в них практически не рассматриваются. Общепринятые методики изучения хода роста древостоев не предусматривают исследования динамики модальных насаждений. Тем не менее, можно утверждать, что насаждение в течение жизни не растет согласно таблицам хода роста в прошлом и будущем. В связи с этим представляется важным изучение динамики модальных древостоев.

Нами было проведено исследование динамики модальных кедрово-пихтовых насаждений в Восточно-Саянском горно-таежном районе в пределах Красноярского края. Эти насаждения занимают 56 % покрытой лесом площади и отличаются неплохой продуктивностью. Средний запас спелых и перестойных насаждений и средний прирост на 1 га превышают идентичные показатели для горных лесов Восточной Сибири соответственно на 68 и 28 % (Основы..., 1997). Наибольшее распространение и хозяйственное значение имеет зеленомошная группа типов леса. Целью исследования было выявление возможности организации хозяйства по элементам леса (составляющим породам).

Развитие отдельных составляющих пород в смешанных кедрово-пихтовых насаждениях неодинаково и зависит от многих факторов. Основным из них, вероятно, надо считать биологические и фитоценоотические факторы. В первую очередь следует отметить неодинаковую долговечность кедра и других составляющих пород, особенно пихты и березы. Это создает предпосылки для съема части древесного запаса до наступления спелости основного кедрового древостоя – элемента леса (Соколов, 1981а, б, в).

В. Ф. Лебков (1967) считает важным обстоятельством резкую разницу в возрастах спелости кедра и пихты в смешанных кедрово-пихтовых насаждениях и предлагает устанавливать два возраста рубки: отдельно для кедра и пихты. Выборочные рубки в них до возраста главной рубки кедра позволяют использовать пихтовую часть древостоя, которая в противном случае перейдет в отпад.

По мнению И. И. Кенставичуса (1975), объем несплошных рубок следует устанавливать по запасу насаждений, с учетом его распределения по составляющим породам и их фактической спелости.

Таким образом, существует теоретическая возможность вести расчет размера главной рубки и организовать хозяйство в смешанных кедрово-пихтовых лесах исследуемого района по составляющим породам. Рассмотрим эту возможность подробнее.

Возможность и целесообразность составления таблиц динамики модальных насаждений, широко используемых при лесоустройстве, подтверждается многими исследованиями (Семечкин, 1962; Лесков, 1967; Третьяков, 1927; Моисеев и др., 1968; Анучин, 1971; Воронков, 1976а, б; Филиппов и др., 1980; Антанайтис и др., 1984). До настоящего времени для преобладающих в районе темнохвойных лесов отсутствовали таблицы, достаточно полно характеризующие динамику модальных смешанных древостоев, являющихся основным объектом хозяйственного воздействия. Пожалуй, единственной попыткой явилась таблица хода роста, составленная М. А. Нахабцевым в 1962 г. для модальных кедровых древостоев черничникового типа леса Восточного Саяна (Ход роста..., 1975).

Поскольку в темнохвойных лесах района преобладают насаждения зеленомошной группы типов леса, то именно в них необходимо выявить в первую очередь возможность организации хозяйства по древостоям элементов леса. С этой целью мы по методике И. В. Семечкина (1962) составили местные таблицы динамики кедровников (табл. 6).

Для этого были использованы данные 524 таксационных выделов для кедровников на площади 27054 га. Таксацию производили в незатронутых хозяйственной деятельностью (главные рубки, рубки ухода и др.) насаждениях по древостоям элементов леса с приемами измерительной таксации. Глазомерно определенные таксационные показатели корректировали замерами высот, диаметров, возраста средних деревьев и абсолютных полнот насаждений. Таксация велась по 20-летним классам возраста с дробностью его определения 5 лет.

Таблица 6

**Динамика модальных кедровников зеленомошной группы типов леса
Восточно-Саянского горно-таежного района**

Воз- раст, лет	Таксационные показатели															
	яруса							составляющих пород								
	состав	средняя высота, м	полнота	сумма площадей сечений, м ²	запас, м ³	текущее измене- ние запаса, м ³		Порода	средние		сумма площадей сечений, м ²	запас, м ³	текущее измене- ние запаса, м ³		количество деревьев, шт.	Видовое число
						среднеперии- одическое	среднее		высота, м	диаметр, см			среднеперии- одическое	среднее		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
30	4,6К	7,0	0,58	9,1	37	-	1,23	К	6,9	9,6	4,4	18	-	0,60	608	0,592
	2,2П							П	7,1	8,9	2,0	8	-	0,26	323	0,600
	0,5Е							Е	6,6	7,7	0,5	2	-	0,07	107	0,606
40	2,7Б	10,5	0,60	12,6	69	3,20	1,72	Б	7,2	6,9	2,2	9	-	0,30	588	0,568
	4,6К							К	9,9	12,5	6,3	32	1,40	0,80	513	0,513
	2,2П							П	10,1	11,0	2,7	15	0,70	0,37	284	0,550
50	0,5Е	12,9	0,62	15,8	100	3,10	2,00	Е	10,2	10,9	0,7	4	0,20	0,10	75	0,560
	2,7Б							Б	11,9	11,0	3,1	18	0,90	0,45	326	0,488
	4,6К							К	11,8	15,0	7,8	46	1,40	0,92	441	0,499
60	2,2П	14,6	0,63	17,9	125	2,50	2,08	П	12,2	13,1	3,5	22	0,70	0,44	260	0,515
	0,6Е							Е	12,5	13,4	0,9	6	0,20	0,12	64	0,533
	2,6Б							Б	15,6	15,8	3,6	26	0,80	0,52	184	0,463
70	4,6К	15,9	0,64	19,4	146	2,10	2,09	К	13,3	17,0	8,8	57	1,10	0,95	388	0,487
	2,3П							П	14,1	15,1	4,1	29	0,70	0,48	229	0,502
	0,6Е							Е	14,3	15,4	1,1	8	0,20	0,13	59	0,509
80	2,5Б	16,9	0,64	20,6	163	1,70	2,04	Б	17,5	19,4	3,9	31	0,50	0,52	132	0,454
	4,6К							К	14,5	18,8	9,5	66	0,90	0,96	342	0,479
	2,3П							П	15,6	16,9	4,4	34	0,50	0,48	196	0,495
	0,6Е	16,9	0,64	20,6	163	1,70	2,04	Е	15,8	17,2	1,1	9	0,10	0,13	47	0,493
	2,5Б							Б	18,6	21,5	4,4	37	0,60	0,53	121	0,449
	4,6К							К	15,5	20,4	10,2	75	0,90	0,94	312	0,474
	2,4П	16,9	0,64	20,6	163	1,70	2,04	П	17,3	18,7	4,6	39	0,50	0,49	167	0,490
	0,6Е							Е	17,5	19,0	1,2	10	0,10	0,12	42	0,481

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
90	2,4Б	17,6	0,65	21,8	179	1,60	1,98	Б	19,0	22,0	4,6	39	0,20	0,49	121	0,446
	4,7К							К	16,3	21,8	10,9	84	0,90	0,93	292	0,472
	2,4П							П	18,5	20,6	4,8	43	0,40	0,48	144	0,485
	0,7Е							Е	18,5	20,6	1,5	13	0,30	0,14	42	0,474
100	2,2Б	18,0	0,65	22,4	188	0,90	1,88	Б	19,1	22,0	4,6	39	0,00	0,43	121	0,446
	4,7К							К	16,9	23,3	11,3	90	0,60	0,90	265	0,471
	2,5П							П	18,8	21,6	5,0	46	0,30	0,46	136	0,484
	0,7Е							Е	18,8	21,2	1,5	13	0,00	0,13	42	0,468
110	2,1Б	18,2	0,64	22,4	190	0,20	1,73	Б	19,0	21,9	4,6	39	0,00	0,39	122	0,446
	4,8К							К	17,5	24,6	11,3	93	0,30	0,84	238	0,470
	2,5П							П	18,7	21,5	5,2	47	0,10	0,43	143	0,483
	0,7Е							Е	18,8	21,2	1,5	13	0,00	0,12	42	0,465
120	2,0Б	18,3	0,62	22,1	189	-0,10	1,58	Б	18,9	21,8	4,4	37	-0,20	0,34	118	0,447
	4,8К							К	18,0	25,8	11,1	93	0,00	0,78	212	0,466
	2,6П							П	18,4	21,2	5,5	49	0,20	0,41	156	0,484
	0,7Е							Е	18,8	21,2	1,4	12	-0,10	0,10	40	0,465
130	1,9Б	18,4	0,60	21,7	187	-0,20	1,44	Б	18,8	21,7	4,1	35	-0,20	0,29	111	0,448
	4,9К							К	18,4	27,0	11,0	94	0,10	0,73	192	0,464
	2,6П							П	18,2	20,8	5,4	48	-0,10	0,37	159	0,484
	0,7Е							Е	18,8	21,3	1,4	12	0,00	0,09	39	0,466
140	1,8Б	18,6	0,59	21,4	186	-0,10	1,33	Б	18,7	21,6	3,9	33	-0,20	0,25	106	0,449
	4,9К							К	18,8	28,2	10,8	94	0,00	0,67	173	0,462
	2,7П							П	18,1	20,7	5,6	49	0,10	0,35	166	0,485
	0,7Е							Е	18,7	21,4	1,3	12	0,00	0,09	36	0,468
150	1,7Б	18,8	0,58	21,2	186	0,00	1,24	Б	18,5	21,4	3,7	31	-0,20	0,22	103	0,450
	5,0К							К	19,3	29,4	10,6	94	0,00	0,63	156	0,460
	2,7П							П	18,1	20,6	5,8	51	0,20	0,34	174	0,485
	0,7Е							Е	18,7	21,6	1,3	12	0,00	0,08	35	0,471
160	1,6Б	19,0	0,56	21,0	186	0,00	1,16	Б	18,4	21,2	3,5	29	-0,20	0,19	99	0,451
	5,1К							К	19,7	30,6	10,6	96	0,20	0,60	144	0,460
	2,8П							П	18,2	20,7	5,9	52	0,10	0,32	175	0,486
	0,6Е							Е	18,8	21,8	1,2	11	-0,10	0,07	32	0,473
170	1,5Б	19,3	0,56	21,0	189	0,30	1,11	Б	18,2	20,9	3,3	27	-0,20	0,17	96	0,452
	5,1К							К	20,1	31,7	10,5	97	0,10	0,58	133	0,460
	2,9П							П	18,4	21,0	6,1	55	0,30	0,32	176	0,487

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
180	0,6E	19,6	0,55	21,2	194	0,50	1,08	Е	19,1	22,2	1,2	11	0,00	0,06	31	0,475
	1,4Б							Б	18,1	20,7	3,2	26	-0,10	0,15	95	0,452
	5,2К							К	20,5	32,9	10,8	102	0,50	0,57	127	0,460
	3,0П							П	18,6	21,1	6,4	58	0,30	0,32	183	0,487
190	0,6E	19,9	0,56	21,9	202	0,80	1,06	Е	19,4	22,7	1,2	11	0,00	0,06	30	0,472
	1,2Б							Б	18,0	20,4	2,8	23	-0,30	0,13	86	0,452
	5,3К							К	20,9	34,1	11,4	10,9	0,70	0,57	125	0,458
	3,0П							П	18,7	21,2	6,6	60	0,20	0,32	187	0,486
200	0,6E	20,1	0,57	22,6	211	0,90	1,05	Е	19,7	23,3	1,2	11	0,00	0,06	28	0,474
	1,1Б							Б	17,9	20,1	2,7	22	-0,10	0,11	85	0,452
	5,4К							К	21,2	35,3	11,9	115	0,60	0,57	122	0,456
	3,0П							П	18,8	21,2	6,9	63	0,30	0,32	195	0,486
210	0,6E	20,3	0,58	23,3	219	0,80	1,04	Е	20,0	23,8	1,2	12	0,10	0,06	27	0,473
	1,0Б							Б	17,7	19,8	2,6	21	-0,10	0,10	84	0,452
	5,5К							К	21,5	36,4	12,6	123	0,80	0,58	121	0,454
	3,0П							П	18,9	21,3	7,1	65	0,20	0,31	199	0,485
220	0,5E	20,6	0,59	24,2	229	1,00	1,04	Е	20,2	24,2	1,1	11	-0,10	0,05	24	0,472
	1,0Б							Б	17,6	19,5	2,5	20	-0,10	0,10	83	0,452
	5,7К							К	21,8	37,6	13,3	131	0,80	0,60	120	0,452
	3,0П							П	19,0	21,3	7,5	69	0,40	0,31	210	0,484
230	0,5E	20,8	0,60	24,9	239	1,00	1,04	Е	20,4	24,4	1,1	11	0,00	0,05	24	0,471
	0,8Б							Б	17,4	19,2	2,3	18	-0,20	0,08	79	0,452
	5,8К							К	22,1	38,7	14,0	140	0,90	0,61	119	0,452
	3,0П							П	19,1	21,4	7,8	72	0,30	0,31	217	0,483
240	0,5E	21,0	0,61	25,7	248	0,90	1,03	Е	20,4	24,3	1,1	11	0,00	0,05	24	0,471
	0,7Б							Б	17,3	18,9	2,0	16	-0,20	0,07	71	0,452
	6,0К							К	22,3	39,7	14,9	150	1,00	0,62	120	0,451
	3,0П							П	10,8	21,4	8,0	74	0,20	0,31	222	0,482
250	0,4E	21,2	0,61	26,2	255	0,70	1,02	Е	20,2	23,8	1,0	10	-0,10	0,04	22	0,471
	0,6Б							Б	17,2	18,5	1,8	14	-0,20	0,06	67	0,452
	6,2К							К	22,5	40,7	15,8	160	1,00	0,64	121	0,450
	3,0П							П	19,2	21,4	8,1	75	0,10	0,30	225	0,482
260	0,4E	21,4	0,61	26,5	260	0,50	1,00	Е	19,8	22,8	1,0	10	0,00	0,04	24	0,471
	0,4Б							Б	17,1	18,1	1,3	10	-0,40	0,04	51	0,451
	6,4К							К	22,7	41,5	16,4	167	0,70	0,64	121	0,449

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
270	2,9П	21,6	0,60	26,5	261	0,10	0,97	П	19,2	21,5	8,1	75	0,00	0,29	223	0,482
	0,4Е							Е	19,3	21,7	1,0	10	0,00	0,04	27	0,470
	0,3Б							Б	16,9	17,7	1,0	8	-0,20	0,03	41	0,451
	6,7К							К	22,8	42,3	17,2	176	0,90	0,65	122	0,449
	2,9П							П	19,2	21,5	8,1	75	0,00	0,28	223	0,482
280	0,3Е	21,8	0,59	26,3	261	0,00	0,93	Е	18,7	20,3	0,8	7	-0,30	0,03	25	0,469
	0,1Б							Б	16,8	17,3	0,4	3	-0,50	0,01	17	0,451
	7,0К							К	22,9	42,8	17,8	183	0,70	0,65	124	0,449
	2,8П							П	19,2	21,5	7,9	73	-0,20	0,26	218	0,481
	0,2Е							Е	17,8	18,9	0,6	5	-0,20	0,02	21	0,468
	-							Б	-	-	-	-	-0,30	-	-	-

Таксационные показатели определяли по обычным разрядам, применяющимся при глазомерной таксации: для средней высоты составляющих пород – 1 м, для среднего диаметра – 2 см, для коэффициента состава – 1, для полноты яруса – 0.1, для запаса яруса – 10 м³.

Очень важным обстоятельством является то, что таксация была проведена в незатронутых человеком насаждениях. Таким образом, учтено требование Н. В. Третьякова (1956) обеспечить гомогенность насаждений. В то же время практически невозможно было учесть последствия былых пожаров, очагов вредителей леса и других неантропогенных факторов воздействия на лес. Поэтому И. В. Семечкин (1962) справедливо считает, что усредненный ряд динамики насаждений не представляет собой, как правило, естественный ряд развития одного древостоя. Но он отражает действительное состояние насаждений разного возраста и поэтому может служить основой для лесоустроительных действий (для расчета возрастов спелостей, рубок и др.).

Для каждого таксационного показателя в пределах классов возраста вычислены статистические данные: среднее значение, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, показатель точности. Это позволило выявить изменчивость и точность определения средних значений таксационных показателей (табл. 7).

Динамика зеленомошных кедровников довольно сложна и не позволяет делать однозначные выводы. Особого внимания заслуживает динамика пихтового древостоя в составе кедровников (рис. 2). Основные таксационные показатели пихты (средние высота и диаметр) достигают первого максимального значения в 100 лет, после чего наступает снижение их значений до 150 лет (по

Таблица 7

**Основные статистические показатели модальных кедровников
зеленомошной группы типов леса***

Класс воз- раста	Среднее квадратическое отклонение (δ)					Коэффициент вариации (V), %					Показатель точности (P), %				
	H	D	K	P	M	H	D	K	P	M	H	D	K	P	M
II	1,8	2,9	2,2	0,12	21	26	30	39	21	47	4,3	4,9	6,4	3,4	7,7
III	1,8	2,3	1,5	0,12	38	15	14	33	19	37	2,3	2,2	5,1	3,0	5,9
IV	2,0	4,2	2,1	0,14	50	13	22	41	22	35	2,1	3,5	6,6	3,5	5,6
V	1,4	3,0	1,6	0,07	35	9	13	35	10	21	1,3	2,0	5,4	1,5	3,2
VI	1,6	3,4	1,3	0,12	52	9	14	30	19	29	1,4	2,3	4,8	3,0	4,7
VII	2,5	3,9	2,1	0,13	63	14	16	40	21	32	2,2	2,6	6,4	3,4	5,1
VIII	3,3	4,7	1,5	0,12	76	18	18	28	21	43	3,1	3,1	4,8	3,6	7,4
IX	2,1	5,4	1,8	0,10	53	10	16	36	18	25	1,4	2,2	5,1	2,5	3,5
X	2,8	6,3	1,6	0,11	68	13	18	31	20	32	1,7	2,3	4,0	2,6	4,1
XI	2,2	5,6	1,8	0,11	62	11	17	30	18	26	1,7	2,6	4,7	2,8	4,0
XII	1,3	5,9	2,0	0,08	54	5	14	32	13	19	0,8	2,2	5,1	2,1	3,0
XIII	1,7	5,2	1,9	0,10	61	8	12	32	16	22	1,2	1,8	4,8	2,4	3,3
XIV	1,5	8,1	1,4	0,08	50	6	19	19	13	18	1,3	4,2	4,2	2,9	4,0

* Средние: H – высота, м; D – диаметр, см; K – коэффициент состава; P – относительная полнота; M – запас, м³.

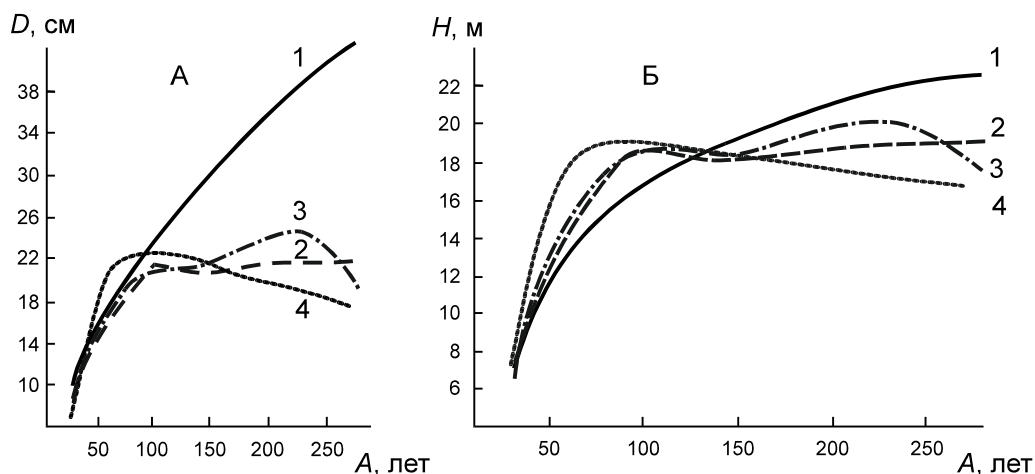


Рис. 2. График зависимости средних диаметров (А) и высот (Б) составляющих пород в кедровниках от возраста:
1 – кедр, 2 – пихта, 3 – ель, 4 – береза

кедру). У березового древостоя этот пик наблюдается в 80–90 лет. У ели развитие древостоя элемента леса имеет более сглаженный характер.

На сложность взаимоотношений кедрового и пихтового древостоев элемента леса в составе кедровников обращали внимание Н. П. Поликарпов, Д. И. Назимова (1963), Н. П. Поликарпов (1966б, 1970), В. Ф. Лебков (1967), В. Ф. Парфенов (1979) и др. Пихтовая часть в составе смешанных кедровников, как правило, разновозрастная. Об этом лучше всего свидетельствует динамика числа стволов и среднего возраста пихтового древостоя элемента леса. В древостоях постоянно происходит отпад старых, больных и фаутовых деревьев и появление новых. Большая возобновительная способность и теневыносливость пихты способствует появлению хорошего подроста и постепенному вращению части его в основной полог. При этом пихта угнетает и подавляет подрост других составляющих пород, который значительно реже достигает стадии тонкомера и выхода в основной полог (табл. 8).

Исследования динамики подроста под пологом зеленомошных модальных кедровников показали, что наибольшее его количество наблюдается в 90–120 лет.

В этом возрасте его средняя характеристика – 4К6П+Е (10–70), Н – 1–3 м, 4–10 тыс. шт. на 1 га. Около 10 % подроста превышает высоту 3 м и выходит во 2-й ярус, но состав его – 8П2К. Вопрос взаимодействия кедрового и пихтового подростов под пологом смешанных кедровников требует самостоятельных исследований.

Возраст количественной спелости в модальных кедровых насаждениях зеленомошной группы типов леса наступает в 70 лет, а по отдельным составляющим породам он таков: по кедру – 90, пихте и ели – 70, березе – 60 лет. Можно констатировать, что по всем составляющим породам он наступает существенно позже, чем в чистых насаждениях этих же пород. По всей вероятности, этот факт объясняется угнетающим взаимовлиянием составляющих пород друг на друга, из-за чего происходит задержка в росте и развитии каждой составляющей породы.

**Распределение количества подроста под пологом кедровников
в пределах классов возраста, %**

Класс возраста (20-лет- ние)	К		П		Е		Б		Без подро- ста
	всего	в т. ч. высотой с 3-х м	всего	в т. ч. высотой с 3-х м	всего	в т. ч. высотой с 3-х м	всего	в т. ч. высотой с 3-х м	
II	20,6	—	4,4	—	—	—	—	—	75,0
III	43,3	—	35,2	—	0,2	—	—	—	21,3
IV	45,0	—	45,1	0,2	—	—	1,6	—	8,3
V	37,8	9,0	60,5	2,8	0,6	—	—	—	1,1
VI	35,2	2,0	57,8	8,1	3,4	—	1,5	—	2,1
VII	28,9	2,0	67,9	11,8	3,2	—	—	—	—
VIII	34,0	2,1	46,8	9,9	1,1	—	—	—	18,1
IX	28,1	9,3	63,7	26,5	—	—	—	—	8,2
X	23,8	9,8	71,4	5,6	4,8	—	—	—	—
XI	20,0	—	70,0	9,4	—	—	1,2	—	8,8
XII	40,0	—	60,0	5,4	—	—	—	—	—
XIII	36,6	2,0	63,4	—	—	—	—	—	—
XIV	27,8	—	72,2	—	—	—	—	—	—

Динамика основных таксационных показателей в зеленомошных модальных кедровниках указывает на возможность изъятия определенной части запаса в порядке выборочной рубки, начиная с возраста 100–110 лет. По нашим расчетам, ведение хозяйства по составляющим породам в зеленомошных кедровниках позволяет повысить ежегодный размер главной рубки по кедровой хозсекции как минимум на 24 % (Соколов, 1987; Основы..., 1997).

В перспективе необходимо исследовать динамику модальных кедровых насаждений крупнотравной группы типов леса, также распространенной в районе, с целью определения возможности организации в них такого хозяйства.

Кедровые древостои, возникая под пологом пионерных лиственных пород (березы, осины) одновременно с постоянными своими спутниками – елью и пихтой, обычно образуют более или менее разновозрастные древостои. Поэтому следует рассмотреть динамику возрастной структуры сложных древостоев, образованных деревьями нескольких поколений, как основу изучения их таксационного строения.

В таблице 9 приведен эскиз таблицы хода роста кедровников зеленомошных III класса бонитета Западного Саяна, возникших на горях. При ее составлении использованы материалы 12 пробных площадей одного ряда развития. Первое, основное поколение кедров – разновозрастное (относительно разновозрастное). Анализируя полученные данные таблицы 9, можно видеть, что выпадение березы в период, когда кедров было 80–120 лет, повлекло за собой образование новых поколений пихты, кедров, ели и березы из имевшегося подростов хвойных, подростов и появившейся поросли, и самосева березы. Выпадение пихты и ели в возрасте кедров 160–200 лет создали условия для образования

третьего поколения темнохвойных, теперь уже без березы. Выпавшие поколения березы, пихты и ели возникли одновременно с кедром первого поколения и имели близкие средние возрасты древостоев элементов леса. К моменту распада основного одновозрастного поколения кедров, начиная с 240-летнего возраста, популяция кедров уже является сложной, состоящей из трех, неравноценных по представленности особей поколений, а древостои всех темнохвойных, взятые в целом по каждой породе – разновозрастными (Семечкин, 1970).

Циклические колебания климата, особенно вековые, существенно изменяя (увеличивая или сокращая) емкость экологических ниш, являются мощным экзогенным фактором образования поколений леса. Для кедровых лесов Западного Саяна, Западно-Сибирской низменности характерна 80–100-летняя циклическость в образовании поколений (разница в средних возрастах соседних поколений колеблется от 60 до 110 лет). Эндогенные (развитие древостоя) и экзогенные (изменение условий среды) факторы образования поколений леса в одних случаях усиливают, в других нивелируют, в-третьих – ослабляют друг друга. Кроме того, на них накладываются различные лесоразрушительные факторы природного и антропогенного характера. Поэтому в природе в одном типе условий местопроизрастания встречаются разные линии роста и возобновления леса.

Возрастные и восстановительные смены поколений усложняют возрастное строение древостоев. Одновозрастность деревьев не свойственна природе естественных древостоев, всегда вызывается действием внешних причин и носит временный характер. Напротив, разновозрастность естественных древостоев является внутренним, природным свойством, определяющим, наряду с другими факторами, их онто- и филогенез. Дифференциация популяций на поколения (генерации), популяций и поколений (генераций) по возрасту особей – неотъемлемое свойство не только леса, но и всей живой природы, непременное условие устойчивости видов растений и животных (Шварц, 1959; Семечкин, 2002; Седых, 2014).

В таблице 10 приведен ход роста ягодно-мшистого кедровника III класса бонитета средней тайги Томской области, сформированного в результате смены осины на кедр.

Особенность кедровых лесов образовывать смешанные насаждения на ранних этапах восстановительно-возрастной динамики является важной в хозяйственном отношении. Большая долговечность и устойчивость кедров позволяет ему пережить своих спутников и образовать к возрасту спелости насаждения с преобладанием кедров и даже чистые кедровники. В связи с этим является актуальной задача разработки методов расчетов и технологии лесопользования по составляющим породам и создания системы машин для ведения выборочных рубок леса с минимальными повреждениями оставляемых деревьев, подростов и почв.

В таблице 11 приведен ход роста кедровых насаждений III класса бонитета Лено-Ангарского плато по данным 11 пробных площадей, заложенных В. Е. Поповым в 1983 г. (Кедровые леса..., 1985).

Таблица 9

Ход роста зеленомошных кедровников III класса бонитета Западного Саяна

Средний возраст основно- го поко- ления кедра, лет	Ярусы				Элементы леса								
	но- мер	со- став	полно- та	за- пас, м ³	порода	поколе- ние, воз- раст, лет	средние		за- пас, м ³	сумма площа- дей се- чений, м ²	число деревь- ев	изменение запаса за год, м ³	
							высо- та, м	диа- метр, см				общее сред- нее	среднее пе- риодическое
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
20	II	7К	0,50	3,3	К	I – 20	3,0	3,0	2,3	0,88	1250	0,12	
		2П			П	I	2,1	2,1	0,7	0,33	1100	0,03	
		1Е			Е	I	2,2	2,3	0,3	0,13	320	0,02	
	I	8Б	0,15	7,0	Б	I	6,1	7,0	5,5	1,52	400	0,27	
		2Л			Л	I	7,2	7,0	1,5	0,36	95	0,07	
					всего				10,3	3,22	3165	0,51	
40	II	5К	0,65	49,8	К	I – 40	9,0	9,0	25,8	4,86	760	0,71	1,31
		4П			П	I	8,6	7,8	18,0	3,53	736	0,45	0,86
		1Е			Е	I	9,2	8,6	6,0	1,17	235	0,15	0,29
	I	6Б	0,22	27,6	Б	I	12,0	14,0	17,0	2,88	187	0,43	0,58
		4Л			Л	I	16,0	18,5	10,6	1,45	54	0,26	0,45
					всего				77,4	13,89	1972	2,00	3,49
60	I	4К	0,79	248	К	I – 60	15,6	17,3	110	13,28	565	1,83	4,08
		3П			П	I	14,2	14,7	71	8,98	526	1,18	2,65
		1Е			Е	I	15,2	15,3	23	2,95	160	0,38	0,85
		1Б			Б	I	17,0	19,8	26	3,32	108	0,43	0,45
		1Л			Л	I	20,4	27,5	18	2,02	34	0,30	0,37
					всего				248	30,55	1393	4,12	8,40

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
80	I	5К	0,83	370	К	I – 80	18,9	23,0	201	20,59	495	2,51	4,55
		2П			П	I	18,3	19,0	89	9,56	337	1,11	0,90
		1Е			Е	I	19,2	19,4	29	3,05	103	0,36	0,30
		1Б			Б	I	21,1	23,9	28	3,02	74	0,35	0,10
		1Л			Л	I	23,7	35,2	23	2,24	23	0,29	0,25
		всего						370	38,48	1032	4,62	6,10	
100	I	6К	0,89	440	К	I – 100	20,8	27,0	273	26,36	460	2,73	3,60
		2П			П	I	21,2	22,0	99	9,51	250	0,99	0,50
		1Е			Е	I	22,0	22,3	33	3,07	78	0,33	0,20
		1Л			Л	I	25,8	41,0	25	2,25	17	0,25	0,10
		+Б			Б	I	23,5	26,5	10	0,99	18	0,10	–0,90
		всего						440	42,18	823	4,40	3,50	
120	I	6К	0,92	505	К	I – 200	22,1	30,2	332	31,07	434	2,76	2,96
		2П			П	I	23,4	24,4	107	9,40	201	0,89	0,40
		1Е			Е	I	24,1	24,4	36	3,09	66	0,30	0,15
		1Л			Л	I	27,2	45,6	26	2,29	14	0,22	0,05
		ед, Б			Б	I	24,9	28,0	4	0,37	6	0,03	–0,30
		всего						505	46,22	721	4,20	3,25	
140	I	7К	0,97	551	К	I – 140	23,2	33,2	390	35,77	413	2,78	2,90
		2П			П	I	25,1	26,2	96	7,94	147	0,69	–0,55
		1Е			Е	I	25,6	26,2	38	3,09	57	0,27	0,10
		+Л			Л	I	27,9	49,5	27	2,31	12	0,19	0,05
	II	6П	0,20	5	П	II – 50	2,7	3,0	3	1,30	1840	0,06	
		1К			К	II	2,6	3,0	0,5	0,22	311	0,01	
		1Е			Е	II	2,5	2,9	0,5	0,23	349	0,01	
		2Б			Б	II	8,8	6,0	1	0,21	75	0,02	
		всего						556	51,07	3204	4,03	2,50	

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
160	I	8К	0,97	570	К	I – 160	24,0	35,9	444	39,97	395	2,78	2,70
		1П			П	I	26,2	27,2	59	4,65	80	0,37	–1,85
		1Е			Е	I	26,5	27,2	39	3,06	52	0,24	0,05
		+Л			Л	I	28,2	52,6	28	2,39	11	0,17	0,05
	II	7П	0,27	23	П	II – 70	6,8	7,5	15	3,66	830	0,21	0,60
		1К			К	II	6,6	6,8	3	0,63	175	0,04	0,12
		1Е			Е	II	6,3	6,7	2	0,51	146	0,03	0,08
		1Б			Б	II	13,0	11,4	3	0,47	46	0,04	0,10
		всего							593	55,34	1735	3,88	1,85
	180	I	9К	0,94	555	К	I – 180	24,7	38,2	489	43,43	379	2,72
1Е			Е			I	26,8	28,0	34	2,65	43	0,19	–0,25
+Л			Л			I	28,3	55,4	29	2,42	10	0,16	0,05
ед,П			П			I	26,8	28,0	3	0,25	4	0,01	–2,80
II		7П	0,20	42	П	II – 90	13,1	13,1	28	4,06	301	0,32	0,65
		2К			К	II	12,7	12,2	8	1,08	92	0,09	0,25
		1Е			Е	II	12,0	12,0	4	0,63	56	0,04	0,10
		+Б			Б	II	16,0	16,0	2	0,27	13	0,02	–0,15
		всего							597	54,79	898	3,55	0,20
200		I	10К	0,97	577	К	I – 200	25,2	40,4	527	46,54	363	2,64
	+Е		Е			I	27,0	28,4	22	1,71	27	0,11	–0,60
	+Л		Л			I	28,4	57,6	28	2,35	9	0,14	–0,05
	II	7П	0,18	61	П	II – 110	17,5	17,2	41	4,65	200	0,37	0,65
		2К			К	II	17,0	18,8	14	1,54	55	0,13	0,30
		1Е			Е	II	15,7	15,5	5	0,59	31	0,05	0,05
		ед,Б			Б	II	17,3	20,5	1	0,13	4	0,01	–0,05
					всего							638	57,51

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
220	I	10К +Л ед, Е	0,97	578	К	I – 220	25,4	42,2	549	48,27	345	2,49	1,1
					Л	I	28,4	59,6	27	2,23	8	0,12	–0,05
					Е	I	27,1	28,6	2	0,13	2	0,01	–1,00
	II	7П 2К 1Е ед, Б	0,17	72	П	II – 130	20,6	20,5	50	4,98	151	0,38	0,45
					К	II	20,0	22,0	18	1,75	46	0,14	0,20
					Е	II	18,2	18,0	4	0,41	16	0,03	–0,05
					Б	II	18,1	24,0		0,05	1	0,00	–0,05
					всего				650	57,82	569	3,17	0,60
240	I	10К +Л +П +К ед, Е	1,04	625	К	I – 240	25,7	43,7	547	48,00	320	2,28	–0,10
					Л	I	28,5	61,2	25	2,06	7	0,10	–0,10
					П	II – 150	22,5	22,6	28	2,53	63	0,19	–1,10
					К	II – 160	22,0	25,6	22	2,06	40	0,15	0,20
					Е	II	20,2	20,8	3	0,27	8	0,02	0,05
	II	7П 3К +Е	0,13	3	П	III – 50	2,9	3,0	2	0,72	1000	0,04	
					К	III	2,8	3,2	1	0,33	400	0,02	
					Е	III	2,6	3,0		0,09	100	0,00	
				всего				628	56,06	1938	2,8	–1,05	
260	I	10К +Л +К ед, П ед, Е	0,94	570	К	I – 260	25,9	45,0	516	45,00	283	1,98	–1,55
					Л	I	28,5	62,1	22	1,83	6	0,85	–0,15
					К	II – 180	23,3	28,6	25	2,31	36	0,15	0,15
					П	II – 170	24,2	24,2	6	0,46	13	0,04	–1,10
					Е	II	21,8	23,0	1	0,12	3	0,01	–0,10
	II	6П 3К 1Е	0,17	13	П	III – 70	6,8	7,5	8	2,02	460	0,11	0,30
					К	III	6,8	7,2	4	0,84	200	0,05	0,15
					Е	III	6,5	7,0	1	0,25	60	0,01	0,00
				всего				583	52,83	1061	3,2	–2,30	

Источник: Семечкин, 2002.

Таблица 10

**Ход роста кедровника ягодно-мшистого III класса бонитета
(среднетаежный округ Западно-Сибирской равнинной лесохозяйственной области)**

Средний возраст основ- ного по- коления кедра, лет	Номер яруса	Состав яруса	Средняя высота, м	Средний диа- метр, см	Число ство- лов	Сумма пло- щадей сече- ний, м ²	Запас стволовой древе- сины в коре, м ³	Изменение за- паса за 20 лет	
								сред- нее	теку- щее
50	I	7Ос	18,4	17,0	762	17,3	161	3,2	
	I	3Б	16,0	12,0	558	6,3	55	1,1	
	II	7К	3,4		2000				
	II	2П	7,0		450				
	II	1Е	4,5		300				
90		Итого			4070	23,6	216	4,3	
	I	7Ос	23,1	26,0	345	18,3	202	2,2	0,4
	I	3Б	19,2	17,5	316	7,6	74	0,8	0,3
	II	7К	13,6	13,5	550	7,9	58	0,6	1,4
	II	2П	12,5	11,3	240	2,4	13	0,2	0,2
130	II	1Е	12,3	13,0	143	1,9	10	0,1	0,2
		Итого			1594	38,1	357	3,9	2,5
	II	8К	18,5	20,0	493	15,5	146	1,1	2,5
	II	1Е	16,8	17,0	136	3,1	22	0,2	0,3
	II	1П	16,4	15,4	129	2,4	17	0,1	0,1
170	I	7Ос	25,4	30,4	154	11,2	133	1,0	-2,4
	I	3Б	21,6	21,9	165	6,2	65	0,5	-0,4
		Итого			1077	38,4	383	2,9	0,1
	I	7К	21,8	26,8	459	25,9	280	1,7	3,5
	I	1Е	19,3	20,2	125	4,0	35	0,2	0,2
210	I	1Б	23,2	25,3	68	3,4	37	0,2	-0,8
	I	1Ос	26,8	37,0	19	2,8	25	0,2	-2,8
	I	ед. П	19,3	18,2	31	0,8	7		-0,5
	II	5Е	3,0		400				
	II	4П	8,0		350				
250	II	1К	1,4		50				
		Итого			1502	36,1	384	2,3	-0,4
	I	9К	23,9	32,5	375	31,1	364	1,7	1,0
	I	1Е	20,9	22,5	80	3,2	31	0,2	-0,3
	I	+Б	24,2	27,9	16	1,0	11		-0,6
	I	ед. Ос	27,5	42,5	2	0,3	4		-0,5
	II	7П	12,6	9,9	260	2,0	11	0,1	0,2
	II	3Е	10,0	10,2	135	1,1	5		0,2
	II	ед. К	7,7	7,8	10				
		Итого			878	38,7	426	2,0	-0,1
	I	10К	25,1	36,2	297	30,6	373	1,5	
	I	ед. Е	21,6	23,8	7	0,3	3		-0,7
	II	5П	16,4	16,4	95	2,0	14	0,1	
	II	5Е	14,5	14,9	126	2,2	14		0,3
	II	+К	14,2	14,6	8	0,1	1		
	II	+Б	16,5	14,0	7	0,1	1		
		Итого			540	35,3	406	1,6	-0,6

Источник: Кедровые леса..., 1985.

Таблица 11

Ход роста густых кедровых насаждений III класса бонитета Лено-Ангарского плато (Верхнеленский низкогорный лесохозяйственный район)

Средний возраст кедра, лет	Состав яруса	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Сумма площадей сечений, м ²	Запас, м ³	Видовое число 1000	Густота, шт./га	Изменение запаса за 20 лет, м ³	
								среднее	текущее
60	48К	14,0	14,7	14,02	104	527	826	1,73	3,03
	17П	15,5	15,5	4,66	36	497	247	0,60	0,98
	7Л	18,9	23,5	1,63	14	456	37	0,23	0,37
	28Б	14,3	14,6	<u>9,03</u>	<u>61</u>	474	<u>539</u>	<u>1,02</u>	<u>1,16</u>
				29,34	215		1649	3,58	5,54
100	60К	21,6	23,3	22,26	231	480	522	2,31	3,05
	14П	21,5	21,0	5,53	56	473	160	0,56	0,34
	6Л	26,1	30,1	1,94	22	441	27	0,22	0,15
	20Б	17,2	21,0	<u>9,57</u>	<u>75</u>	457	<u>276</u>	<u>0,75</u>	<u>0,14</u>
				39,30	384		985	3,84	3,68
140	69К	24,9	30,0	28,28	327	464	400	2,33	2,20
	12П	22,9	23,4	5,29	57	470	123	0,41	-0,16
	5Л	28,3	32,0	1,86	23	438	23	0,17	-0,01
	14Б	18,7	25,6	<u>7,75</u>	<u>65</u>	451	<u>151</u>	<u>0,46</u>	<u>-0,35</u>
				43,18	472		697	3,37	1,78
180	77К	26,2	35,5	32,98	394	456	333	2,19	1,54
	10П	23,1	23,9	4,64	50	470	103	0,28	-0,19
	4Л	28,9	32,5	1,64	21	438	20	0,12	-0,07
	9Б	19,6	28,7	<u>5,12</u>	<u>45</u>	447	<u>79</u>	<u>0,25</u>	<u>-0,55</u>
				44,38	510		538	2,84	0,73
220	85К	26,7	39,9	36,81	444	452	294	2,02	1,17
	8П	23,2	23,4	3,82	42	470	89	0,19	-0,23
	3Л	29,1	32,6	1,37	17	437	16	0,08	-0,09
	4Б	20,2	30,7	<u>2,27</u>	<u>20</u>	444	<u>31</u>	<u>0,09</u>	<u>-0,62</u>
				44,27	523		430	2,38	0,23
260	91К	26,8	43,4	40,00	484	451	270	1,86	0,96
	6П	23,2	22,2	2,97	32	470	77	0,12	-0,23
	3Л	29,1	32,7	<u>1,08</u>	<u>14</u>	437	<u>13</u>	<u>0,05</u>	<u>-0,09</u>
				44,05	530		360	2,03	0,25

Представленные в таблице 11 насаждения являются одновозрастными, пирогенного происхождения, относящимися к зеленомошной группе типов леса. При благоприятных условиях, не подвергаясь начальному угнетению листовыми породами, кедровники способны расти также быстро, как и насаждения других хвойных пород.

В таблице 12 приведена динамика состава и строения кедровых древостоев Западного Саяна по данным постоянных пробных площадей, заложенных в 1960–1965 гг. лабораторией лесоустройства и лесной таксации Института леса и древесины СО АН СССР.

Таблица 12

**Динамика состава и строения кедровых древостоев Западного Саяна по ярусам
за период наблюдений с 1960 (1965) по 1999 (2002) г.**

№ П П	Ярус	Год	Состав	Ср. вы- сота, м	За- пас, м³/га	Пол- нота	Густота, шт./га	
							К	П
1	I	1960	5КП(274)3КП(207)2КІ(402)	30,7	369	0,51	115	–
	I	1965	5КП(279)3КП(212)2КІ(407)	30,8	386	0,53	114	–
	II	1965	9П(99)1КІV(126)+Б(64)ед.П(43)	17,7	49	0,14	7	228
	I	1993	4КП(307)4КП(240)2КІ(443)	31,2	354	0,49	89	–
	II	1993	8П(119)1П(56)1Б(73)+КІV(166)	17,7	46	0,14	4	273
	I	2002	4КП(317)4КП(249)2КІ(448)	31,3	341	0,47	81	–
2	I	1965	4КП(199)3КП(277)2КІ(404)1П(137)	29,1	419	0,60	103	63
	II	1965	5П(87)3Б(83)1КІV(103)1Ос(58) ед.П(42)	17,3	38	0,12	12	179
	I	1990	5КП(225)3КП(299)1КІ(430)1П(161)	29,9	359	0,5	78	26
	II	1990	6П(104)2Б(90)1КІV(139)1П(56) +Ос(61)	17,7	56	0,18	8	221
	I	1999	5КП(234)3КП(308)2КІ(448)	30,5	323	0,45	72	–
3	I	1960	6КП(188)4КП(277)+КІ(365)	27,7	430	0,63	164	–
	I	1965	6КП(193)3КП(282)1П(136) +КІ(370)ЕД.Б(101)	27,5	486	0,71	164	44
	II	1965	8П(87)1КІV(110)1П(43)	13,9	27	0,13	13	269
	I	1990	7КП(219)3КП(306)+П(155), КІ(395)	28,1	457	0,65	135	15
	II	1990	8П(107)2П(57)+КККІV(145)ед.Б(63)	16,4	45	0,17	8	287
	I	1999	7КП(228)3КП(315)+КІ(404)	28,4	462	0,65	135	–
5	I	1960	5КП(195)4КП(274)1КІ(369)	29,4	292	0,41	99	–
	I	1965	5КП(200)4РП(279)1КІ(373)ед.Ос(104)	29,5	304	0,43	98	–
	II	1965	9П(118)1П(67)+Б(75)КІV(116)	18,9	94	0,23	10	285
	I	1993	5КП(229)4КП(307)1КІ(400)ед.Ос(134)	30,1	307	0,43	81	–
	II	1993	9П(142)1П(89)+Б(109)ед.КІV(143)	20,7	103	0,23	4	348

Источник: Поляков, 2007.

В темнохвойных насаждениях Западного Саяна, представляющих собой совокупность поколений лесообразующих пород различной долговечности, распад старших поколений вначале менее долговечных пород (лиственных и пихты), а затем и перестойных поколений главного лесообразователя – кедра сибирского не только улучшает условия роста оставшихся поколений лесообразователей, но и влечет за собой образование новых молодых поколений леса. В образовании новых поколений может участвовать и выпадающая главная порода (возрастная смена), или другие породы, например, лиственные, порой даже не представленные в составе темнохвойного насаждения (восстановительная смена).

Возрастные и восстановительные смены, как правило, усложняют состав и возрастную структуру насаждений. Кедровники, изначально возникающие после разрушительных внешних воздействий (пожаров и ветровалов) под пологом пионерных лиственных пород – березы и осины, одновременно с их постоянным спутником – пихтой образуют обычно более или менее разновозрастные древостой. Образование кедровой части древостоев в них с течением

времени периодически то усиливается, то ослабевает, но не прекращается. Такие древостои без четко выраженных границ между возрастными поколениями, но с «провалами» между пиками численности деревьев в распределениях их по возрасту принято называть циклично-разновозрастными (Семечкин, 1970). Каждое дочернее поколение по сравнению с материнским при возрастной смене характеризуется более широким возрастным спектром деревьев. Это связано, с одной стороны, с растянутым во времени периодом распада материнского древостоя, с другой – образованием дочерних поколений из предварительного возобновления – подроста разного возраста, получившего условия для развития. Последующее возобновление участвует в формировании нового поколения до полного использования возникших благоприятных условий (Семечкин, 2002).

Таким образом, наиболее типичным является формирование кедровых лесов под пологом других лесообразователей. Кедр, длительное время находясь в подчиненных ярусах, только в 100–180 лет становится господствующей породой в насаждениях.

Сильные конкурентные свойства кедра позволяют занимать ему господствующее положение в составе сложных насаждений и тем самым вытеснять других лесообразователей с их местообитания. Это следует учитывать при разработке руководств и рекомендаций по ведению хозяйства в кедровых лесах.

3. САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ

Запрещение рубок в кедровых лесах с 1989 г. привело фактически к ухудшению их санитарного состояния. Запрет рубки кедра без анализа состояния участков кедровых лесов являлся популистским решением, не основанном на мнении многих специалистов лесного хозяйства, но учитывающим массовые выступления общественности в СМИ в защиту кедра от промышленной рубки, а также неспособность государственного управления противостоять массовой вырубке кедровых лесов в лесосырьевых базах предприятий лесной промышленности. При правильной организации лесного хозяйства в кедровых лесах запрет рубки кедра – это анахронизм, дилетантское решение.

3.1. Санитарное состояние кедровников

Средний возраст кедровников Сибири составляет 180 лет. Обращает на себя внимание крайне малая доля перестойных кедровников (1,2 % площади). Это связано с установлением условного возраста рубки с 241 года при величине класса возраста 40 лет. Поэтому к перестойным относятся кедровники в возрасте 321 год и старше, т. е. в возрасте распада основного поколения кедра (рис. 3).

Наши данные, основанные на многократных обмерах на постоянных пробных площадях, заложенных в 1960 г. лабораторией лесоустройства и лесной таксации Института леса и древесины СО АН СССР, напротив, подтверждают ранее установленный факт, что естественная спелость кедра наступает в 240–300 лет, причем тем скорее, чем реже кедровник, интенсивнее рост деревьев и выше производительность древостоя, а к возрасту 400–500 лет от кедровника с вероятностью 0,95 остаются единичные деревья дуплистого крупномера. Данные «переписи древесного населения» на постоянных пробных



Рис. 3. Усыхающий кедровник (фото А. С. Шишкина).

площадах позволяют учесть цикличность природных явлений, объективно оценить вероятность выживания деревьев и древостоев в реальных условиях, определить среднюю и предельную продолжительность жизни деревьев и т. д. Ранее попытки оценить такого рода показатели древостоев в лесоведении не предпринимались (Семечкин, 2002; Поляков, 2007).

В молодости кедр на ранних стадиях сукцессии растет под пологом лиственных, пихты и ели, угнетается ими. После распада древостоев преобладающих пород, выйдя в первый ярус, он интенсивно увеличивает крону, запас и плодоношение (140–180 лет), быстро приспевает и спеет, достигает максимума запаса, затем поражается гнилями, начинает снижать запас и плодоношение (260–280 лет), древостой основного поколения разрушается (280–300 лет), после чего преобладание переходит или к следующему, более молодому поколению кедра, или к древостою основной примеси.

Выборочная проверка динамики состояния кедровых лесов за 40-летний период в двух лесничествах (ранее лесхозы) Западного и Восточного Саян с преобладанием в них кедровой формации показала увеличение запаса сухостоя в Верхне-Манском лесничестве Красноярского края в 2,4 раза, в Ермаковском лесничестве – в 1,3 раза. Зафиксировано также и увеличение захламленности.

Одним из признаков старости деревьев и древостоев является поражение их гнилями. В Западном Саяне к 200 годам поражены гнилями 20–25 % деревьев кедра, к 250 – 50–60, а к 300 – 80–90 %. На постоянных пробных площадях в кедровниках Западного Саяна, 7-кратный обмер которых проводился, начиная с 1960 года, распад основного поколения кедра зафиксирован с 250–260-летнего возраста (Семечкин, 2002).

Основной порок, мешающий правильно определять категории технической пригодности стволов – внутренняя гниль. По внешним признакам определить наличие, размер и степень развития внутренней гнили в большинстве случаев невозможно.

Плодовые тела дереворазрушающих грибов на стволах кедра в древостоях Западного Саяна и других районов Сибири встречаются очень редко. Это подтверждается также специальными фитопатологическими исследованиями. Установлена довольно тесная связь между толщиной и возрастом стволов кедра и развитием гнили в них.

Исследования, проведенные лабораторией таксации и лесопользования Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН в 2020 г. на территории Таштыпского лесничества Республики Хакасия в кедровниках с проведенными выборочными санитарными рубками, позволили выявить взаимосвязь между диаметром гнили на пнях и диаметром на высоте груди. Внутренняя гниль была зафиксирована при перечете пней. По данным наблюдений получено уравнение регрессии: $d_0 = 0.4269d_{1.3} - 11.094$ (количество моделей – 18, $R^2 = 0.786$). Средний диаметр гнили у пней составил 15 см (18 % от d_0) (Фарбер, Мурзакматов, 2021).

Обращает на себя внимание сначала рост выхода деловой древесины по мере увеличения ступени толщины (8–32 см), потом стабилизация ее выхода

(36–60 см), затем снижение выхода деловой древесины (64 см и больше). Деревья ступени толщины 104 см еще имеют деловую древесину (13 %), а, начиная со ступни 108 см и больше, деловая древесина из таких крупных деревьев не получается. Это «пустотелые бочки», дупло в которых простирается до 2/3 высоты ствола и выше. При валке таких деревьев большинство из них рассыпаются на тонкие длинные полосы, подобно бочке с которой сбили крепящие обручи. Именно поэтому не удалось измерить сбег предельно крупномерных стволов кедра. Максимально встреченный диаметр кедра равнялся 152 см, дупло на пне было диаметром 130 см.

В древостоях Западного Саяна ступень толщины 104 см является пределом существования остатков древостоев элементов (поколений) леса. Деревья 108 см и толще по сути являются «живыми трупами», с еще тлеющей жизнью, с изреженной деформированной кроной, часто образованной одной уцелевшей ветвью, полезными в тайге только как убежища для соболя, белки, других мелких млекопитающих и птиц-дуплогнездников, одновременно являясь рассадником спор дереворазрушающих грибов, образующих ситовые и трухлявые напенные, корневые и стволовые гнили кедра. При лесозаготовках такие крупномерные кедры никогда не рубились, оставлялись «на корню» (Семечкин, 2002).

В конце XX века были установлены процессы интенсивного усыхания кедрово-пихтовых лесов в Саянах. В результате обследования в очагах усыхания было выявлено поражение корней у всех деревьев 2–5 категории санитарного состояния грибами *Armillaria mellea* s.l., *Heterobasidion annosum*, *Phellium sulphuranscens* Pilat. Была доказана определяющая роль корневых патогенов в куртинном усыхании кедрово-пихтовых лесов на фоне ценолитического ослабления от старения древостоев (Павлов и др., 2009, 2011; Павлов, 2013).

Серьезную угрозу для кедровых лесов представляют вспышки массового размножения сибирского шелкопряда. По оценке специалистов, за двадцатое столетие только лесам Красноярского края был причинен экологический, экономический и социальный ущерб на площади около 9 млн га. Последняя вспышка массового размножения сибирского шелкопряда возникла в лесах Красноярского края в 1994–1996 гг. Площадь только погибших лесов от этой вспышки составила около 200 тыс. га. В погибших и поврежденных лесах сформировались комплексные очаги массового размножения стволовых вредителей, которые распространяются на окружающие здоровые леса. При этом масштабы гибели лесов от этого фактора могут оказаться больше или быть равны масштабам усыхания насаждений во время действия вспышек сибирского шелкопряда.

Ретроспективный анализ, основанный на дендрологической методике и материалах многолетних лесознтомологических исследований Института леса СО РАН, показывает, что в темнохвойных лесах южной части Красноярского края с 1884 по 1995 г. действовали очаги девяти вспышек массового размножения сибирского шелкопряда (табл. 13; Организация..., 2009).

**Цикличность вспышек массового размножения сибирского шелкопряда,
площади очагов и объем авиалесозащитных работ в лесах Красноярского края**

Цикл вспышки	Период ин- тенсивных поврежде- ний лесов, год	Площадь оча- гового рас- пространения шелкопряда, млн га	Площадь насаждения с повреждением крон свыше 50 %, тыс. га	Объем авиалесозащитных работ, тыс. га	
				авиахими- ческие об- работки	авиабактери- альные обра- ботки
1	1884–1886	1,5	—	—	—
2	1898–1901	1,0	—	—	—
3	1914–1916	0,5	—	—	—
4	1924–1926	1,2	—	—	—
5	1942–1945	0,7	2000,0	—	—
6	1954–1957	2,5	1338,8	13,0	—
7	1967–1968	0,8	10,3	190,0	1,1
8	1982–1984	0,05	3,0	—	1,5
9	1994–1995	1,0	150,5	462,0	119,6

Некоторые из этих вспышек принимали панзональный характер, т. е. были сопряжены по времени с массовыми размножениями шелкопряда в других регионах Сибири.

Примером ярко выраженных панзональных вспышек сибирского шелкопряда служат градационные волны 20-х и 50-х годов XX века, когда очаги шелкопряда действовали в различных частях его ареала от Урала до Приморского края. Наибольшее лесохозяйственное значение, а, следовательно, прогностическую актуальность имеют крупномасштабные вспышки сибирского шелкопряда в южно-таежных темнохвойных лесах Красноярского края и Иркутской области.

В Иркутской области за период с 1870 по 1963 г. от сибирского шелкопряда погибли кедровые леса на площади 1,06 млн га. Гибель кедровников нанесла огромный ущерб, выразившийся, по расчетам проф. А. С. Рожкова, в потере 160 млн м³ древесины, сокращении ежегодно на 13 тыс. т заготовки кедрового ореха и уничтожении кормовой базы для 3,5 тыс. соболей и 109 тыс. белок (Ващук и др., 1997).

На основе ретроспективного анализа установлена статистически достоверная сопряженность вспышек массового размножения сибирского шелкопряда с засухами. Нарастание численности шелкопряда сопряжено с интенсивными засухами, продолжительность которых составляет не менее 5 декад. Для реализации вспышки массового размножения сибирского шелкопряда необходимо, чтобы критическая погодная ситуация на фазе нарастания численности (продромальная фаза вспышки) повторялась в течение 2 или 3 лет.

Современный цикл массового размножения сибирского шелкопряда в лесах Красноярского края и Иркутской области начался в 1988–1989 гг. Благоприятная экологическая обстановка, сложившаяся в эти годы в темнохвойных лесах региона, стимулировала подъем численности сибирского шелкопряда и сопутствующих видов лесных чешуекрылых (Организация..., 2009).

Повреждение древостоев сибирским шелкопрядом – лишь первый этап разрушительного воздействия насекомых на бореальные леса Южной Сибири. Второй этап связан с массовым размножением насекомых-ксилофагов и, в первую очередь, черного пихтового усача, ущерб от которого соизмерим с ущербом от сибирского шелкопряда. Хозяйственная значимость этого вредителя определяется не только способностью быстрого разрушения древесины обесхвоенных деревьев, но и способностью нападать на здоровые деревья и расширять зону очагов размножения. Единственный метод локализации этого явления – рубка заселенных и ослабленных при дополнительном питании стволовыми насекомыми деревьев.

3.2. Физико-химические характеристики древесины здоровых и угнетенных деревьев *Pinus sibirica* Du Tour

Древесина заселяется и разрушается различными видами грибов. Ранняя диагностика грибковых инфекций в древесине, как правило, затруднительна, независимо от того, является ли субстратом для грибов древесина здоровых деревьев или уже поврежденных. Часто грибковые инфекции выявляются только на поздней стадии биodeградации ствола (Schwarze et al., 2000). Заселяющие древесину грибы идентифицируются по морфологическим признакам, таким как мицелиальные агрегаты и тяжи, бесполое споры и, в большинстве случаев, признаки идентифицируются после формирования плодовых тел. Однако идентификация по плодовым телам свидетельствует, как правило, о широком освоении древесины грибами. Кроме того, не всегда формируются плодовые тела, а при микс-инфекциях виды легко не заметить. Ключи, позволяющие идентифицировать мицелий на древесном субстрате, существуют лишь в частных случаях и вызывают затруднения даже у специалистов. Для близкородственных видов идентификация мицелия до видового уровня часто невозможна (Moreth, Schmidt, 2005). Другая возможность идентификации состоит в том, чтобы изолировать грибы и выращивать их в культуральной среде. Однако, идентификация грибов по мицелию ограничена определенными видами и требует большого опыта (Kim et al., 2005). Культуральные среды, в которых были выращены грибы, стали изучаться с применением ДНК тестов. В этом случае становится возможной быстрая и точная генетическая идентификация грибов. Недостатком этого метода является то, что не все грибы растут в культуральной среде и что особи часто врастают друг в друга, затрудняя изъятие мицелиев отдельных видов из древесины. Выделение ДНК непосредственно из древесины могло бы быть решением проблемы, но «загрязнение» древесины, обусловленное экстрактивными веществами (так называемыми, вторичными метаболитами), мешает последующему анализу с применением ДНК тестов (Jasalavich et al., 2000).

Методы термического анализа и инфракрасной-Фурье-спектроскопии рассматриваются в настоящее время как комплексные и чувствительные методы быстрого обнаружения молекулярных различий (изменений) в интактных клетках грибов (Shakir et al., 2020). Кроме того, физико-химические пока-

затели пораженной грибами древесины, такие как параметры контуров дифференциальной термогравиметрии и характеристические полосы поглощения в инфракрасных-спектрах, являются идентификационными (Girometta et al., 2020; Лоскутов и др., 2022). На основе этих знаний могут быть разработаны новые эффективные методы диагностики грибковых инфекций древесных растений на ранней стадии и борьбы с ними, что крайне важно для своевременного принятия лесохозяйственных мероприятий с целью недопущения деградации древостоев и сохранения экологических функций лесов. В этом аспекте выявление разницы физико-химических параметров между древесиной угнетенных и здоровых деревьев является весьма актуальным (Jiang et al., 2016). Цель этой работы состояла в том, чтобы оценить потенциал термогравиметрического метода анализа в сочетании с инфракрасной-Фурье спектроскопией (ТГ-ИКФС) для идентификации наличия грибов в древесине.

Объектами исследования были деревья насаждения сосны сибирской кедровой (*Pinus sibirica* Du Tour), относящегося к Байкитскому лесничеству. На территории исследования климат резко континентальный, умеренно-прохладный, средняя годовая температура $-6,3^{\circ}\text{C}$. Теплый сезон длится 3,2 месяца, с конца мая по первые числа сентября, с максимальной среднесуточной температурой выше 12°C . Дождливая часть года длится ~ 6 месяцев, с середины апреля по середину октября. Снежная часть года длится ~ 8 месяцев, с середины сентября по конец мая. Почвенной породой служит криозем грубогумусированный. Напочвенный покров голубично-осоково-зеленомошный. Тип леса голубично-багульниковый. Древостой двухъярусный, общей сомкнутостью 65 %, I ярус сомкнутостью 55 % и высотой 20–25 м сложен *Larix sibirica* с солидной примесью *Pinus sibirica* Du Tour, II ярус – сомкнутостью 20 % и высотой 10–18 м сложен *Betula pendula* с примесью *Pinus sibirica* Du Tour и *Picea obovata*. Координаты места сбора образцов: $61^{\circ}62'30''$ с. ш., $96^{\circ}72'70''$ в. д. Средний возраст насаждения 250 лет, средний диаметр 20 см, средняя высота 20 м. Брались образцы древесины (сквозные керны) на высоте 1,3 м у двух групп деревьев. Первая группа (5 шт.) – деревья 4 категории жизненного состояния: крона охвоена на всем протяжении, хвоя сухая (условно угнетенные). Вторая группа (5 шт.) – деревья 1–2 категорий жизненного состояния (условно здоровые). 5 условно здоровых и 5 условно угнетенных образцов аккуратно измельчали в древесную пыль, кондиционировали в течение трех недель при относительной влажности воздуха $\sim 65\%$, затем из полученных образцов готовили биологически усредненный материал и измеряли с использованием метода ТГ-ИКФС в трех параллельных аналитических измерениях.

ТГ-ИКФС

С помощью комбинированной аналитической системы ТГ-ИКФС проводили анализ летучих соединений: в процессе пиролиза древесины (термогравиметрия в инертной атмосфере – TG209F1, Netzsch, Германия) газообразные выделения направлялись через специальный интерфейс в ИК-Фурье спектрометр для записи спектров (Vertex70, Bruker, Германия). В данном исследовании масса образцов изменялась в пределах 3–5 мг; нагревание осуществлялось

в среде азота со скоростью 20 °С/мин. Температуру повышали от 25 до 1000 °С. Скорость потока продувочного газа (N₂) устанавливали равной 20 мл/мин. Летучие продукты, высвобождаемые при пиролизе в ТГ, немедленно отводились в камеру с холодным газом для анализа с помощью ИК-Фурье-спектрометра. Транспортную линию и газовую ячейку нагревали до 200 °С для предотвращения конденсации образующихся газов. Разрешение в ИК-Фурье спектрометре было установлено на уровне 4 см⁻¹, частота сканирования спектра – 8 раз в минуту, спектральный диапазон – 600–4000 см⁻¹. Было проанализировано распределение газообразных продуктов пиролиза в зависимости от изменения температуры реакции от 25 до 1000 °С.

Термогравиметрический анализ

На рисунке 4 представлены результаты термогравиметрического анализа образцов древесины здорового (а) и угнетенного (б) деревьев *Pinus sibirica* Du Tour в инертной среде (азот) при скорости 20 °С/мин.

В процессе пиролиза были обнаружены три стадии. Первая стадия потери массы в температурном диапазоне от ~47 °С до ~115 °С (Δm_1) связана с испарением связанной древесиной влаги. Вторая стадия – между 192 °С и 325 °С (Δm_2) соответствует термическому разложению гемицеллюлоз. Дальнейшее повышение температуры от 325 °С до ~500 °С ведет к термодеструкции преимущественно целлюлозы и лигнина (Ulloa et al., 2009). Последняя стадия при 405–700 °С (Δm_3) – завершение пиролиза лигнина (Hu et al., 2007). Остаточная масса образцов древесины здорового (PSз) и угнетенного (PSy) деревьев *Pinus sibirica* Du Tour представляет собой уголь, и минеральные вещества в количестве 23,12 % для образца древесины PSy и 18,01 % для образца древесины PSз от исходной массы. В таблице 14 представлены экспериментальные термогравиметрические данные образцов здоровой и угнетенной древесины *Pinus sibirica* Du Tour.

Значение Δm_1 , связанное с испарением связанной воды в образце PSy в 2,94 % выше, чем у PSз, что свидетельствует о повышенной гигроскопичности образца PSy. Влага является ключевым параметром и определяющим фактором для роста грибов (мицелия) и разложения древесины. Капиллярная влага является необходимым условием для обеспечения внеклеточного транспорта метаболитов грибов и разрушения ими компонентов клеточной стенки древесины (Brischke, Alfredsen, 2020). Количественное определение и локализация воды в капиллярах и клеточных стенках, особенно в сверхгигроскопическом диапазоне, считается решающим фактором для определения минимального порога влажности для «старта» функционирования дереворазрушающих грибов (Green et al., 1997). В этом аспекте роль капиллярной или связанной воды в древесине требует уточнения.

Значения Δm_2 (гемицеллюлозы) и Δm_3 (целлюлоза + лигнин) в образцах PSз были выше в 1,21 и в 1,04 раза, чем таковые в образцах PSy, соответственно. Известно, что гниль обладает способностью деполимеризовать и метаболизировать фракцию холоцеллюлозы древесины (Green et al., 1997), и

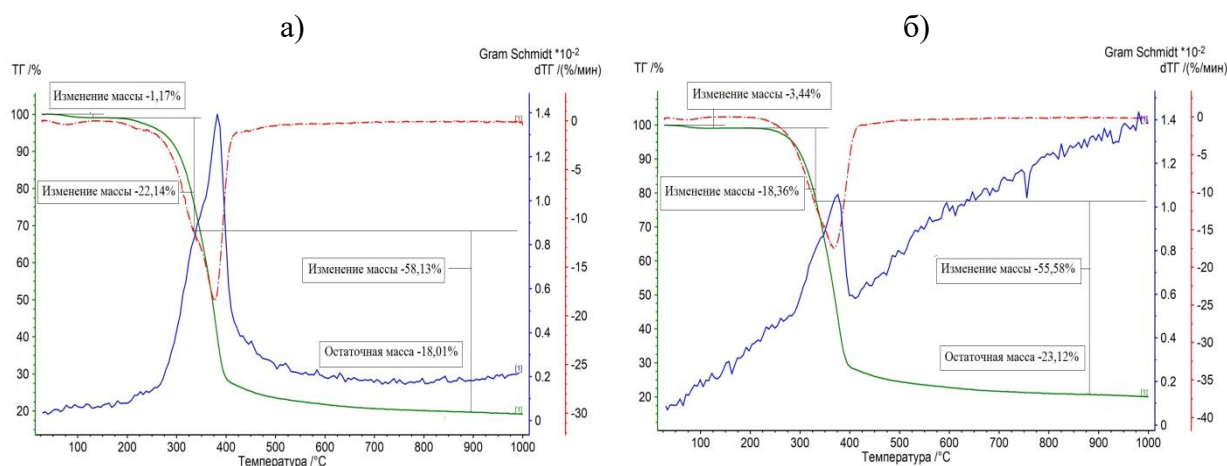


Рис. 4. Результаты термического анализа в инертной среде образцов древесины здорового (а) и угнетенного (б) деревьев *Pinus sibirica* Du Tour при скорости 20 °C/мин.

Примечания: – кривая Gram-Schmidt (GS) представляет собой интегрированную кривую инфракрасного поглощения каждого спектра во всем диапазоне волновых чисел. Кривая GS соответствует интенсивности ИК-поглощения газообразных продуктов, поступающих в нагретую кювету из термогравиметрического анализатора, в зависимости от температуры образца (или времени) и, следовательно, напрямую связана с концентрацией этих продуктов разложения.

– Кривая дифференциальная термогравиметрическая (dTG) представляет собой график зависимости скорости изменения веса вещества от времени или температуры внешней среды при изменении последней по заданной программе.

также гниль химически модифицирует и удаляет фракцию лигнина (Irbe et al., 2001; Filley et al., 2002). Углеводная фракция деполимеризуется до растворимых олигосахаридов или моносахаридов, далее диффундируя через водянистый матрикс глюкана грибов (гифальную оболочку) в просвет клеток древесины, где внеклеточные ферменты грибов могут дополнительно воздействовать на некоторые из сложных сахаров, преобразуя их в простые сахара. Гриб может поглощать образующиеся сахара через собственную клеточную мембрану, после чего сахара метаболизируются. Этот метаболизм грибами приводит к потере массы древесины, которую можно легко определить количественно. Значения потери массы обычно используются в качестве меры степени распада в образцах (Goodell, 2003). Деструкция гемицеллюлоз обычно происходит на ранних стадиях деградации клеточной стенки (Winandy, Morrell, 1993). Гемицеллюлозы представляют собой длинные линейные или разветвленные цепочки моносахаридных остатков, соединенных гликозидной связью и с относительно низкой молекулярной массой, что делает их более

Таблица 14

Стадии термического разложения (инертная среда, нагревание со скоростью 20 °C/мин) образцов древесины *Pinus sibirica* Du Tour

	$\Delta m1$ (%)	$\Delta m2$ (%)	$\Delta m3$ (%)	Остаточная масса (%)
<i>Pinus sibirica</i> Du Tour (здоровое)	1,17	22,34	58,13	18,01
<i>Pinus sibirica</i> Du Tour (угнетенное)	3,44	18,36	55,58	23,12

доступными для химического воздействия, чем участки частично кристаллической целлюлозы (Goodell, 2003).

Мнение о том, что лигнин медленно метаболизируется грибами в прошлом не было широко признано, но в настоящее время имеются существенные доказательства, подтверждающие это мнение, а в некоторых случаях окислительное удаление лигнина гнилью достигает 25 % (Goodell, 2003). Метаболизм лигнина (в частности поражение срединной пластинки, состоящей преимущественно из лигнина) проявляется на поздней стадии деградации древесины вследствие воздействия на него грибами. Грибы проникают в клеточную стенку древесины, образуя отверстия, пронизывающие клеточную стенку насквозь и удаляя при этом лигнин. Исследования по этому вопросу предполагают, что низкомолекулярные агенты, присутствующие в грибах, разрушают лигнин. Диффундирующая, неферментативная система грибов, которая окисляет лигнин, также должна существовать, чтобы объяснить более широкие окислительные химические изменения, которым лигнин подвергается во время воздействия на него грибом. Остаточный лигнин в древесине, разлагаемый грибами, подвергается деалкилированию, деметоксилированию и деметилированию с окислением боковой алкильной цепи. Ароматическое кольцо лигнина не подвергается воздействию гнили, так как размер пор в естественной структуре клеточной стенки древесины не позволяет проникать соединениям размером с целлюлозолитические ферменты, а трехмерная матрица лигнина также препятствует легкому доступу ферментов во внутреннюю часть лигнина (Flournoy et al., 1993). Природа химического воздействия на лигнин предполагает, что низкомолекулярный агент участвует в происходящих химических модификациях. Барр и Ост (Barr, Aust, 1994) предположили, что гидроксильные радикалы могут вызывать быструю деполимеризацию и реполимеризацию лигнина. Это может быть одной из причин наблюдаемых модификаций структуры лигнина в древесине, пораженной гнилью (Goodell, 2003).

Анализ трехмерных спектров ИКФС

Трехмерные ИК-спектры выделившихся газов при пиролизе образцов PS₃ и PS_у, включая информацию о поглощении инфракрасного излучения, волновом числе и времени, показаны на рисунке 5. На рисунке четко видна зависимость каждого газового компонента от температуры. Результаты показывают, что большая часть газов выделяется после 300 °С, что в целом хорошо согласуется с кривыми скорости потери массы.

Выделяющиеся газы при пиролизе древесины идентифицировали по их характерному поглощению. На начальной стадии пиролиза (при 186 °С) СО₂ характеризуется полосой поглощения при 2400–2260 см⁻¹. При повышении температуры пиролиза до 290 °С в волновом диапазоне 1131–1077 см⁻¹ появлялось очень слабое поглощение, отвечающее валентным колебаниям связи С–О, свидетельствующее о наличии спиртов. Пики поглощения при растяжении С = О в области 1900–1650 см⁻¹ характерны для альдегидов или органиче-

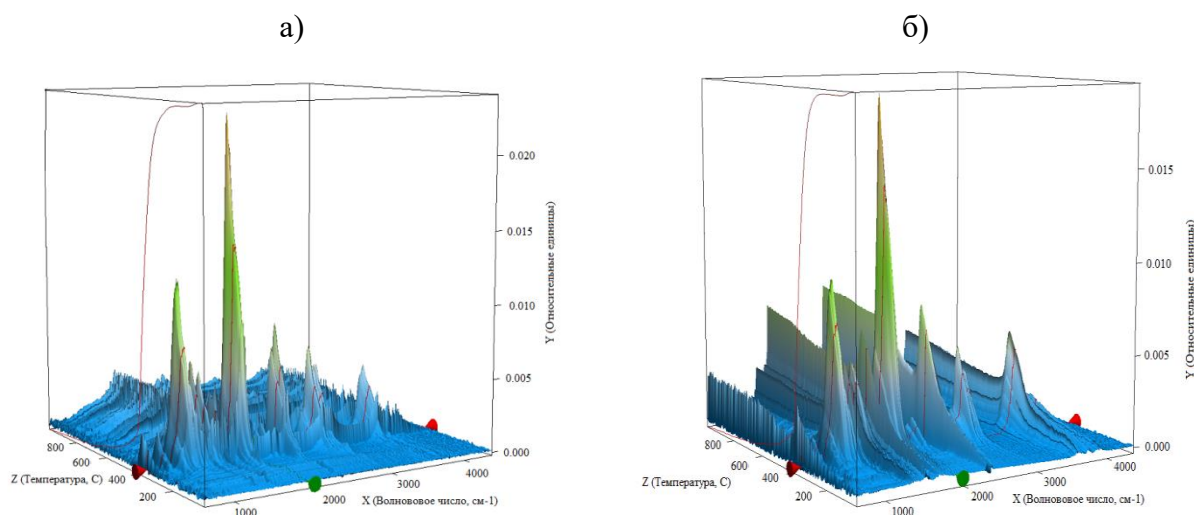


Рис. 5. 3D ТГ-ИКФС диаграмма пиролиза образцов древесины здорового (а) и угнетенного (б) деревьев *Pinus sibirica* Du Tour при скорости нагрева 20 °С/мин.

ских кислот. При достижении температуры пиролиза 342 °С наблюдалось поглощение улетучивающимися веществами при 3000–2700 см⁻¹, связанное с асимметричным растяжением СН для СН₄, и полоса поглощения при 3600–3050 см⁻¹, обусловленная растяжением связи О–Н. Аналогичное инфракрасное поглощение продуктов пиролиза древесины кедра наблюдалось при температуре 385 °С (Shen et al., 2010; Gao et al., 2013). В таблице 15 представлены максимальные значения интенсивности полос поглощения, соответствующих выделяющимся газам в процессе пиролиза кедровой древесины.

Как видно из таблицы 15, наибольшие значения интенсивностей полос поглощения, соответствующих СО₂, С–О, С = О, СН₄ в образцах PSy, были от 0,71 до 12,28 раз ниже, чем в образцах PSз.

Изменение абсорбции в течение всего процесса пиролиза отражает тренд концентрации образующихся соединений. Концентрация монооксида углерода при пиролизе PSз была выше в 3,38 раза, чем при пиролизе PSy. Монооксид углерода является одним из продуктов разложения эфирных групп, которые образуются в результате соединения эфирных мостиков субъединиц лигнина и/или эфирных соединений летучих соединений. Аналогичная картина с концентрацией СН₄ в образцах PSy, где разница между PSy и PSз составила 2,28 раза. СН₄ образуется в результате расщепления слабосвязанной метокси-группы ОСН₃ и разрыва, имеющего более высокую энергию связи метиленовой группы СН₂ (Ferdous et al., 2001). Концентрация выделяющегося СО₂ при пиролизе PSy в 12,28 раз ниже концентрации СО₂ в пиролизате PSз. Диоксид углерода выделяется из летучих веществ древесинного вещества в процессе

Таблица 15

Максимальные значения интенсивностей полос поглощения газовых продуктов образцов древесины *Pinus sibirica* Du Tour

	СО ₂ (о.е.)	С–О (о.е.)	С = О (о.е.)	СН ₄ (о.е.)	О–Н (о.е.)
PSз	0,0344	0,0328	0,0452	0,0228	0,0245
PSy	0,0028	0,0097	0,0199	0,0087	0,0345

пиролиза (Gao et al., 2013). Максимальная концентрация пиролизной воды у PSy оказалась в 0,71 раза выше по сравнению с таковой PSз.

Таким образом, использованием современного интегрированного в одной аналитической системе метода ТГ-ИКФС в исследовании угнетенной древесины *Pinus sibirica* Du Tour позволили по-новому взглянуть на изменение химического состава, происходящего в древесине, при поражении ее гнилью. С помощью метода ТГ-ИКФС исследованы свойства и характеристики пиролиза кедровых опилок древесины здоровых и угнетенных деревьев. Выявлено, что угнетенная древесина *Pinus sibirica* Du Tour гигроскопичнее, чем древесина здоровых деревьев. В образцах древесины угнетенных деревьев *Pinus sibirica* Du Tour деградирована лигнино-углеводная матрица, что подтверждается анализом трехмерных спектров: концентрация CO, CO₂, CH₄ в образцах древесины угнетенных деревьев выше, чем таковая в образцах здоровых в 3,38; 12,28; 2,27 раза, соответственно. Необходимы дальнейшие исследования структурных и химических модификаций, происходящих в поврежденной древесине, чтобы лучше понять эти сложные процессы. Кроме того, использование методов, которые позволяют нам лучше оценить деполимеризацию лигнина, могло бы способствовать более полной картине химических модификаций в поврежденной гниlostными грибами древесине.

4. ВОДООХРАННО-ЗАЩИТНАЯ РОЛЬ КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ

В соответствии со ст. 65 Водного кодекса Российской Федерации (2006) водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии (границам водного объекта) морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

Ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается от их истока для рек или ручьев протяженностью:

- 1) до десяти километров – в размере 50 м;
- 2) от десяти до пятидесяти километров – в размере 100 м;
- 3) от пятидесяти километров и более – в размере 200 м.

Ширина водоохранной зоны озера, водохранилища, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 квадратного километра, устанавливается в размере 50 м.

Аналогично трактуются водоохранные зоны Лесным кодексом Российской Федерации (2006). В предыдущем Лесном кодексе РФ (1997) понятие водоохранной зоны отсутствует. Водоохранную роль выполняли запретные полосы лесов по берегам рек, озер, водохранилищ и других водных объектов и запретные полосы лесов, защищающие нерестилища ценных промысловых рыб. На 01.01.2003 г. площадь таких запретных полос в России составляла 82,8 млн га, или 7,2 % от общей площади лесного фонда. По Сибирскому федеральному округу площадь таких лесов была равна 23,2 млн га (6,7 %).

Общая площадь лесов водоохранных зон в России составляет 8,2 млн га, или 0,7 % от общей площади лесного фонда, в том числе по СФО – 0,6 млн га (0,2 %). В Лесном кодексе РФ (2006) запретные полосы лесов сохранили свое место в составе защитных лесов в категории «ценные леса» под названиями «запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов» и «нерестоохранные полосы лесов». Эти леса, как и прежде, предназначены выполнять важнейшие водоохранные, водорегулирующие и почвозащитные функции.

Водоохранно-защитные функции леса присущи любой лесной территории, но степень выражения их конечно не одинакова (Львович, 1963; Лебедев, 1998; Побединский, 2013).

Проблема чистой воды является одной из важнейших экологических проблем современности. В формировании водных ресурсов и сохранении качества воды особая роль принадлежит лесам, при этом горным лесам гораздо в большей степени присуща водоохранно-защитная роль, чем равнинным.

Рассмотрим эту проблему на примере лесов Алтае-Саянского горно-таежного района. Алтае-Саянская горная лесорастительная область (по действующему лесному районированию Российской Федерации – Алтае-Саянский горно-таежный район) является одним из немногих районов Сибири, где на

большой площади сплошным ареалом представлены кедрово-пихтовые леса. В этих лесах черневые кедровники образуют уникальную реликтовую формацию, сохранившуюся локально в среднегорном и низкогорном высотных поясах избыточно влажных районов. Экосистемы черневых кедровников на северном макросклоне Западного Саяна представляют собой эталон девственных темнохвойных лесов, в которых сохранились до наших дней плиоценовые неморальные реликты и богатый комплекс краснокнижных и эндемичных алтае-саянских видов флоры и фауны. Пояс черневой тайги расположен в диапазоне высот 300–800 м; далее он сменяется поясом горно-таежных лесов, которые, постепенно изреживаясь, переходят в субальпийские кедрово-пихтовые редколесья (Назимова, 1968).

Изучение гидрологической роли пихтово-кедровых лесов северного макросклона Западного Саяна проводилось в бассейнах рек Кебеж и Тайгиш в Ермаковском и Каратузском административных районах Красноярского края. Были использованы данные регулярных наблюдений на гидрологических постах этих рек и снимки Landsat, а также привлечены данные натурных наблюдений на экспериментальном водосборе Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, которые проводились с 1960-х годов (Онучин, Буренина, 2000).

В исследовании использовалось изображение Landsat ETM+ (пространственное разрешение 30 м, спектральные каналы 0.45–0.52, 0.52–0.60, 0.63–0.69, 0.76–0.90, 1.55–1.75 и 2.08–2.35 мкм). Определение обучающих выборок для классов лесной растительности проходило с привлечением многолетних данных полевых исследований и материалов лесоустройства Ермаковского лесхоза 1995 г. Разделимость обучающих выборок оценивалась по расстоянию Джеффриса-Матусита (Дистанционное зондирование..., 1983), а классификация проводилась методом максимального правдоподобия.

С помощью цифровой модели рельефа формата SRTM в пределах горной части бассейнов рек Кебеж и Тайгиш выполнена дифференциация территории по высотным поясам с учетом лесорастительного районирования (Смагин и др., 1980) и определена площадь, занимаемая каждым классом растительности в пределах каждого пояса.

Элементы водного баланса исследуемых речных бассейнов рассчитывались с учетом высотной поясности, а в пределах каждого пояса – ландшафтной дифференциации территории.

Суммарное увлажнение как для бассейна реки в целом, так и для отдельных высотных поясов, определялось как средневзвешенная величина по методике Ц. А. Швер (1984). Метод сводится к планиметрированию площадей, ограничиваемых каждой парой соседних изолиний. Количество осадков (F_s) рассчитывалось по формуле:

$$F_s = \frac{S_k}{S} \sum_1^m \frac{F_k + F_{k+1}}{2},$$

где F_k и F_{k+1} – числовые значения изолиний, S_k – площадь, ограничиваемая на карте изолиниями F_k и F_{k+1} ; m – число таких площадей; S – площадь всей территории.

Количество осадков X для высотных уровней (значения F_k и F_{k+1}) находили по графикам зависимости X от высоты местности (Чебакова, 1986).

Расход влаги на транспирацию и испарение осадков, задержанных пологом древостоя, рассчитывались для каждого класса, согласно выполненной классификации данных дистанционного зондирования (ДЗ), а затем для каждого природного комплекса и высотного пояса определялась средневзвешенная величина всех составляющих суммарного испарения.

Определение расхода влаги на транспирацию (T) производилось по формуле (Лебедев, 1982):

$$T = N / F * 10^6 (\sum I_k P_k + \sum i_k m_k),$$

где N – число транспирационных часов за расчетный период; I_k, i_k – интенсивность транспирации древостоя и травяно-кустарничкового яруса, мг/г*час; P_k – фитомасса хвои и листвы деревьев, т/га; m_k – фитомасса травяно-кустарничкового яруса т/га; F – площадь насаждения, га.

Для расчетов расхода влаги на транспирацию использовались данные по интенсивности транспирации древесной и травяно-кустарничковой растительности, полученные для коренных, производных насаждений и вырубок в лесах Западного Саяна (Лебедев, 1982; Антипов, Антипова, 1975; Буренина, 1981, 1982). Число транспирационных часов определяли по зависимости повторяемости осадков от их суммы, приведенной в работе А. В. Лебедева (1982).

Запасы транспирирующей фитомассы древостоев определялись расчетным путем на основе таксационных характеристик выделов, которые использовались при определении обучающих выборок соответствующих классов растительности. Расчеты производились по входящим в состав древостоя породам через нахождение конверсионных коэффициентов по трехпараметрическому уравнению

$$K_f = a D^b H^c,$$

где D и H – средние диаметр и высота древостоя или элемента леса; a, b, c – параметры по основным лесообразующим породам (Замолотчиков и др., 2005).

Затем, учитывая K_f каждой породы, входящей в состав древостоя, находили средневзвешенный K_f выдела. Фитомассу определяли через запас ствольной древесины на одном гектаре и K_f выдела. В расчетах расхода влаги на транспирацию живым напочвенным покровом использовались данные по запасам фитомассы травяно-кустарничкового яруса и подлеска на рубках, в производных и коренных лесах (Буренина, 1981, 1982; Бабинцева, 1965; Горбатенко и др., 1977).

При оценке перехвата атмосферных осадков пологом леса использовались расчетные методы, основанные на зависимостях задержания атмосферных осадков от таксационных и биометрических характеристик древостоев (Горбатенко и др., 1977; Онучин, 1985). Для определения величины испарения с почвы и снега использовались результаты экспериментальных исследований

по изучению физического испарения на лесных и безлесных водосборах (Лебедев, 1982; Буренина, 1981, 1982).

Суммарный сток определяли расчетным путем через уравнение водного баланса как разницу между осадками и суммарным испарением (Крестовский, 1986). Как для бассейна реки в целом, так и для отдельных высотных поясов сток рассчитывался как средневзвешенная величина:

$$Y = \sum Y_i f_i / 100,$$

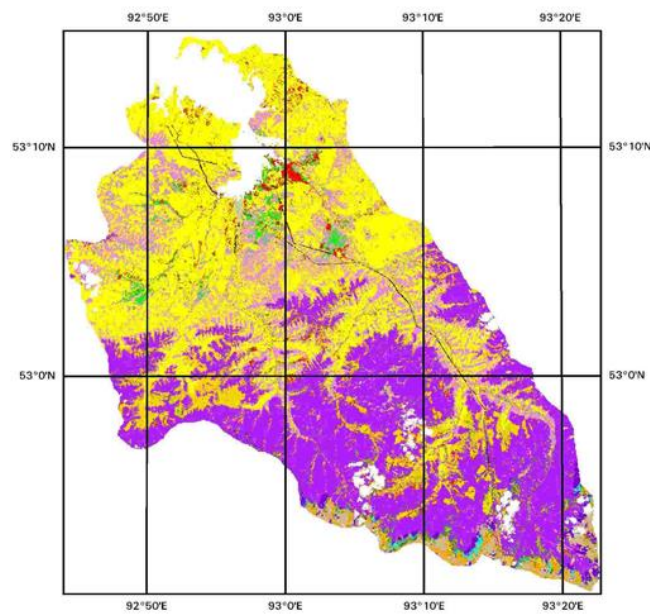
где Y_i – сток отдельных ландшафтов водосбора; f_i – площади соответствующих ландшафтов в процентах от площади водосбора.

Водоохранные и водорегулирующие функции кедровых насаждений как любых лесных экосистем связаны с трансформацией атмосферных осадков, что отражается на структуре водного баланса, динамике стока и проявлении эрозионных процессов. Задача настоящих исследований заключалась в изучении структуры водного баланса с учетом ландшафтной дифференциации водосборов и оценке стокоформирующей роли кедровых насаждений северного макросклона Западного Саяна.

Ландшафтная дифференциация водосборов с точки зрения гидрологической однородности включает в себя, прежде всего, классификацию земной поверхности и разделение классов по их вкладу (функциям) во влагооборот водосборной площади. Основываясь на ландшафтно-гидрологических принципах Н. Д. Антипова (Географические исследования..., 2007) с использованием материалов космической съемки Landsat, была выполнена ландшафтная дифференциация водосборов рек Кебеж и Тайгиш (Буренина и др., 2012). Для того чтобы оценить вклад внутрибассейновых ландшафтных структур во влагооборот изучаемых водосборов на мезомасштабном уровне, выделенные при обработке снимка Landsat классы лесной растительности были сгруппированы до таких категорий, как вырубки, кедрово-пихтовые (ненарушенные, коренные) и смешанные (нарушенные рубками, производные) насаждения. На основе классификации земной поверхности были оценены площади, занимаемые этими растительными сообществами для бассейнов рек Кебеж и Тайгиш в целом и с дифференциацией по высотным поясам (рис. 6).

Исходя из концепции о взаимообусловленности ландшафтной и гидрологической территориальной структуры (Глушков, 1961; Географические исследования..., 2007), можно предположить, что мозаичность растительного покрова на северном макросклоне Западного Саяна, связанная с антропогенной трансформацией лесной растительности, влияет на внутрибассейновую дифференциацию гидрологических параметров. Подразумевая, что каждый природный комплекс имеет определенное гидрологическое содержание, мы посчитали возможным использовать для выделенных нами классов земной поверхности термин «ландшафтно-гидрологические комплексы» (ЛГК). Ниже рассматриваются функциональные и пространственные аспекты выделенных ЛГК в структуре водного баланса бассейнов рек Кебеж и Тайгиш.

А



Б

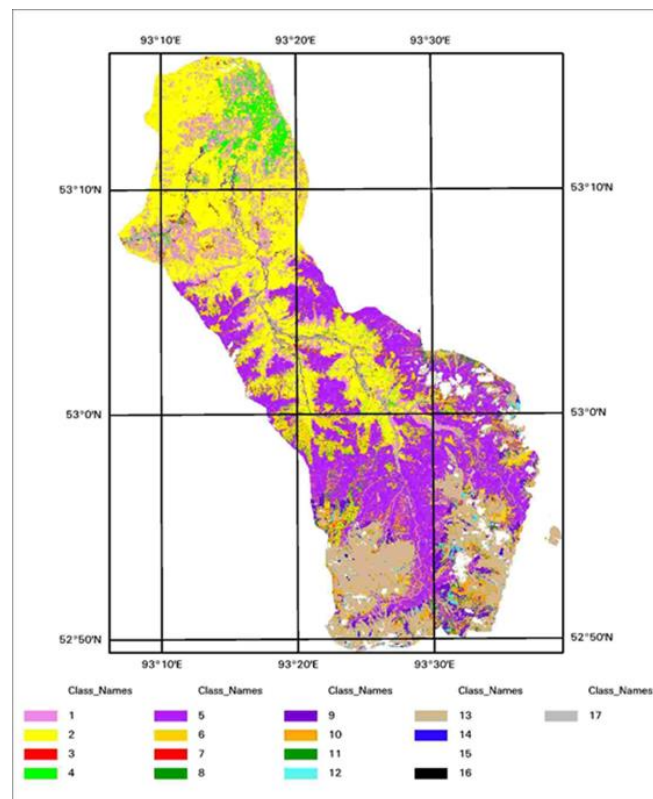


Рис. 6. Картограмма бассейнов рек Кебеж (А) и Тайгиш (Б):

1 – кедрово-пихтовые (коренные) леса черневого пояса; 2 – хвойно-лиственные (производные) леса черневого пояса; 3 – вырубки и гари черневого пояса; 4 – травяно-болотные комплексы черневого пояса; 5 – кедрово-пихтовые (коренные) леса горно-таежного пояса; 6 – хвойно-лиственные (производные) леса горно-таежного пояса; 7 – вырубки и гари горно-таежного пояса; 8 – травяно-болотные комплексы горно-таежного пояса; 9 – темно-хвойные редколесья; 10 – кустарники и кустарнички; 11 – горные луга; 12 – ерники; 13 – каменистые россыпи; 14 – водные поверхности; 15 – облака и тени; 16 – дороги; 17 – населенные пункты.

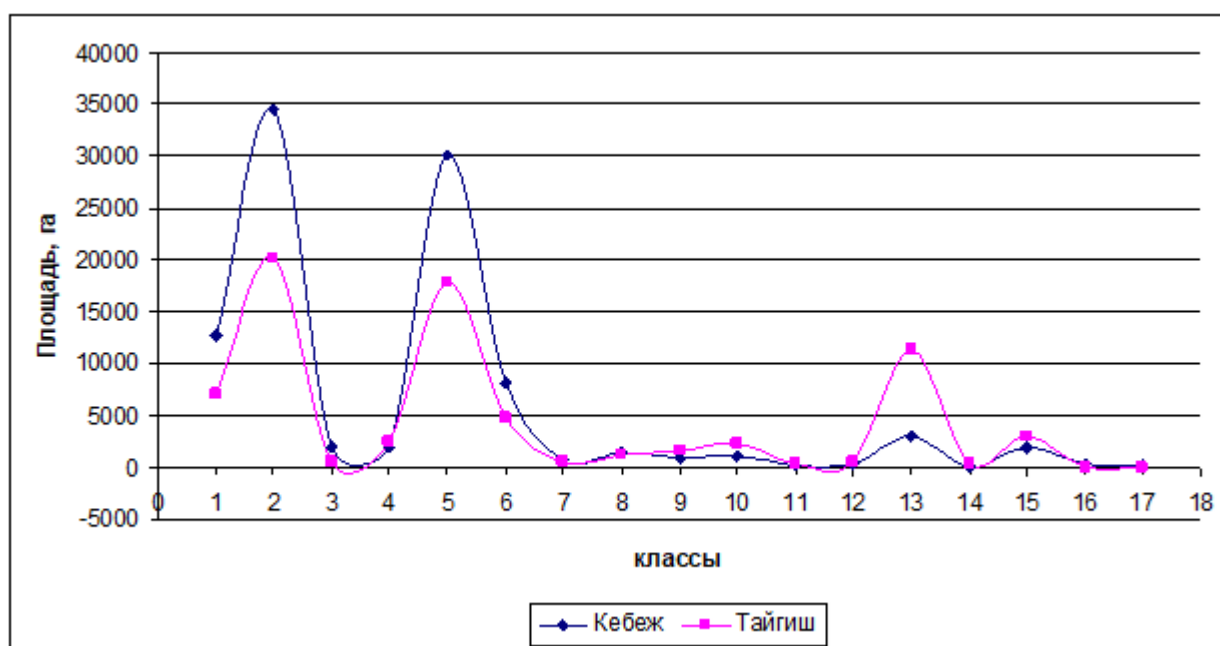


Рис. 7. Площади растительных сообществ по бассейнам рек Кебеж и Тайгиш. Номера классов соответствуют легенде рис. 6.

Как показали расчеты, в исследуемой части бассейна р. Кебеж черневой пояс занимает 53 %, горно-таежный – почти 42 %, а тундрово-гольцовый и субальпийский пояса – всего 4 % площади. В бассейне р. Тайгиш черневой и горно-таежный пояса занимают 44 % и 38 %, соответственно, а более 18 % площади водосбора приходится на тундрово-гольцовый и субальпийский (рис. 7). Как следует из карта-схемы, в черневом поясе кедровников сохранилось очень мало (30 % бассейн р. Кебеж; 27 % – бассейн р. Тайгиш), преобладают смешанные хвойно-лиственные леса, тогда как в горно-таежном поясе кедровые леса занимают 75 % в бассейне р. Кебеж и 64 % – в бассейне р. Тайгиш от площади высотного пояса.

В результате анализа данных ДЗ выявлено, что более 40 % от общей площади бассейна р. Кебеж и около 35 % от общей площади бассейна р. Тайгиш составляют производные леса, что отражает степень нарушенности коренных лесов в этих бассейнах. Наибольшей нарушенностью характеризуются леса черневого пояса: более 65 % от его площади занимают леса послерубочного происхождения. В горно-таежном поясе на долю производных лесов приходится 15–17 %.

Основным элементом в структуре водного баланса являются атмосферные осадки. Разнообразие орографических условий является причиной разделения территории гор Южной Сибири на отдельные районы, различающиеся как по годовому количеству осадков, так и по их вертикальным градиентам (Грудинин и др., 1975). В различных ландшафтно-геоморфологических районах Западного Саяна вертикальные градиенты осадков изменяются по территории от 20 до 100 мм на 100 м высоты, в зависимости от ориентировки склонов относительно направления влагонесущих ветров. На основании зависимости годовой суммы осадков от абсолютной высоты местности (Чебакова, 1986) и данных по осадкам метеостанций Григорьевка и Оленья Речка по методике

Ц. А. Швер (1984) были рассчитаны средневзвешенные величины годовых осадков по высотным поясам и в целом для бассейнов.

Если приходная часть водного баланса (сумма осадков) зависит от общих географических закономерностей, то расходные составляющие водного баланса зависят от поступления тепла и ландшафтной структуры территории. Суммарное испарение как на лесных, так и на безлесных территориях водосборов складывается из следующих составляющих: транспирации, перехвата осадков растительностью, испарения с почвы и снега.

В таблицах 16, 17 приведены средневзвешенные величины расхода влаги для растительных сообществ для каждого высотного пояса. Изменение суммарного испарения по высотным поясам, прежде всего, связано с радиационным балансом территории, но в пределах каждого пояса суммарное испарение зависит от соотношения лесных и безлесных территорий, продуктивности фитоценозов.

Одним из ведущих расходных элементов водного режима лесных экосистем в летний период является транспирация растительности. Расход влаги на транспирацию растительных сообществ, принадлежащих к одному типу, различается для разных высотных поясов. Кедрово-пихтовые и производные хвойно-лиственные леса черневого пояса тратят влаги на транспирацию значительно больше, чем аналогичные растительные сообщества горно-таежного. Это связано как с поступлением большего количества тепла, так и с тем, что продуктивность лесов черневого пояса выше, чем горно-таежного.

Вследствие значительных площадей, занятых производными лесами, и более высокой интенсивности транспирации лиственных пород удельный вес в расходах влаги на транспирацию этих древостоев в черневом поясе достигает 60–70 % от общего транспирационного расхода всеми растительными сообществами (рис. 8). В горно-таежном поясе до 80 % транспирационного расхода приходится на коренные кедрово-пихтовые древостои, в субальпийском поясе темнохвойные редколесья тратят на транспирацию 60–68 % от общего расхода влаги на транспирацию растительным покровом.

Суммарное испарение включает в себя, кроме транспирации, испарение задержанных кронами деревьев осадков и испарение с почвы и поверхности снега. Данные по задержанию жидких атмосферных осадков пологом древостоя указывают на увеличение количества задержанных кронами деревьев осадков с возрастанием доли хвойных в составе насаждений. С увеличением запаса стволовой древесины перехват осадков резко возрастает, особенно в интервале от 20 до 150 м³·га⁻¹, что связано с увеличением площади поверхности листвы и ветвей (Онучин, Буренина, 2002).

В таблицах 16, 17 приведены расчетные данные по испарению задержанных древесным пологом осадков, полученные на основании зависимостей, выявленных для регионов Южной Сибири (Грибов, 1975; Горбатенко и др., 1977; Онучин, 1985; Онучин, Буренина, 2002). Наибольшие значения задержанных осадков характерны для насаждений горно-таежного пояса, где преобладают кедрово-пихтовые леса. Основными составляющими суммарного испарения в горно-таежном и черневом поясах, как показали расчеты, являются транспи-

Таблица 16

Суммарное испарение по высотным поясам в бассейне р. Кебеж

Высотный пояс	Растительное сообщество	Площадь*	Расход влаги на транспирацию, мм		Суммарное испарение, мм			
			древостоем	травяно-кустарничковым ярусом	Суммарный расход на транспирацию	Испарение осадков, задержанных кронами деревьев	Испарение с почвы и снега	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тундрово-гольцовый	Ерники	$\frac{484}{21}$	–	63	63	–	60	123
	Травяные	$\frac{286}{12}$	–	40	40	–	60	100
Субальпийский	Темнохвойные редколесья	$\frac{882}{44}$	43	110	153	156	40	349
	Хвойно-лиственные редколесья	$\frac{436}{21,6}$	–	76	76	74	60	210
	Альпийские луга	$\frac{202}{10}$	–	112	112	–	60	182
Горно-таежный	Темнохвойные леса	$\frac{31809}{75,5}$	98	85	183	290	30	503
	Хвойно-лиственные (производные) леса	$\frac{6354}{15,2}$	64	110	174	148	45	367
	Вырубки и гари	$\frac{712}{1,7}$	–	143	143	–	60	203
	Травяно-болотные	$\frac{1400}{3,3}$	–	48	48	–	60	108

Окончание таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Черневой	Темнохвойные леса	$\frac{15386}{30}$	97	120	217	230	30	477
	Лиственные, хвойно-лиственные (производные) леса	$\frac{32363}{62,5}$	77	148	225	130	45	400
	Вырубки и гари	$\frac{1841}{3.4}$	–	148	148	–	60	208
	Травяно-болотные	$\frac{1854}{3.4}$	–	53	53	–	61	113

* – над чертой – площадь, занятая растительным сообществом, под чертой – процент от площади высотного пояса.

Таблица 17

Суммарное испарение по высотным поясам в бассейне р. Тайгиш

Высотный пояс	Растительное сообщество	Площадь*	Расход влаги на транспирацию, мм		Суммарное испарение, мм			
			древостоем	травяно-кустарничковым ярусом	Суммарный расход на транспирацию	Испарение осадков, задержанных кронами деревьев	Испарение с почвы и снега	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тундрово-гольцовый	Ерники	$\frac{706}{23}$	–	66	63	–	60	123
	Травяные	$\frac{408}{15}$	–	40	40	–	60	100
Субальпийский	Темнохвойные редколесья	$\frac{1445}{14,3}$	36	110	146	152	40	338

Окончание таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горно- таежный	Хвойно- лиственные редколесья	$\frac{805}{7,9}$	–	79	79	81	60	220
	Альпийские луга	$\frac{280}{2,7}$	–	142	142	–	60	202
	Темнохвойные леса	$\frac{19447}{64,4}$	95	85	180	286	30	496
	Хвойно- лиственные (производные) леса	$\frac{4074}{13,4}$	56	110	166	146	45	357
	Вырубки и га- ри	$\frac{577}{2}$	–	147	147	–	60	207
	Травяно- болотные	$\frac{1168}{4}$	–	44	44	–	60	104
Черневой	Темнохвойные леса	$\frac{8099}{27}$	106	120	226	238	30	494
	Лиственные, хвойно- лиственные (производные) леса	$\frac{18993}{62}$	96	148	244	116	45	405
	Вырубки и га- ри	$\frac{1600}{5,2}$	–	152	152	–	60	212
	Травяно- болотные	$\frac{1486}{4,9}$	–	65	65	–	60	125

* – над чертой – площадь, занятая растительным сообществом, под чертой – процент от площади высотного пояса.

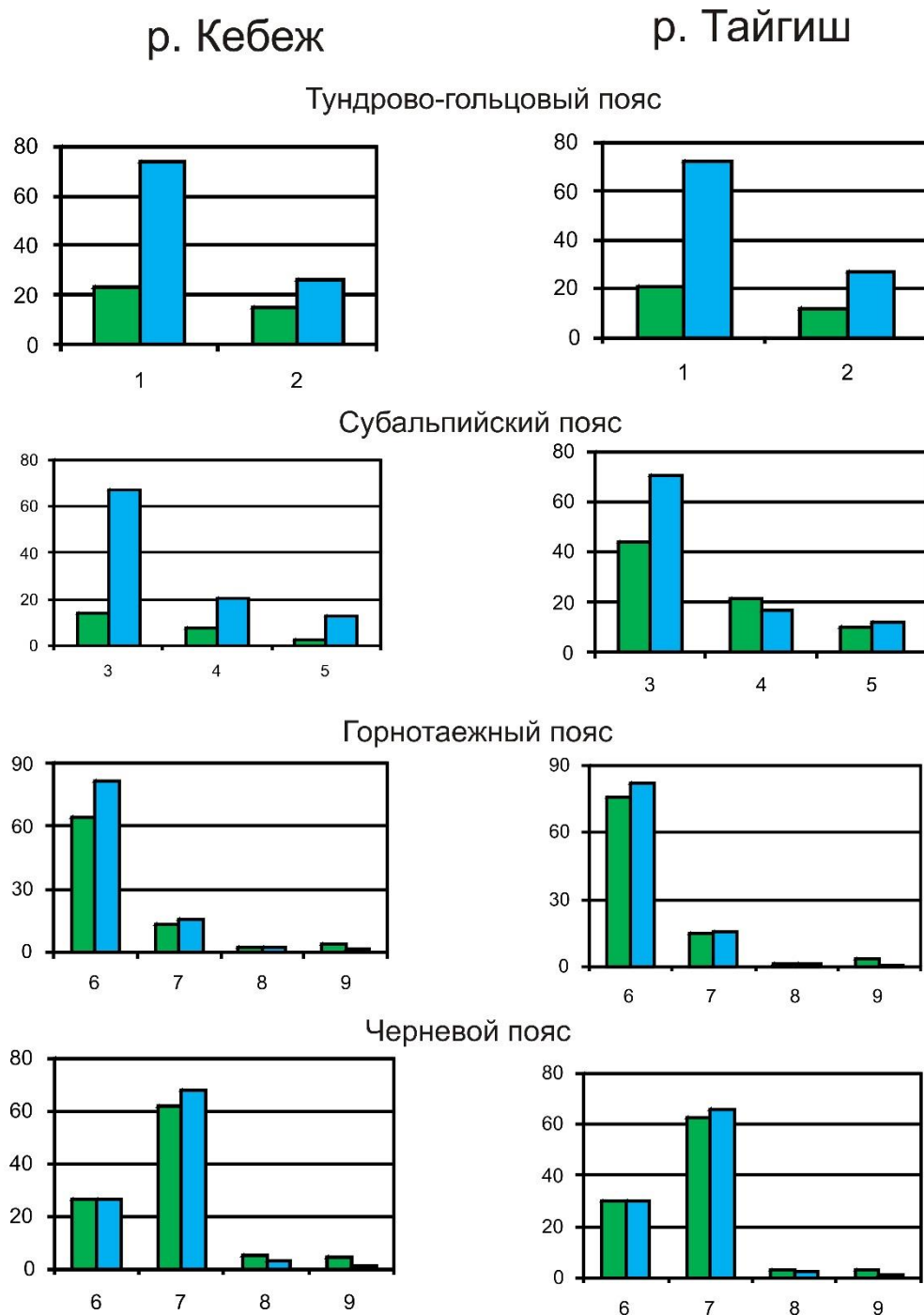


Рис. 8. Транспирационный расход растительных сообществ по высотным поясам в бассейне р. Кебеж (А) и р. Тайгиш (Б): 1 – ерники, 2 – травяно-болотные, 3 – темнохвойные редколесья, 4 – кустарники и кустарнички, 5 – горные луга, 6 – темнохвойные (коренные) леса, 7 – хвойно-лиственные (производные) леса, 8 – редколесья и кустарники, травяно-болотные, вырубки и гари; I – площадь растительных сообществ, % от площади высотного пояса, II – расход влаги на транспирацию, % от объема транспирационного расхода.

рация фитоценозов и испарение перехваченных ими жидких и твердых осадков. В лесных комплексах горно-таежного и черневого поясов эти две составляющие вместе дают 80–95 %. Соотношение расходов влаги на транспирацию и испарение задержанных осадков значительно различаются для кедрово-пихтовых насаждений и производных хвойно-лиственных лесов.

Анализируя данные по задержанию жидких атмосферных осадков пологом древостоя, следует отметить увеличение количества задержанных кронами деревьев осадков с возрастанием доли хвойных в составе насаждений. С увеличением запаса стволовой древесины перехват резко возрастает, особенно в интервале от 20 до 150 м³/га. Это связано с увеличением площади поверхности листвы и ветвей. Этим же обусловлено и то, что при одинаковых запасах молодняки перехватывают осадков больше, чем спелые древостои (Онучин, Буренина, 2002).

Что касается твердых осадков, лиственные породы задерживают снега значительно меньше, чем хвойные. В первую очередь это относится к березнякам, где коэффициенты снегозапасов близки к 1,0 (Рахманов, 1984). Поэтому количество задержанных древесным пологом осадков зависит, прежде всего, от породного состава, возраста и запаса насаждений.

Наряду с испарением осадков, задержанных кронами деревьев, к непродуктивному испарению относится физическое испарение с почвы и снега. По данным из литературы (Дюнин, 1961; Онучин, 2001), в горах, особенно в высокогорной части, потеря снеговой влаги на непродуктивное испарение происходит за счет ветровой активности. Величина испарения в гольцах и каменистых россыпях на северном склоне Западного Саяна рассчитывалась по разнице между фоновым количеством твердых осадков (метеостанция Оленья Речка) и снегозапасами на открытых участках. Полученная средняя многолетняя величина расхода влаги на испарение для данных ландшафтно-гидрологических комплексов равна 110 мм, что согласуется с опубликованными данными для гор юго-восточного Прибайкалья (Onuchin, Burenina, 2008).

На лесных участках исследуемых водосборов горно-таежного и черного поясов расход влаги на испарение с почвы и снега в насаждениях не превышает 30–45 мм, что составляет небольшую долю в общем балансе влаги (6–12 %). На вырубках, гарях и прочих непокрытых лесом землях эта величина достигает 30 % от суммарного испарения.

Полученные расчетные данные по суммарному испарению для различных ЛГК позволяют косвенным путем оценить их вклад в формирование стока в бассейне, т. к. формирование речного стока есть интеграция разнообразных воднобалансовых соотношений, характерных для ландшафтных комплексов данного водосбора. Для анализа стокоформирующей роли выделенных нами ЛГК по уравнению водного баланса рассчитывался сток. При этом предполагалось, что для многолетнего периода не происходит изменения запасов влаги в почво-грунтах зоны аэрации и подземных (грунтовых) водах (Крестовский, 1986; Лебедев, 1982 и др.), поэтому суммарный сток рассчитывался как разница между суммарным увлажнением и суммарным испарением данного участка водосбора.

Рассчитанная средневзвешенная величина слоя стока в исследуемой части бассейна р. Кебеж составляет 605 мм, в бассейне р. Тайгиш – 710 мм. Контролем для расчетного стока могут служить фактические данные по стоку, наблюдаемые на гидрологических постах. Для р. Кебеж средний многолетний сток за период 1948–2002 годы составляет 564 мм. На р. Тайгиш отсутствует

гидрологический пост, поэтому сравнение величин фактического и расчетного стока невозможно.

Основываясь на концепции ландшафтно-гидрологического подхода о пропорциональности вкладов ландшафтного стока в общий сток (Федоров, 1992) рассчитывался объем стока для каждого ландшафтно-гидрологического комплекса и его доля от суммарного стока для всего водосбора (табл. 18). В бассейне р. Кебеж более 80 % стока формируется в кедрово-пихтовых фитоценозах горно-таежного и черневого поясов. В бассейне р. Тайгиш в пределах этих высотных поясов занятая лесами площадь меньше и составляет 72 % от площади бассейна, и вклад ее в суммарный сток составляет 65 %. Из этого следует, что основными стокоформирующими комплексами в бассейнах этих рек являются горные леса. При этом роль производных лесов достаточно высока как регуляторов стока, но все же уступает коренным темнохвойным лесам. Несмотря на выравнивание суммарного расхода влаги на испарение в производных и коренных насаждениях и относительную стабилизацию стока, структура водного баланса, характерная для коренных кедровых древостоев, и соответственно, их водорегулирующие функции, после рубки леса не восстанавливаются полностью.

Для выявления влияния нарушенности растительного покрова в результате вырубок на гидрологический режим территории был выполнен сравнительный анализ динамики вырубок и изменения стока реки Кебеж за период с 1949 по 2002 год. Анализ показал, что динамика годового стока определяется в основном количеством выпавших осадков на территории водосбора. Сопоставление гидрографов с режимом выпадения осадков показало, что максимальные пики половодья были характерны для лет с экстремально высокой величиной зимних осадков. Выпадение жидких осадков отражается на увеличении стока в том случае, если месячная сумма осадков превышает 200 мм. При этом сток увеличивается на величину $\Delta = \Sigma \text{ мм} - 200 \text{ мм}$, где $\Sigma \text{ мм}$ – месячная сумма осадков.

В отдельные годы связь стока с осадками нарушается. Наиболее наглядно это проявляется в экстремальные по водности годы. Несколько аномальными по соотношению стока и осадков были 1995 и 1996 годы: при сумме осадков, близкой к норме, сток в эти годы превышал средний многолетний почти на 40 %. Согласно данным лесоинвентаризации в 1996 г. в бассейне р. Кебеж площадь 1–2-летних вырубок составляла около 700 га. Эти вырубки в основном находились в пределах горно-таежного пояса. Очевидно, за счет большего количества осадков снегоаккумулирующий эффект вырубок в горно-таежном поясе гораздо выше, чем в черневом поясе, где вырубками в отдельные годы были пройдены большие площади.

Таким образом, на основе вышеизложенного можно сделать вывод, что кедрово-пихтовые леса горно-таежного пояса северного макросклона Западного Саяна играют важную гидрологическую роль, как по объему формируемого стока, так и по своим водоохранно-защитным функциям. Согласно многолетним исследованиям, которые проводились лабораторией лесной гидрологии ИЛиД СОРАН СССР в горных лесах Западного Саяна, кедрово-пихто-

Таблица 18

Структура испарения и стока ландшафтных комплексов в бассейнах рек Кебеж и Тайгиш

Высотный пояс	Ландшафтный комплекс	р. Кебеж			р. Тайгиш		
		Площадь, тыс. га	Расход влаги на испарение, % от суммарного испарения на водосборе	Сток, % от суммарного стока на водосборе	Площадь, тыс. га	Расход влаги на испарение, % от суммарного испарения на водосборе	Сток, % от суммарного стока на водосборе
Тундрово-гольцовый	Гольцы	1,55	0,3	3,6	1,56	0,5	4,3
	Ерники	0,48	0,1	1,1	0,71	0,3	1,9
	Травяно-болотные	0,29	0,1	0,7	0,41	0,2	1,1
Субальпийский	Гольцы	0,50	0,1	1,1	7,68	2,4	19,7
	Кустарники и кустарнички	0,44	0,2	0,9	0,81	0,7	1,9
	Темнохвойные редколесья	0,88	0,8	1,6	1,14	1,5	2,4
	Горные луга	0,20	0,1	0,4	0,28	0,2	0,7
	Травяно-болотные	0	0	0	0,21	0,1	0,5
Горно-таежный	Гольцы	1,53	0,3	2,7	1,34	0,4	2,8
	Редколесья и кустарники	1,08	0,6	1,5	0,95	0,8	1,8
	Темнохвойные леса	31,81	39,4	34,3	19,45	38,0	25,2
	Хвойно-лиственные леса	6,35	5,7	8,1	4,06	5,7	6,4
	Вырубки	0,71	0,4	1,1	0,57	0,5	1,2
	Травяно-болотные	0,32	0,1	0,5	0,22	0,1	0,4
Черневой	Гольцы	0,41	0,1	0,5	0,31	0,1	0,5
	Редколесья и кустарники	0,26	0,1	0,3	0,27	0,2	0,4
	Темнохвойные леса	15,39	18,1	10,8	8,09	15,7	6,5
	Хвойно-лиственные леса	32,36	31,9	26,7	18,99	30,3	18,6
	Вырубки	1,84	0,9	2,1	1,60	1,3	2,2
	Травяно-болотные	1,59	0,6	2,0	1,22	0,8	1,8

вые леса горно-таежного пояса выполняют важные противоэрозионные функции (Лебедев, 1974). Согласно классификации эрозионной опасности (Лебедев, 1982) кедрово-пихтовые леса горно-таежного пояса относятся к III–IV классам –слабая и очень слабая. Эрозионные коэффициенты в этих лесах не превышают 0,001, а модули стока наносов не превосходят 27 т/км².

Ландшафтная дифференциация водосборов рек Кебеж и Тайгиш с точки зрения гидрологической однородности позволила оценить роль различных ландшафтов в структуре водного баланса в формировании речного стока. Согласно полученным результатам в кедрово-пихтовых лесах горно-таежного и черневого поясов до 45–55 % от суммы выпавших осадков тратится на формирование стока, что подтверждает факт, что эти леса в горах Западного Саяна выполняют важную водорегулирующую роль.

Ландшафтно-гидрологический анализ структуры водного баланса исследуемых водосборов показал, что рубки второй половины XX столетия внесли значительные изменения в гидрологический режим в бассейнах рек Кебеж и Тайгиш. Даже через 40–50 лет после рубки леса структура водного баланса, характерная для коренных кедровых древостоев и их водорегулирующие функции, не восстанавливается полностью.

До настоящего времени вопрос об экономической оценке водоохранной роли лесов является дискуссионным. Речь идет о влиянии леса на суммарный сток – поверхностный и подземный. Водоохранную роль леса нельзя сводить только к влиянию на гидрологический режим (Ткаченко, 1952; Побединский, 2013). Необходимо учитывать, что эти леса выполняют не менее важные водо- и почвозащитные функции. Исходя из этого становится понятной сложность экономической оценки водоохранных лесов.

Экономическая оценка водорегулирующей роли покрытых лесом водосборов недостаточно разработана в методологическом плане. Исследования имели как правило описательный характер с игнорированием экономических аспектов.

Пальма первенства в выявлении сущности водного баланса речных бассейнов принадлежит М. И. Львовичу (1963). Смысл его разработки позже изложил К. Н. Дьяконов (1988) в виде уравнения:

$$X_1 + X_2 + r = S_{\Pi} + S_B + S_r + E + T + B \pm g \pm W,$$

где X_1 – атмосферные осадки в жидкой фазе (за теплый период); X_2 – атмосферные осадки в твердой фазе (за холодный период); r – роса, иней, изморозь; S_{Π} – поверхностный сток; S_B – внутрипочвенный сток; S_r – внутригрунтовый сток; E – физическое испарение; T – транспирация; B – физическая и химическая аккумуляция воды в годовом приросте фитомассы; g – фильтрационный поток воды из геосистемы в поток глубинных (нагорных) вод; W – изменение запасов воды в почве и грунте за годовой период времени.

Приведенное уравнение позволяет определить потоки воды на больших водосборных территориях. На этой основе уральские исследователи смогли получить данные, характеризующие основные показатели водного баланса по

природным подзонам на территории европейской части России и Западной Сибири (Исаева и др., 2003; Ануфриев и др., 2013; Неклюдов, Ануфриев, 2014). Было выявлено, что покрытые лесом водосборы позволяют до 95 % речного стока переводить в подземный, что позволило увеличить водообеспеченность территорий в летний период. Исходя из платы за воду в пределах годовых лимитов водопользования и коммунальных платежей за водоснабжение можно рассчитать экономический эффект от водорегулирующей роли лесов. Экономический эффект при небольшой стоимости 1 м³ воды в 10 руб. по Свердловской области составит 20,8 млрд руб. (Ануфриев и др., 2013).

В качестве экономического эквивалента И. А. Неклюдов и В. П. Ануфриев (2014) предлагают использовать ставку налога при заборе воды из поверхностных водных объектов в пределах установленных годовых лимитов водопользования (282 руб. за 1000 м³) или размер коммунальных платежей за водоснабжение в г. Екатеринбург (23,9 руб. за 1 м³). Годовой экономический эффект для территории Свердловской области составит в первом случае 587,4 млн руб., во втором – 49783 млн руб. Ими делается важный вывод, что знание стоимости водорегулирующей роли леса позволит выработать экономический механизм устойчивого управления лесами и водными ресурсами.

Подобные методические подходы возможно использовать при оценке водоохранно-защитной роли лесов в других регионах России.

5. ПОЛЬЗОВАНИЕ НЕДРЕВЕСНЫМИ РЕСУРСАМИ

Сырьевые ресурсы кедровников позволяют вести комплексное хозяйство, которое в основном базируется на периодическом плодоношении кедрового ореха. Остальные виды недревесных ресурсов (ягоды, грибы, лектесырье, охота) имеют меньшее значение и приурочены к определенным типам кедровников и их возрастному состоянию. Опыт использования недревесных ресурсов кедровников свидетельствует об экономическом приоритете заготовки древесины, особенно в технически спелых и перестойных насаждениях. Тем не менее прижизненное использование кедровников значимо для решения социальных проблем регионов, занятости населения и получения дополнительного дохода. Комплексное использование недревесных ресурсов кедровников – наиболее правильная организация лесопользования, которая подтвердила свое эффективное существование деятельностью охотпромпхозов. Экономическая эффективность и организационная целесообразность подтверждается использованием одной бытовой и дорожной инфраструктуры, круглогодичной занятостью населения, постоянством контингента населения (профессионализм), занятого в добыче недревесных ресурсов.

При оценке недревесных ресурсов необходимо иметь в виду три вида продуктивности:

- биологическая – общая урожайность, определяемая на всей продуцирующей площади;
- эксплуатационная, которую можно изъять без нарушения биоценотических (трофических) связей;
- хозяйственная или экономически доступная часть, она, как правило, не превышает 50 % от средних величин продуктивности.

Организация пользования недревесными ресурсами предполагает нормирование размера и способа сбора. Нормирование размера пользования определяется гражданским сервитутом и арендой лесного фонда для определенного вида пользования. Объем возможной заготовки определяется при лесоустройстве и создании на его основе проекта освоения. Возможно проведение дополнительных или специальных работ (например, охотустройство) по выявлению недревесных ресурсов. Цена недревесных ресурсов определяется рыночными отношениями в рамках деятельности заготовительных организаций. Способ сбора недревесной продукции регламентируется способностью восстанавливать продуцирующий урожай популяции. Для каждого вида недревесного сырья существуют свои правила, но общие требования касаются заготовки спелой продукции, когда изъятие урожая имеет наименьшие негативные последствия для последующей урожайности.

5.1. Орехопромысел

Кедровый орех – один из основных видов продукции кедровых лесов. Он съедобен, вкусен и обладает высокими питательными свойствами. Из ядра кедрового ореха добывается масло, по своим вкусовым и пищевым качествам не уступающее лучшим сортам оливкового и миндального масел. Из скорлупы

получают ацетон, уксусную кислоту и фурфурол. Измельченная скорлупа используется как мульча при выращивании посадочного материала. Кедровые орехи являются также кормовой базой животных и птиц (рис. 9).

Орехоплодность кедровых насаждений определяется по периодичности и интенсивности плодоношения. Достоверно, по следам от прикрепления шишек к побегу, можно ретроспективно определить эти показатели на 10–12 лет назад. Текущий прогноз урожайности (зимой) определяется по количеству озиме, а перед сезоном сбора – путем пересчета шишек с помощью бинокля. Обильным считается урожай 3 шишки и более на одной мутовке генеративных ветвей кроны, 2 – хороший, 1 – плохой. Низкогорные (травянистые) кедровники, несмотря на смешанный состав, в 2 раза продуктивнее среднегорных чернично-зеленомошных и в 3 раза – высокогорных бадановых. Высокой продуктивностью и периодичностью урожая отличаются долинские смешанные с елью кедровники. Наиболее урожайны среднеполнотные и средневозрастные (120–160 лет) насаждения кедра. Для поддержания кедровой консорции (трофической) требуется 20 кг/га орехов, что не учитывается при определении хозяйственной продуктивности.

Неравномерность урожаев по годам – наиболее характерная черта в семеношении кедра. В. А. Поварницын (1944) нашел, что периоды между семенными годами сильно различаются по продолжительности. Период повторяемости хороших урожаев неодинаков, он уменьшается с запада на восток и с севера на юг в пределах ареала. Д. Н. Данилов определил, что сходная урожайность в отдельные годы может охватывать обширные пространства, а низкая урожайность в отдельные годы захватывает даже весь ареал кедра.

По исследованиям Г. В. Крылова (1961), повторяемость хороших урожаев кедра сибирского в лесной зоне Сибири может быть в северной части



Рис. 9. Плодоношение кедра (фото А. С. Шишкина).

через 8–10 лет, в южной – через 5–6 лет, в подзоне черневой тайги Алтая и Саян – через 3–4 года.

По заключению Т. П. Некрасовой (1972), неравномерность урожаев у кедра сибирского определяется в основном теплом и влагой. Она выражается в смене целых периодов семенных лет несеменными. В целом, неравномерность урожаев семян кедра сибирского зависит от изменения солнечной активности, проявляемой циклическими колебаниями климата и характером погоды.

Влияние состава древостоев на урожайность однозначно – чем выше участие кедра в составе, тем урожайнее насаждение. При увеличении доли ели и пихты в составе происходит общее уменьшение орехопродуктивности с 1 га и отдельных деревьев.

Связь урожайности с полнотой сложнее. Орехопродуктивность отдельных деревьев тесно связана со степенью развития их крон. Оптимальной является та полнота, при которой образуется максимальная сумма площадей плодоносящих поверхностей крон на единицу площади. В целях повышения орехопродуктивности разреживание кедровников надо проводить в 20–40 лет, поддерживая полноту 0,4–0,6 в равнинных условиях и 0,5–0,7 – в горах.

Урожайность семян (орехов) кедра зависит от местоположения кедровника (высотный пояс в горах, подзона на равнинах и плоскогорьях, положение в рельефе местности), типа леса, класса бонитета, состава, полноты (сомкнутости) насаждения, возраста элемента леса кедр, формы, степени развития и густоты (плотности) кроны. Без характеристики кроны плодоносящих деревьев основного элемента леса кедр оценка урожайности орехов с приемлемой для практики точностью невозможна. Имеющие одинаковую таксационную характеристику древостои кедр, разнящиеся по форме, степени развития, густоте (плотности) кроны, отличаются по урожайности орехов в несколько раз. Поэтому для таксации вероятных урожаев семян необходимо учитывать показатели кроны деревьев верхнего яруса кедр, что без натурной таксации показателей крон деревьев сделать невозможно.

Повторяемость урожаев разной интенсивности в наиболее плодоносящих, высокополнотных, чистых по составу кедровниках в самом репродуктивном возрасте (170–240 лет) в зависимости от высотных поясов в горах и подзона на равнинах и плоскогорьях изучена А. И. Ирошниковым (Семечкин и др., 1985). Приведенная таблица 19 может служить основой для привязки конкретного урожая кедр в объекте в год лесоустройства и составления таблиц средней урожайности кедровников в зависимости от обычных таксационных показателей древостоев и характеристики крон кедров.

Учет шишек в кронах кедров в бинокль дает менее точные результаты, а полный сбор шишек путем околота кедров, сбора падалки – кратковремен и трудоемок, и не всегда дает приемлемую точность оценки фактической урожайности орехов из-за несбиваемости части шишек, которые нередко остаются в кроне до весны.

Для определения урожайности семян вводятся новые таксационные показатели кедровых древостоев: *класс орехопродуктивности*, характеризующий

Влияние высотной поясности и широтной зональности на орехопродуктивность и повторяемость урожаев разной интенсивности в 170–240-летних высокополнотных чистых по составу насаждениях кедров сибирского за двадцатилетний период

Высотный пояс гор Южной Сибири и подзона на равнинах и плоскогорьях	Единицы измерения	Оценка урожая						Среднее за 20 лет
		отсутствует	плохой	слабый	средний	хороший	обильный	
Низкогорья (до 800 м) и южная тайга	год	0	2	4	8	4	2	–
Среднегорья (800–1300 м) и южная полоса средней тайги	кг/га	–	40	80	120	160	200	120
Среднегорья (с 1300 до субальпийского и подгольцового пояса)	год	1	2	6	6	4	1	–
и южная часть северной тайги	кг/га	0	30	60	90	120	150	80
Высокогорья и северный предел распространения	год	3	5	5	4	2	1	–
	кг/га	0	20	40	60	80	100	40
	год	5	6	4	3	1	1	–
	кг/га	0	10	20	30	40	50	16

состояние крон деревьев кедрового основного элемента леса, и *индекс густоты* плодоносящей части кроны (Воробьев, 1983; Ирошников, 1963, 1985; Руководство..., 1990). В урожайный на орехи год в июле – августе дается глазомерная оценка текущего урожая в баллах каждого таксируемого древостоя. Эти данные используются для выявления корреляционных связей между урожайностью участков, их таксационной характеристикой, классом орехопродуктивности и индексом густоты крон деревьев.

Количественная урожайность семян кедров определяется на пробных площадях по модельным деревьям (Правдин, Ирошников, 1963) или способом сплошного околота и сбора шишек, или по остаткам шишек на земле (Семечкин, 1963). Последний способ применим в условиях, где нет сбора шишек человеком. Влияние диких лесных животных, целиком поедающих кедровые шишки (медведь, кабан), учитывается установлением систематической ошибки метода. В большинстве районов Сибири их влияние не существенно. Основными потребителями семян кедров являются кедровка, мышевидные грызуны, бурундук, белка, соболь, оставляющие стержни шишек с остатками кроющих чешуй.

Возможная урожайность кедровников определяется по специально составленным таблицам, в которых отражаются высотный пояс, класс бонитета или тип леса, класс возраста, участие кедров в составе, полнота древостоя, класс орехопродуктивности, густота кроны. Практика показала, что можно ограничиться тремя классами орехопродуктивности (I – высокий, II – средний, III – низкий) и густоты крон древостоев (густые, средние, редкие). В таблице 20 приведен пример таких таблиц для определения средней урожайности семян кедров.

Средняя урожайность кедровых насаждений в Западном Саяне
(биологический урожай на кронах в воздушно-сухом состоянии, кг/га).
Горно-таежный пояс (800–1100 м над уровнем моря). Бонитет III–IV (фрагмент)

Группа 20-летних классов возраста (возраст, лет)	Участие кедра в составе древостоя	Полнота	Оценка плодоносящей части кроны кедров по классам орехопродуктивности и густоте						
			I		II			III	
			густая	средняя	густая	средняя	редкая	средняя	редкая
VII–IX (121–180)	10–9	10–08	65	51	67	51	31	37	19
		07–05	49	38	53	41	25	26	14
		04–03	43	27	56	43	26	33	18
	8–7	10–08	51	40	53	41	25	28	15
		07–05	38	30	41	31	19	19	10
		04–03	34	27	43	33	20	26	14
	6–5	10–08	40	31	42	32	19	25	13
		07–05	31	24	32	25	15	18	9
		04–03	27	22	35	27	16	23	12
	4–3	10–08	28	22	29	22	13	16	8
		07–05	21	16	21	16	10	12	7
		04–03	18	14	24	18	11	12	7
X–XII (181–240)	10–9	10–08	84	61	74	62	44	48	31
		07–05	55	40	49	41	29	35	23
		04–03	49	36	55	45	32	34	23
	8–7	10–08	65	47	58	48	34	40	26
		07–05	44	32	46	38	26	28	18
		04–03	39	28	43	36	25	27	17
	6–5	10–08	51	37	47	39	27	33	21
		07–05	35	25	31	26	18	24	16
		04–03	31	22	34	28	20	21	14
	4–3	10–08	36	26	32	26	19	20	13
		07–05	24	17	21	18	12	14	9
		04–03	21	15	23	20	14	13	8
XIII–XV (241–300)	10–9	10–08	81	55	70	61	43	49	34
		07–05	50	35	41	36	25	32	22
		04–03	44	30	45	39	27	28	20
	8–7	10–08	63	42	55	48	33	39	27
		07–05	40	27	33	29	20	24	17
		04–03	37	24	35	30	21	21	15
	6–5	10–08	50	34	44	38	26	32	22
		07–05	31	21	26	23	16	19	14
		04–03	28	19	27	24	17	21	15
	4–3	10–08	35	23	30	26	18	21	15
		07–05	22	15	19	16	11	12	9
		04–03	21	14	20	17	12	11	8

Видна предельная разница в урожайности древостоев кедра высшего I класса продуктивности с густыми кронами и древостоев низшего III класса продуктивности с редкими кронами, достигающая 3–4-кратной. Такая разница

в орехоплодности за счет различия в состоянии плодоносящей части крон деревьев в древостоях одинаковой таксационной характеристики должна обязательно учитываться при учете урожайности кедровников, ресурсов кедрового ореха, при организации орехосбора.

Определение лесоустройством семенной урожайности кедровников в зависимости от развития крон деревьев в древостоях позволяет дифференцировать насаждения по орехоносности, предотвращать ее завышение, получаемое по таблицам без учета развития крон кедров, правильно провести комплексную оценку кедровников и назначить хозяйственные мероприятия по повышению общей продуктивности кедровых лесов хозсекций.

Средняя многолетняя урожайность всех кедровников Ермаковского мехлесхоза Красноярского края, находящегося в горно-черневом и горно-таежном округах Алтае-Саянской горной лесохозяйственной области, включающих горно-черневой, горно-таежный и подгольцово-субальпийский пояса, определенная с учетом развития крон деревьев кедров, составила 27 кг/га. Площади насаждений по грациям средней урожайности распределялись следующим образом: до 30 кг/га – 70 %, 31–60 – 27 %; 61–90 – около 3 %, 91 кг/га и более – менее 1 %. Кроме того, значительная часть кедровников (59 %) расположена на склонах более 20° и малодоступна для орехосбора. Из общего биологического урожая ореха в 13 тыс. т хозяйственно доступными оказались лишь 650 т (5 %), причем из них используется в среднем около 190 тонн, что составляет от общего биологического урожая всего 1.5 %.

Приведенные величины семенной продуктивности кедровых древостоев в Сибири хорошо согласуются с данными по урожаям орехов у кедров корейского: средняя урожайность семян горных кедровников 33 кг/га, предгорных – 56 кг/га (Измоденов, 1972). Таким образом, можно считать преодоленным многие годы культивируемое, как среди специалистов-лесоводов, так и особенно среди населения, гиперболизированное представление о колоссальных урожаях кедровых орехов в России (Ткаченко и др., 1939; Ткаченко, 1952; Крылов, 1961 и др.) и о мировом продовольственном значении орехов кедров при повсеместном их сборе.

В действительности хороших кедровников, дающих регулярно высокие урожаи орехов, очень мало. Тем бережнее надо к ним относиться. При обильном урожае среднюю семенную продуктивность следует увеличить в 2 и даже в 3 раза выше табличной.

Лесохозяйственное районирование позволяет рассчитать вероятные ресурсы кедровых орехов в Сибири по орехопродуктивности высокополнотных чистых по составу насаждений кедров по подзонам и высотным поясам (Ирошников, 1985) и поправочным коэффициентам. Урожайность всех кедровников составляет 0.3–0.4 от урожайности лучших чистых насаждений в возрасте наивысшего семеношения (табл. 21).

В Сибири имеется 36 млн га кедровых лесов. Общий средний многолетний биологический урожай кедровых орехов определен в 980 тыс. тонн, или в среднем 27 кг/га. В урожайные годы он составляет 1630 тыс. тонн, или в среднем 45 кг орехов с 1 га.

Таблица 21

Ресурсы кедровых орехов в лесах Сибири

Лесохозяйственные области, подзоны (на равнине), вы- сотные подпояса (в горах)	Площадь кедровых лесов, млн га	Урожайность высоко- продуктивных кедровни- ков, кг/га		Коэффици- ент урожай- ности для всех кедров- ников	Урожайность всех кед- ровников, кг/га		Ресурсы кедрового оре- ха, тыс. тонн	
		Средняя многолет- няя	средняя в урожай- ные годы		Средняя многолет- няя	средняя в урожай- ные годы	Средняя многолет- няя	средняя в урожай- ные годы
Западно-Сибирская равнинная область	15.8	61	105	0.37	23	39	377	635
Предтундровая подзона	5.2	16	50	0.3	6	15	30	75
Северотаяжская подзона	3.7	40	90	0.3	12	27	36	81
Среднетаяжская подзона	4.1	80	130	0.4	32	52	186	302
Южнотаяжская подзона	2.8	120	170	0.4	48	68	125	177
Средне-Сибирская плоскогорная область	7.3	79	129	0.4	31	51	213	348
Горнотаяжный подпояс	6.6	80	130	0.4	32	52	211	343
Подгольцовый подпояс	0.2	40	90	0.3	12	27	2	5
Забайкальская горная мерзлотная область								
Горнотаяжный подпояс	0.2	80	130	0.4	32	52	6	10
Алтае-Саянская горная область	10.5	79	129	0.39	31	50	400	634
Черновой подпояс	0.9	120	170	0.3	36	51	32	46
Горнотаяжный подпояс	10.4	80	130	0.4	32	52	350	541
Субальпийский и подгольцовый подпоясы	1.3	40	90	0.4	16	36	21	47
Сибирь	36.0	70	117	0.39	27	45	982	1627

Низкопродуктивные кедровники предтундровой и северо-таежной подзон на равнине, подгольцового и субальпийского высотных подпоясов в горах составляют 9.5 млн га или 26 % площади всех кедровых лесов Сибири, со средним запасом орехов 89 тыс. тонн или всего 9 кг/га. Эффективный орехосбор возможен только в условиях экологического оптимума произрастания кедра, т. е. в южной и отчасти средней тайги западной Сибири, в горно-таежном и черневом подпоясах гор юга Сибири, Лено-Ангарском плато, в южной части бассейна оз. Байкал. Но и здесь имеется 8.9 млн га низкобонитетных кедровников (V класс бонитета и ниже), 5.2 млн га расположено в горах на крутых склонах и 5.0 млн га на Среднесибирском плоскогорье являются недоступными. Только на 7.2 млн га целесообразна ориентация хозяйства на комплексное использование и получение пищевого ореха, но большая часть насаждений остается транспортно недоступной. Эти 20 % площади кедровников производят 60 % всего биологического урожая семян кедра (576 тыс. т или 80 кг/га).

Здесь добывается в среднем в год 20 тыс. тонн, или 3.5 % биологического урожая орехов.

Увеличение заготовки кедрового ореха в 2–3 раза возможно только при сохранении и прижизненном использовании лучших орехоплодных кедровников. Сплошная вырубка кедровых насаждений со средним урожаем семян 80 кг/га невыгодна, потому что доходность от получаемого ореха соизмерима с таковой от древесины. Ключ к решению кедровой проблемы заключается в сохранении и прижизненном использовании имеющихся орехопродуктивных кедровников, а также в создании специализированных орехоплодных плантаций близ населенных пунктов и транспортных путей.

Таким образом, баснословные урожаи семян кедра – плод гиперболизации, переноса на все кедровники больших урожаев орехов в особо продуктивных на орех древостоях кедра, в том числе припоселковых, систематически осветляемых, и в годы с обильным урожаем. Но таких кедровников очень мало и их надо особо охранять, относиться к ним по-хозяйски, не допускать их вырубки, беречь от браконьерских способов добычи ореха. А слабо урожайные кедровники могут быть объектами охоты, лесохозяйственной реконструкции и даже лесопромышленной эксплуатации.

5.2. Заготовка пищевого и лекарственного сырья

К недревесным ресурсам, кроме орехов сосны кедровой сибирской, относятся ягоды (черника, брусника, на вырубках и гарях жимолость, рябина, красная и черная смородины, черемуха, малина), лекарственное и техническое сырье (лекарственные травы, в т. ч. золотой и маралий корни, кедровая живица и пр.), медоносы (кипрей, малина).

К важнейшим недревесным ресурсам кедровых лесов, в той или иной мере учитываемым при лесоустройстве, относятся:

– охотничье-промысловые животные (соболь, белка, марал, лось, рябчик, глухарь и другие), добываемые охотой;

– ягоды (черная и красная смородина, брусника, черника и другие), собираемые в основном на вырубках, гарях, на первых стадиях зарастания их лесом, в разреженных кедровых лесах;

– лекарственно-техническое сырье имеет место в кедровниках (бадан, лист брусники, шиповник и другие), но большинство его видов, приписываемых кедровым лесам, собирается вне кедровых лесов (корень левзеи, корень кровохлебки, трава зубровка и другие) и к таксации кедровых насаждений имеет лишь косвенное отношение (сопутствуют кедровым лесам на соседних нелесных площадях);

– грибы в кедровых лесах растут, но урожайность их редко бывает высокой: кедровники традиционно не являются местом массового сбора грибов.

Лишь лекарственно-технические растения учитываются непосредственно при таксации леса, а все другие недревесные ресурсы учитываются при помощи корреляционных связей между таксационными характеристиками участков леса и их совокупностей (высотные пояса в горах и другие) и колеблющейся по годам численностью охотничье-промысловых животных, урожайностью ягод, грибов, с учетом в необходимых случаях дополнительных таксационных показателей.

Использование ягодников. Обычно ягодники плодоносят через год, а хороший урожай отмечается раз в три года. Потенциальная урожайность определяется по проективному покрытию и возрасту ягодников, а текущий прогноз дается по наличию зеленых ягод (после весенних заморозков, первая декада июня). Наиболее продуктивны среднеполнотные насаждения, а вырубки – до смыкания крон древесных пород (до 5–10 лет). Высокая урожайность принимается при проективном покрытии плодоносящих ягодников 81–100 % или средним расстоянием между плодоносящими кустами 3–5 м, средняя – 41–80% и 6–10 м, низкая – до 40 % и более 11 м. Высокий хозяйственный урожай принимается при полном покрытии ягодами плодоносящих побегов (100 %), хороший – 61–80 %, средний – 41–60 %, плохой – 10–40 %.

Определение урожайности ягодников. При таксации лесонасаждений для каждого вида ягодника по всем таксационным выделам глазомерно определяется проективное покрытие (отдельно по каждому виду); характер размещения по площади (равномерно, группами, пятнами); балл жизненности (по Гроссгейму); оценка урожая в баллах по шкале Каппера-Формозова.

В результате получаем за один полевой сезон видовой состав ягодников, проективное покрытие и характер их размещения, жизненность и занимаемую площадь по всему устраиваемому объекту и глазомерную оценку урожайности части ягодников, протаксированных в фазе плодоношения. Эти данные служат основой для дальнейшей оценки их промысловой пригодности и проектирования рациональной эксплуатации.

Глазомерная оценка урожая ягод в баллах по шкале Каппера-Формозова дает представление лишь об относительной величине урожая. Поэтому необходимы специальные исследования с закладкой пробных площадей для выявления весового выражения урожая ягод по каждому баллу шкалы относитель-

ной оценки. Для этого закладываются пробные площади в наиболее характерных выделах с учетом установления зависимости урожая ягод от условий местопроизрастания (типа леса, в горах – высотного пояса), освещенности (через полноту насаждений) и наличия ягодника на единицу площади. Обследование и количественный учет урожая ведется по конкретным таксационным выделам с наличием на них ягодников с различным проективным покрытием и урожаем. При очень больших площадях выдела обследованием охватывается наиболее типичная его часть. Наличие у таксатора аэрофотоснимков местности с готовыми контурами таксационных выделов позволяют определить размещение пробной площади по выделу и ее размеры.

Для получения объективных данных о распределении и покрытии ягодником площади выдела применяется принцип случайной выборки в размещении учетных площадок. Размещение их проводится рядами с соблюдением одинакового расстояния между площадками. Расстояние между рядами и площадками устанавливается в зависимости от площади выдела, видового состава и однородности ягодника, в пределах 10–50 м. Величина учетных площадок определяется видом учитываемого ягодника, наличием на единице площади и величине его урожая. Здесь принимается во внимание наличие обратной корреляционной связи между размерами учетных площадок и показателями точности наблюдений (Тюлин, 1972).

Для учета урожайности кустарничковых ягодников (черника, брусника) площадки 25 м² дают уже очень высокую погрешность. Наиболее приемлемыми для разового учета урожая являются площадки квадратной или круглой формы: для брусники, черники, клюквы – 1 или 2 м², для кустарничковых ягодников – смородина, голубика и другие – 4, 9, 16 или 25 м².

Число закладываемых учетных площадок (n) для определения урожая в данном выделе с заданной точностью и необходимой достоверностью определяется по известной формуле:

$$n = \frac{V^2 t^2}{p^2},$$

где: V – коэффициент изменчивости; p – показатель точности; t – показатель достоверности.

Коэффициент изменчивости в процентах вычисляется по формуле:

$$V = \frac{\sigma}{M},$$

где: M – среднее арифметическое значение; σ – среднее квадратическое отклонение.

В лесу среднее квадратическое отклонение может приближенно определяться по соотношению

$$\sigma = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{5} \quad \text{или} \quad \sigma = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{4},$$

где $X_{\max}$ – максимальный результат наблюдения; $X_{\min}$ – минимальный результат наблюдения.

Уменьшение количества учетных площадок против расчетной снижает точность учета урожая и, как правило, значительно занижает данные об урожайности ягодников.

На каждой площадке определяется: покрытие каждым видом ягодника почвы в процентах при помощи палеток, средняя высота ягодника, размещение, концентрация, жизненность, фенофаза, балл урожая текущего года. Производится сбор и взвешивание созревших и несозревших ягод. Для перевода веса неспелой ягоды в спелую определяется вес 100 созревших и 100 несозревших ягод, взятых из проведенного сбора методом одной случайной выборки. Производится таксационное описание выдела, определение условий местопроизрастания.

После обработки пробных площадей изучается зависимость между полнотой древостоев данных условий местопроизрастания, баллом плодоношения и весом ягод в кг приходящемся на единицу проективного покрытия почвы. Экспериментальные данные выравниваются и по ним составляется таблица возможной урожайности ягодника, дифференцированной в зависимости от величины процента проективного покрытия по баллам плодоношения, местонахождению в древостое определенной группы полноты и типа леса.

Обычно наблюдающаяся связь урожайности с проективным покрытием обуславливается высоким коэффициентом корреляции между указанными признаками. При этом корреляционная связь между урожайностью и наличием ягодника в значительной степени зависит от урожая ягод. При хорошем и обильном урожае она соответственно составляет от 0.9 и выше для брусники (Данилов, 1972) и для черники 0.75 (Тюлин, 1972).

Описанная методика применена в 1970 г. Восточно-Сибирским лесоустроительным предприятием при устройстве Ермаковского лесхоза Красноярского края, находящегося в Западном Саяне (Бусоедов, Семечкин, 1973).

По данным лесоустройства было установлено, что ягодники смородины, имеющей промысловое значение, сосредоточены в нескольких сериях типов леса (табл. 22).

Оказалось, что площади ягодных угодий, пригодные к промысловой эксплуатации, незначительны по сравнению с общей площадью типов леса, в которых они произрастают (от 2 до 30 %). Площадь же ягодников промыслового значения от всей лесной площади составляет в Танзыбейском лесничестве: черной смородины – 4.2 % и красной смородины – 5.8 %; в Большереченском лесничестве – черной смородины 3.3 % и красной смородины 2.2 %.

Наибольшее влияние на продуктивность ягодников оказывает сомкнутость древесного полога. Наиболее производительны ягодники, произрастающие на открытых местах: на вырубках, гарях, в редицах. С увеличением полноты древостоя уменьшается и ягодная продуктивность растений (увеличение полноты с 0.3 до 0.8 вызывает падение урожая черной смородины на 58 % и красной смородины на 37 %). Но частые для Западных Саян поздние весенние заморозки нарушают это соотношение, на не покрытых лесом площадях создаются крайне неблагоприятные термальные условия, когда большая часть цветов и завязей отмирает.

**Распределение площадей с участками черной и красной смородины
промыслового значения по сериям типов леса**

Серии типов леса	Общая площадь, га	Красная смородина		Черная смородина	
		га	% от серии типов леса	га	% от серии типов леса
Большереченское лесничество					
Травяно-зеленомошная	37519	740	2.0	688	1.8
Папоротниково-вейниковая	24412	893	3.7	1341	5.5
Крупнотравно-папоротниковая	7317	289	3.9	936	12.8
Крупнотравная	3998	229	5.6	619	15.4
Мелкотравно-зеленомошная	2344	315	13.5	319	13.6
Мшистая	1329	218	16.4	—	—
Пойменная	756	52	6.9	157	20.8
Итого	77675	2736	3.5	4060	5.2
Танзыбейское лесничество					
Травяно-зеленомошная	23246	1430	6.1	1924	8.3
Папоротниково-вейниковая	20822	1761	8.5	1202	5.8
Крупнотравно-папоротниковая	20378	1775	8.8	1212	5.0
Крупнотравная	8210	2457	30.0	843	10.5
Мшистая	3788	353	9.4	456	12.0
Пойменная	3921	251	6.4	205	5.2
Итого	80365	8027	10.0	5842	7.3

В 1970 г. в результате поздних весенних заморозков пострадала часть будущего урожая смородины (на открытых местах) и весь урожай черники и рябины. Поэтому для исследований не оказалось ягодников с урожаями высших баллов. Площади промысловых ягодников черной смородины в Большереченском лесничестве имели следующее распределение в процентах по баллам плодоношения: 0 баллов – 15.6 % площадей, 1 – 24.5 %, 2 – 40.0 %, 3 – 17.4 %, 4 – 2.2 %, 5 – 0.0 %. Ягодники, произрастающие в насаждениях различной полноты, характеризовались такими средними баллами урожайности: при полнотах 0.3–0.4 – 1.57 балла, 0.5–0.6 – 1.93; 0.7 и больше – 1.33; в рединах – 1.30; на вырубках – 0.55 балла.

Выявилось распределение ягодников черной смородины по проективному покрытию занимаемой площади: проективное покрытие в 5 % отмечено на площади 2133 га (52.4 % от всей площади ягодников); в 10 % – 1045 га (25.8 %); 15 % – 357 га (8.8 %); 20 % – 420 га (10.5 %), 30 % – 105 га (2.6 %). Средний процент проективного покрытия у промысловых ягодников черной смородины по Большереченскому лесничеству составил 9.4 %, а общая площадь этого ягодника в переводе на 100 % оказалась равной 380 га.

Основной промысловой характеристикой ягодников, по которой производится определение их эксплуатационной возможности, является наличие на площади плодоносящих растений. 1970 год был среднеурожайным для смородины. И даже в таких условиях выявлена высокая корреляционная связь уро-

жайности ягодника с его проективным покрытием (у черной смородины коэффициент корреляции $r = 0.912$, $m_r = 0.056$; у красной смородины $r = 0.689$, $m_r = 0.198$).

При одинаковых процентах покрытия ягодниками какой-либо единицы площади обилие ягод на них варьируют в значительной степени (до 100 %). Изменчивость урожая является следствием комплекса различных условий: относительной освещенности, термического режима, расположения кустов под пологом древостоев, микро- и макрорельефа, возрастного строения, генеративной способности, внутривидового полиморфизма. Влияние всех этих причин на продуктивность ягодников может быть выявлено лишь при многолетних стационарных наблюдениях. При лесоустроительных работах такие исследования вести невозможно. Большая изменчивость урожая ягод должна учитываться установлением необходимого числа учетных площадок для получения достоверных результатов при закладке пробных площадей. По собранным материалам составлена таблица урожайности смородины для Ермаковского лесхоза Красноярского края (табл. 23).

Величина урожая смородины здесь несколько меньше чем приводимая другими исследователями для различных районов Сибири (Измоленов, 1966; Суров, Демиденко, 1966). Материалы лесоустроительного обследования ягодников Ермаковского лесхоза на площади 296.8 тыс. га показали, что причина этого заключается в том, что на этой площади нет значительных выделов леса с высоким процентом проективного покрытия их ягодниками. Высокий процент проективного покрытия имеют ягодники, произрастающие в пойменных условиях, но они имеют малые площади.

Таблица 23

Средняя урожайность черной и красной смородины в зависимости от полноты насаждений, балла плодоношения и проективного покрытия (в состоянии естественной влажности, кг/га)

Процент проективного по-	Группы насаждений по полноте										
	Редины, вырубки			0.3–0.4			0.5–0.6			0.7–0.8	
	Баллы плодоношения										
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Черная смородина											
5	8	12	17	8	11	15	7	10	14	6	9
10	17	24	33	16	22	31	15	20	28	13	19
15	25	36	50	24	33	46	22	30	42	19	28
20	34	48	66	32	44	61	30	40	56	26	38
25	42	60	83	40	55	77	37	50	70	32	47
Красная смородина											
5	8	14	17	8	12	15	6	9	13	5	6
10	16	27	35	14	23	30	12	19	25	9	13
15	24	41	52	22	35	45	18	28	38	14	19
20	32	54	70	28	46	60	24	38	50	18	26

Проведенные методические исследования позволяют при необходимости учитывать при таксации кедровников ресурсы охотничье-промысловых животных, ягод, а также лекарственно-технического сырья и грибов. При организации комплексного использования кедровых лесов это немаловажно, хотя доля их в общей стоимости получаемой из леса продукции (включая получение древесины и ее первичную обработку) невелика – всего несколько процентов (не более 14–15 %). При отсутствии пользования древесиной значение охоты и побочныхпользований возрастает.

Использование грибов. Грибоносная площадь имеет высокую зависимость от состояния напочвенного покрова: чем он развитей, тем меньше образуется плодовых тел. Для кедровников характерна низкая продуктивность грибов, но в мертвопокровной стадии сомкнутых молодняков урожай съедобных шляпочных грибов (масленки кедровый и поздний, рыжик еловый) может достигать 20 кг/га. Учитывая редкое сезонное и позднее образование плодовых тел, их зараженность («червивость») невысокая. Текущий прогноз урожайности и формирования «слоя» грибов дается на основании суммы осенних осадков в сочетании с весенне-летними осадками и температурой. Слой грибов длится не более 10 дней, сбор плодовых тел высокого товарного качества следует проводить один раз в два дня.

Заготовка корней обычно проводится в альпийской зоне в кедровом редколесье. Заготовка маральего корня (левзея сафлоровидная) проводится в первой половине сентября сплошными полосами по 1–2 м шириной с полной минерализацией поверхности. Повторная заготовка корней на одном участке возможна не ранее 4–5 лет (оборот восстановления ресурса). Хозяйственная продуктивность при 100 % покрытии – 200 кг/га ежегодно. Золотой корень (радиола розовая) заготавливается также после плодоношения в приручейных биотопах с выкопкой только толстых корней, выборочно, не более 20 % плодоносящих побегов. При таком режиме плантация может ежегодно давать до 500 кг/га сырого корня. Заготовка корней других растений не лимитируется, за исключением видов, занесенных в Красные книги РФ и региона.

5.3. Охотничье хозяйство

Продуктивность охотничьих ресурсов определяется трофическим значением орехов, стожков сеноставки (пищуха алтайская и северная), хвои кедра, а также высокими защитными свойствами перестойных дуплистых деревьев, низко опущенной широкой кроной и каменистых россыпей кедрового редколесья. В связи с сезонностью урожая кедрового ореха (два года неурожайных) для кедровников характерно кочевое население промысловых животных с характерной динамикой численности, которая обусловлена дополнительным пометом и выживаемостью молодых зверьков (мышевидные, белка, соболь). В таблице 24 приводится балльная оценка (по 4-балльной шкале, I – лучшие угодья) охотничьих угодий кедровников для основных охотничьих видов. При определении баллов учитывались периодичность и интенсивность урожайности орехов, наличие других кормов, глубина снега (сезонность использования

**Бонитировочная таблица основных охотничьих видов
по группам типов леса кедровников**

Группы типов леса	Сб	Мр	Кб	Лс	Кс	Мд	Бл	З-б	Рб	Гл	Ср.
Бадановая	II	II	I	III	III	II	III		III	III	II,4
Зеленомошная	I	I	II	II	II	I	II		I	I	I,5
Крупнотравная	III	III	III	I	I	II	I		III	III	II,1

Сокращения: Сб – соболь, Мр – марал, Кб – кабарга, Лс – лось, Кс – косуля, Мд – медведь, Бл – белка, З-б – заяц-беляк, Рб – рябчик, Гл – глухарь.

угодий) и действие фактора беспокойства или освоенность угодий. В бадановую группу вошли подгольцовые низкополнотные кедровники, зеленомошную – ягодные, крупнотравную – низкогорные, как правило, пройденные рубкой разного возраста. Шкала послепромысловой продуктивности охотугодий (по данным ЗМУ) по видовым бонитетам разрабатывается для каждого охотхозяйства отдельно с учетом географических и хозяйственных особенностей (табл. 25). При этом следует учитывать воспроизводственный потенциал охотничьих видов и реальную (сезонную) продуктивность охотугодий перед сезоном охоты. Нормативом и режимом использования охотничьих ресурсов служит внутривладельческое охотустройство.

Внутривладельческое охотустройство должно обязательно включать:

– экспликацию охотугодий с описанием границ и форм ведения хозяйства (спортивная, любительская, промысловая, трофейная, национально-традиционная). Площадь охотхозяйства определяется продуктивностью кедровников и должна обеспечить арендатора годичным доходом. В горах юга Сибири минимальная площадь индивидуального пользования не менее 30 тыс. га.

– составление повидовых очерков, отражающих специфику обитания охотничьих видов;

Таблица 25

**Шкала послепромысловой продуктивности охотугодий по бонитетам,
особей/1000 га (для гор юга Сибири)**

Виды	Классы бонитета		
	I	II	III
Соболь	7	3–6	2
Марал	4	2–3	1
Кабарга*	9	3–8	2
Лось	2	0,5–1	0,4
Косуля	5	2–4	1
Медведь	0,5	0,2–0,4	0,1
Белка*	30	10–29	3–9
Заяц-беляк*	10	3–9	2
Рябчик*	30	10–29	9
Глухарь*	5	2–4	1

*– при высокой плотности соболя.

– разработку типологии охотугодий по данным космической съемки, их дешифрирование (10–12 типов), определение продуктивности (современная численность, данные добычи за последние 5 лет, бонитировка, шкала плотности), нормы и способы добычи;

– организацию территории (размещение избушек, дорог, путиков и пр.) и разработку биотехнических мероприятий или согласование видов и объемов работ с другими природопользователями;

– составление картосхем охотугодий с выделением воспроизводственного участка.

Согласование работ с другими природопользователями должно иметь биотехническую направленность, например, рубки ухода в начале зимы служат хорошей подкормкой древесно-веточными кормами. Ущерб арендованной территории для ведения охотпользования другими природопользователями определяется на основании договорных отношений и материалов охотустройства. Под воспроизводственные участки выделяются наиболее продуктивные угодья I бонитета, которые служат местом размножения или станциями переживания неблагоприятных условий. Наиболее продуктивные охотугодья – насаждения, которые имеют разновозрастную структуру, а сплошные лесосеки узкими лентами не превышают 10 га со сроками примыкания не менее 10 лет. На территории охотхозяйства должна регулироваться численность хищных зверей (лисица, волк, медведь).

Бонитировка горно-таежных охотничьих угодий по соболу и белке. Кедровники в условиях Сибири являются лучшими охотничьими угодьями при промысле соболя и белки – основных видов лесных охотничьих животных, обеспечивающих заработок охотников. В северных лесах, где кедр произрастает в смешанных древостоях по водотокам – естественным дорогам жизни охотничьих животных – охотничье-промысловое значение кедровых насаждений особенно велико (Семечкин, 1997). Очень важно определить потенциальную емкость охотничьих угодий, т. е. провести их бонитировку.

Предлагаемая методика разработана совместно с А. И. Хлебниковым (Хлебников, Семечкин, 1971, 1974) на примере бонитировки горной темнохвойной тайги Западного Саяна. Она основывается на расчленении территории изучаемого объекта при лесоустройстве на крупные природные единицы,

Таблица 26

Бонитировочная шкала охотничьих угодий Западного Саяна

Виды	Максимальная (потенциальная) численность зверьков (штук на 1000 га) по классам бонитета, над чертой – средние, под чертой – предельные значения				
	I	II	III	IV	V
Соболь	<u>15</u> 25–11	<u>8</u> 10–6	<u>4</u> 5–3	<u>1.5</u> 2–1	<u>0.5</u> до 1
Белка	<u>105</u> 150–70	<u>50</u> 69–40	<u>30</u> 39–20	<u>15</u> 19–10	<u>5</u> 9–1

Таблица 27

Бонитировка охотничьих угодий Западного Саяна (Ермаковский лесхоз)

Категории охот- ничьих угодий	Северный макросклон									Высокогорный подпояс			Южный макросклон горно-таежный подпояс		
	Низкогорный черневой подпояс			среднегорный таежно-черневой подпояс			верхний таежный пихтовый подпояс								
	пло- щадь, тыс. га	бонитет		пло- щадь, тыс. га	бонитет		пло- щадь, тыс. га	бонитет		пло- щадь, тыс. га	бонитет		пло- щадь, тыс. га	бонитет	
		со- боль	бел- ка		со- боль	бел- ка		со- боль	бел- ка		со- боль	бел- ка			
Кедровники ¹⁾	10	I	I	89	I	I	6	I	I	122	I	IV	368	I	I
Пихтарники и ельники	3	III	III	37	II	II	60	III	III	5	II	V	4	II	II
Лиственные леса	52	V	V										18	V	V
Лиственничники													286	V	IV
Молодняки по гарям													60	III	IV
Молодняки по вырубкам	30	V	V												
Редины										23	IV	V			
Россыпи и скалы													4	V	
Свежие гари				17									6		
Свежие вырубки										6					
Прогалины, по- ляны, луговины										341					
Гольцы и тундры	7														
Болота															
Общая площадь	102			143			66			497			746		
Среднегодовая потенциальная численность, тыс. шт.		0.2	1.6		1.6	11.2		0.3	2.4		1.9	2.0		5.9	41.0

¹⁾ Для участков с систематическим и интенсивным орехосбором класс бонитета кедровников снижается по соболю на три, по белке – на два класса бонитета.

категории земель, растительные формации, на комплексной оценке их жизнепригодности для соболя и белки, определении максимальной емкости категорий и групп типов охотничьих угодий.

Выделяются основные природные зоны, четко отличающиеся по климатическим и лесорастительным условиям: макросклоны и высотные подпояса. В них проводится сравнительный анализ экологической ценности отдельных категорий угодий для соболя и белки по материалам многолетних наблюдений за характером питания, обилия кормов и их доступности, защитных условий. Категории охотничьих угодий аналогичны категориям земель в учете лесного фонда. Качественная оценка отдельных категорий охотоугодий связывается с общим ландшафтом, т. к. охотоугодия одного типа обладают меньшими возможностями в поддержании высокой численности охотничьих животных по сравнению с комплексом разнородных угодий.

При выделении более мелких типологических единиц лесных охотничьих угодий (групп типов или типов) за основу берутся условия местопроизрастания, состав, возраст и полнота насаждений. Условия местопроизрастания выражаются через макросклоны и высотные подпояса. Разделение насаждений по возрасту, составу и полноте проводится по существующим в лесоустройстве принципам, что позволяет использовать материалы учета лесного фонда. Насаждения группируются по преобладающим породам, выделяются молодняки и редины.

Максимальные показатели численности соболя и белки по группам типов охотоугодий, отмеченные в годы с различной экологической ситуацией за многолетний период, закладываются в основу бонитировочной шкалы. Они выравниваются на графике, где по оси абсцисс наносятся границы и середины классов бонитета, по оси ординат – крайние и средние максимальные показатели численности зверьков на 1000 га охотоугодий. Производительность лучших охотоугодий (в условиях Западного Саяна – кедровников) оценивается I классом бонитета.

По бонитировочной шкале (табл. 26) производится бонитировка выделенных групп охотничьих угодий (табл. 27).

Зная, по данным учета лесного фонда, площади охотоугодий разных классов бонитета, рассчитывают потенциально возможную оптимальную среднегодовую численность соболя и белки в рассматриваемом хозяйственном объекте. Сравнение оптимальной и фактической численности дает полноту использования угодий животными и основания к рекомендациям по эксплуатации популяций соболя и белки.

Методика рекомендуется для использования в лесоустройстве, охотустройстве и охотничьем хозяйстве (Хлебников, Семечкин, 1974). Проверка методики показала ее удовлетворительную точность при меньших затратах на получение исходных данных.

6. РУБКИ В КЕДРОВЫХ ЛЕСАХ

6.1. Возрасты спелости

«Под спелостью леса подразумевается его состояние, обусловленное, в основном, возрастом древостоя, в котором оно по параметрам качественных и количественных показателей в наибольшей степени отвечает целям ведения лесного хозяйства и лесопользования» (Энциклопедия..., 2006, с. 266). Для практических целей важное значение имеют естественная, возобновительная, количественная, техническая, экономическая и комплексная спелости леса. Определение спелости леса является необходимым обоснованием установления возрастов рубки древостоев, которые в свою очередь являются основанием для распределения насаждений хозяйственных секций по группам возраста.

В современном лесоустройстве произошла подмена понятия «спелость леса» понятием «возраст рубки». Установление возрастов рубки является сложным лесоустроительным действием и должно проводиться индивидуально по каждой хозсекции в зависимости от возраста спелости, состояния и возрастной структуры древостоев и целевого назначения лесов. Несмотря на вышеизложенное, возрасты рубок устанавливаются приказами Рослесхоза в качестве так называемых «оптимальных». Тем самым, на наш взгляд, лесному хозяйству наносится значительный ущерб. По М. М. Орлову (1928, с. 69), «декретирование оборотов рубки всегда является признаком грубого лесоустройства».

В лесном хозяйстве различают естественную спелость древостоев основных поколений лесообразователей, определяемую возрастом, в котором текущий прирост не компенсирует усилившийся естественный отпад деревьев и запас систематически снижается, и естественную спелость отдельных деревьев, когда проявляются объективные признаки старости: плоская и редкая крона, крупноплитчатая кора, наличие суховершинности, гнили (рис. 10). Из учебников по лесоустройству известны средние возрасты естественной спелости древостоев кедра (250–300 лет) и отдельных деревьев (350 лет). Специальные исследования спелости древостоев кедра сибирского (Семечкин, 1971, 2002; Семечкин и др., 1973, 1974; Поляков, 2007) и кедра корейского (Руководство..., 1990), проведенные в 1965–1970 гг. в связи с обоснованием возрастов рубки основных лесообразующих пород Сибири и Дальнего Востока, подтвердили правильность выводов учебников. Однако в последнее время снова ставится вопрос о необходимости принятия для кедра существенно более высоких возрастов естественной спелости древостоев: для подзоны северной тайги – 450–600 лет, средней – 450–500, южной – 400–450 лет (Смолоногов, 1990). Более того, они названы нормативами, и даны рекомендации относительно группировки кедровых насаждений по возрастным группам: спелые для северо-таежной зоны – 281–320 лет, среднетаежной – 261–320, южно-таежной – 241–320 лет, перестойные и возраст лесовосстановительной рубки по всем зонам – с 321 года и старше (Смолоногов, Поздеев, 1995).



Рис. 10. Сердцевинная гниль кедр (фото Р. Т. Мурзакматова).

Известные таблицы хода роста нормальных или близких к ним наиболее полных и чистых кедровых насаждений составлены только до возрастов 220–300 лет. Это не случайно, потому что в более старших возрастах кедровники уже не отвечают понятию «нормальности», снижают полноту, теряют запас, в них много валежа, бурелома и сухостоя, меняется их средний возраст, насаждения омолаживаются.

Возраст естественной спелости древостоев основных поколений кедрa объективно устанавливается на постоянных пробных площадях, заложенных в спелых древостоях при длительном наблюдении за ними. На постоянных пробных площадях в старовозрастных кедровниках Западного Саяна, семикратный обмер которых проводили с 1960 по 1993 г., зафиксированы уменьшение наличного запаса и начало распада основного поколения кедрa с 250–260-летнего возраста (табл. 28).

Возрасты количественной и технической спелости, а также комплексной и естественной спелости изучались И. В. Семечкиным (2002). Товаризации по товарным таблицам (Третьяков и др., 1952; Анучин, 1981) подверглись данные 72 эскизов таблиц хода роста. Существенный разброс данных получился в наступлении возраста количественной спелости, в зависимости от методики составления и ошибок эскизов таблиц хода роста (80–200 лет). Техническая спелость на деловую древесину с 20 см и более (140–200 лет) и с 26 см и более

Таблица 28

Динамика запаса и отпада кедр в старовозрастных древостоях Западного Саяна (постоянные пробные площади)

№ пробной площади (площадь, га)	Таксационные показатели древостоя кедр в расчете на 1 га	Годы наблюдений						
		1960	1965	1970	1975	1980	1985	1991–1993
1 (2.15)	Число деревьев	122	122	119	115	114	113	88
	Средний возраст, лет	230	235	240	245	250	255	263
	Запас, м ³	364	381	388	389	418	431	367
	Отпад, м ³ /год		0.0	1.6	1.8	0.9	0.7	11.1
	Изменение запаса, м ³ /год		3.4	1.4	0.2	5.8	2.6	–8.0
2 (2.13)	Число деревьев	118	116	112	109	107	102	86
	Средний возраст, лет	220	225	230	235	240	245	251
	Запас, м ³	348	378	381	383	385	389	353
	Отпад, м ³ /год		1.0	0.3	2.0	2.1	3.0	12.3
	Изменение запаса, м ³ /год		6.0	0.6	0.4	0.4	0.8	–6.0
3 (1.56)	Число деревьев	176	176	174	169	158*	156	141
	Средний возраст, лет	190	195	200	205	210	215	221
	Запас, м ³	429	448	462	475	451	475	484
	Отпад, м ³ /год		0.0	0.4	1.6	0.3	0.6	5.2
	Изменение запаса, м ³ /год		3.8	2.8	2.6	1.6	4.8	1.5
5 (2.90)	Число деревьев	109	106	102	101	96	92	84
	Средний возраст, лет	210	215	220	225	230	235	243
	Запас, м ³	298	301	316	322	323	328	334
	Отпад, м ³ /год		1.2	1.6	0.4	2.8	1.5	3.5
	Изменение запаса, м ³ /год		0.6	3.0	1.2	0.2	1.0	0.7

* 11 деревьев кедр с запасом 49.5 м³ срублены лесонарушителями.

Источник: Семечкин, 2002.

Таблица 29

Возрасты спелостей кедровников преобладающих типов леса и классов бонитета для Западной и Восточной Сибири

По данным таблиц хода роста и динамики товарной структуры древостоев								Возраст спелости			
источник данных	л/х округ	класс бонитета	тип леса	тип возрастной структуры	возраст наступления максимума среднего прироста			количественная	техническая	комплексная (по древесине и ореху)	естественная
					с 13 см и более	с 19 см и более	с 25 см и более				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
И. В. Семечкин, Л. М. Морозов, В. Я. Каплунов Зап.-Сиб. л/у предприятие (1977)	1.1	V	К. мш.	одновозр. без смены пород	190	250	290	170	190	220–240 (по Крылову, Таланцеву, 1971)	более 290
Е. П. Смолоногов Зап.-Сиб. л/у предприятие (1975)	1.2	III / IV	К. зел.	одновозр. без смены пород	150	160	180	150	160	220–240 (по Крылову, Таланцеву, 1971)	более 200
		III	К. зел.	одновозр. со сменой пород	190	210	230	190	210	240	250
В. Ф. Лебков (1966)	2.3	IV	К. зел.	одновозр. без смены пород	160	220	260	120	220	240–280	300
Н. П. Телегин (1966)	4.2	III	К. трав. зел.	разновозраст.	220	220	220	220	220	240	240

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		II	К. круп- нотр.- папор.	разновозраст.	190	200	210	180	210	240	250
И. В. Семечкин (1970)	4.3	III	К. зел.	одновозр. без смены пород	145	165	200	140	200	240	240
		III	К. зел.	одновозр. без смены пород	130	160	190	110	190	240	более 250
		IV	К. мш.	одновозр.	150	180	210	130	210	240	более 250
А. Г. Костенко (1970)	5.2	IV	К. зел.	модал. без смены пород	150	200	230	130	200	240–260	более 260
		V	К. бр. баг.		170	220	250	150	220	240–280	более 260
		Va	К. баг.		220			160	220		более 260
И. В. Семечкин, А. Е. Тетень- кин, В. В. Кузьмичев (1973)		IV	К. зел.	одновоз- растные	120	150	210	120	150	220–260	240
		V	К. зел.		170	185	240	160	185	220–260	240
		Va	К. баг.					170	200	220–260	240

Источник: Семечкин, 2002.

(160–250 лет) имела значительно меньший разброс возрастов, как в целом по материалу, так и в пределах классов бонитета или их групп. В таблице 29 дан пример наступления возраста спелостей 15 возрастных рядов древостоев кедровых лесов разных авторов.

Возрасты спелостей кедровников связаны с классом бонитета, длительностью и силой угнетения кедров на первых стадиях образования древостоев элементов леса, для которых определяются спелости. Чем выше класс бонитета, меньше период и слабее угнетение, чем одновозрастнее древостой кедров, тем раньше наступают возрасты спелостей основного элемента леса кедров. Сочетание этих факторов в разных лесохозяйственных районах и типах леса – разное.

И. В. Семечкиным (2002) определены средние возрасты спелостей кедровников: количественной – 160–190 лет; технической на деловую древесину: с 20 см и более – 170–210 лет, с 26 см и более – 190–230 лет; комплексной (древесина и орех) – 220–260 лет; естественной – 240–300 лет. Нижние пределы возрастов относятся к одновозрастным древостоям высших классов бонитета, возникших почти без угнетения, а верхние – к условно-разновозрастным древостоям более низких бонитетов, возникших со значительным угнетением в молодости.

В настоящее время при лесоинвентаризации кедровников применяются 40-летние классы возраста. Такой подход обусловлен укоренившимся отношением к кедровому лесу как исключительно долголетней породе, а к кедровым лесам, соответственно, как устойчивым коренным формациям. Однако, это далеко не так и, учитывая кедровники по 40-летним классам возраста, мы невольно выравниваем возрастную структуру, теряя представление о наличии «пиков» и «ям» в распределении древостоев по возрасту на территории устраиваемого объекта.

Нарушается очередность и своевременность хозяйственных мероприятий. Так, распределение деревьев на пробных площадях по 40-летним классам возраста лишает возможности достоверно выявить возрастные поколения кедров. Размер класса возраста для кедров должен быть обычным – 20-летним. Двадцатилетний класс возраста более всего удобен для оценки вероятности выживания кедров по классам возраста. А вероятностный подход в моделировании и прогнозировании хода роста древостоев позволяет наиболее адекватно описать ход роста условно-разновозрастных поколений кедров и ели. Информативность моделей хода роста, полученных в результате наблюдений за состоянием древостоев на стационарных объектах, существенно возрастает (Поляков, 2007).

6.2. Правила и технологии лесозаготовок

Вопрос о рубках в кедровых лесах всегда стоял очень остро. Одна часть исследователей и практиков считает, что при рубке кедров к нему надо относиться так же, как и другим хвойным породам. Другая часть полагает, что сплошные рубки в кедровых лесах должны быть запрещены, а их проведение возможно только выборочными способами.

По Н. П. Поликарпову (1966б, с. 45), «можно ли сейчас ставить вопрос о повсеместном запрещении рубок в кедровниках? Мы считаем – нет, это было бы непозволительной роскошью». Он указывает, что комплексное хозяйство в кедровых лесах может быть доходным только при условии пользования древесиной. Эта точка зрения возобладала при разработке «Руководства...».

Согласно «Руководству...» в кедровых лесах проводятся рубки формирования, рубки ухода за плодоношением и реконструктивные рубки. В насаждениях, расстроенных вредителями, болезнями и пожарами, проводятся сплошные санитарные рубки. Может проводиться также сплошная рубка низкополнотных (0,3–0,4), неурожайных насаждений.

К рубкам формирования относятся следующие виды рубок:

- а) освобождение кедровых молодняков из-под полога;
- б) уход за молодняками (осветление и прочистки);
- в) прореживания;
- г) проходные рубки.

Указанные виды рубок в первую очередь проводятся в припоселковых кедровниках, лесоплодовых и ценного генофонда насаждениях, в лесосеменных участках и лесных культурах плантационного типа. Освобождение кедровых молодняков из-под полога проводится в насаждениях других пород, в которых имеется второй ярус или подрост кедра в количествах, достаточных для формирования молодняков I–III классов бонитета в условиях хорошей транспортной доступности.

Рубки ухода за плодоношением кедра проводятся в лесохозяйственном комплексе с возраста 120 лет. Главная цель этих рубок – повышение урожайности кедровников, сохранение и постоянное восстановление древостоев за счет создания разновозрастной структуры насаждений. Интенсивность рубки в одновозрастных древостоях до 30 %, а в разновозрастных – до 40 %. Снижение полноты менее 0,5 не допускается. В высокополнотных насаждениях (0,8 и выше) за один прием полнота может быть снижена не более, чем на 0,2 единицы. В насаждениях с полнотой 0,5 и ниже проводится уход за подростом, а в разновозрастных древостоях и за молодыми поколениями.

Реконструктивные рубки проводятся с целью обеспечения непрерывного естественного восстановления кедровников путем стимуляции роста и развития подроста, увеличения доли кедра в составе, оптимального формирования и смены его поколений, особенно в одновозрастных насаждениях. В горных условиях одновременно решается задача поддержания на естественном уровне защитных функций лесов.

Рубки ведутся в два приема. Первый прием несплошных рубок назначается в низкоурожайных кедровниках с полнотой 0,6 и выше в первую очередь в насаждениях с достаточным количеством подроста кедра и молодняка темныхвойных пород. Древостой изреживается до полноты 0,5–0,4 за счет удаления сопутствующих деревьев, низкоурожайных экземпляров кедра, менее ветроустойчивых и мешающих формированию молодняка кедра.

Второй (окончательный) прием рубки проводится через 15–20 лет после образования молодого поколения кедр, при его высоте не менее 0,5 м. В случае недостаточного количества подроста и молодого поколения кедр или его неудовлетворительного состояния проведение второго приема откладывается еще на 5–7 лет, а при необходимости должны создаваться частичные культуры кедр в просветах полог лес.

Проведение ухода за молодняками, прореживаний и проходных рубок в кедровниках регламентируется действующими правилами ухода за лесом.

Институт лес с 1967 г. начал в опытном порядке проведение различных вариантов выборочных и постепенных рубок интенсивностью от 30 до 50 %. Наилучший результат показали выборочные рубки интенсивностью до 50 % в разновозрастных кедровниках на дренированных почвах (Кедровые леса..., 1985).

Опытные длительно постепенные рубки, по А. В. Побединскому (1965), проводились в равнинных кедровниках Томской области интенсивностью до 70–80 %. Эти рубки в большинстве случаев оказались неудачными. Высокая интенсивность изреживания приводила к ветровалу и усыханию оставленных деревьев. Насаждения после рубки напоминали сильно захламленную сплошнолесосечную вырубку (Паневин, 1971).

Природе кедр в большинстве случаев соответствует выборочная система хозяйства. Выборочные и постепенные рубки с сохранением сомкнутости полог до 0,5 мало изменяют природозащитные функции лесов, что с учетом преобладания горных кедровников особенно важно.

Исторически отношение к выборочной системе хозяйства было неоднозначным. В конце XVIII – начале XIX веков возникло противопоставление выборочного и сплошнолесосечного хозяйства. Стало принято считать правильным только лесосечное хозяйство, а выборочное – нерациональным. В европейской части России переход от выборочного хозяйства к лесосечному совершился в конце XIX века, за исключением северных губерний – Архангельской, Вологодской, Олонецкой и Пермской, где около 70 % всего отпуска лес приходилось на выборочные рубки (Орлов, 1927).

По мнению В. М. Максимова (1960), применение выборочных рубок отрицательно скажется на развитии лесной промышленности. Также считает Г. Н. Лавровский (1961), который пришел к выводу, что применение выборочного хозяйства экономически не оправдано. А. Г. Крылов и Н. Г. Салатова (1962) в лесах Горного Алтая рекомендуют на склонах до 20 ° ведение сплошнолесосечного хозяйства.

По мнению других исследователей (Брысова, Коротков, 1961; Поликарпов, 1966; Побединский, 1967; Спиридонов, 1968 и др.), сплошнолесосечное хозяйство не отвечает интересам лесного хозяйства и лесной промышленности. По мнению С. А. Хлатина (1966), в кедровых лесах следует проводить постепенные и выборочные рубки.

Н. П. Поликарпов (1966б, с. 47) утверждает: «Прежде всего пора отказаться от единых Правил рубок и вообще единого подхода к ведению хозяйства в кедровых лесах. Сейчас в Сибири проводится в жизнь хороший принцип

порайонного составления правил ведения лесозаготовок и лесного хозяйства. Этот принцип следует проводить и в кедровых лесах». В настоящее время лесная практика не следует этому принципу.

Запрет рубок главного пользования в кедровых лесах в 1989 г. не решил проблемы рационального ведения хозяйства в них. Например, в Томской области, где в лесосырьевых базах лесозаготовительных предприятий преобладали смешанные кедрово-елово-пихтовые древостои с участием кедра в составе до 3–5 единиц, запрет рубок привел практически к банкротству леспромпхозов.

Для решения этой проблемы по инициативе администрации Томской области Томским филиалом Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН были разработаны в 2000 г. Временные правила рубок промежуточного пользования в кедровых лесах и лесах с участием кедра (потенциальные кедровники) Томской области. Эти правила прошли опытно-производственную апробацию на территории области в 2001–2006 гг. (Дебков, 2015; Дебков и др., 2015; Дебков, Кривец, 2017).

Для проведения опытных рубок в 2001–2003 гг. было обследовано 9845 га кедровых насаждений, 70 % которых было отнесено к лесореконструктивному типу комплексного пользования с рекомендацией проведения сплошных реконструктивных рубок. Для оценки результатов применения Временных правил... в 2014 г. было проведено обследование вырубок группой ученых Томского государственного университета и Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН – преемника Томского филиала Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН.

Основные выводы опытно-производственной апробации Временных правил... следующие.

На большей части площади вырубок сформировались насаждения с преобладанием хвойных пород с участием кедра до 3–4 единиц и примесью лиственных до 3 единиц.

Назначение лесореконструктивных рубок было обоснованным с учетом состояния кедровых насаждений.

Оптимальная технология лесозаготовок – метод узких лент в зимний период с измельчением порубочных остатков на волокнах.

Необходимо сохранение деревьев кедра диаметром до 20 см как наиболее перспективных и достаточно молодых.

Оставление при рубках тонкомера не является отрицательным фактором даже в случаях 70–80 %-ного ветровала.

Следует констатировать, что в целом эксперимент по опытно-производственной апробации Временных правил... не удался. Необходим пилотный проект по организации и ведению устойчивого лесопользования в кедровых лесах (Дебков, 2015; Дебков и др., 2015).

Опыт проведения выборочных санитарных рубок в кедровых лесах Республики Хакасия был изучен в 2020 г. лабораторией таксации и лесопользования Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН (Фарбер, Мурзакматов, 2021). Выборочные санитарные рубки проводились в 2016–2017 гг. на трех лесных

участках на территории Матурского участкового лесничества Таштыпского лесничества.

За 4 года, прошедшие после рубки, достаточно четко проявились последствия лесообразовательного процесса. Появилась возможность оценить лесоводственные последствия выборочных санитарных рубок в кедровых древостоях, таксационные показатели и защитную значимость послерубочных кедровых насаждений.

Лесорастительные условия на участках в целом благоприятны для темнохвойных кедрово-пихтовых лесов. Отличительной особенностью дорубочных (и тем более послерубочных) лесных участков является разреженность древостоев. До рубки на 1 га площади в квартале 109, выделе 4 деревьев кедра было всего 53 шт., в квартале 109, выделе 1 – 49 шт., в квартале 85, выделе 17 – 115 шт. Разреженность древостоя способствовала формированию исключительных (зачастую более 1 м) диаметров стволов $d_{1.3}$. Полнота дорубочного древостоя достигла 0.5–0.7 за счет диаметров деревьев кедра.

Исключительная редкостойность дорубочных древостоев, перестойный возраст и наличие вредителей леса свидетельствовали о том, что средозащитные функции насаждений на участках были уже ослаблены. Требовалось омоложение древостоев. В качестве способа хозяйственного вмешательства рекомендованы и выполнены выборочные санитарные рубки, которые по действующим правилам ограничиваются выборкой из древостоя усыхающих и сухостойных, ветровальных, буреломных, снеголомных, заселенных стволовыми вредителями и пораженных болезнями деревьев. Далее следовала цепочка договоров: между Минприроды Республики Хакасия и подрядной организацией → между подрядной организацией и субподрядной организацией. В первичных договорах фигурируют выборочные санитарные рубки, предполагающие изъятие поврежденных, фаутных деревьев. В итоговых договорах фигурирует заготовка и продажа деловой древесины, т. е. фактически оговариваются приисковые рубки. Посредством такого рода манипулирования разрешительной документации лесозаготовитель получает законное основание для вырубки деловой древесины.

По данным натурного обследования среднее количество дорубочного подроста на участках составляет 200 шт./га, состав 9П1К, 40 лет. После рубки появляются единичные всходы кедра, расположенные главным образом на валежниках, реже – в прогалинах (открытых местоположениях). Недостаточное количество подроста и последующего возобновления не позволяет надеяться на формирование в ближайшее время молодого леса. Лес, аналогичный дорубочному, т. е. с наличием до 60–120 деревьев на 1 га, сформируется на основе подроста и последующего возобновления только через 100–150 лет. Подлесок разнотравной, средней густоты. Травяной покров представлен разнообразием видов крупнотравья и папоротниками.

Способность насаждений выполнять почвозащитные и водоохранные функции определяется видовым составом древостоя, подроста, подлеска и напочвенного покрова. На участках редкостойность древостоя и мощный тра-

вяно-кустарничковый ярус позволяют предположить их равнозначное защитное значение. На месте выбывших деревьев уже на следующий год появляется травостой. В ближайшие десятилетия прогнозируется формирование лугов (прогалин). Получается, что эффективность выполнения почвозащитных и водоохраных функций растительностью лугов остается сопоставимой с прежней, дорубочной. Ресурсное значение кедровых насаждений в сравнении с лугowymi экосистемами трудно сопоставимо. Но для животного населения кедровые древостои более предпочтительны, поэтому рубка кедровых древостоев при данных обстоятельствах нежелательна.

На участках древостой условно-разновозрастный. Увеличение сердцевинной гнили протекает синхронно росту диаметра ствола. Следовательно, деревья кедра и пихты низших ступеней толщины с большей вероятностью относятся к деловым. Именно поэтому в рубку выбирались преимущественно деревья с меньшими диаметрами, и поэтому их средние диаметры оказались ниже в сравнении с диаметрами дорубочных древостоев кедра. Отсюда следует, что оставшаяся часть древостоя имеет большие размеры внутренней гнили и, вопреки целевому назначению выборочных санитарных рубок, относятся к низшему (третьему) классу товарности. Фактически проведена целенаправленная рубка деловых стволов, фаутные полуделовые и дровяные стволы частично остались нетронутыми, частично не вывезены с делян или сожжены как порубочные остатки.

Кроме экономических и юридических аспектов последствий санитарных рубок, возможно, даже более важной является лесоводственно-экологическая составляющая. Назначение и проведение лесохозяйственных мероприятий в защитных лесах должно соответствовать их целевому назначению. Целевым результатом санитарных рубок должно стать увеличение эффективности выполнения кедровыми насаждениями защитных (экологических, средообразующих) функций. Заготовка древесины при этом не может быть приоритетом, а должна рассматриваться только как сопутствующий результат.

Сделан вывод, что проведенная рубка не соответствует категории «санитарная» (Фарбер, Мурзакматов, 2021).

Из вышеизложенного следует, что проблемой является разработка и внедрение научно обоснованных методов ведения рубок в кедровых лесах, направленных на их полноценное восстановление. Для этого необходимо получение законодательного разрешения на выполнение опытных научных работ по разработке новых методов и способов рубок в кедровых лесах, способствующих сохранению и поддержанию их экологических и биосферных функций.

7. ВОСПРОИЗВОДСТВО КЕДРОВНИКОВ

7.1. Общие положения

Использование лесных ресурсов в настоящий момент ориентировано в основном на рубку лесов пионерного освоения и вторичных лесов естественного происхождения, выращенных без существенных затрат на их воспроизводство. Экстенсивная модель развития лесной отрасли страны, в том числе и Сибири, а также принятие в 2006 г. Лесного кодекса, в котором понятие «лесное хозяйство» исчезло, привели к негативным изменениям в структуре лесного фонда и к дефициту качественного сырья, востребованного предприятиями лесного комплекса. Со второй половины XX века доля площадей, занятых наиболее ценными спелыми и перестойными насаждениями, сократилась в 1,4 раза, несмотря на достаточно большие объемы лесовосстановительных мероприятий. Это снижение произошло в основном за счет интенсивно вырубаемых хвойных древостоев, лесных пожаров и очагов насекомых-вредителей (болезней), а восполнение выбываемых запасов леса спелыми и перестойными хвойными древостоями происходит только на 1/3 (Кашпор, 2006; Исаев, Коровин, 2009; Соколов, 2008; Онучин и др., 2010; Бондарев и др., 2015).

Продолжающаяся деградация лесных ресурсов Сибири оказывает негативное влияние на состояние лесного комплекса. Например, от воздействия полиграфа уссурийского только по Красноярскому краю по состоянию на 2022 г. площадь поврежденных и погибших древостоев составляла более 550 тыс. га, а поврежденная сибирским шелкопрядом лишь в двух районах (Енисейский и Северо-Енисейский) – более 800 тыс. га. В этой связи необходимо принятие своевременных решений, касающихся полноценного воспроизводства лесных ресурсов, обеспечивающих соблюдение принципов устойчивого управления лесами (Швиденко и др., 2017). Необходимо отметить, что лесное хозяйство России пока далеко от решения проблемы полноценного воспроизводства лесов (https://vk.com/wall-175967648_1315?ysclid=Iz3k9xljds387686807). Воспроизводство лесов подразумевает ряд этапов, которые должны последовательно реализовываться для достижения конечной цели. Воспроизводству лесных ресурсов предшествует процесс лесовосстановления, который подразумевает восстановление вырубленных, погибших или поврежденных лесов и который обеспечивает формирование сомкнутого молодого леса, но не гарантирует необходимой структуры и целевых функций спелого леса. Последнее может быть достигнуто посредством последующих лесохозяйственных мероприятий, включающих рубки ухода, охрану и защиту леса.

Процесс лесовосстановления начинается с лесовозобновления – образования нового поколения леса под пологом древостоя, на вырубках, гарях и других площадях, ранее бывших под лесом. Возобновление леса бывает естественное, искусственное и комбинированное (Лесная энциклопедия, 1985).

Практика воспроизводства лесов в Сибири свидетельствует о том, что из-за некачественных мер ухода или отсутствия таковых созданные лесные культуры, как правило, гибнут и рукотворные леса числятся только на бумаге.

Следовательно, искусственное лесовосстановление практически не влияет на лесовозобновительные процессы. Например, доля лесных культур в Красноярском крае составляет только 0,3 % от покрытых лесом земель. Доля погибших лесных культур составляет примерно такую же величину.

К сожалению, весь опыт пионерного освоения первичных лесов свидетельствует о том, что несмотря на огромные средства и усилия по восстановлению породного состава их, желаемого результата получить не удалось. В большинстве случаев восстановительные сукцессии на лесных участках таежной зоны с проведенными лесовосстановительными мероприятиями практически ничем не отличаются от таковых, где эти мероприятия не проводились. Если происходит естественная смена хвойных лесов на мягколиственные, то она идет независимо от принимаемых мер по предотвращению этого процесса.

Одной из ключевых задач, определенной «Основами государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года», является интенсификация использования и воспроизводства лесов. В развитие этих основ МПР России предложило «Концепцию интенсификации использования и воспроизводства лесов» и Дорожную карту по ее реализации. В соответствии с Концепцией должны быть определены территории для ведения интенсивного лесопользования и воспроизводства лесов. В интерпретации Дорожной карты – это преимущественно районы, где сосредоточены основные объемы заготовки древесины и большая часть эксплуатационных лесов находится в аренде. Территория интенсивного лесопользования составляет около 30 % от площади эксплуатационных лесов.

Искусственное лесовосстановление рассматривается как длительный процесс, изменяющийся в пространстве и во времени, и состоящий из нескольких этапов, начиная с получения семян с высокими наследственными свойствами и заканчивая формированием хозяйственно ценных молодняков. Основными этапами при выращивании искусственных насаждений являются – лесосеменной, лесопитомнический, лесокультурный и лесоводственный.

Начальный этап искусственного лесовосстановления – лесосеменной. Для условий Сибири разработано лесосеменное районирование для лесообразующих хвойных пород, включая кедр, методы создания лесосеменных плантаций и участков, изучены полиморфизм лесных пород по ряду морфологических, биохимических, кариологических и других признаков, семенная продуктивность и качество семян, методы селекционной инвентаризации лесов и отбора лучших насаждений и деревьев в отдельных регионах (Милютин, 1988).

Искусственное лесовыращивание зависит от качества используемого посадочного материала. Для этого разрабатываются промышленные технологии выращивания посадочного материала в разных почвенно-климатических условиях. Необходим дифференцированный подход при решении вопросов использования сеянцев или саженцев с открытой или закрытой корневой системой, а также их оптимального возраста. Необходима разработка рекомендаций по выращиванию крупномерного или укрупненного посадочного материала (в

зависимости от его биоэкологических особенностей), а также сеянцев или саженцев с закрытой корневой системой. Последнее, на наш взгляд, является перспективным направлением в искусственном лесовосстановлении кедр.

Вопросы, связанные непосредственно с методами и способами создания лесных культур, особенно для таежной зоны, недостаточно изучены. Из-за специфичности почвенно-климатических условий, труднодоступности северных территорий для транспорта в весенне-летний период, разрабатываются специальные агротехнические способы производства культур. На данном этапе решаются задачи, связанные с выбором культивируемой породы, соответствием биологических ее особенностей почвенно-экологическим условиям местопроизрастания, а также разработка таких технологий выращивания культур, которые минимизируют в дальнейшем необходимость в агротехнических уходах.

В благоприятных почвенно-климатических условиях Сибири перспективным является изучение плантационного выращивания хвойных пород, например, создание плантаций с ускоренным циклом выращивания необходимых сортиментов, промышленных орехоплодных плантаций кедра сибирского и т. д.

Перспективным направлением в лесокультурном производстве является разработка принципиально новых методов искусственного лесовосстановления на базе биотехнологии и генной инженерии – микроклонирование, получение трансгенного посадочного материала (Милютин, Бузыкин, 1990).

Таким образом, необходимо выделить следующие узловые проблемы, которые решаются в настоящее время:

1. Разрабатываются региональные руководства по созданию постоянной лесосеменной базы, а также селекционно-семеноводческих центров с учетом природных и экономических особенностей регионов.

2. Исследуются вопросы, связанные с интенсификацией технологий выращивания посадочного материала с открытой и закрытой корневой системой на базе комплексной механизации и использования семян с высокими наследственными свойствами.

3. Изучается состояние площадей лесокультурного фонда и качество искусственного лесовосстановления, научное обоснование объемов искусственного возобновления леса и территориального их размещения с использованием ГИС.

4. Весьма важно соблюдение технологических основ и способов искусственного лесовыращивания на период от получения семян до формирования хозяйственно ценных молодняков на ландшафтно-типологической основе.

Решая задачу воспроизводства лесных ресурсов, включая экосистемные услуги, необходимо особое внимание уделять собственно выращиванию целевых лесов, формируя их структуру комплексом лесохозяйственных мероприятий на протяжении всего цикла лесовыращивания (рубки ухода, охрана и защита леса).

Практика лесопользования последних десятилетий показывает, что при переводе несомкнувшихся лесных культур или естественно сформированных

молодняков в категорию хозяйственно ценных должен быть еще один период, в течение которого проверяется успешность формирования лесов целевого состава. В условиях Сибири этот период в зависимости от лесорастительных условий занимает до 30–50 лет. Однако культур в таком возрасте очень мало. Даже в европейской части России доля лесных культур старше 40 лет составляет всего 5 % от их общей площади, следовательно, примерно $\frac{3}{4}$ созданных культур гибнут, не достигнув этого возраста (Кашпор, 2006).

С учетом вышесказанного, можно сделать вывод, что действующая практика искусственного восстановления лесов путем создания лесных культур не оказывает существенного влияния на динамику лесов в регионе.

Изменить ситуацию с созданием лесных культур, особенно с переходом к модели интенсивного использования и воспроизводства лесов, возможно за счет грамотного планирования лесокультурных мероприятий, сосредоточив их в соответствующих лесорастительных условиях, применяя высокотехнологичные приемы с минимизацией ручного труда, которые обеспечат высокую экономическую эффективность лесохозяйственных мероприятий. Объемы финансовых и материальных вложений в лесовосстановление должны быть оправданы последующей отдачей повышения продуктивности и экосистемных услуг целевых насаждений.

Важным условием оценки эффективности воспроизводства лесов является наличие соответствующих критериев. Критериями эффективности воспроизводства лесов за отчетный период могут служить следующие:

1. Соотношение площадей вырубленных, нарушенных пожарами, насекомыми-вредителями и болезнями, на которых появились в достаточном количестве всходы и самосев целевых пород за счет естественного и искусственного возобновления.

2. Соотношение площадей не покрытых лесом земель в составе лесного фонда с площадями, на которых сформировался ценный молодой лес нужного состава и оптимальной густоты, способный посредством последующих рубок ухода обеспечить воспроизводство целевых лесов к концу цикла лесовыращивания.

3. Соотношение площадей вырубленных, нарушенных пожарами, насекомыми-вредителями и болезнями спелых и перестойных насаждений с площадями приспевающих насаждений, перешедшими в категорию спелых.

Для интегральной оценки эффективности воспроизводства лесов предлагаются следующие весовые коэффициенты для каждого из критериев: для первого 0,5, для второго – 0,3 и для третьего – 0,2. Таким образом, если соотношение площадей по первому критерию будет на уровне 120 %, по второму – 70 %, а по третьему – на уровне 20 %, общая эффективность воспроизводства лесов будет $= 120 * 0,5 + 70 * 0,3 + 20 * 0,2 = 85 \%$.

Необходимо признать, что в России полноценного лесного хозяйства, нацеленного на воспроизводство хозяйственно ценных лесов взамен вырубленных или погибших, почти нигде нет, а если где-то местами оно и велось, то и вымерло в результате лесных реформ последних двух десятилетий. Лесное хозяйство необходимо вести в расчете на реальный результат, а не просто на

поддержание отраслевой отчетности, осознавая, что для достижения конечного результата в части воспроизводства целевых лесов недостаточно обеспечивать лесовосстановление посредством процессов лесовозобновления. В данном случае необходимо особое внимание уделять собственно дальнейшему выращиванию целевых лесов, формируя их структуру комплексом лесохозяйственных мероприятий на протяжении всего цикла лесовыращивания (рубки ухода, охрана и защита леса). Считается, что ключевое значение для всего цикла лесовыращивания имеет этап рубок ухода в молодняках: именно от них зависит, получится ли на конкретном участке сформировать ценный молодой лес нужного состава и оптимальной густоты, способный посредством последующих рубок ухода обеспечить воспроизводство целевых лесов к концу цикла лесовыращивания.

Для соблюдения принципов устойчивого управления лесами необходимо сохранение пока еще действенной Российской службы защиты леса, эффективно осуществляющей государственный мониторинг воспроизводства лесов и государственный лесопатологический мониторинг, направленные на раннее выявление повреждений леса вредными организмами, используя совокупность дистанционных методов мониторинга в сочетании с наземными обследованиями с целью своевременного назначения как лесозащитных, так и лесовосстановительных мероприятий в поврежденных и погибших насаждениях в результате деятельности насекомых и болезней леса.

7.2. Выращивание посадочного материала

Начиная с 1960 г. Институтом леса СО РАН проводились исследования по выращиванию семян кедров сибирского (Лоскутов, Поликарпов, 1965; Кедровые леса..., 1985 и др.). Были проанализированы первые производственные опыты выращивания кедров в питомнике в Томской области (Гуляев, 1960). В результате были разработаны методики и рекомендации по подготовке семян к посеву, по длительному хранению семян, по выращиванию семян в открытом, закрытом грунте в теплицах, по выращиванию саженцев, по уходу за посевами. С накоплением опыта инструктивные документы корректировались и дополнялись (Ширская, 1960; Яблоков, 1960; Бывалец, 1971; Кедровые леса..., 1985; Соколов, Фарбер, 2006 и др.).

Для подготовки семян кедров к посеву необходима специальная стратификация, т. е. подготовка их к прорастанию. Лучшим способом стратификации была признана закладка семян в непромерзающие зимой траншеи глубиной 1,5–2 м. При этом достигается лабораторная всхожесть 90–100 %. Как вариант возможна стратификация семян на поверхности почвы под снегом (в ящиках или специальных срубках). Лабораторная всхожесть при этом 60–70 %. Возможна стратификация в промышленных холодильниках типа рефрижераторов.

Для длительного хранения семян возможна засыпка их в глубокие (2,5–3 м) сухие траншеи, выкопанные в песчаном грунте. При наличии промышленных холодильных установок семена хранятся при температуре не выше 5 °С, срок хранения – до 3–4 лет.



Рис. 11. Выращивание кедра в питомниках (фото Г. С. Вараксина).

Выращивание сеянцев кедра в открытом грунте производится в специализированных питомниках кедра (рис. 11). Такие питомники не следует закладывать в лесостепных и подтаежных районах. Опыт показал, что сеянцы в таких питомниках уступают по массе сеянцам, выращенным в питомниках, заложенных в лесных районах с преобладанием темнохвойных лесов. Наиболее благоприятны для закладки питомников дренированные надпойменные террасы с легкосуглинистыми или супесчаными почвами с высоким уровнем грунтовых вод. Предпочтителен 5–6-польный севооборот с чистым и сидеральным полями. При сильной засоренности полей возможно применение гербицидов группы триазинов. Посев кедра возможен через 1,5–2 месяца после обработки.

Выращивание сеянцев в теплицах целесообразно в условиях достаточно влажного климата. Уход за посевами производится путем ежедневного слабого полива в дневное время. После появления всходов поливы производят реже и в утренние часы.

7.3. Технологии создания лесных культур и плантаций

На не покрытых лесной растительностью землях, на которых невозможно в допустимый срок естественное возобновление кедра сибирского, лесничества, лесопользователи, арендаторы закладывают лесные культуры (рис. 12).

Подбор площадей под лесные культуры должен быть закончен не позднее 1 августа текущего года. Участок, предназначенный под создание лесных культур, снимают угломерными инструментами и в проекте лесных культур вычерчивают его план в масштабе 1:10000 с привязкой к квартальной сети. Площадь участка исчисляется с точностью до 0,1 га.



Рис. 12. Лесные культуры кедра (фото Г. С. Вараксина).

Проект лесных культур составляет участковый лесничий, который на основании натурного обследования участка, с учетом его лесорастительных условий, наличия пней, степени задернения решает вопрос о типе лесных культур, способе их создания, породном составе.

Проект лесных культур составляется в 2-х экземплярах. После проверки и утверждения один экземпляр проекта остается в лесничестве, другой передается в участковое лесничество. Проверка и утверждение проектов должны быть закончены до 20 августа года, предшествующего закладке лесных культур, до начала обработки почвы.

При проектировании создания кедровых культур в обязательном порядке предусматриваются мероприятия по предупреждению распространения лесных пожаров: ввод в состав культур лиственных пород, создание противопожарных барьеров и минерализованных полос.

Срок хранения проектной документации по лесным культурам – до момента их перевода в покрытые лесной растительностью земли.

Каждый участок с проведенными лесовосстановительными мероприятиями ограничивается в натуре установкой столбов в местах пересечения сторон участка. Размеры, форма, правила установки, материалы для их изготовления определены в ОСТ 56-44-80 «Знаки натурные, лесоустроительные и лесохозяйственные. Типы, размеры и общие технические требования».

Подготовка участка и обработка почвы

При подготовке участка и обработке почвы проводят мероприятия по созданию условий для качественного выполнения всех последующих лесокультурных операций, а также для уменьшения пожарной опасности и улучшения санитарного состояния культур.

Подготовка участка включает:

обследование участка в натуре;
отвод участка под лесные культуры;
провешивание линий будущих рядов культур или полос обработки почвы
и обозначение мест, опасных для работы машин;
сплошную или полосную расчистку участка от валежника, камней, нежелательной древесной растительности, мелких пней, стволов усохших деревьев;
корчевку пней или уменьшение их высоты до уровня, обеспечивающего надежную работу лесокультурной техники;
предварительную борьбу с вредными почвенными насекомыми, заселившими почву сверх допустимой нормы.

При обследовании участка определяется его состояние и лесопригодность, устанавливается количество и размещение молодых жизнеспособных растений хозяйственно ценных пород, степень захламленности валежом и порубочными остатками, количество и высота пней, доступность участка для работы машин, заселенность почвы вредными насекомыми, уточняется тип лесорастительных условий и определяется способ создания лесных культур.

При отводе участка под лесные культуры проводится его геодезическая съемка с привязкой к границам квартала, дорогам и другим нанесенным на планшеты постоянным ориентирам.

Техническое проектирование лесных культур осуществляется участковым лесничим или специализированной организацией по договору с лесовладельцем. Проекты лесных культур согласовываются и утверждаются главным лесничим лесничества.

Подготовка вырубок для создания лесных культур проводится лесопользователем при выполнении лесосечных работ.

При сплошной расчистке валежника стволы нежелательной древесной растительности, мелкие пни и камни сдвигаются к границам участка или собираются на его территории в валы через каждые 25–50 м.

Частичная расчистка осуществляется полосами разной ширины в случаях, когда сплошная расчистка невозможна или нецелесообразна, а также при создании лесных культур коридорным способом и частичных лесных культур.

Сплошная корчевка пней проводится лесовладельцем для создания особо ценных лесных культур, специальных плантаций, на вырубках или гарях с богатыми почвами при опасности интенсивного развития сорной травянистой и корнеотпрысковой или порослевой древесной растительности.

Не допускается сплошная раскорчевка вырубок и гарей с бедными почвами и на склонах крутизной более 6° для предотвращения эрозии почв, а также в лесной зоне на глинистых и тяжелосуглинистых почвах, если после раскорчевки резко ухудшаются их водно-физические свойства.

Частичная корчевка пней производится, как правило, полосами шириной не менее 2 м в зависимости от размеров посадочного материала и других факторов.

При расчистке участков и корчевке пней должно обеспечиваться максимальное сохранение верхнего плодородного слоя почвы.

Подготовка площадей гарей для создания культур зависит от ликвидности древесины, ее товарности. Товарные гари и горельники – свежие гари до 3 лет со средним диаметром ствола более 16 см. Нетоварные – гари молодняков со средним диаметром ствола менее 16 см и гари старше 3 лет.

Расчистка гарей в молодняках заключается в сплошном повале деревьев бульдозерами, корчевателями и полной очистке от древесины полос шириной 3–5 м.

Разработка свежих гарей со средним диаметром ствола свыше 16 см осуществляется по технологии лесосечных работ. На склонах крутизной до 20° на трелевке древесины можно использовать тракторы. На склонах свыше 20° необходимо проводить подвесную и воздушную трелевку древесины.

После утилизации уничтоженного огнем древостоя лесовосстановление осуществляется аналогично лесовосстановлению на вырубках с учетом условий произрастания и групп типов леса.

Способы обработки почвы выбирает участковый лесничий в зависимости от лесорастительной зоны, группы типов леса или типов лесорастительных условий, категории лесокультурного фонда, способа подготовки участка и принятого типа лесных культур.

Обработку почвы осуществляют на всем участке (сплошная обработка) или на его части (частичная обработка) механическим, химическим или термическим способами. Основной является механическая обработка почвы тракторными орудиями различных типов.

Сплошная механическая обработка почвы проводится на участках, не имеющих на всей площади препятствий для рабочих органов орудий, при крутизне склонов до 6°, отсутствии водной и ветровой эрозии, на мощных слабокаменистых почвах.

Частичная механическая обработка почвы осуществляется путем полосной вспашки, минерализации или рыхления почвы на полосах или площадках, нарезки борозд или траншей, образования микроповышений (пластов, гряд, гребней, холмиков), подготовки ямок. Частичная обработка почвы – основной способ обработки для условий Сибири. Она включает в себя обработку почвы бороздами (ПКЛ-70, ПЛ-19, ППП-135), полосами (ПЛН-4-35, ПЛМ-1.3, ПЛД-1.2, БДНТ-2.2, ФЛУ-0.8, МПФ-1.3), площадками (Д-496, Д-513А, ПНД-1), посадочными ямами (ИМС-0.3). Обработку почвы полосами и бороздами выполняют в равнинных условиях и на склонах крутизной до 12° поперек склона (по горизонталям). При обработке почвы бороздами или полосами нужно обеспечивать их прямолинейность и параллельность для прохода лесокультурных машин и орудий.

При полосной обработке почвы в горных условиях обрабатывают до 20 % лесокультурной площади, в равнинных условиях – 20–30 %.

В горных условиях способ обработки почвы выбирается с учетом географической зональности участка, рельефа, экспозиции и крутизны склонов, водопроницаемости почвоподстилающей породы, степени каменистости почвы, размеров и доступности участка, опасности возникновения и развития эрозионных процессов.

В зависимости от крутизны склонов, почвенных и других условий на горных участках назначают следующие способы обработки почвы:

при крутизне склонов до 6° на мощных и слабокаменистых почвах – сплошная обработка;

при крутизне до 12° : на слабокаменистых почвах – полосная вспашка или устройство напашных террас; на влажных почвах – устройство гряд; на сухих и не зарастающих высокостебельной травянистой растительностью свежих каменных почвах – полосное рыхление, нарезка борозд с рыхлением дна, подготовка микротеррас или канаво-траншей;

На склонах крутизной от 12 до 20° на расчищенных вдоль склонов полосах посадочный материал высаживают без обработки почвы или обрабатывают ее площадками. Для устройства площадок используют площадкоделатель непрерывного действия ПНД-1, бульдозеры, корчеватели и ручные инструменты (ИМС-0.3). Площадки готовят в виде микротеррас. Число площадок шириной $1,3\text{--}3,0$ м и длиной $3\text{--}6$ м составляет $300\text{--}500$ шт./га, а размером $0,5 \times 0,5\text{--}1 \times 1$ м – $2500\text{--}5000$ шт./га.

В условиях с неразвитыми почвами на мелкоконтурных вырубках посадочные места готовят в виде ямок.

На участках небольших размеров – обработка площадками или прерывистыми полосами, подготовка ямок или траншей.

Обработку почвы полосами с расположением посадочного места на микроповышении проводят в южно-таежных и горно-таежных районах в крупнотравных типах леса на почвах постоянного и временно избыточного увлажнения. Полосы в виде гряд создают через $4\text{--}5$ м фрезами и дисковыми плугами типа ПЛМ-1.3.

Закладка культур без обработки почвы возможна в типах леса, характеризующихся слабым развитием напочвенного покрова, а также саженцами и посадочным материалом с закрытыми корнями (ПМЗК) на крутых горных склонах (более 20°), участках с мерзлотными почвами.

Химическая обработка почвы гербицидами допускается в отдельных случаях по согласованию с местными органами охраны природы и в соответствии со специальными рекомендациями.

Культуры кедра сибирского создаются на зонально-типологической основе в соответствии с потенциальными лесорастительными условиями участков, лесоводственными свойствами древесных пород, целями выращивания насаждений и должны обеспечивать: воспроизводство лесных ресурсов в максимально короткие сроки наиболее эффективными в лесоводственном, экологическом и экономическом отношениях способами; рациональное использование земель лесного фонда; повышение продуктивности и качества кедровых лесов; обеспечение оптимальной лесистости территории; повышение водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических и других полезных свойств кедровых лесов для выполнения ими средозащитных и средообразующих функций.

Лесокультурный фонд.

В лесокультурный фонд включаются:

1. Кедровые, пихтовые свежие вырубki и гари 1–2-летнего возраста, на которых невозможно возобновление кедра естественным путем;

2. Кедровые, пихтовые вырубki и гари 3–10-летнего возраста, на которых отсутствует естественное возобновление кедра;

3. Малоценные лиственные молодняки I–III классов бонитета, подлежащие реконструкции;

4. Пустыри, прогалины, редины, гари и «шелкопрядники» в пределах экологического оптимума кедра.

5. Погибшие и списанные в установленном порядке лесные культуры.

В качестве первоочередного лесокультурного фонда выделяются площади на хорошо дренированных почвах, оцениваемые высшими классами бонитета, а также типы леса травяных групп, в которых не ожидается естественное возобновление кедра в хозяйственно приемлемые сроки.

По состоянию, способам закультивирования и возможности применения механизации площади лесокультурного фонда в пределах типа условий произрастания распределяются на следующие категории:

а – площади, пригодные для сплошной обработки почвы (вырубki и старые гари со сгнившими или удаленными пнями), участки с очень редкими пнями, пустыри, прогалины;

б – площади, пригодные для обработки почвы полосами или бороздами (невозобновившиеся вырубki с количеством пней на 1 га до 600 шт., редины, гари);

в – площади, на которых возможна механизированная обработка почвы площадками или бороздами с частичной (до 10–15 %) корчевкой пней по оси борозд или расчисткой полос с количеством пней более 600 шт./га;

г – площади, на которых требуется реконструкция насаждений (вырубki и гари, заросшие березой и осинкой, низкополнотные насаждения, лесные культуры неудовлетворительного состояния).

Тип лесных культур кедра определяется задачами сохранения и распространения породы, целевым назначением будущих насаждений:

плантационные для получения ореха;

насаждения для выращивания древесины;

защитные насаждения.

Лесные культуры плантационного типа могут быть семенного и вегетативного происхождения:

семенного происхождения – создаются посадкой саженцев, выращенных из семян лучших по урожайности насаждений и деревьев;

вегетативного происхождения – создаются посадкой привитых саженцев или прививкой черенков высокоурожайных деревьев на специально созданных подвойных культурах.

Защитные насаждения из кедра создаются в соответствии с категорией их назначения. Необходимая структура в них формируется рубками ухода.

Первоочередное культивирование кедра проводится в южно-таежных равнинных районах и поясе низкогорных темнохвойных лесов горных районов.

Объектами второй очереди являются среднетаежные равнинные и горно-таежные темнохвойные леса (выше 1000 м абсолютной высоты).

Вблизи южных (равнина) и нижних (горы) границ экологического оптимума кедр (подтаежные и северо-лесостепные равнинные леса, подтаежно-лесостепные и светлохвойно-таежные горные леса) культуры кедр целесообразны лишь на свежих, влажных и сырых почвах вдоль рек и ручьев, по ложбинам и логам, по подножьям хребтов и склонам теневых экспозиций.

Технологические схемы лесных культур кедр в зависимости от зонально-типологических условий и категорий лесокультурных площадей приведены в таблице 30.

Особенности создания культур кедр:

подготовка борозд, пластов, отвалов, площадок и микротеррас проводится в год, предшествующий закладке культур (август–сентябрь); посадка кедр производится в весенний (середина мая – первая декада июня) и позднелетний сроки. Основной является весенняя посадка. Посадка сеянцев и саженцев с закрытой корневой системой может проводиться в течение всего периода вегетации;

для посадки используются саженцы и сеянцы. Саженцы – это крупный посадочный материал биологического возраста 6–8 лет, доращиваемый в течение 3–4 лет в школьном отделении питомника, имеющий высоту до 30 см и диаметр у корневой шейки до 9 мм. Возможно применение и более крупных саженцев. Сеянцы – посадочный материал средних размеров, выращиваемый в посевных отделениях питомников за 3–4 года или в теплицах за 3 года. Саженцы используются прежде всего при создании плантаций в южной подзоне тайги и горно-черновом подпоясе, а также при создании культур в крупнотравных типах леса, на старых заросших вырубках, гарях, «шелкопрядниках». Сеянцы высаживаются в среднетаежной подзоне и в горно-таежных районах преимущественно в зеленомошных типах леса, на свежих лесосеках и гарях, на северных склонах;

во всех частичных культурах и специализированных плантациях искусственное введение сопутствующих пород не проводится. При выращивании отдельных категорий защитности насаждений в ряде случаев целесообразно смешение кедр с лиственницей, елью и сосной;

сроки ухода за культурами – со второй половины июня до конца июля. Количество уходов определяется размерами (возрастом) посадочного материала и степенью развития сорной растительности. При выходе кедр из-под ее покрова (превышение им $\frac{1}{2}$ максимальной высоты трав) уход прекращается.

Реконструкция малоценных лиственных молодняков без подроста кедр или с недостаточным его количеством производится в равнинных условиях и на склонах крутизной до 20 ° в древостоях I–III классов бонитета. Обработка почвы полосная с корчевкой корчевателями, расчисткой молодняка кусторезами или его запашкой на 50 % общей площади канавокопателями с последующей плужной вспашкой и разделкой пластов боронами и фрезами.

Таблица 30

Технологические схемы лесных культур кедр

№ схем	Группы типов леса	Категория л/к пло- щади	Вид обработки почвы и применяемые механиз- мы	Возраст по- садочного материала	Размещение посадоч- ных мест		Количество посадочных мест, тыс. шт./га	Способ производства культур и применяе- мые механизмы
					между рядами	в рядах		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2.1; 2.2; 3.1; 3.2	б, в	Подготовка площадок, полос химспособом по свежим вырубкам; рас- стояние между полоса- ми 4–6 м, ширина – 2,5 м	6–8	4–6	1,0	2,0–2,5	Ручная или механизированная посадка в полосы (ЛМД-81К)
2	1.1; 2.1; 2.2; 3.1	б, в, г	Расчистка полос в ли- ственных молодняках шириной 4–5 м (МРП- 2, КРП-2,5), сдирание напочвенного покрова или его перемешивание фрезами (ФЛУ-0,8). Расстояние между цен- трами полос 10–11 м	6–8	2,0	1,0	2,0–2,5	Мехпосадка машина- ми МЛУ-1, ЛМД-81К или ручная в 2 спаренных рядах
3	2.1; 2.2; 3.1	б, в, г	Устройство бульдозер- ных площадок шири- ной 3 м и длиной 4–5 м. Снимается верхний 10– 12 см слой почвы. От- валы приминаются гу- сеницами. На 1 га 250– 300 площадок	3–4 6–8	5,0 5,0	На площадку 10– 15 семян или 7– 8 саженцев	3,0–3,5 1,0–1,5	Ручная посадка в площадки

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	2.1; 2.2; 3.1; 3.2	б, в, г	Сплошная раскорчевка полос шириной 30–50 м с уборкой пней, валежа на междурядья шириной 10 м (Д-271, МП-2Б, КМ-1) и химической обработкой почвы (ОВТ)	3–4 6–8	2,0 2,0	1,0 2,0	5,0 1,5	Мехпосадка сеянцев и саженцев (СЛН-1)
5	2.1; 2.2; 2.3; 3.1; 3.2; 3.3	а, б, в, г	Расчистка полос шири- ной 2,0–2,5 м (КРП-2,5) с расстоянием между осями полос 3–4 м и химическая обработка почвы атразином поло- сами шириной 1,5 м (ОН-400)	3–4 6–8	3–4 3–4	0,7–1,0 1,0–1,5	3,0–3,5 1,0–1,8	Мехпосадка по цен- тру полос (МЛУ-1)
6	3.3; 3.5; 4.1; 4.2; 4.4	а, б, в	Химическая подготовка почвы площадками размером 6–9 кв. м с использованием руч- ных опрыскивателей (ОРР-1, ОМР-2, РАА-1) на склонах более 20 градусов. Количест- во площадок 350– 400 шт./га	3–4	4–5	6–9 сеянцев на 1 площадку	2,4–3,5	Ручная посадка сеян- цев в площадки
7	3.5; 4.2; 4.4	б, в	Без подготовки почвы на свежих лесосеках	3–4	3–4	0,7–1,0	3,0–3,5	Ручная посадка по волокам, бровкам, у пней

Окончание таблицы 30

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	1.1; 1.3; 2.1; 2.5	б, в, г	Расчистка полос шириной 2,0–2,5 м (КРП-2,5, МРП-2) с созданием микроповышений: пластов, гряд, валов или двойным проходом в свал (ПКЛ-70)	3–4 6–8	4–5 4–5	0,7–1,0 1,0	2,5–3,5 1,0–1,5	Мехпосадка или ручная посадка по микроповышениям
9	3.3; 4.1	б, в, г	Нарезка бульдозерных микротеррас полосой вдоль склона через 4–5 м в полосе. Количество 350–450 шт./га на склонах до 20 градусов	3–4 6–8	7–8 7–8	По 8 шт. в отвал. По 4–6 шт. в террасу	3,0–3,5 1,0–1,5	Ручная посадка в отвалы и террасы
10	1.2; 1.3; 2.4; 2.5; 3.4; 4.3	б, в, г	Подготовка микроотвалов бульдозером размером 3,0 × 2,0 м и высотой 0,3–0,5 м. Количество 350–500 шт./га	3–4 6–8	7–8 7–8	По 8 шт. в отвал. По 4 шт. в отвал	2,5–4,0 1,5–2,0	Ручная посадка в отвалы

Примечание: Группы типов леса:

1.1 – Кедровники зеленомошные, III класса бонитета на подзолистых оглеенных суглинистых дренированных почвах, свежих до влажных.

1.2 – Кедровники долгомошные IV–V классов бонитета на подзолисто-глеевых суглинистых недостаточно дренированных почвах, свежих до влажных.

1.3 – Кедровники травяно-болотные, IV–V классов бонитета на торфянисто-перегнойных, дерново-глеевых и аллювиально-иловатых почвах, сырых.

2.1 – Кедровники крупнотравные, II класса бонитета на дерново-подзолистых оглеенных суглинистых дренированных почвах, влажных и свежих.

2.2 – Кедровники разнотравные, II класса бонитета на дерново-подзолистых оглеенных суглинистых недостаточно дренированных почвах, свежих.

2.3 – Кедровники мелкотравяно-зеленомошные, II–III классов бонитета на сильно-подзолистых оглеенных суглинистых недостаточно дренированных почвах, свежих до влажных.

2.4 – Кедровники травяно-болотные, IV–V классов бонитета на торфянисто-перегнойных и аллювиально-иловатых сырых болотных почвах.

2.5 – Кедровники мшистые и болотно-моховые, IV–V классов бонитета на торфянисто-глеевых, аллювиально-болотных сырых почвах.

3.1 – Кедровники крупнотравные и папоротниковые, II–III классов бонитета на бурых неоподзоленных и оподзоленных суглинистых влажных почвах.

3.2 – Кедровники осочково-разнотравные, I–II классов бонитета на бурых суглинистых свежих почвах.

3.3 – Кедровники травяно-зеленомошные, II–III классов бонитета на дерново-подзолистых, бурых оподзоленных суглинистых влажных почвах.

3.4 – Кедровники травяно-болотные и вейниковые, III–IV классов бонитета на дерново-глеевых оподзоленных тяжелосуглинистых сырых почвах.

3.5 – Кедровники бадановые, III–IV классов бонитета на каменистых маломощных влажных и свежих почвах.

4.1 – Кедровники зеленомошно-разнотравные, III–IV классов бонитета на дерново-подзолистых дренированных свежих почвах.

4.2 – Кедровники зеленомошные, III–IV классов бонитета на перегнойно-подзолистых суглинистых влажных почвах.

4.3 – Кедровники травяно-болотные, IV класса бонитета на торфянисто-подзолистых оглеенных переувлажненных почвах.

4.4 – Кедровники бадановые, III–IV классов бонитета на грубоскелетных маломощных свежих почвах.

8. ОХРАНА КЕДРОВНИКОВ ОТ ПОЖАРОВ

Кедровым лесам присуща довольно высокая горимость, поэтому актуальна задача сбережения их от огня (рис. 13). Охрана кедровников от пожаров проводится в соответствии с планами и схемами противопожарного устройства лесов субъектов Российской Федерации, лесничеств и арендных территорий. Затраты на охрану лесов должны быть адекватны высокой биосферной и ресурсной ценности охраняемых кедровников.

Наземная охрана проводится в первую очередь в наиболее доступных кедровниках, на лесосеменных участках и плантациях, в припоселковых кедровниках и лесных культурах. Авиационная охрана осуществляется на территориях, не освоенных наземными видами транспорта. Важной задачей является развитие дорожной сети в целях организации наземной охраны и комплексного использования кедровников.

При возникновении лесных пожаров составляются планы тушения с помощью крупномасштабных лесопожарных карт, основанных на материалах лесоустройства, топокарт и описаниях лесных горючих материалов по лесотаксационным выделам. На карты наносятся контуры пожара, и на основе информации о характере местности и структуре растительности разрабатывается эффективный план тушения. Эти действия необходимы прежде всего при тушении крупных лесных пожаров.

В равнинных условиях особо пожароопасные участки целесообразно разделять на блоки, ограничиваемые противопожарными барьерами из естественных и искусственных препятствий для огня. Размеры блоков соотнобразуются с пожароопасностью насаждений и реальными условиями для устройства искусственных препятствий (минерализованные полосы, придорожные пожароустойчивые опушки из лиственных деревьев и кустарников, а в перспективе – противопожарные заслоны для остановки верхового огня).

Для обнаружения пожаров в горных кедровниках целесообразно использовать космоснимки, а также беспилотные летательные аппараты. Эффективность этих вариантов обусловлена преимущественно летними возгораниями, в том числе от гроз при хорошей прозрачности атмосферы, без задымления.

Оперативная ликвидация пожаров в труднодоступных местах осуществляется с использованием мощной авиатехники, оснащенной водосливными устройствами: самолеты Бе-200, Бе-12 и вертолеты Ка-32. В особо засушливые сезоны при чрезвычайной пожароопасности для тушения экстремальных пожаров необходимо применять специализированные самолеты ИЛ-76. Принципиально важен своевременный прогноз вероятности подобных ситуаций, чтобы применение таких самолетов было своевременным и эффективным.

В Западном Саяне весьма пожароопасны кедровники рододендроновые на каменистых склонах, где пожар может возникнуть при величине показателя В. Н. Нестерова, начиная с 500 ед. В кедровнике высокотравно-щитовниковом пожары могут возникать при величине данного показателя около 1000 ед. Далее при его повышении 1500–2500 ед. соответственно увеличивается интенсив-

ность пожаров. В кедровнике вейниково-осочковом горение может слабо распространяться при показателе 1500 ед., а в кедровнике щитовниково-зелено-мошном, начиная с 2500 ед. В кедровнике высокотравно-страусниковом пожарному созреванию препятствует кочковатый нанорельеф, т. к. между кочками обычно бывает сыро и мало опада. Благоприятная ситуация как правило наблюдается в кедровнике бадановом, где, несмотря на обилие опада, его возгоранию препятствуют крупные и толстые листья бадана.

Пожароопасность кедровников летом значительно ниже, чем весной. В наиболее распространенных типах леса загорания возможны, начиная с показателя 3100–3500 ед., что бывает при длительной засушливости. Осенний период по степени пожароопасности занимает промежуточное положение между весенним и летним.

В Горном Алтае установлены характеристики по пожароопасности кедровников в нижнем (1300–1600 м) и верхнем (1600–2000 м) подпоясах. В нижнем подпоясе пожароопасность кедровников устанавливается: весной – при метеопоказателе более 200, а летом – начиная с 600 ед. Для верхнего подпояса с 300 и 600–800 ед. соответственно.

В кедровниках Прибайкалья, произрастающих преимущественно по высотным поясам с обильным увлажнением, пожароопасность наступает обычно при высоких значениях метеопоказателя, от 3000 до 5000–6000 ед. Однако периодически были засушливые годы, когда пожароопасное состояние в них устанавливалось на длительное время. Соответственно при их недостаточной охране происходили катастрофические пожары, повлекшие за собой крайне негативные последствия для всего природного комплекса озера Байкал. Так, после сооружения Транссиба полностью выгорели кедровники на южном побережье Байкала. В особо засушливые годы от пожаров в подгольцовых кедрово-лиственничных редколесьях, где интенсивный огонь уничтожает ярус кедрового стланика, снижается верхняя граница леса (Краснощеков и др., 2018).

Пожарная опасность в кедровниках всегда возрастала при проведении сплошных рубок. Поэтому предпочтительнее в противопожарном отношении выборочная система рубок при соблюдении требований к очистке лесосек от порубочных остатков.

Возникновение и распространение пожаров различаются в зависимости от территориальных и климатических условий. Большинство пожаров зависит от состава и количества горючих материалов, находящихся непосредственно на поверхности почвы. Верховые пожары, охватывающие полог крон в лесных насаждениях, бывают в несколько раз реже низовых. Помимо естественных факторов, определяющих накопление органической массы под пологом леса (ежегодный опад отмершей хвои и листьев, трав и мелких ветвей) с последующим их естественным разложением в условиях разнообразного влияния на этот процесс травяно-кустарникового яруса, масса и структура напочвенно горючего зависят от их подверженности прежним пожарам. При частой повторяемости низовых пожаров запасы опада и лесной подстилки бывают незначительными.



Рис. 13. Кедровник после пожара (фото А. С. Шишкина).

По данным современной изученности процессов накопления и разложения лесной подстилки в лесных формациях пока сложно характеризовать запасы горючих материалов с дифференциацией по основным вариантам таксационно-лесоводственных показателей. Это возможно лишь в отношении запаса древесины и его прироста, что обедняет пирологическую характеристику лесов. Запас и соотношение разных видов горючих материалов потенциально определяют вероятную интенсивность горения при известном состоянии погоды. В то же время при изучении закономерностей возникновения и распространения пожаров следует представлять их ориентировочную интенсивность, с которой тесно связано обеспечение их тушения.

Календарные пределы пожароопасного сезона колеблются по годам, что в основном обусловлено цикличностью климата. Для прогнозирования сроков начала пожароопасного сезона целесообразно учитывать ориентировочные данные о динамике среднесуточной температуры воздуха в конце зимы. Территориальная дифференциация горимости лесов зависит как от пожароопасности, так и от уровня освоенности лесных массивов. По мере расширения дорожной сети, с увеличением посещаемости насаждений населением чаще возникают пожары и растет горимость лесов. Это общеизвестная закономерность.

Проблематичность нынешней ситуации с лесными пожарами в регионе вызвана общим регрессом лесного комплекса, произошедшим из-за либеральных реформ. Фактический развал всех систем, обеспечивающих охрану лесов, обернулся неизбежным катастрофическим увеличением их горимости. Произошли невосполнимые потери хозяйственной инфраструктуры, на которой основывалась исторически сформировавшаяся лесопожарная профилактика.

Ныне особенно актуален известный в общей жизни вопрос – что делать с противопожарной охраной лесов? Конечно, надо должным образом решить этот вопрос на государственном уровне, исходя из объективной оценки кедровых лесов.

9. ЗАЩИТА КЕДРОВНИКОВ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЛЕСА

9.1. Основные патогены и вредители кедровых лесов России

По данным Росстата (<https://rosstat.gov.ru/>) в Российской Федерации только в период с 2014 по 2019 гг. ежегодно погибали хвойные насаждения на площади в среднем 274,7 тыс. га (табл. 31). Из них из-за насекомых-вредителей погибало в среднем 24,4 %, а от болезней – 9,2 %.

Фитопатогены

Грибные организмы являются одной из ключевых причин, влияющих на фитосанитарное состояние темнохвойных лесных насаждений, и вызывают поражения всех органов древесных растений. Из заболеваний кедра наибольший практический интерес для лесного хозяйства представляют сосудистые и раковые болезни, некрозы, гнили, ржавчина, шютте, полегание всходов (Жуков и др., 2013).

Сосудистые болезни (трахеомикозы) характеризуются поражением проводящей системы растений. Проявляются в увядании (усыхании) всего растения или его части, например, отдельных ветвей кроны. Пораженные сосуды имеют вид темных сплошных или прерывистых колец на поперечных срезах и темных штрихов – на продольных срезах. Для сосудистых болезней характерна очаговость поражения. Они могут протекать в острой или хронической форме. Болезни этой группы (фузариозы, альтернариозы, вертициллезы) представляют серьезную опасность для растений младшего возраста, но могут поражать ткани и взрослых деревьев, и молодых лесных культур.

Некроз коры характеризуется поражением коры, луба, камбия и наружных слоев древесины, сопровождающимся изменением цвета, отмиранием пораженных тканей и формированием в них специфических грибных образований (стром, спороношений). Развитие болезни приводит к появлению суховершинности, отмиранию ветвей кроны или всего дерева. Некрозные заболевания достаточно широко распространены на землях лесного фонда. Кедровые насаждения страдают от ценангиевого некроза сосны (возбудитель – сумчатый гриб *Cenangium ferruginosum* Fr. (= *Cenangium abietis* (Pers.) Rehm).

Раковые болезни характеризуются, так же, как и некрозы, поражением коры, луба, камбия и заболонной древесины. Они имеют, как правило, длительный, хронический характер (до нескольких десятков лет), выражаются в ослаблении, частичном или полном отмирании пораженных растений. На

Таблица 31

Количество погибших насаждений в Российской Федерации, тыс. га
(<https://rosstat.gov.ru/>)

Погибло насаждений	Год гибели					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Всего	511,6	491,5	327,6	217,8	223,3	169,1
Хвойных,	468,8	412,5	270,8	174,3	182,8	142,7
из них от насекомых	44,4	39,0	68,0	47,9	81,7	42,9
от болезней	30,9	27,9	35,3	20,9	18,9	8,7

стволах и ветвях зараженных растений образуются различной величины язвы, раны или опухоли.

Большую угрозу для кедровых насаждений представляют такие раковые болезни хвойных пород, как смоляной рак (серянка) сосны (возбудитель – ржавчинный гриб *Cronartium pini* (Willd.) Jørst. (= *Cronartium flaccidum* (Alb. & Schwein.)), ржавчинный рак (пузырчатая ржавчина) сосны (возбудитель – *Cronartium ribicola* J.C. Fisch.). Также ощутимый вред наносит сравнительно новая и малоизученная на территории России болезнь – побеговый рак (склеродерриоз) хвойных пород (возбудитель болезни – сумчатый гриб *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) M. Morelet = *Scleroderris lagerbergii* Gremmen, конидиальная стадия – *Brunchorstia pinea* (P. Karst.) (Жуков и др., 2013).

Гнилевые болезни характеризуются резким нарушением структуры, распадом тканей пораженных органов растений. Гнили корней и стволов растущих деревьев составляют одну из самых больших и важных в хозяйственном отношении групп болезней леса. При поражении деревьев гнилевыми болезнями у них может произойти резкое нарушение физиологических процессов, ведущее к снижению прироста, общему ослаблению и усыханию. В насаждениях, пораженных этими болезнями, часто наблюдаются ветровал и бурелом, что приводит к распаду насаждений, утрате лесом его ценнейших свойств и функций.

Стволовые и корневые гнили хвойных и лиственных пород вызываются, главным образом, базидиальными грибами (трутовыми, кортициевыми и агариковыми). Важнейшими возбудителями корневых гнилей являются опенок осенний, или настоящий (*Armillariella mellea* (Vahl) P. Kumm.) – возбудитель белой заболонной гнили корней хвойных и лиственных пород (рис. 14), *Heterobasidion annosum* – возбудитель пестрой ямчато-волокнутой гнили корней, трутовик Швейница (*Phaeolus schweinitzii*) и др. Возбудителем стволовых гнилей является сосновая губка (*Phellinus pini*).

Кроме выделенных типов существует еще целый ряд грибных болезней, которые также имеют важное хозяйственное значение. Это – болезни плодов и семян, болезни всходов, сеянцев, саженцев и молодых растений в питомниках и лесных культурах. К их числу следует отнести ржавчину и шютте.



Рис. 14. Опенок осенний *Armillariella mellea* (Vahl) P. Kumm.): плодовые тела и ризоморфные шнуры у комля дерева.

Фото: <https://www.first-nature.com/fungi/armillaria-mellea.php>

К заболеваниям ассимиляционного аппарата наиболее чувствительны растения младшего возраста (всходы, самосев, подрост) в силу физиологических особенностей (Сенашова, 2012). Взрослые растения в случае незначительного поражения, играют роль источника инфекций, а при массовом повреждении кроны становятся более уязвимыми к воздействию неблагоприятных факторов, что сказывается на здоровье лесов в целом. Ведущую роль среди болезней леса играют дереворазрушающие грибы, вызывающие различные типы гнилей, при этом корневые гнили наиболее опасны с биологической точки зрения (Манько, 1998; Павлов и др., 2011; Павлов, 2013, 2015).

Обыкновенное шютте сосны (*Lophodermium needle cust*), вызванное грибами рода *Lophodermium* Chevall, является одним из самых известных и распространенных заболеваний листового аппарата хвойных во многих странах мира, в том числе и в России. Наибольшую опасность оно представляет для сосны в первые годы ее жизни, особенно в лесопитомниках и молодняках искусственного происхождения. Возбудителем является *L. seditiosum* Mint. Stal., вызывающий эпифитотии на территории лесных питомников и в чистых культурах *Pinus* sp. Родственный ему вид *L. pinastri* (Schard.) Chev. характерен для старой, физиологически ослабленной, или опавшей хвои в подстилке. Установлено (Ведерников, 1990; Соколова, Ведерников, 1988), что в лесных питомниках и теплицах, культурах и молодняках естественного происхождения в возрасте до 5 лет распространен преимущественно *L. seditiosum* (встречаемость достигает 95,4–100 %) и лишь изредка *L. pinastri* (0,8–4,6%) – в питомниках и теплицах. Сосновые молодняки в 6–14-летнем возрасте могут поражаться одновременно двумя этими грибами (Крутов, 1994). Причем плодовые тела грибов обнаруживались на хвое, в основном, второго и третьего года жизни и редко первого. На взрослых деревьях сосны обыкновенной (начиная с 15-летних) диагностировали только *L. pinastri*. На взрослых растениях сосны кедровой встречается преимущественно *L. seditiosum* (Сенашова, 2012). Также на территории России (Якутия, Иркутская обл., Красноярский край, Республика Бурятия) встречается еще один родственный вид – это *L. conigenum* (Brunaud) Hilitzer. Как правило, данный аскомицет заселяет отмершую хвою сосны кедровой (т. е. выступает в роли сапротрофа) и лишь в некоторых случаях отмечен на ослабленных деревьях (Васильева, Морозова, 2004; Морозова и др., 2012). Возбудители обыкновенного шютте обладают высокой пластичностью по отношению к экологическим факторам (в частности к температуре), что обуславливает их практически повсеместную встречаемость в пределах всего ареала сосны. На территории государств бывшего Советского Союза указанные патогены встречаются на 7 видах сосен, преимущественно на сосне обыкновенной и сосне сибирской (Крутов, 1979, 1989).

Снежное шютте или фацидиоз (*Phacidium needle blight*) является одним из наиболее опасных заболеваний для сеянцев, самосева и подроста, поскольку мицелий возбудителя проникает не только в ткани хвоинок и почек, но и в сердцевинные лучи, камбий и клетки смоляных ходов побега. Возбудитель болезни – аскомицет *Gremmenia infestans* (P. Karst.) Crous (= *Phacidium infestans* Karst.), паразитирующий, в основном, на деревьях рода *Pinus* spp.



Рис. 15. Снежное шютте на хвое сосны обыкновенной.

Фото https://all-begonias-tamaravn.blogspot.com/2015/02/blog-post_94.html

(рис. 15). Также встречается на *Picea* spp. и *Juniperus* spp., хотя апотеции на последних редко вызревают и заражение происходит преимущественно за счет мицелия. Распространено заболевание повсеместно в ареале сосны, где высота снежного покрова составляет не менее 40–50 см.

Для деревьев, возвышавшихся над снежным покровом в зимний период, характерным признаком являются так называемые юбочки – результат поражения фацидиозом нижних ветвей, находившихся под снегом.

Серое шютте сосны (*Lophodermella needle blight*) вызывается сумчатым грибом *Lophodermella sulcigena* (Link) Höhn, несовершенная стадия которого представлена *Hendersonia acicola* Münch & Tubeuf. Гриб встречается на сосне обыкновенной, сосне кедровой. Поражаются как ослабленные растения, так и без признаков ослабления в возрасте 3–15 лет, иногда и до 30 лет (рис. 16).

Пиреномицет *Herpotrichia nigra* R. Hartig. вызывает **бурое шютте (*Herpotrichia needle blight*)**. Заболевание встречается на *Pinus* sp., *Picea* sp., *Abies* sp., *Juniperus* sp. и может привести к гибели сеянцев, культур и подроста. Патоген вызывает отмирание не только хвои, но и тонких веточек. Распространен в северных районах европейской части России, в горных районах Северного Кавказа, на Урале, в Сибири.



Рис. 16. Серое шютте на хвое кедра. Фото В. А. Сенашовой.

Дотистромоз (пятнистый ожог хвои или красная пятнистость) (*Dothistroma needle blight*) – экономически значимая болезнь лесных пород, которая вызывает серьезное поражение и опадение хвои многих хвойных пород. Гриб *Dothistroma septosporum* (Dorog.) M. Morelet поражает хвою, приводя к некротическим повреждениям, отмиранию хвои и уменьшению прироста древесины. Пятнистый ожог хвои опасен, в основном, для молодых деревьев – естественного подроста, чистых культур. Могут быть сильно повреждены взрослые деревья с низкой кроной. В случае сильного поражения деревья могут потерять хвою по всей длине кроны. Непосредственная гибель взрослых деревьев, пораженных пятнистым ожогом, не наблюдалась, однако значительная потеря хвои может сделать деревья более восприимчивыми к поражению другими вредителями (болезнетворные микроорганизмы, насекомые) или абиотическими факторами (зимние повреждения или засухи). В случае вспышек пятнистого ожога хвои может погибнуть значительное количество естественного подроста. Если экологические условия способствуют развитию инфекции, болезнь может быстро распространяться и вызвать существенные повреждения. Поражение дерева пятнистым ожогом и опадение хвои на 25 % сокращало радиальный прирост, опадение более половины хвои в кроне сокращало прирост по высоте примерно на 10 % по сравнению со здоровым деревом. Дотистромоз обнаружен в районе хвойно-широколиственных лесов европейской части Российской Федерации (Республика Марий Эл), районе степей европейской части Российской Федерации (Ростовская область), лесостепном районе европейской части Российской Федерации, Среднесибирском подтаежно-лесостепном районе Российской Федерации (юг Красноярского края), Западно-Сибирском средне-таежном равнинном районе (Томская область), Северо-Кавказском лесном горном районе (Сочинский государственный природный национальный парк, Черноморское побережье Кавказа).

Склерофомоз (*Sclerophoma needle blight*) – на территории России сравнительно недавно изученная болезнь. В конце 70-х, начале 80-х годов XX века были описаны симптомы заболевания сосны в лесных питомниках и культурах Оренбургской и Ленинградской областей, вызываемые несовершенным грибом *Sclerophoma pithyophila* (Corda) Hohnel., являющимся анаморфой *Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll. (Крутов, 1994). В настоящее время случаи заболевания склерофомозом зарегистрированы в Северо-Западных районах европейской части России, в степных районах Предуралья, Средней Сибири и в лесах Байкальской зоны. Данный гриб паразитирует на хвое *Pinus* spp, *Abies* spp, *Picea* spp. Патоген вызывает не только преждевременную дефолиацию хвои, но и усыхание побегов. Отмечена связь поражения побегов склерофомозом с повреждением их насекомыми-побеговьями.

Склеродерриоз или побеговый рак хвойных пород (*Scleroderris canker and shoot blight*). Болезнь вызывает гриб *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) M. Morelet (= *Scleroderris lagerbergii* Gremmen), анаморфой является *Brunchorstia destruens* Erikss. (= *Br. pinea* (Karst.) Hohn.). Гриб поражает сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris*), сосну кедровую сибирскую (*P. sibirica*), сосну кедровую стланиковую (*P. pumila*), сосну пицундскую (*P. pityusa*), ряд

сосен-интродуцентов (*P. nigra* и др.), лиственницу сибирскую (*Larix sibirica*), пихты сибирскую (*Abies sibirica*) и сахалинскую (*A. sachalinensis*). Данное заболевание обнаружено в среднетаежном районе европейской части Российской Федерации (Республика Карелия, Республика Коми, Архангельская, Ленинградская, Московская и Мурманская области), южно-таежном районе европейской части Российской Федерации (Вологодская область), районе хвойно-широколиственных лесов европейской части Российской Федерации (Республика Марий Эл, Республика Татарстан, Тверская область), лесостепном районе европейской части Российской Федерации (Ульяновская, Воронежская области), Северо-Кавказском горном районе (Краснодарский край), Западно-Сибирском равнинном таежном районе (Томская область), Средне-Сибирском подтаежно-лесостепном районе (Красноярский край), Приамурско-Приморском хвойно-широколиственном районе (Сахалинская область). Также отмечен в Прибайкалье. Склеродерриоз представляет опасность для лесных питомников и молодняков хвойных пород естественного и искусственного происхождения вплоть до 20-летнего возраста. В результате развития болезни растения отмирают полностью или страдают только верхние его части. В последнем случае ниже засохшего побега трогаются в рост спящие почки. В питомниках болезнь развивается на единичных экземплярах растений или небольшими очагами. Иногда болезнь может принимать форму эпифитотии, особенно опасную для питомников и молодых культур. В лесных питомниках России отпад сеянцев сосны, вызванный конидиальной стадией *Br. destruens*, в отдельные годы достигал 15–60 %. Заболевание чаще всего распространяется и причиняет наибольший вред там, где климатические и почвенные условия не отвечают биологическим особенностям культивируемых пород.

Ценангиевый некроз сосны или ценангиоз хвои (*Cenangium canker, pruning twig blight, Cenangium needle cast-off*) вызывается грибом *Cenangium feruginosum* Fr. Заболевание встречается на сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris*), сосне черной (*P. nigra*), сосне кедровой сибирской (*P. sibirica*), кедровом стланике (*P. pumila*). Заболевание встречается в Средне-таежном районе европейской части Российской Федерации (Республика Карелия, Мурманская область), Южно-таежном районе европейской части Российской Федерации (Тверская, Костромская области), Средне-Уральском районе (Пермский край, Свердловская область), Южно-Уральском районе (Челябинская область), Западно-Сибирском равнинно-таежном районе (Новосибирская, Томская области), Приамурско-Приморском хвойно-широколиственном районе (Сахалинская область), Средне-Сибирском подтаежно-лесостепном районе (Красноярский край), Приамурско-Приморском хвойно-широколиственном районе (Сахалинская область). *C. feruginosum* вызывает отмирание ветвей в сосновых культурах, у естественного подроста, а также гибель саженцев в лесных питомниках. Очаговое развитие ценангиевого некроза вызывает суховершинность молодых лесных культур. На культуры сосны заболевание оказывает угнетающее действие, задерживая их рост и развитие. В естественных насаждениях ценангиевый некроз не имеет практического значения, в искусственных посадках болезнь может нанести ущерб, образуя очаги заболевания

и вызывая гибель растений. Наибольший вред сосне заболевание наносит в молодом возрасте, причем массовое усыхание побегов обычно происходит у ослабленных деревьев.

*Dasyscyphus pini**(Brunch.) G.G. Hahn & Ayers (= *Lachnellula pini* (Brunch.) Dennis) вызывает **язвенный рак хвойных (Lachnellula Cankers of Conifers)**. Заболеванию подвержены сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), сосна кедровая сибирская (*P. sibirica*), кедровый стланик (*P. pumila*), пихта сибирская (*Abies sibirica*). Заболевание вызывает ослабление подроста и культур, реже – приводит к гибели. Встречается на северо-западе европейской части России, в Сибири, Прибайкалье, на Камчатке.

Ржавчинный гриб *Cronartium pini* (Willd.) Jørst. (= *Cronartium flaccidum* (Alb. & Schwein.)) вызывает **смоляной рак (серянка) сосны (Scots Pine Blister Rust)**. Заболеванию подвержены сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), сосна кедровая сибирская (*P. sibirica*), реже – крымская (*P. pallasiana*). Поражение обычно наблюдается на стволах и ветках любого возраста, но наиболее опасно в период жердняка. Пораженность в культурах сосен разного возраста колеблется от 2 до 23 %. В отдельные годы болезнь может принимать характер эпифитотий. В естественных насаждениях болезнь вызывает ослабление деревьев, частичную или полную сухокронность. В пораженных смоляным раком древостоях развиваются очаги стволовых вредителей, ускоряющих процесс усыхания больных деревьев. Следует отметить, что на сосне кедровой заболевание чаще встречается в местах сбора кедровых орехов, что связано с наличием механических повреждений (последствия околота), через которые споры патогена могут беспрепятственно проникать. Заболевание распространено в ареале растений-хозяев.

Базидиальные грибы *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref и *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. – **Root and Butt Rots caused by Heterobasidion species, Armillaria Root Rots** являются часто основой комплекса возбудителей корневой гнили многих хвойных пород. Наиболее сильно страдают от данных патогенов чистые, высокополнотные и высокобонитетные насаждения, особенно на почвах с эдафическими аномалиями, маломощных почвах с корнеобитаемым слоем до 40 см, подстилаемыми твердыми горными породами, часто – на почвах, отводившихся под сельскохозяйственное пользование с частично смытым гумусовым горизонтом и нарушенной структурой. Встречаются во всех регионах России (рис. 17).

Среди заболеваний, вызываемых прокариотическими организмами, для древесных растений одним из наиболее вредоносных является бактериальная водянка («bacterial wetwood», «slime flux»). Данное поражение представляет собой системный сосудисто-паренхиматозный бактериоз, связанный с обводнением тканей древесины стволов, ветвей и рядом других специфических симптомов, включая образование трещин и раковых ран с обильными мокротами и потеками слизи, что и дало название патологическому процессу. Инфекция развивается в хронической и острой форме, приводя деревья к усыханию и гибели (Shink et al., 1981). В настоящее время известно не менее чем



Рис. 17. Плодовое тело *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.

Фото А. Kasperek http://tintling.com/pilzbuch/arten/h/Heterobasidion_annosum.html

15 видов хвойных в пределах России и сопредельных стран ближнего зарубежья, поражаемых бактериальной водянкой, и сосна сибирская в их числе.

Напряженная обстановка складывается в Прибайкалье. Так, в Иркутской области в 2012 г. зафиксировано усыхание кедров на территории более 3,5 тыс. га; в Бурятии – свыше 20 тыс. га. При этом все деревья имели выраженные признаки бактериальной водянки (Воронин и др., 2013). Вызывает беспокойство увеличение площадей, на которых наблюдается патологический процесс (рис. 18). Если в 2013 г. в Иркутской области данным заболева-



Рис. 18. Очаг бактериальной водянки в Тункинском национальном парке (Восточный Саян). Фото В. А. Сенашовой.

нием было поражено 59,5 тыс. га, из них усохло 5,7 тыс. га регулярно эксплуатируемых кедровников, входящих в орехопромысловую зону (Воронин и др., 2013; Морозова, Сурдина, 2013), то к 2018 г. площадь поврежденных темнохвойных лесов хребта Хамар-Дабана достигла 363 тыс. га (Воронин и др., 2019). На территории Тункинского национального парка из-за бактериальной водянки наблюдаются массовые усыхания кедровников (Гродницкая и др., 2015, 2016, 2018, 2023). Следует подчеркнуть, что наиболее страдают территории, на которых проводилась/проводится добыча кедрового ореха, т. к. механические повреждения являются дополнительными воротами инфекции. Обострение течения хронического бактериоза в темнохвойных лесах Бурятии и Иркутской области специалисты связывают с длительным периодом маловодья, наблюдающимся в данных регионах с 2003 г., либо с изменениями термического режима: теплые зимы с часто повторяющимися оттепелями способствуют активизации бактериальных заболеваний леса (Воронин и др., 2019). Необходимо отметить, что процессы естественного лесовозобновления в очагах бактериоза связаны с определенными сложностями, поскольку у больных деревьев происходит деградация шишек и негативная трансформация пыльцы, что ведет к ухудшению семенного материала (Щербин-Парфененко, 1963; Черпаков, 2015).

При искусственном лесовосстановлении (в рамках выращивания лесопосадочного материала) качество используемых семян является одним из факторов, гарантирующих получение здоровых сеянцев, следовательно, и рентабельность лесоразведения в целом. Необходимо уделять повышенное внимание качеству используемых семян, поскольку на их поверхности могут находиться патогенные организмы, негативно влияющие на прорастание и последующее развитие проростков. При этом не всегда при первичных тестах можно обнаружить этих патогенов (Kreitlow et al., 1961). Следует подчеркнуть, что плесневение шишек и семян достаточно серьезная проблема в лесовосстановительной практике, поскольку многие грибы, вызывающие плесневение семян (что приводит к снижению качества семян и даже потери их всхожести), также являются причиной заболевания всходов/самосева (Kreitlow et al., 1961). Например, возбудители черной плесени (представители *Alternaria* Nees, *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Cladosporium* Link, *Torula* Pers. (= *Hormiscium* Kunze)) обуславливают как снижение качества семян, так и поражение проростков и всходов. Мукоровые грибы (*Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill, *Thamnidium elegans* Link., *Mucor* spp.) относительно мало влияют на всхожесть, но при интенсивном развитии задерживают прорастание и ухудшают рост сеянцев (Кузьмичев и др., 2004).

Таблица 32 суммирует основные виды патогенов сосны сибирской, поражающие отдельные органы растения.

Грибы – патогены сосны сибирской*

Таксон	Поражаемый орган				
	хвоя	ствол	побеги	корни	семена
ОТДЕЛ ASCOMYCOTA (СУМЧАТЫЕ ГРИБЫ)					
<i>Lophodermium seditiosum</i> Mint. Stal.	+++				
<i>Lophodermium pinastri</i> (Schard.) Chev.	+++				
<i>Lophodermium conigenum</i> (Brunaud) Hiltzer	+				
<i>Gremmenia infestans</i> (P. Karst.) Crous (= <i>Phacidium infestans</i> Karst.),	++		+		
<i>Lophodermella sulcigena</i> (Link) Höhn	++				
<i>Herpotrichia nigra</i> R. Hartig	+		+		
<i>Gremmeniella abietina</i> (Lagerb.) M. Morelet (= <i>Scleroderris lagerbergii</i> Gremmen)	+	+	+		
<i>Cenangium ferruginosum</i> Fr.	+		+		
<i>Dasyscyphus pini</i> (Brunch.) G. G. Hahn & Ayers (= <i>Lachnellula pini</i> (Brunch.) Dennis)		+	+		
ОТДЕЛ BASIDIOMYCOTA (БАЗИДИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ)					
<i>Armillariella mellea</i> (Vahl) P. Kumm.		+++		+++	
<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref.		++		++	
<i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr.) Pat.		++		++	
<i>Porodaedalea pini</i> (Brot.) Murrill (= <i>Phellinus pini</i> (Brot.) Pilát)		+			
<i>Cronartium pini</i> (Willd.) Jørst. (= <i>Cronartium flaccidum</i> (Alb. & Schwein.))		++	++		
<i>Cronartium ribicola</i> J.C. Fisch.		+	+		
АНАМОРФНЫЕ (НЕСОВЕРШЕННЫЕ) ГРИБЫ*					
<i>Dothistroma septosporum</i> (Dorog.) M. Morelet / <i>Mycosphaerella pini</i> Rostr. ex Munk,	+				
<i>Brunchorstia destruens</i> Erikss. (= <i>Br. pinea</i> (Karst.) Hohn.) / <i>Gremmeniella abietina</i> (Lagerb.) M. Morelet	+	+	+		
<i>Hendersonia acicola</i> Münch & Tubeuf	++				
<i>Hendersonia pinicola</i> Wehm.	+				
<i>Sclerophoma pithyophila</i> (Corda) Hohnel. / <i>Sydowia polyspora</i> (Bref. & Tavel) E. Müll.	++		+		
<i>Fusarium</i> Link		+++		+++	+++
<i>Alternaria</i> Nees		++		++	++
<i>Verticillium</i> Nees		++		++	

*Современные названия приведены по Index Fungorum

**через / указана телеоморфа (половая стадия) гриба

Дендрофильные насекомые

С сосной кедровой на ее огромном ареале связано более 100 видов насекомых (Флоров, 1951а; Коломиец, 1960; Стадницкий и др., 1978 и др.), при этом практически все они – олигофаги на семействе Pinaceae или узкие олигофаги на видах рода *Pinus*. Наиболее обычен следующий состав этого комплекса (табл. 33).

Основные виды насекомых-вредителей кедра сибирского

Отряд, вид	Локализация повреждений				
	неокоре- ненная древесина	хвоя	ствол	ветви, под- рост	шишки
1	2	3	4	5	6
Чешуекрылые Lepidoptera					
Стволовая огневка <i>Dioryctria sylvestrella</i> Ratzeburg			+	+	+
Еловая плодожорка <i>Laspeyresia strobilella</i> L.					+
Цветочная пяденица <i>Eupithecia abietaria</i> (Goeze)					+
Шишковая пяденица <i>Eupithecia strobilata</i> (Borkhausen)					+
Хвойная огневка <i>Dioryctria splendidella</i> Herrich-Shaeffer				+	
Сибирский шелкопряд <i>Dendrolimus sibiricus</i> Tschetvrk.		+++		+	
Шелкопряд монашенка <i>Lymantria monacha</i> L.		++			
Непарный шелкопряд <i>Lymantria dispar</i> L.		+			
Лунчатый шелкопряд <i>Cosmotriche lobulina</i> (Denis & Schiffermuller)		++			
Пихтовая пяденица <i>Ectropis bistortata</i> Goese		++			
Сосновая пяденица <i>Bupalis piniarius</i> (L.)		+			
Сосновая совка <i>Panolis flammea</i> (Denis & Schiffermuller)				+	
Хвойная волнянка <i>Dasychira abietis</i> (Denis & Schiffermuller)		+			
Сосновый бражник <i>Sphinx pinastri</i> L.		+			
Двукрылые Diptera					
Шишковая галлица <i>Perrissia strobis</i>					+
Равнокрылые Homoptera					
Кедровая тля <i>Cinara cembrae</i> (Chol.)				++	
Сибирский хермес <i>Pineus cembrae</i> (Chol.)		++		+++	
				++	
Жесткокрылые Coleoptera					
Усач большой хвойный <i>Monochamus urusovi</i> (Fischer von Waldheim)	+++		+++	++	
Усач черный еловый <i>Monochamus sutor</i> (L.)	++		++		

1	2	3	4	5	6
Усач вершинный <i>Pogonocherus fasciculatus</i> (De Geer)	+			++	
Большой сосновый долгоносик <i>Hylobius abietis</i> L.				++	
Кедровый долгоносик <i>Pissodes cembrae</i> Motschulsky				+	
Пихтовая смолевка <i>Pissodes piceae</i> (Illiger)				++	
Точечная смолевка <i>Pissodes notatus</i> (Fabr.)				+	
Смолевка жердняковая <i>Pissodes pinifillus</i> (Herbst)	++			+	
Сибирский микрограф <i>Pityophthorus micrographus</i> (L.)				+	
Гравер обыкновенный <i>Pityogenes chalcographus</i> (L.)	++			+	
Златка пожарищ <i>Melanophila acuminata</i> (De Geer)	+				
Златка синяя сосновая <i>Phaenops cyanea</i> (Fabricius)				++	
Златка синяя хвойная <i>Buprestis rustica</i> L.	+		+		
Рагий чернопятнистый <i>Rhagium mordax</i> (De Geer)			+		
Рагий ребристый <i>Rhagium inquisitor</i> (L.)	+				
Усач малый ребристый <i>Asemum striatum</i> (L.)	+		+		
Усач рыжеватый комлевой <i>Arhopalus rusticus</i> (L.)	+++				
Усач толстоусый <i>Tetropium castaneum</i> (L.)	++		+++		
Усач короткоусый корневой <i>Spondilus buprestoides</i> (L.)	++		+++		
Усач серый длинноусый <i>Acanthocinus aedilis</i> (L.)	+++		++		
Лубоед черно-бурый <i>Hylurgops glabratus</i> (Zetterstedt)	++		++		
Лубоед малый еловый <i>Hylurgops palliates</i> (Gyllenhal)	++		++		
Корнежил сибирский <i>Hylastes brunneus</i> Erichson			++		
Садовник большой лесной <i>Tomicus piniperda</i> (L.)	++				
Гравер двузубый <i>Pityogenes bidentatus</i> (Hebst)	++				
Короед малый лиственничный <i>Orthotomicus laricis</i> (Fabricius)	++		+		

1	2	3	4	5	6
Короед пожарищ <i>Orthotomicus suturalis</i> (Gyllenhal)	++				
Короед вершинный <i>Ips acuminatus</i> (Gyllenhal)	+		+		
Короед-двойник <i>Ips duplicatus</i> (Sahlberg)	+		+		
Короед шестизубчатый <i>Ips sexdentatus</i> (Boerner)	+++		+++		
Короед-типограф <i>Ips typographus</i> (L.)	++				
Короед союзный <i>Ips amitinus</i> (Eichhoff)			+++		
Перепончатокрылые Hymenoptera					
Сосновый пилильщик <i>Diprion pini</i> (L.)		++			
Черно-желтый пилильщик <i>Diprion similis</i> Hart.		+			
Рыжий пилильщик <i>Neodiprion sertifer</i> Geoff.		+++			
Желторотый пилильщик-ткач <i>Acantholyda flaviceps</i> Retzius		++			

Примечание. Частота встречаемости: + вид редкий, ++ вид фоновый, +++ встречается часто, порой в массе. Заливкой выделены виды, для которых известны массовые размножения в насаждениях кедр.

Наиболее богата видами экологическая группа потребителей неокоренной древесины: ветровала, горельников и пиломатериалов. Существенное количество видов в группах потребителей хвои и тканей стволов взрослых деревьев. Обитатели ветвей и подроста менее многочисленны и совсем немного видов заселяют генеративные органы кедра.

При сложении ряда обстоятельств даже фоновые виды порой могут поднять численность до хозяйственно ощутимых последствий. Наиболее известные примеры на кедре – стволовая огневка *Dioryctria sylvestrella* на Алтае (Гниненко, 2021) и желторотый пилильщик-ткач *Acantholyda flaviceps* Retzius, «перекочевавший» из Красной книги РФ во вредители кедра в Западной Сибири (Гниненко, Хоничев, 2011). Однако периодические вспышки массового размножения характерны единичным энтомоконсортиям кедра: это сибирский шелкопряд, рыжий сосновый пилильщик, сибирский хермес, шишковая огневка, большой хвойный усач и короеды: шестизубчатый и (в последние годы) союзный. Рассмотрим их подробнее.

Сибирский шелкопряд *Dendrolimus sibiricus* Tschetverikov – главнейший вредитель хвойных лесов азиатской части России, является одним из четырех видов этого рода в нашей стране. На Дальнем Востоке его замещают

D. superans (Butler) и *D. spectabilis* (Butler) (последний – на самом юге Приморья), а по югу Сибири до Забайкалья его ареал частично перекрывается азиатской частью ареала европейского вида *D. pini* (L.) (Kononov et al., 2016).

Разрушительные вспышки массового размножения сибирского шелкопряда фиксировали в Сибири с 1896 г., задолго до его официального описания С. С. Четвериковым в 1903–1908 гг. (подробнее см. Баранчиков, 2021). В XX–XXI веках – это основной вредитель хвойных лесов азиатской части России (Рожков, 1963, 1965; Кондаков, 1974, 2002; Баранчиков и др., 2001; ЕРРО, 2025). Последнее руководство по идентификации имаго см. в ЕРРО, 2024.

Гусеницы сибирского шелкопряда питаются практически на всех видах семейства Pinaceae, включая даже интродуцированную в Европу американскую псевдотсугу *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Кириченко и др., 2008) (рис. 19).

Пищевая ценность хвои сибирских пород для него падает в ряду лиственница – пихта – кедр – ель – сосна обыкновенная (Кириченко, Баранчиков, 2004). Для сибирского шелкопряда типичен двухлетний цикл развития, занимающий три календарных года. Бабочки летают и откладывают яйца в последней трети июня – первой половине июля. Средняя плодовитость – около 300 яиц. Стадия яйца продолжается 17–19 дней. Гусеница зимует два раза: во втором-третьем возрасте и в пятом-седьмом возрастах. Зимуют под подстилкой, свернувшись колечком. Максимальное повреждение наносят деревьям гусеницы, питающиеся весной третьего календарного года. Окукливаются в конце мая – начале июня в кроне. Стадия куколки занимает около трех недель.

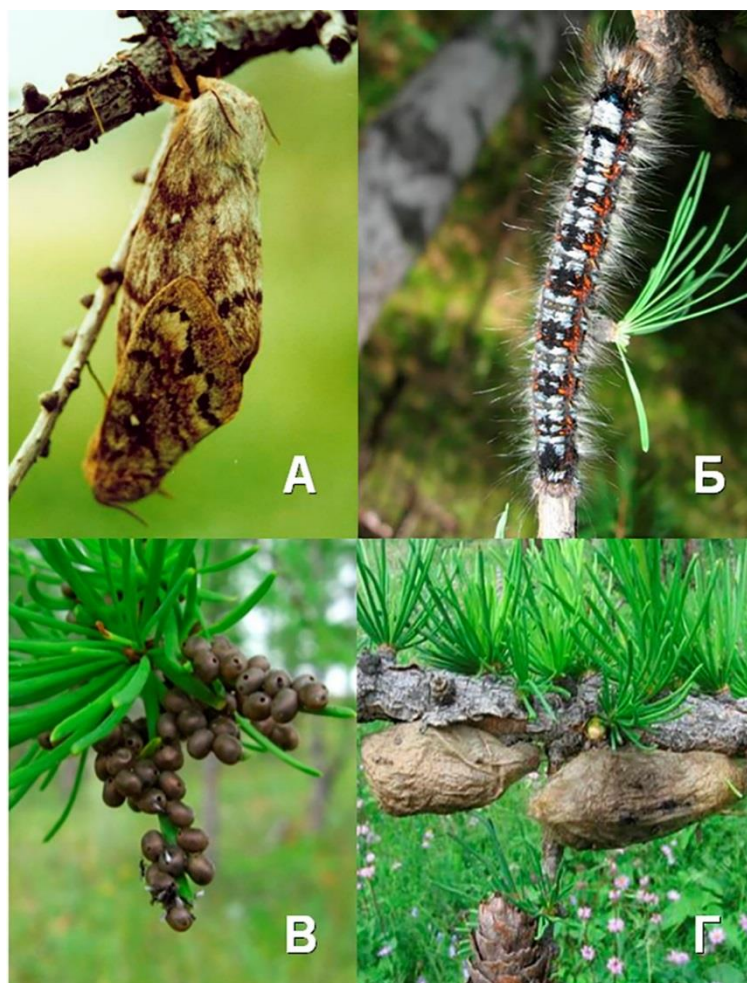


Рис. 19. Сибирский шелкопряд *Dendrolimus sibiricus*:

А – спаривающиеся бабочки, самка сверху; Б – гусеница V возраста; В – яйцекладка с отрождающимися паразитоидами яиц *Telenomus tetratomo* Thomson;

Г – коконы. Фото В. М. Петько.

Начало вспышек массового размножения сибирского шелкопряда обычно связано с переходом части популяции на однолетний цикл развития (занимающий два календарных года). В результате бабочки обеих генераций появляются одновременно, что способствует существенному повышению плотности популяции. На пике численности гусеницы шелкопряда поражаются вирусными, бактериальными и грибными болезнями. Падению численности способствуют также множество видов насекомых-паразитоидов яиц, гусениц и куколок (Коломиец, 1962; Гниненко, Баранчиков, 2021; Kirichenko et al., 2024).

В темнохвойных лесах массовые размножения сибирского шелкопряда отмечаются в недостаточно увлажненных (индекс сухости около 1,5) районах с теплообеспеченностью 1600 °С и выше. На левобережье Оби очаги формируются в южно-таежных елово-пихтовых травяных лесах. В междуречье Оби и Енисея они приурочены к южно-таежным елово-пихтовым и елово-пихтово-кедровым кислично-мелкотравным насаждениям. В горах Южной Сибири массовые размножения сибирского шелкопряда отмечаются в пихтовых широколиственных лесах на Салаирском кряже, Кузнецком Алатау и северных отро-

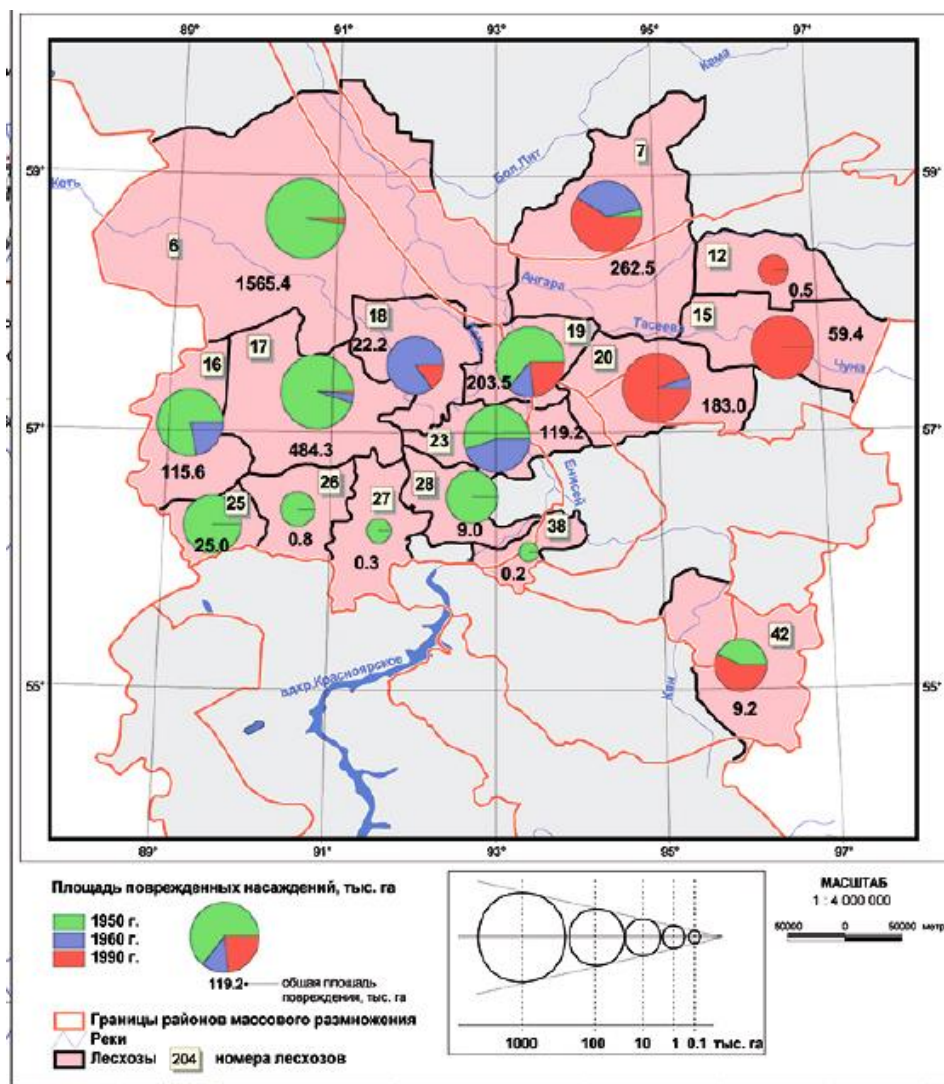


Рис. 20. Площадь темнохвойных лесов Красноярского края, поврежденных сибирским шелкопрядом в 1950–2000 гг. (по Кондаков и др., 2001). Обратите внимание на временной сдвиг площадей поражений с запада на восток.

гах Западного Саяна, в пихтово-кедровых чернично-мелкотравно-зеленомошных насаждениях в отрогах Восточного Саяна и горных системах Юго-Западного Забайкалья (Эпова, Плешанов, 1995).

Для южно-таежных темнохвойных лесов характерны скоротечные вспышки: продолжительность градационного цикла составляет в среднем 10–13 лет, эруптивной фазы – не более 3 лет. В горно-таежных темнохвойных лесах продолжительность градационного цикла увеличивается до 15 лет, а эруптивной фазы – до 4–5 лет. Так, в южной тайге Красноярского края за последние 150 лет были зарегистрированы 11 вспышек размножения вредителя с максимумами дефолиации в 1884–1886, 1898–1901, 1914–1916, 1924–1926, 1942–1945, 1954–1957, 1967–1968, 1982–1984, 1994–1995, 2004 и 2013–2016 гг. (Баранчиков и др., 2001; Kharuk et al., 2017; Павлов и др., 2018) и со средним временем между пиками численности в 13 лет. Интересна пространственно-временная динамика вспышек 1950–2000-х гг. Между 56 и 59 градусами северной широты крупные вспышки плавно сдвигались на восток (рис. 20). И, хотя предсказанные еще в 2001 г. (Кондаков и др., 2001) северные границы Чулымско-Кетского района максимальной вредоносности шелкопряда достигают 62 градуса северной широты, до конца 1990-х вспышки этой границы не достигали. Когда темнохвойные древостои указанной полосы были этими вспышками расстроены, вспышки уже в 2000-х ожидаемо переместились севернее, оставаясь, однако, в рамках предсказанного района максимальной вредоносности. Не последнюю роль в этом, возможно, сыграло и потепление климата в последние десятилетия (Kharuk et al., 2017).

Кедровый хермес *Pineus cembrae* Chol. – основной вредитель подроста кедра сибирского в естественных лесах и молодых кедров в культурах, созданных как внутри, так и за пределами естественного ареала растения. Хермес обладает исключительно сложным жизненным циклом с чередованием не только множества жизненных стадий, но и растений-хозяев. В условиях Сибири биология вредителя подробно изучена (Кривец, Коровинская, 2009б).

Личинки хермеса зимуют на молодых побегах деревьев ели сибирской, растущей между деревьями кедра. В условиях Западной Сибири они выходят из зимовки в середине апреля, питаются и превращаются в бескрылых самок-основательниц. В первых числах мая основательницы начинают откладывать яйца. В конце второй декады мая в кладках появляются личинки нового поколения, которые забираются под видоизмененные в галл в результате питания самки хвоинки побега.

К концу второй декады июня галлы сибирского хермеса на ели начинают созревать. Основание утолщенных хвоинок галла при этом слегка розовеет. Выползшие из галла нимфы, перелиняв на хвое, превращаются в крылатых самок-расселительниц, которые перелетают на кедр сибирский. Они откладывают на хвою кедровые яйца, из которых в начале июля появляются личинки. После периода питания личинки перебираются на кору кедрового дерева, где зимуют и выходят с мест зимовки в середине апреля.



Рис. 21. Кедровый хермес на иглах и побегах кедра
(фото: <https://artstory-design.com/blog/tpost/ykszlley71-hermes-na-hvoinih-i-borba-s-nim>).

Часть перезимовавших личинок заползает на хвою кедра, заселяя основания хвоинок, либо располагаются по всей их длине. Другие личинки остаются на коре ствола и ветвей. В дальнейшем личинки превращаются в самок – ложных основательниц. В начале мая созревшие ложные основательницы начинают откладывать яйца. Отродившиеся из них личинки забираются на молодые весенние побеги кедра сибирского и концентрируются между зачатками будущих брахибластов, достигая здесь высокой численности. От их обилия побег становится серым. После 3-й линьки молодое поколение хермеса расщепляется на два параллельных ряда: поселенцев, подобных бескрылым ложным основательницам, и нимф. Поселенцы сибирского хермеса, продолжая питаться на коре молодых побегов кедра сибирского, образуют новые колонии в течение всего лета (рис. 21).

Появление нимф в кедровых культурах Томской области отмечено в последних числах мая. Через несколько дней нимфы, перелиняв, превращаются в крылатых плодоносок. Часть крылатых плодоносок в первых числах июня перелетает на хвою молодых побегов елей. На нижней стороне хвоинки в ее вершинной части самки откладывают яйца, из которых на 5-й день появляется половое поколение – бескрылые самки и самцы. Из отложенных самкой оплодотворенных яиц отрождаются личинки, которые после питания зимуют, и цикл начинается заново.

По наблюдениям Е. Коровинской (2007), часть крылатых плодоносок с весенних побегов кедра сибирского перебирается на прошлогоднюю хвою, растущую рядом с молодым побегом, и здесь откладывает яйца. Кроме того, крылатые плодоноски перелетают также на другие, в том числе и на незаселенные хермесом, деревья кедра, реализуя один из путей распространения в насаждении и усиления заселенности растений.

Рыжий сосновый пилильщик *Neodiprion sertifer* Geoff. распространен почти во всей Европе, в Азии, Сибири, Корее и Японии. Завезен в Северную Америку. В России хозяйственное значение имеет в основном в европейской

части и в Сибири. Как очень холодостойкий вид, который переносит резкие климатические условия, на севере заходит через Полярный круг. Рыжий сосновый пилильщик не отмечался только лишь в насаждениях Дальневосточного федерального округа.

В европейской части России и в Восточной Сибири *Neodiprion sertifer* вредит в основном в лесных культурах и естественных молодняках сосны обыкновенной, также проявляет вредоносность в средневозрастных, приспевающих и спелых сосновых насаждениях (Падий и др., 1965; Галкин, 1966; Кондаков, 1966).

В Западной Сибири рыжий сосновый пилильщик известен с 60-х годов прошлого столетия как вредитель кедра сибирского в естественных насаждениях (Семечкина, Семечкин, 1963). В Томской области вспышки его массового размножения периодически наблюдаются в южной части повсеместно в припоселковых и локально заболоченных кедровниках, где он является первостепенным вредителем (Коломиец, Майер, 1965; Коломиец, 1966; Хоничев и др., 2006; Лямцев, 2012). По-видимому, из-за особенностей припоселковых кедровников, сильно отличающих их от естественных древостоев (Данченко, Бех, 2010), в них складываются особенно благоприятные условия для формирования очагов массового размножения этого вида. В 2024–2025 гг. тут наблюдают очередной существенный подъем численности этого вида; предшествовавшая вспышка, потребовавшая применения авиахимборьбы, была, по данным Центра защиты леса Томской области, в начале 1990-х в Томском, Шегарском и Тимирязевском лесхозах Томской области. Всего в 1987–1991 гг. вспышка его массового размножения в припоселковых и заболоченных кедровниках Томской, Омской и Кемеровской областей охватила более 60 тыс. га. В кедровниках Западной Сибири и в сосновых культурах Казахстана совместно с другими видами пилильщиков (Федоряк, 1969) образует комплексные очаги массового размножения. *Neodiprion sertifer* наносит также ощутимый вред культурам кедр (Кривец, Коровинская, 2009а).

Во взрослых естественных насаждениях самки пилильщика размещают яйца по всей кроне (Коломиец и др., 1972), а в молодых культурах они откладывают яйца на нижние ветви деревьев, хвою текущего года, растущую возле вершины побега. Самки откладывают яйца преимущественно на деревья, растущие в соседстве с ранее заселенными, образуя тем самым стабильные микророселения. Вышедшие следующей весной из яиц личинки, держась группами в гнезде, объедают прошлогоднюю хвою, оставляя от хвоинок пеньки 0,3–1,5 см. Личинки первых двух возрастов питаются мягкими тканями хвоинки, оставляя центральную жилку неповрежденной. Ложногусеницы 3-го и более старших возрастов поедают хвою целиком.

Ложногусеницы пилильщика в средней полосе отрождаются в апреле – мае, в северных и горных областях – в конце мая, в июне. Питаются группами, объедая на соснах старую хвою, а на кедре могут питаться и хвоей текущего года. Личинки самок имеют пять, самцов – четыре возраста, в северных областях может добавиться еще один возраст. Перед окукливанием ложногусе-



Рис. 22. Имаго рыжего соснового пилильщика: справа самец, слева самка (фото: <http://i.pbase.com>).



Рис. 23. Ложногусеницы рыжего соснового пилильщика (фото: <http://www.exoticpests.gs.ca>).

ницы меняют цвет и форму тела. В равнинной местности средней полосы ложногусеницы коконируются в конце мая, в июне, в северных областях – в июле. В горах питание ложногусениц длится дольше и коконы образуются в июле и до осени. Окукливание происходит в основном в верхних слоях лесной подстилки, однако, в северных и горных кедровниках коконы могут располагаться на веточках или стволах. В благоприятных условиях имаго выходят в конце августа и в сентябре, только часть эонимф остается в диапаузе: в равнинных лесах 3–10 % вылетают только следующим летом, в горных древостоях длительно (2 или 3 года) диапаузирует до 50 % эонимф (рис. 22, 23).

Союзный короед *Ips amitinus* (Eichhoff). Этот центрально-европейский вид медленно «завоевывал» территорию европейской части России, начиная с 1920 г., и через век дошел до Мурманской и Архангельской областей (Økland et al., 2019; Musolin et al., 2022). В Западную Сибирь короед проник сравнительно недавно (предположительно, в 2005–2010 гг.), атакуя новое для себя дерево-хозяина – сосну сибирскую (*Pinus sibirica*), и, по крайней мере в Томской области, отсутствовал до 2012 г. (Керчев и др., 2019). Первые признаки поражения деревьев союзным короедом были отмечены в 2014 г. в Кемеровской области на границе с Томской областью (Керчев и др., 2019; Кривец, 2020). Быстрый рост популяции *I. amitinus* в 2016–2017 гг. был спровоцирован вспышкой численности сибирского шелкопряда и благоприятными погодными условиями, что в совокупности привело к значительному количеству



Рис. 24. Имаго союзного короеда (длина тела 3,9 мм) (слева) и типичная картина очага его массового размножения (справа) в Протопоповском припоселковом кедровнике (Томское лесничество, Томская обл., 2023 г.) (фото И. А. Керчева).

сильно дефолиированных и обломанных снегом деревьев (Керчев и др., 2020). К моменту регистрации инвазии в 2019 г. *I. amitinus* уже перешел на здоровые деревья и начал заселять близлежащие древостой, не поврежденные сибирским шелкопрядом (Kerchev, Krivets, 2021). К 2019 г. площадь очагов вспышек достигла 237 га в Томской области и 1033 га в Кемеровской области. К концу 2020 г. она составляла уже 1207,5 и 1232,4 га соответственно, а к 2022 г. общая площадь очагов достигала уже 3075 га (Кривец и др., 2023а, б). В настоящее время инвазионный ареал охватывает Томскую, Кемеровскую и Новосибирскую области, общая площадь его потенциального ареала составляет 31,2 млн га (Керчев и др., 2021) (рис. 24).

Наиболее вероятный путь инвазии *I. Amitinus* – естественное расширение ареала в европейской части России и Фенноскандии, а также транспортировка с древесиной по железной дороге из европейской части России в Западную Сибирь. Это подтверждается рядом факторов, таких как большая удаленность его естественного и инвазионного ареалов, близость первых зарегистрированных очагов массового размножения в Сибири к Транссибирской магистрали и наблюдаемые в настоящее время темпы расширения инвазионного ареала (Kerchev, Krivets, 2021). В Западной Сибири медианная плотность брачных камер *I. amitinus* на *P. sibirica* составляла 2,7 (до 20,0) на дм² (Керчев и др., 2020), что в 10 раз выше, чем на ловчих бревнах елей в Чехии (Musolin et al., 2022).

Вспышку численности *I. amitinus* можно замедлить путем санитарной рубки зараженных деревьев, использования ловчих деревьев, а также своевременного удаления ветровало- и снегопадов; однако эти меры до сих пор не были приняты (Musolin et al., 2022). В Томской области гибель деревьев достигла катастрофических масштабов (Бисирова, Керчев, 2020). Поскольку атаки в основном начинаются с вершущек деревьев, беспилотники с цифровыми камерами могут помочь точно оценить ущерб.

В 2020 г. *I. amitinus* стал причиной гибели интродуцированной сосны горной (*Pinus mugo*), кедра корейского (*P. koraiensis*) и некоторых особей местных хвойных пород (например, *P. sibirica*, *P. sylvestris* и *Picea obovata*) в дендрарии «Кедр» Института мониторинга климатических и экологических систем

Сибирского отделения Российской академии наук (Томская область), что говорит о большом инвазионном «потенциале» этого короеда (Musolin et al., 2022). Однако, по мнению Д. А. Демидко и др. (2025), разрушительные вспышки союзного короеда могут ограничиться «рукотворными» кедровниками. Анализ особенностей таежных кедровников позволяет предполагать, что масштабные массовые размножения в них союзного короеда маловероятны. Они значительно отличаются по таксационным и почвенным характеристикам от антропогенно-измененных припоселковых кедровников в неблагоприятную для *I. amitinus* сторону. При этом авторы предупреждают, что сильно стрессированные древостои кедров в любом случае могут послужить базой для миграционных очагов инвайдера (Кривец и др., 2023а; Демидко и др., 2025).

Шишковая огневка *Diorystria abietella* Schiff. распространена в лесах европейской части России и Сибири, является одним из самых опасных вредителей шишек и семян многих хвойных растений, включая интродуцированные виды. В литературе приводится широкий спектр повреждаемых шишковой огневкой древесных пород: ель сибирская, аянская, сосна обыкновенная, лиственница сибирская, Сукачева и даурская, пихта сибирская, кавказская, цельнолистная, кедр корейский и сибирский (Куренцов, 1950; Флоров, 1951а, б; Петренко, 1961; Земкова, 1963, 1965; Стадницкий и др., 1978). Хозяйственное значение огневки не сводится только к заселению спелых шишек и повреждению семян этих древесных пород (рис. 25). В литературе отмечено заселение гусеницами *D. abietella* озами кедров сибирского (Стадницкий и др., 1978), а также отдельные случаи повреждения молодых побегов кедров с озимью в Западном Саяне (Земкова, 1963), что сказывается на снижении урожая кедровых орехов будущего года. По данным А. С. Рожкова (1957), в Прибайкалье шишковая огневка является серьезным вредителем соснового молодняка.

Подробно изучив биологию *D. abietella*, а также особенности экологии этого вида в условиях Западного Саяна, Р. И. Земкова (1963) пришла к выводу о том, что нет никакой зависимости в заселении шишек кедров северной или южной экспозиции. По мнению А. И. Куренцова (1950), у данного вида вообще не существует излюбленных мест обитания. У вредителя происходят определенно выраженные миграции – перемещения от станции к станции, которые обуславливаются годами урожайности семян на тех или иных хвойных породах, произрастающих в различных местах обитания. Кроме того, в литературе существует мнение о том, что гусеницы шишковой огневки в основном заселяют шишки, ослабленные в результате повреждения другими насекомыми-вредителями (галлицами и хермесами) в 1-й год развития (Земкова, 1963; Флоров, 1951а, б).

В клоновом архиве кедров в Томской области огневка чаще всего повреждает спелые шишки, образующиеся на привое (см. рис. 25), иногда заселяет однолетние шишки (озимь). Кроме того, отмечены случаи повреждения молодых побегов кедров сибирского (Коровинская, 2007).



Рис. 25. Повреждение шишек кедра сибирского шишковой огневкой *Dioryctria abietella*.
Фото С. Н. Горошкевича.

Первые признаки заселения шишек огневкой – небольшие кучки буроватых экскрементов в основании шишек – можно встретить уже в конце июня. В середине июля активная деятельность гусениц, питающихся внутренним содержимым шишек, становится хорошо заметной по обильно висящим на их поверхности экскрементам, смешанным с натеками смолы. Вредоносная деятельность гусениц продолжается до наступления холодов (начало октября). За это время гусеницы достигают последнего возраста, а некоторые даже успевают переползти из одной шишки в другую, тем самым увеличивая процент поврежденных шишек. По данным В. Н. Флорова (1951а, б), миграция гусениц огневки происходит по мере созревания шишек. Выползая из них, гусеницы перебираются в молодые шишки, созревающие позднее.

При заселении шишки 1 гусеницей *D. abietella* деятельность огневки не приносит большого вреда. Прodelывая ход вглубь и выгрызая полость внутри шишки, гусеница оставляет неповрежденным центральный стержень, большую часть чешуй и семян. Однако при плотности 2–3 гусеницы/шишку происходит полное повреждение как шишки, так и семян кедра. Впоследствии эти шишки распадаются, и собрать из них урожай орехов не представляется возможным. Личинки выпадают в подстилку, где и зимуют.

Короед шестизубчатый (стенограф) – *Ips sexdentatus* Boern. Самый крупный короед из видов рода *Ips*. Жуки длиной 6–8 мм, буровой или буро-желтой окраски, с довольно выраженными желтыми волосками, усики и лапки желто-бурые. На задней части покатых надкрылий «тачка», на каждом крае которой располагается по 6 зубцов. Четвертый сверху зубец самый большой с утолщением на конце (рис. 26).



Рис. 26. Шестизубчатый короед
Ips sexdentatus.
(Фото <https://koroed-center.ru>).

Шестизубчатый короед – один из наиболее распространенных стволовых вредителей сосен. Распространен во всей Евразии от Западной Европы до Приморья. Повреждаемые породы: все хвойные, в первую очередь сосна и кедр.

В горнотаежных лесах Западного Саяна стенограф поднимается высоко в горы (1100 м) и отмечается во всех лесных биотопах с участием кедра сибирского (Земкова, 1965).

Шестизубчатый короед принадлежит к числу светолюбивых, ксерофильных насекомых, и поэтому в лесах с большой полнотой (0,9–1,0) встречается редко. Очаги массовых размножений обычно наблюдаются в расстроенных

Таблица 34

**Календарь развития шестизубчатого короеда в условиях Западного Саяна
(по Земковой, 1965)**

Зоны	Популяция	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Зимовка
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Темнохвойный лес	Высокогорье	Летняя					и	и	и								
								я	я	я							
										л	л	л					
											к	к	к				
													и	и	и	и	и
	Среднегорье	Весенняя 1-е поколение	и	и	и	и											
			я	я	я	я	я	я									
					л	л	л	л									
						к	к	к	к	к							
						и	и	и	и	и	и	и	и	и	и	и	и
		Летняя						и	и								
								я	я	я	я						
										л	л	л	л				
											к	к	к	к			
													и	и	и	и	и
		Весенняя 2-е поколение									и	и					
											я	я	я				
													л	л	л	л	л
															к	к	к
																и	и

Стадии развития короеда: и – имаго, я – яйцо, л – личинка, к – куколка.

выборочными рубками древостоях, на вырубках и гарях, где шестизубчатый короед занимает доминирующее положение.

Лет шестизубчатого короеда в различных высотных подпоясах Западного Саяна проходит не одновременно. В нижнем подпоясе (300–500 м н.у.м.) короед начинает летать уже в конце апреля, в среднем поясе (500–900 м) – в первой декаде мая, а в высокогорье (до 1250 м н.у.м.) – с середины июня (табл. 34). Жуки предпочитают заселять ослабленные кедровые деревья большого диаметра, поселяясь главным образом под толстой корой.

Шестизубчатый короед полигам. Жуки выгрызают брачную камеру размером до 1,5 см². Прилетевшие в гнездо самки прокладывают вверх и вниз от брачной камеры маточные ходы. Маточные ходы (2–4 хода) очень крупные, длиной 25–40 см и шириной 3,5–4,0 мм. Наибольшая интенсивность прокладки маточных ходов отмечается в первые две недели после поселения жуков. Брачные камеры и маточные ходы хорошо отпечатываются как на внутренней стороне коры, так и на заболони (рис. 27).

В каждом маточном ходе самка выгрызает яйцевые камеры на расстоянии 1–2 мм друг от друга и в них откладывает яйца размером 0,9×1,2 мм.

Первые личинки короеда могут появляться в начале второй декады июня. Массовое появление личинок начинается в последней декаде июня. Питаясь, личинки прокладывают короткие, быстро расширяющиеся личиночные ходы, где позднее и окукливаются.

Молодые жуки появляются с середины июля и приступают к дополнительному питанию, выгрызая для этого под корой ходы звездчатой формы. Дополнительное питание продолжается в течение 15–20 дней, после чего жуки нового поколения в начале августа могут начать заселять деревья.

Таким образом, стенограф способен давать две генерации и образовывать различные фенопопуляции.

Зимовка жуков происходит в старых ходах под толстой корой или в подстилке. Жуки, родившиеся из яиц летней популяции, дополнительное питание проходят весной следующего года и в конце июня – начале июля приступают к лету и откладке яиц.



Рис. 27. Маточные ходы шестизубчатого короеда на сосне. (Фото М. Zubrik, <https://www.forestpests.eu/pest/ips-sexdentatus>).

Одновременная встречаемость личинок, куколок и молодых жуков на протяжении июля, августа и сентября месяцев объясняется растянутой откладкой яиц особями различных фенопопуляций. В высокогорье, где лет шестизубого короеда начинается в середине июня, в течение одного сезона успевает развиваться всего лишь одно поколение вредителя.

Большой хвойный усач *Monochamus urusovi* (Fischer von Waldheim) распространен в лесах с участием хвойных от Восточной Европы до Дальнего Востока и везде является опасным вредителем ослабленных древостоев и заготовленной древесины. В Сибири усач предпочитает заселять в первую очередь пихту, потом ель и кедр. Вред, наносимый усачом неокоренной древесине, весьма значителен: его личинки прокладывают глубокие ходы в древесине, снижая ее товарное качество. Усач – один из немногих видов лесных насекомых, способных при поднятии численности, образовать «фиксированную» вспышку массового размножения, когда эруптивная фаза вспышки может длиться неопределенно долго. Это связано со способностью усача «готовить» себе кормовую базу: при дополнительном питании на побегах пихты жуки вносят во флоэму фитопатогенный гриб *Leptographium sibirica*, который вызывает быстрое отмирание побега (рис. 28).

Массовое питание жуков в кронах пихт резко увеличивает число «рыжиков» в кроне, частичная потеря ассимиляционного аппарата ослабляет дерево, кора которого уже не сможет заливать смолой яйцекладки вредителя (Исаев и др., 1988). Подобная закономерность свойственна лишь взаимоотношениям усача с пихтой. Однако в смешанных древостоях темнохвойной тайги, поднимая численность на пихте, усач также заражает и деревья кедра.

Появление первых жуков усача отмечается в начале июня. К откладке яиц они приступают после дополнительного питания в кронах здоровых деревьев,



Рис. 28. Жук-самец большого хвойного усача при дополнительном питании на побеге пихты сибирской. Фото Ю. Н. Баранчикова.

выгрызая на молодых побегах площадки коры и повреждая молодые сочные чешуйки на кедровых шишках. В результате этого побеги часто усыхают, а шишки искривляются, часть орехов при этом не вызревает.

Жуки могут питаться в течение всей жизни с некоторой интенсификацией в первые декады после отрождения (Прозоров, 1958).

В среднегорье Западного Саяна массовый лет и откладка яиц жуками усача происходит с начала июля, достигая максимума в третьей декаде июля (Земкова, 1965). При откладывании яиц самки усача предпочитают зоны толстой и переходной коры, выгрызая насечки на боковых и нижних сторонах лежащих стволов. При этом по числу насечек нельзя судить о степени заселенности деревьев, т. к. яйца откладываются лишь в половину из них (Земкова, 1965).

Из яиц, отложенных усачом в июле, к осени на второй возраст успевает перелинять только 40 % вылупившихся из яиц личинок. Остальные зимуют в первом возрасте, выгрызая под корой в лубе широкие площадки. Часто личинки младших возрастов углубляются в древесину до 3 см. После первой зимовки личинки усиленно питаются и уходят на вторую зимовку уже в пятом возрасте, погружаясь для этого в древесину уже на 12–15 см (рис. 29).

После второй зимовки они окукливаются весной в кукольных колыбельках. В конце мая – начале июня слабо окрашенные жуки располагаются на глубине 1–2 см от поверхности ствола. Выходные отверстия жуков крупные и идеально круглые. Интересно, что в смешанных древостоях усач может проходить развитие на толстых стволах лиственных пород: берез и осин (Яновский, Баранчиков, 1999).

Согласно лесопатологическому районированию лесов Азиатской России (Эпова, Плешанов, 1995) вспышки массового размножения сибирского шелкопряда на кедре максимальной интенсивности свойственны Нижнеиртышскому, Кеть-Чулымскому, Среднеиртышскому, Минусинскому, Салаиро-Кузнецкому и Саянскому лесопатологическим районам (ЛПР), которые соответ-



Рис. 29. Личинка старшего возраста (слева) и куколка (справа) большого хвойного усача. Обратите внимание на плодовые тела фитопатогенного гриба, выстилающего ходы и колыбельку усача. Фото Ю. Н. Баранчикова.

ствуют 13-му и 15-му лесным районам. Вспышки лунчатого шелкопряда известны из Верхнеленского ЛПР (10-й лесной район), а пихтовой пяденицы – из Салаиро-Кузнецкого и Кизир-Казырского ЛПР (15-й лесной район).

Значительный интерес представляет взаимоотношения двух факторов – фитопатогенов и насекомых при ослаблении и отмирании перестойных кедровников. Массовое усыхание кедровых лесов в 2011–2012 гг. в Республике Хакасия (Абазинское и Копьевское лесничество) вызвало огромный резонанс общественности первоначально на факт усыхания и в дальнейшем на проведение санитарных рубок. В качестве официальной версии причины усыхания сосны сибирской была названа вспышка численности и поражение шестизубчатым короедом.

В целом, по данным Центра защиты леса Красноярского края, общая площадь насаждений Республики Хакасия с нарушенной и утраченной устойчивостью на конец 2011 г. составила 63697 га. При этом площадь кедровых насаждений, ослабленных под воздействием насекомых на конец 2011 г. в результате воздействия короеда шестизубчатого, составила 2907 га и 4515 га – большого хвойного усача.

Исследованиями ученых Института леса СО РАН в сезон 2012 г. показано, что массовое усыхание сосны сибирской в Республике Хакасия на Западном Саяне и в Кузнецком Алатау вызвано активностью фитопатогена корней – опенка *A. mellea* (Шишкин и др., 2012; Павлов, 2013, 2015). Агрессивности комплекса корневых патогенов способствовало физиологическое ослабление насаждений, вызванное перестойным возрастом, плохими лесорастительными условиями и, очевидно, общими климатическими изменениями в сторону засушливости, особенно в ранневесенний период. Ослабленные опенком деревья кедра заселяются шестизубчатым короедом *Ips sexdentatus* с довольно низкой плотностью заселения – 0,01–0,36 маточных ходов на дм^2 на деревьях 4-й категории состояния. При этом средними показателями плотности маточных ходов этого короеда считаются 0,6–1,2 шт./ дм^2 . Низкие показатели плотности короеда свидетельствуют о том, что *Ips sexdentatus* не выступал как агрессивный вид, который может стать первичным фактором ослабления дерева, а заселяет деревья, устойчивость которых снижена в результате действия других факторов.

Как выяснилось, поселения короеда «обрамляли» ремни мицелия опенка и соответствовали секторному поражению стволов кедра, совпадающему с расположением пораженных грибным патогеном корневых лап дерева.

Таким образом, учитывая характер и динамику ослабления и заселения деревьев насекомыми-ксилофагами, особенности популяционных показателей наиболее массовых видов ксилофагов, исследователи сделали вывод, что формирование очагов массового размножения стволовых насекомых в кедровниках Хакасии являлось следствием снижения устойчивости древостоев на значительных территориях в результате воздействия ряда экологических факторов. Исходя из особенностей заселения деревьев ксилофагами, исследователи

заклучили, что факторами первичного ослабления выступили корневые патогены (Шишкин и др., 2012; Павлов и др., 2009, 2011).

Было показано (Павлов, 2015), что с повышением возраста деревьев наиболее неблагоприятные для кедра условия складываются на неглубоких почвах (корнеобитаемый слой – 15–25 см), подстилаемых твердыми горными породами, не доступными для освоения корнями. В этих условиях снижение биологической устойчивости древесных растений из-за недостатка влаги и питательных веществ, хорошая прогреваемость почвы способствуют возрастанию вирулентности и агрессивности корневых патогенов. Как следствие – разрастание очага усыхания за пределы неблагоприятных эдафических условий.

9.2. Меры защиты

Любые действия в области защиты леса, начиная с лесопатологического мониторинга и заканчивая проведением мероприятий по контролю распространения и размножения патогенов и вредителей, регулируются в России следующими документами:

- «Порядок осуществления государственного лесопатологического мониторинга (ГЛПМ)» (2017);
- «Правила санитарной безопасности в лесах» (2020в);
- «Порядок проведения лесопатологических обследований (ЛПО) и формы актов лесопатологического обследования» (2020);
- «Правила осуществления мероприятий по предупреждению распространения вредных организмов» (2020б);
- «Правила ликвидации очагов вредных организмов» (2020а).

К документам, регулирующим систему защиты леса в целом, можно отнести статьи 19, 50.7, 60.1–60.11 Лесного кодекса РФ (2006), а также Положение об осуществлении контроля за достоверностью сведений о санитарном и лесопатологическом состоянии лесов и обоснованностью мероприятий, предусмотренных актами лесопатологических обследований, утвержденными уполномоченными органами государственной власти субъектов РФ, осуществляющими переданные им полномочия РФ в области лесных отношений, утвержденное Постановлением Правительства РФ от 12.11.2016 № 1158.

Эти документы, к сожалению, далеки от совершенства, что, например, по отношению к стволовым вредителям в хвойных лесах, неоднократно отмечалось в литературе (Кривец и др., 2023а; Селиховкин, 2021, 2022, 2023 и др.).

Для эффективного контроля патогенов и вредителей леса используют как химические инсектициды, так и биологические пестициды. Разрешенные для использования на лесных древесных породах и крайне немногочисленные препараты перечислены в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (Государственный каталог..., 2025)

Несмотря на богатую отечественную историю поисков биологических средств для контроля хвоегрызущих вредителей леса (обзор см. Гниненко, Баранчиков, 2021) в настоящее время на практике используются лишь бактериальные препараты на основе *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* – в основном

это препарат лепидоцид (и сходные с ним), рекомендованные для проведения крупномасштабных авиационных обработок леса способом малообъемного и ультрамалообъемного опрыскивания (Лепидоцид СК), а также для аэрозольного способа применения с помощью генераторов регулируемой дисперсности (Лепидоцид СК-М). Препараты на основе энтомопатогенных вирусов и грибов до практического применения не доведены, а поиск и использование агентов классического биологического контроля вообще находятся в зачаточном состоянии (Гниненко, Баранчиков, 2021).

В последнее десятилетие в практику мониторинга вредителей леса все активнее внедряются феромонные ловушки. Отечественные средства и методики феромонного мониторинга разработаны и для вредителей хвойных: например, сибирского шелкопряда, пилильщиков и ряда короедов и усачей (Рекомендации..., 2006; Маслов и др., 2013, 2014). Однако для большинства видов эта работа либо даже не начиналась, либо ее результаты сомнительны (например, для союзного короеда, Керчев и др., 2024).

10. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА В КЕДРОВЫХ ЛЕСАХ

Лесное законодательство России предусматривает рациональное и неистощительное использование, охрану, защиту и воспроизводство лесов. Повышение эффективности лесного хозяйства тесно связано с адекватной эколого-экономической оценкой лесных ресурсов и земель, функций леса.

Работа по изучению и оценке лесных ресурсов должна быть непрерывной, учитывающей все возрастающие потребности человека, а также степень воздействия на природу антропогенных факторов. Проблема эколого-экономических критериев оценки лесов, несмотря на многолетние исследования, все еще не нашла окончательного решения.

Суть эколого-экономической оценки лесов заключается в определении качественных и количественных показателей, характеризующих природные блага лесных экосистем и денежных эквивалентов этих показателей (Лебедев, 1998). Данные эколого-экономической оценки лесов должны быть важнейшей составной частью лесного кадастра и базой при формировании экономических лесных отношений.

Сложность эколого-экономической оценки лесов заключается в том, что дополнительно к оценке лесных ресурсов подлежат оценке средоформирующие и социальные функции лесов. Оценка этих функций является комплексной и малоразработанной проблемой, практически не освещенной в действующем лесном законодательстве. Исследования этих функций леса практически не связывались с их экономической оценкой. Дополнительная сложность заключается в том, что эффект от них проявляется за пределами отрасли лесного хозяйства. Дополнительный доход от экологических функций леса может формироваться в других отраслях, например, сельском, водном и охотничьем хозяйствах.

Экономическая оценка лесов – это завершающий этап в изучении закономерностей всей хозяйственной деятельности в лесу, начиная с лесовыращивания и кончая изъятием готовой продукции. Она сводит воедино многочисленные природные и экономические условия и через них отражает относительную ценность для общества того или иного участка леса. В целом совершенствование ценообразования на продукцию лесной отрасли имеет конечной целью разработку методов определения платы за лесные ресурсы с учетом позитивного мирового опыта и анализа результативности производств по их использованию и воспроизводству. Плата за ресурсы должна не только выступать стимулом их рационального использования, но может рассматриваться как норматив эффективности использования ресурсов, обеспечивающий изъятие дифференциальной ренты.

10.1. Эколого-экономическая оценка кедровников

По мнению многих авторов (Кислова, 1988; Кузьмик и др., 2008; Медведева, 2003; Соколов, Кузьмик, 2013а, б и др.), основой экономической оценки должна являться таксовая оценка запаса древесины на 1 га плюс оценка про-

чих полезностей леса. Исходя из этого, нами была проведена эколого-экономическая оценка кедровых древостоев на примере Ермаковского лесничества Красноярского края.

Для расчета было выбрано Танзыбейское участковое лесничество.

Фрагмент таксационных характеристик выбранных участков представлен в таблице 35.

Минимальные ставки платы за древесину основных древесных (лесообразующих) пород, отпускаемую на корню, выбраны для Первого Восточно-Сибирского лесотаксового района (согласно району расположения Ермаковского лесничества) и для первого разряда такс.

В таблице 36 указаны цены, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 22 мая 2007 г. № 310.

Пример расчета.

Исходные данные: Ермаковское лесничество, Танзыбейское участковое лесничество, квартал – 35, выдел – 17, площадь – 28 га, состав – 3К4П3Ос, возраст: К – 240 лет, П – 100 лет, Ос – 100 лет, высота: К – 25 м, П – 21 м, Ос – 25 м, диаметр: К – 44 см, П – 24 см, Ос – 40 см, класс бонитета – III, полнота – 0,5, запас на 1 га по породам: К – 78 м³, П – 104 м³, Ос – 78 м³.

Таблица 35

Таксационные данные, необходимые для расчетов (квартал 35)

Выдел	Площадь	Состав	Возраст	Высота, м	Диаметр, см	Класс товарности	Запас на га, м ³	
							общий	по породам
17	28	3К	240	25	44	2	260	78
		4П	100	21	24	1		104
		3Ос		25	40	2		78
18	10	4К	240	25	44	2	260	104
		5П	100	20	24	1		130
		1Ос		25	40	2		26
30	17	3К	220	24	44	2	250	75
		2П	90	18	22	1		50
		4Ос		24	36	2		100
		1Б		22	28	2		25
12	22	3К	220	25	40	2	240	72
		5П	90	20	24	1		120
		2Ос		25	40	2		48
16	47	3К	220	25	40	2	250	75
		5П	90	19	22	1		125
		1Ос		25	40	3		25
		1Б		23	26	3		25

Примечание: полнота – 0,5, класс возраста – VI, класс бонитета – III.

Плата за древесину, отпускаемую на корню

Породы	Минимальная ставка в рублях за 1 м ³			
	Деловая древесина без коры			Дровяная древесина (в коре)
	крупная	средняя	мелкая	
Сосна	90,54	64,62	32,40	2,34
Кедр	108,54	77,58	38,88	2,70
Ель, пихта	81,90	58,14	29,70	2,34
Береза	45,18	32,40	16,56	2,70
Осина	9,00	6,66	3,60	0,36

Примечание: разряд такс – 1, расстояние вывозки – до 10 км.

Определяем выход древесины по категориям крупности (Справочное пособие..., 1974) (табл. 37).

Стоимость древесины на 1 га составит 10943 руб.

Поскольку в расчете использовались лишь лесоучетные базы данных о запасах стволовой древесины и лесопокрытых площадях, величина углерододепонирующей емкости насаждений, зависящая от годичного прироста фитомассы, косвенно учитывается соответствующим коэффициентом, согласно ежегодному приросту органической массы в абсолютно сухом состоянии (Белов, 1964).

При сравнении методик определения выделения кислорода и поглощения углекислоты (Лебедев, 1998) сохраняется трехступенчатая соподчиненность и по породам, и по возрастам, т. е. максимальное количество выделяемого кислорода, например, сосной, происходит в 60 лет, минимальное – в 20. Подтверждение этому находится и у других авторов (Ковтунов, 1962; Ханбеков и др., 1980 и др.).

Для нашего примера, исходя из состава и возраста, поглощение CO₂ составит соответственно: К – 4,33 т/га, П – 5,20 т/га, Ос – 3,76 т/га. Суммарное количество поглощенного углерода – 13,29 т/га.

Выделение кислорода, соответственно: К – 3,28 т/га, П – 4,04 т/га, Ос – 2,92 т/га. Суммарное количество выделенного кислорода – 10,24 т/га.

В настоящее время огромное значение приобретает чистота атмосферного воздуха. Чтобы поддерживать необходимую концентрацию кислорода в атмосфере, необходимо увеличивать его природное воспроизводство. Международная общепринятая цена за тонну углекислого газа, выброшенную той

Таблица 37

Выход древесины по категориям крупности (фрагмент, Ермаковское лесничество Танзыбейское участковое лесничество, квартал 35, выдел 17)

Порода	Выход древесины по категориям крупности, м ³ /га					Ликвид, м ³ /га
	Крупная	Средняя	Мелкая	Итого деловой	Дровяная	
К	42,90	10,92	0,78	54,60	10,14	64,74
П	20,80	52,00	11,44	84,24	8,32	92,56
Ос	17,96	17,96	0,74	36,66	35,1	71,76

или иной страной сверх ее лимита, - 10 долларов США. При разложении этой тонны образуется 0,727 т кислорода, поэтому стоимость кислорода получится – 13,8 долларов за тонну (<http://www.promved.ru>).

Стоимость кислорода, выделяемого одним гектаром выборки – 3596 руб., поглощаемого углекислого газа – 3360 руб.

Заготовка ореха является основным элементом использования недревесных ресурсов кедровых лесов. Расчет хозяйственного сбора ореха ведется после определения величины биологического урожая по таблицам урожайности и таксационным описаниям выделов.

В тех случаях, когда лесоустройство проведено без определения урожайности, комплексной и селекционной оценки кедровых лесов, применяется упрощенная дифференциация насаждений по типам комплексного использования на основе стандартных таксационных описаний выделов и закономерностей распределения классов биологической урожайности кедра, в зависимости от полноты, возраста и состава.

В нашей выборке средняя урожайность кедрового ореха с одного гектара составляет от 25 до 50 кг. Средняя рыночная цена за 1 кг неочищенного кедрового ореха – от 100 до 200 руб. (<http://krasnoyarsk.pulscen.ru/price/401207-orehi-kedrovye>). Расчеты по усредненным данным дают стоимость орехопродуктивности 1 га – 5625 руб.

Охотничье хозяйство является одним из элементов комплексного использования кедровых лесов. Основу охотхозяйственной деятельности составляет охота на соболя, белку, марала. Наибольший удельный вес в пушных заготовках в Ермаковском районе (в стоимостном выражении) имеет соболь. Также на этой территории осуществляется добыча таких видов, как бурый медведь, лось, кабарга, глухарь и рябчик.

Современная численность охотничьих видов рассчитана нами при межрайонном охотоустройстве Ермаковского района. Квоты добычи охотничьих видов на данной территории в сезон охоты 2012–2013 гг. указаны в Приложениях к указу Губернатора Красноярского края от 31.07.2012 г. № 164-уг. Стоимость приведена рыночная (<http://sibirsafari.ru/catalog/kovry.html>, http://мип-тайги.пф/index.php?f_n=Prays_list, <http://shkura.com.ua/ru/12-schkury-diki-h-zhivotnyh>). В стоимость медведя входит цена шкуры, мяса, желчи и жира, в стоимость лося – мясо и камус, в стоимость марала – мясо, желчь, струя, в стоимость кабарги – мясо и струя. Стоимость соболя, рыси, волка, лисицы, белки, норки, горностая – это цена за шкурку, глухаря и рябчика - цена мяса, а стоимость зайца включает цену шкурки и мяса (табл. 38).

Стоимость 1 га кедровников по охотпродукции определилась в 20,9 руб., что составляет 0,1 % от комплексной стоимости 1 га.

Оценка смолопродуктивности кедра сибирского нами не определялась, поскольку промышленные заготовки в кедровниках действующими нормативами запрещены.

Ягодники, лекарственные и технические растения, медоносы и грибы учитываются как сырьевые ресурсы только в том случае, если по своей концентрации и урожайности они имеют промысловое значение (Руководство...,

Таблица 38

Рыночная стоимость охотничьих ресурсов

Порода	Количество особей на 1000 га	Квоты, %	Разрешено добывать особей с 1000 га	Стоимость 1 особи, руб.	Стоимость на 1000 га, руб.
Соболь	6,0	26,2	1,57	4500	7065
Медведь	1,5	6,5	0,10	33600	3360
Рысь	1,0	2,7	0,03	20000	600
Волк	1,0	20,0	0,20	8000	1600
Лисица	2,0	20,0	0,40	700	280
Лось	0,6	2,9	0,02	30800	616
Марал	3,6	4,3	0,15	19996	2999
Кабарга	5,5	3,5	0,19	1120	213
Белка	15,0	20,0	3,00	80	240
Глухарь	15,0	20,0	3,00	700	2100
Рябчик	20,0	20,0	4,00	120	480
Заяц беляк	8,0	50,0	4,00	330	1320
Норка	0,5	50,0	0,25	120	30
Горностай	0,5	50,0	0,25	80	20
Итого					20923

1990). На территории нашей выборки эти ресурсы промыслового значения не имеют, поэтому нами не учитывались.

Фрагмент расчетов приводится в таблице 39.

По предложенной методике стоимость 1 га кедровых лесов Ермаковского лесничества равна **24,8 тыс. руб.**, что в 2,3 раза больше стоимости 1 га по действующей методике.

Согласно Государственному учету лесного фонда по Сибирскому федеральному округу на 01.01.2020 г. площадь кедровых насаждений составляет – 25787,6 тыс. га. Соответственно, стоимость кедровых насаждений Сибирского федерального округа определится минимум в 639,5 млрд руб.

При этом мы не учитывали стоимость недровесного и технического сырья, а также водоохранно-почвозащитных, санитарно-гигиенических и рекреационных функций, оценку которых предстоит еще определить.

Таблица 39

Расчет эколого-экономической стоимости 1 га участка кедрового насаждения
Танзыбейского участкового лесничества Ермаковского лесничества (руб.)

Квартал	Выдел	Порода	Углерододепонирующая способность	Кислородопро-дуцирующая способность	Охота	Орехопродук-тивность	Стоимость древесины (ликвид)	Комплексная стоимость
35	17	К	1299	1358	21	5625	5561	13864
		П	1560	1673	0	0	5086	8319
		Ос	1128	1209	0	0	296	2633
Итого			3987	4240	21	5625	10943	24816
в %%			16,1	17,1	0,1	22,7	44,0	100

Таким образом, предложенная методика позволяет более реально оценивать лесные ресурсы кедровых лесов в зависимости от характера лесопользования, а также ущерб, причиненный этим лесам в результате различных воздействий. Можно сделать вывод, что методика отвечает требованиям ресурсосбережения, повышения многофункциональной роли леса.

Методика оценки кедровых лесов не является излишне усложненной, т. е. в ней используются критерии и показатели, которые при относительной простоте получения исходной информации адекватно отражают состояние лесного фонда и условия его освоения, что способствует повышению эффективности использования лесных ресурсов, укреплению ресурсосберегающей лесной политики.

Цены, рассчитанные в ходе исследований, являясь, по сути, нормативами, должны периодически пересматриваться согласно изменению региональных и федеральных законодательных и нормативных документов, т. к. в условиях быстро меняющихся общественных и экономических отношений в России совершенствование лесного законодательства неизбежно.

10.2. Особенности лесоустройства кедровых лесов

Особенности лесоустройства в кедровых лесах регламентируются лесоустроительной инструкцией и подзаконными нормативно-техническими документами. Основы устройства кедровых лесов разрабатываются с учетом природных и экономических факторов и показателей лесного фонда конкретного лесного района.

Смена системы лесоуправления в России после ликвидации Федеральной лесной службы в 2000 г. и принятия Лесного кодекса в 2006 г. привела к существенной деградации системы лесоустройства, что выразилось как в передаче функций по проведению лесоустройства с федерального уровня на региональный, так и в существенном сокращении объемов лесоустроительных работ.

К сожалению, зародившаяся еще в советское время тенденция ухода от экономической оценки лесных ресурсов и лесоустройства, как системы не только учета лесных ресурсов, но и основы экономического планирования в лесном деле, на что указывали основоположники лесоустройства, в первую очередь, М. М. Орлов, получила свое развитие и в настоящее время. Документы лесного планирования, начиная с лесного плана и заканчивая проектом освоения лесов не содержат никаких экономических расчетов по оптимальности использования лесных ресурсов с учетом сложившейся рыночной конъюнктуры потребления продукции леса. Лишь на словах говорится, что зачатую недревесная продукция леса важнее древесины, которую он может дать. Реальных экономических расчетов при составлении документов лесного планирования не производится.

Последние попытки Рослесхоза возродить интенсивное лесное хозяйство закончатся неудачей, если не будет возрождено лесоустройство на современной инновационной основе. В эту основу должны входить лесоэкономическая база организации лесного хозяйства и лесопользования. Именно этой пробле-

мой должно заниматься лесоустройство. Это важнейший инструмент для лесного планирования, которое во многом сейчас носит волонтаристский предсказательный характер.

Цель и задачи лесоустройства должны сводиться к планированию лесного хозяйства на основе организации устойчивого лесопользования (причем всеми лесными ресурсами) для извлечения наибольшего лесного дохода. Отсюда возникает необходимость изменения методологии лесоустройства с возвращением к нему экономической сущности. Этого потребует социально ориентированная экономика России, переход к которой неизбежен.

Вдобавок ситуация осложняется тем, что структура лесохозяйственного регламента – основного документа, составляемого по результатам проведения лесоустройства, не содержит вообще результатов анализа хозяйственной деятельности за предыдущий период, который был неотъемлемой частью проекта организации и развития лесного хозяйства в советские времена. Отсутствие этого критически важного раздела не позволяет в полной мере проанализировать фактическую динамику лесов и снимает всякую ответственность с органов управления лесным хозяйством и лесопользователей за результаты хозяйствования.

С развитием рыночной экономики, дистанционных методов и геоинформационных технологий лесоустройству необходима новая методология. Прежде всего следует применять новые методы лесоустройства. Более 100 лет применяется метод классов возраста, который уже противоречит сложившимся реалиям. Необходимо лесное планирование на ландшафтно-экологической основе, а для этого наиболее приемлем участковый метод лесоустройства с элементами контроля текущего прироста. Этот метод широко применяется в развитых лесных странах мира: США, Австрия, Швейцария, Германия, Япония и др. (Основы..., 1997).

Применение тех или иных методов лесоустройства определяется соответствующими природными и социально-экономическими условиями. Если применение метода классов возраста соответствует средне- и низкоинтенсивной лесосечной форме хозяйства, то участковый метод или метод контроля текущего прироста применим только при интенсивном лесном хозяйстве, для чего необходимы благоприятные экономические условия и обеспеченность квалифицированными инженерно-техническими кадрами (Зиганшин, 1997; Основы..., 1997; Семечкин, 2002).

Участковый метод заключается в образовании постоянных хозяйственных участков леса из одного или группы таксационных выделов, объединяемых общностью лесорастительных условий, целью лесовыращивания (т. е. главной древесной породой) и соответствующим этой цели комплексом лесохозяйственных мероприятий. Лесоустроительные расчеты при этом методе производятся путем суммирования и последующего выравнивания по годам ревизионного периода объемов хозяйственных мероприятий, назначенных при таксации леса по каждому хозяйственному участку. По этому методу до

начала лесоустроительных работ требуется проведение почвенно-типологического обследования с составлением карт почв и типов лесорастительных условий или групп типов леса (Основы..., 1997).

Необходим переход на непрерывную инвентаризацию лесного фонда и непрерывное лесоустройство. Эта идея не нова. В США в период с 1929 по 1950 гг. в промышленных лесах происходили сходные изменения. Американское лесное хозяйство было вынуждено перейти на систему организации хозяйства с непрерывным воспроизводством древесины, и в связи с этим на систему непрерывной инвентаризации. Американские лесоводы считают, что без непрерывной лесоинвентаризации нет непрерывного контроля (Мотовилов, 1962).

Это метод инвентаризации, заключающийся в закладке постоянных проб в естественных лесах и сплошном перече́те деревьев на пробах. На них проводятся такие же мероприятия, как и на всем участке. Пробы закладывают статистическим методом по углам сетки квадратов на карте лесов. Повторяющаяся система замеров тех же проб и деревьев дает высокую точность измерений и неизбежно выявляет ошибки старой или новой инвентаризации, которые таким образом постепенно устраняются. Схожие методы непрерывной лесоинвентаризации применяются в Канаде, Швеции, Финляндии (Зиганшин, 1997; Основы..., 1997).

Переход на систему непрерывного лесоустройства и непрерывной государственной лесоинвентаризации потребует повышения точности таксации и учета лесных ресурсов. Данные учета лесного фонда и баз данных должны отражать действительное состояние и динамику лесных земель. Только тогда они могут быть надежной основой для принятия стратегических и оперативных управленческих решений. Задача состоит в выявлении реальных ресурсов и в объективном обосновании размера их использования.

Основной целью ведения хозяйства в кедровых лесах является использование их ресурсов при условии сохранения водоохраных, почвозащитных, рекреационных и других функций. В соответствии с этой целью следует выделить основные задачи лесоустройства кедровых лесов:

- районирование лесов по природно-территориальным и экономическим условиям;

- использование ландшафтно-экологической основы при лесоустройстве кедровых лесов;

- распределение кедровых древостоев по типам возрастной структуры;

- разделение лесов на типы комплексного пользования на основе экологической, ресурсной и экономической оценки;

- выявление потенциальных кедровников с обоснованием перевода их в высокопродуктивные древостои с преобладанием кедра;

- определение ресурсов кедрового ореха и других недревесных продуктов;

- выявление возможностей организации охотничьего хозяйства;

- определение пригодности лесов для рекреационных целей;

- создание особо охраняемых природных территорий в особо ценных кедровых лесных массивах;

организация системы мониторинга динамики, санитарного состояния и ведения хозяйства в кедровых лесах;

определение размера заготовки древесины при проведении рубок ухода, реконструктивных рубок и рубок по санитарному состоянию кедровников;

совершенствование нормативно-технических материалов для организации и ведения хозяйства в кедровых лесах.

При решении перечисленных задач необходимо учитывать многочисленные исследования особенностей восстановительно-возрастной динамики кедровых насаждений (Колесников, 1958; Поликарпов, Назимова, 1963; Добровольский, 1964; Поликарпов, 1966а, 1970; Смолоногов и др., 1971; Седых, 1979, 2009, 2014; Кедровые леса..., 1985; Семечкин, 2002; Данченко, Бех, 2010; Чижов, Бех, 2014 и др.).

В. Н. Седых предлагает при таксации лесов относить насаждения короткопроизводных березняков и осинников с наличием в подросте и во втором ярусе кедра к кедровым лесам и вести в них хозяйство, направленное на ускорение смены березы и осины на кедр. «Знания о распространении молодых и средневозрастных кедровников в составе лиственных насаждений становятся крайне необходимыми для выявления фонда сложных насаждений...» (Седых, 2014, с. 204).

При изучении послепожарной восстановительно-возрастной динамики кедровых лесов было сформулировано и утвердилось понятие «потенциальные кедровники» (Смолоногов, 1990; Бех, Воробьев, 1998; Семечкин, 2002; Седых, 2009 и др.). Отнесение всех стадий и фаз восстановительно-возрастной динамики с доминированием лиственных пород помогает установить реальную площадь молодых и средневозрастных насаждений кедра, которая в настоящее время отсутствует в материалах учета лесного фонда (Седых, 2014).

Одной из проблем лесоустройства кедровников является учет их возрастной структуры. Практика организации хозяйства в лесах Сибири показывает, что разновозрастность древостоев фактически игнорируется. Она недооценивается при таксации лесных массивов. По мнению И. В. Семечкина (2002), причиной такой практики оказывается то, что таксация кедровников обычно смешанного состава и нередко сложной вертикальной структуры требует высокой квалификации исполнителей.

Следует отметить, что и научные данные неоднозначно трактуют этот вопрос. Довольно детально эту проблему исследовал В. Ф. Лебков (1967) по литературным данным и своим наблюдениям в горных районах юга Сибири. По его мнению, значительная разновозрастность присуща сосновым и пихтовым насаждениям, меньше выражена она у кедровых и лиственничных древостоев.

Особенности таксации кедровых насаждений зависят от типов возрастной структуры древостоев. По И. В. Семечкину (2002), различаются древостои трех типов: одновозрастные, условно разновозрастные и разновозрастные. По действующей лесоустроительной инструкции (2022), таксация насаждений должна проводиться по двум типам: одновозрастные и разновозрастные, что является упрощением возрастной структуры. С практической точки зрения это, вероятно, оправданно.

В. Н. Седых (1983) отмечает, что с установлением доминирования кедр в насаждениях средней тайги Западной Сибири начинается новый этап их развития. По мере отпада деревьев кедр первой генерации в образовавшиеся окна внедряются особи новых поколений, что приводит к усложнению структуры и образованию разновозрастных древостоев.

Из вышеизложенного становится ясным, что существуют значительные расхождения между теорией и практикой таксации разновозрастных древостоев в Сибири. На практике принципиальные требования лесоустроительной инструкции не соблюдаются. С нашей точки зрения необходимо принятие организационно-технических мер по устранению этих расхождений. Следует улучшить учет разновозрастных древостоев. Для этого необходимо усилить требования к таксации их в соответствии с лесоустроительной инструкцией, ведомственный контроль и контроль со стороны заказчика, а также внести в государственный учет лесного фонда обязательное составление формы с характеристикой разновозрастных древостоев.

10.3. Стратегия комплексного лесопользования

В последние годы разработаны различные концепции и стратегии развития лесного сектора Российской Федерации и ее субъектов. Одной из них является Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Необходимость разработки этой Стратегии диктовалась законом от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и указом Президента Российской Федерации от 8 ноября 2021 г. № 633 «Об утверждении Основ государственной политики в сфере стратегического планирования в Российской Федерации».

К сожалению, Стратегия была направлена в основном на развитие лесопромышленного комплекса практически без учета интересов лесного хозяйства – неотъемлемой составной части лесного сектора России. Учитывая экстенсивный уровень лесного хозяйства России, разработка стратегии его развития будет оставаться актуальной еще длительное время. Вполне естественно это будет касаться и стратегии организации комплексного лесопользования в кедровых лесах. Разработка такой стратегии будет являться центральным ядром нового руководства по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах Сибири.

Цель стратегии комплексного лесопользования в кедровых лесах Сибири – разработка форм, методов и технологий использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, направленных на совершенствование организации устойчивого лесопользования.

Содержание стратегии должно учитывать основополагающие факторы:

– основы организации устойчивого лесопользования (достоверность данных о лесных ресурсах, их эколого-экономическая оценка и доступность, принципы и параметры организации хозяйства в кедровых лесах, дорожное строительство, лесная инфраструктура, способы и технологии рубок, охрана окружающей среды и сохранение биоразнообразия);

- разработка руководства по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах Сибири;
- формы и методы частно-государственного партнерства в сфере использования кедровых лесов;
- повышение экономической эффективности использования кедровых лесов;
- соблюдение интересов местного населения.

Соответствие систем ведения лесного хозяйства принципам устойчивого управления должно оцениваться при помощи ряда критериев и индикаторов, среди которых следует выделять сохранение лесов в хорошем жизненном состоянии, повышение их вклада в депонирование углерода, сохранение защитных (водоохранных и почвозащитных) и ресурсных (древесных и недревесных) функций, сохранение биоразнообразия, усиление социально-экономических функций леса.

Необходимо признать, что качество окружающей среды в большей степени зависит от экосистемных функций леса, чем от ресурсных. Эти функции пока не могут быть точно оценены. Но понимание того, что растущий лес более значим, чем срубленные деревья, обозначает необходимость перехода к экосистемному планированию и лесоуправлению. Существующее лесное планирование уделяет основное внимание моноресурсному подходу, т. е. древесинопользованию. Этот односторонний подход необходимо срочно изменить.

Устойчивое управление лесами необходимо рассматривать как постоянно обучающуюся динамическую систему, предполагающую использование новейших научных результатов и непрерывное корректирование принимаемых решений, что полностью соответствует научному пониманию целесообразных путей коэволюции человека и природы в меняющемся мире.

По выводу В. Н. Седыха (2014, с. 205), «выдающиеся конкурентные свойства кедра, позволяющие занимать господствующее положение в составе сложных насаждений в развитии множества лесных сукцессий и тем самым надолго вытеснять любых лесообразователей с их местообитаний, необходимо всегда учитывать при разработке любых руководств и рекомендаций ведения лесного хозяйства в кедровых лесах».

Этот вывод подтверждает динамика площади кедровых лесов Сибири, приведенная в таблице 1. За период с 1961 по 2020 гг. площадь кедровых лесов увеличилась на 25,5 %, несмотря на пожары, очаги вредителей леса и интенсивные рубки до 1989 г. Кроме того, новые знания о восстановительно-возрастной динамике кедровых лесов предоставляют возможность отнесения к ним потенциальных кедровников, т. е. насаждений коротко-производных березняков и осинников с наличием в подросте и втором ярусе кедра, что позволит установить реальную площадь молодняков и средневозрастных насаждений кедра, которая отсутствует в официальном учете лесного фонда (Основы..., 1997; Семечкин, 2002; Поляков, 2007; Шушпанов, Кузьмичев, 2013; Седых, 2014; Дебков, 2015, Чижов, Бех, 2015 и др.).

На наш взгляд, так называемая «проблема кедра» заключается не в том, что его надо спасать от вырубки и др., а в том, что его надо спасать от деградации в результате необоснованных запретов рубок, которые ведут к накоплению перестойных (буреломных, сухостойных, пожароопасных) древостоев. Исходя из этого вывода и необходимо разрабатывать стратегию комплексного лесопользования в кедровых лесах Сибири, исключая бесхозяйственные потери ценной кедровой древесины.

В соответствии с «Руководством...», кедровые леса на основе комплексной оценки разделяются на хозяйственные категории – типы комплексного пользования. Были выделены 5 хозяйственных категорий:

- 1) особо-защитный,
- 2) лесоформирующий,
- 3) селекционно-семенной,
- 4) лесохозяйственный,
- 5) реконструктивный.

Принцип их выделения заключался в объединении лесных массивов или отдельных участков леса, однородных по условиям местопроизрастания, выполняемым функциям, строению насаждений, их ресурсно-экологической и селекционной оценке, в которых необходимо проведение однородных хозяйственных мероприятий. По сути, хозяйственные категории – типы комплексного использования тождественны хозяйственным секциям, выделяемым лесоустройством для организации и ведения хозяйства в лесных объектах.

Вышеуказанные рекомендации «Руководства...» применялись на практике чаще всего фрагментарно, а качество проведения хозяйственных мероприятий более всего зависело от отношения работников к поставленным задачам (Желдак и др., 2017).

Существует ошибочное мнение, что «проблема кедра» обострилась в начале XXI века в связи с изменением условий использования кедровых лесов. На основе методологического подхода разрабатывается и формируется схема классификации комплексного использования кедровых лесов для достижения целей устойчивого лесопользования (Желдак, 2015). Фактически эта схема завуалированно повторяет классификацию хозяйственных категорий – типов комплексного пользования «Руководства...». В общем виде она сводится к трем основным приоритетным видам лесопользования: экологическое, недревесное ресурсное и пользование древесными ресурсами. В рамках этих видов лесопользования В. И. Желдак (2015) рекомендует выделять типы приоритетно-целевого назначения лесов, которые явно усложняют организацию лесопользования в кедровых лесах.

Стратегия комплексного лесопользования должна иметь четкую практическую направленность, понятную для специалистов лесного хозяйства. По мнению Б. Е. Чижова, И. А. Беха (2015), важно не увеличивать площади кедровых лесов, а сохранить существующие и потенциальные кедровники и перевести кедровое хозяйство на интенсивный и рентабельный уровень. Расходы на ведение хозяйства следует дифференцировать, исходя из целевого назначения конкретных типов комплексного пользования.

В практике лесного хозяйства всегда актуальным является вопрос – что считать кедровыми лесами? Требования лесоустроительных инструкций по отнесению кедр к преобладающей породе постепенно менялись в сторону уменьшения единиц в составе насаждений: от 4–5 единиц по лесоустроительной инструкции 1964 г. до 2–3 единиц по лесоустроительным инструкциям последних лет. На наш взгляд, это связано с надуманной проблемой «спасения» кедр.

По действующей лесоустроительной инструкции (2022) и «Руководству...» кедровыми лесами являются насаждения с долей участия кедр в составе 3 единицы и более. По мнению Н. М. Дебкова (2015, с. 37), «Необходимо рассмотреть возможность рубки псевдокедровых насаждений с долей кедр 3–4 ед. в составе, где преобладают другие породы. Часто можно встретить насаждения, в которых насчитываются 30–40 деревьев кедр диаметром примерно 60–80 см (на завершающей стадии восстановительно-возрастной динамики) и 500–1000 деревьев других пород (если посчитать запас, то там не менее 3 ед. кедр, по сути же, это не кедровник). В таких насаждениях, как показала практика, лесопромышленный интерес представляет не кедр, а сопутствующие породы в количестве 6–7 ед. по запасу. Также необходимо установить для кедровников критерии по густоте как это принято для лесосеменных плантаций (например, не менее 120 экз. кедр). Логика следующая: если речь идет о кедре как об орехоплодной породе, то почему до сих пор отнесение к кедровникам рассчитывается исходя из запаса древесины?». Исходя из вышеизложенного, целесообразнее считать кедровыми насаждения с долей участия в составе 4–5 единиц, в зависимости от типологической и возрастной структуры.

С учетом соображений, изложенных в разделе 6.1, следует вернуться к 20-летним классам возраста кедровников. Переход на 40-летние классы возраста был вызван в свое время гиперболизацией естественной спелости кедровников (Смолоногов, 1990; Смолоногов, Поздеев, 1995). Исследования лаборатории лесоустройства и лесной таксации Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН на постоянных пробных площадях в Саянах не подтвердили вывод уральских ученых (Семечкин, 1971; Семечкин и др., 1985; Основы..., 1997; Семечкин, 2002; Поляков, 2007; Соколов, Кузьмик, 2013б).

Особо важной является проблема проведения рубок в кедровых лесах. Предыдущее изложение (раздел 6.2) убедительно показывает необходимость их назначения и проведения. Следует провести тщательный анализ различного вида рубок, осуществленных в лесных районах Сибири.

Из вышеизложенного следует, что проблемой является разработка и внедрение научно обоснованных методов ведения рубок в кедровых лесах, направленных на их полноценное восстановление. Для этого необходимо получение законодательного разрешения на выполнение опытных научных работ по разработке новых методов и способов рубок в кедровых лесах, способствующих сохранению и поддержанию их экологических и биосферных функций.

В результате многочисленных исследований, направленных на рациональное использование и воспроизводство ресурсов кедровых лесов, возник

вопрос об организации многоцелевых комплексных предприятий, в которых целесообразно сочетать различные виды производственной деятельности (Поликарпов, 1966а; Хлатин, 1966; Спиридонов, 1968, 1988; Крылов, 1971; Воевода, Рузманов, 1979; Парфенов, 1979; Воробьев, 1983; Кедровые леса..., 1985; Основы..., 1997; Семечкин, 2002; Бобринев и др., 2004; Седых, 2014 и др.). Эколого-экономические основы организации и ведения хозяйства должны учитывать природу кедровых лесов и их разнообразные средообразующие функции.

В. Ф. Парфенов (1979, с. 227) утверждает, что «организация многоотраслевых комплексных кедровых предприятий может быть осуществлена лишь при условии урегулирования вопросов рубки кедра и только в системе лесного хозяйства». С этим выводом следует согласиться. По своей организационной структуре кедровые предприятия должны быть лесфондодержателями и, следовательно, подчинены лесохозяйственному ведомству.

Для обеспечения рентабельности необходимо устанавливать экономически обоснованные объемы производства отдельных элементов комплекса с учетом конкретных природно-экономических условий. Таким образом, рекомендуется создать новый тип предприятия по рациональному и эффективному использованию ресурсов кедровых лесов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетние исследования Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН показали, что запрет рубок главного пользования в кедровых лесах, принятый Постановлением Верховного Совета СССР от 27.11.1989 г., был стратегической ошибкой и привел к ухудшению состояния кедровых лесов.

Известный исследователь кедровников Сибири профессор И. В. Семечкин (2002) утверждает, что комплексное использование кедровых лесов следует вести с учетом их общих природозащитных и ресурсных свойств, структуры, производительности, орехоносности и экономических условий. Он полагает, что многообразие свойств кедровых лесов определяет системный принцип организации хозяйства в них, не исключая использования древесины и живицы. В то же время он считает, что интенсивное ведение хозяйства в кедровниках возможно при наличии дорожной сети, обеспечивающей подъезд к каждому участку, при полном сбыте древесины от всех видов рубок и обеспечении квалифицированными кадрами.

Запрет рубки кедра без анализа состояния участков кедровых лесов являлся популистским решением, не основанном на мнении многих специалистов лесного хозяйства, но учитывающим массовые выступления общественности в СМИ в защиту кедра от промышленной рубки, а также неспособность государственного управления противостоять массовой вырубке кедровых лесов в лесосырьевых базах предприятий лесной промышленности.

Разработанное в 1990 г. Институтом леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО РАН «Руководство по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах (кедр сибирский)» явилось результатом попытки решения так называемой «проблемы кедра», которая была вызвана недостатком знаний на тот период о лесообразовательных процессах в этой формации.

Три точки зрения на кедровую проблему сформулировал Г. В. Крылов (1971, с. 5–6): «Первая: кедр – священная, очень ценная и очень красивая древесная порода, которую нельзя рубить, а нужно только сохранять и оберегать. Вторая: кедр – обычная хвойная порода, которую нужно рубить наравне с другими хвойными... Третья – кедр действительно ценная древесная порода, разносторонне полезная и образующая сложные леса многообразного значения, в которых надо вести разумное комплексное лесное хозяйство по подлинно научному плану». Г. В. Крылов предлагает придерживаться третьей позиции. Эту точку зрения мы разделяем.

Сосна кедровая сибирская формирует леса, требующие особой системы ведения хозяйства. Примером правильного подхода к использованию ресурсов кедровников могут служить «Временные правила рубок промежуточного пользования в кедровых лесах и в лесах с участием кедра (потенциальных кедровниках) Томской области», разработанные Томским филиалом Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН и утвержденные Рослесхозом в 2000 г.

В практике лесного хозяйства всегда актуальным является вопрос – что считать кедровыми лесами? Требования лесоустроительных инструкций по отнесению кедра к преобладающей породе постепенно менялись в сторону

уменьшения единиц в составе насаждений: от 4–5 единиц по лесоустроительной инструкции 1964 г. до 2–3 единиц по лесоустроительным инструкциям последних лет. На наш взгляд, это связано с надуманной проблемой «спасения» кедр. Целесообразнее считать кедровыми насаждения с долей участия в составе 4–5 единиц, в зависимости от типологической и возрастной структуры.

Ошибочным было установление класса возраста в 40 лет и возраста рубки с 241 года, при котором к спелым насаждениям были отнесены кедровники в возрасте 241–320 лет. Между тем, возраст естественной спелости кедровников Сибири наступает в 240–300 лет в зависимости от условий местопроизрастания. Парадоксом становится отнесение к спелым распадающихся древостоев кедр, перешедших рубеж естественной спелости, с рекомендациями реконструировать буреломно-валежно-сухостойный лес. Поэтому в учете лесного фонда практически нет перестойных насаждений кедр.

Следует вернуться к 20-летним классам возраста кедровников. Переход на 40-летние классы возраста был вызван в свое время гиперболизацией естественной спелости кедровников. Исследования лаборатории лесоустройства и лесной таксации Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН на постоянных пробных площадях в Саянах не подтвердили вывод уральских ученых.

Вопрос о рубках в кедровых лесах всегда стоял очень остро. Одна часть исследователей и практиков считает, что при рубке кедр к нему надо относиться так же, как и другим хвойным породам. Другая часть полагает, что сплошные рубки в кедровых лесах должны быть запрещены, а их проведение возможно только выборочными способами. Следует провести тщательный анализ различного вида рубок, осуществленных в кедровниках Сибири.

Из вышеизложенного следует, что проблемой является разработка и внедрение научно обоснованных методов ведения рубок в кедровых лесах, направленных на их полноценное восстановление. Для этого необходимо получение законодательного разрешения на выполнение опытных научных работ по разработке новых методов и способов рубок в кедровых лесах, способствующих сохранению и поддержанию их экологических и биосферных функций.

На наш взгляд, так называемая «проблема кедр» заключается не в том, что его надо спасать от вырубки и др., а в том, что его надо спасать от деградации в результате необоснованных запретов рубок, которые ведут к накоплению перестойных (буреломных, сухостойных, пожароопасных) древостоев. Исходя из этого вывода и необходимо разрабатывать стратегию комплексного лесопользования в кедровых лесах Сибири, исключая бесхозяйственные потери ценной кедровой древесины.

Настоящая книга послужит основой для разработки нового Руководства по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

Антанайтис В., Юкнис Р., Буткус А. Основы биологического мониторинга лесных экосистем // Лесное хозяйство. 1984. № 1. С. 59–61.

Антипов Н. Д., Антипова А. Н. Транспирация растительности таежных биогеоценозов предгорий Западного Саяна // Доклады Института географии Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1975. Вып. 46. С. 55–62.

Ануфриев В. П., Лебедев Ю. В., Неклюдов И. А. Водоохранная роль лесов: экономический аспект // Вестник Уральского отделения РАН. 2013. № 4 (46). С. 31–39.

Анучин Н. П. Лесная таксация. Изд. 3-е. М.: Лесная пром-сть, 1971. 512 с.

Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. М.: Лесная промышленность, 1981. 536 с.

Бабинцева Р. М. Динамика живого напочвенного покрова на вырубках кедровых древостоев в северной части Западного Саяна // Возобновление в лесах Сибири. Красноярск, 1965. С. 148–162.

Баранчиков Ю. Н. Взаимодействие науки и практики в защите таежных лесов Красноярского края: вспышка массового размножения сибирского шелкопряда в конце 1960-х // Сибирский лесной журнал. 2021. № 5. С. 92–100.

Баранчиков Ю. Н., Кондаков Ю. П., Петренко Е. С. Катастрофические вспышки массового размножения сибирского шелкопряда // Безопасность России. Региональные проблемы безопасности. Красноярский край. М.: МГФ «Знание», 2001. С. 146–167.

Белов С. В. Количественная оценка гигиенической роли леса и нормы лесов зеленых зон: Методическое пособие. Л.: ЛенНИИЛХ, ротاپринт ВЗЛТИ. 1964. 65 с.

Бех И. А., Воробьев В. Н. Потенциальные кедровники. Томск: Институт природных комплексов СО РАН, 1998. вып. 6. 123 с.

Бисирова Э. М., Керчев И. А. Оценка состояния кедров сибирского в очагах массового размножения союзного короеда *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) – нового инвазионного вредителя кедров в Сибири // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О. А. Катаева). Спб.: СПбГЛТУ, 2020. С. 82–83.

Бобринев В. П., Пак Л. Н., Фищенко В. В. Кедровые леса Восточного Забайкалья. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 264 с.

Бондарев А. И., Онучин А. А., Читоркин В. В., Соколов В. А. О концептуальных положениях использования и воспроизводства лесов в Сибири // Известия вузов. Лесной журнал. № 6. 2015. С. 25–34.

Брысова Л. П., Коротков И. А. Типы кедровых лесов Прителецкого района северо-восточного Алтая. Труды Алтайского государственного заповедника. Горно-Алтайск, 1961. Вып. 3. С. 85–121.

Буренина Т. А. Динамика структуры водного баланса на рубке среднегорного пояса Западного Саяна // Актуальные вопросы исследования лесов Сибири. Красноярск: Изд-во ИЛИД СО АН СССР, 1981. С. 19–20.

Буренина Т. А. Динамика восстановления лесогидрологических условий на экспериментальной вырубке Западного Саяна // Средообразующая роль лесных экосистем Сибири. Красноярск: Изд-во ИЛИД СО АН СССР, 1982. С. 106–114.

Буренина Т. А., Федотова Е. В., Овчинникова Н. Ф. Изменение структуры влагооборота в связи с возрастной и восстановительной динамикой лесных экосистем. Сибирский экологический журнал. 2012. № 3. С. 435–445.

Бусоедов В. Т., Семечкин И. В. Опыт выявления урожайности ягодных и лекарственных растений при лесоустройстве // Исследования биологических ресурсов лесов Сибири. Красноярск, 1973. С. 122–131.

Бывалец Н. И. Опыт создания лесных культур и выращивания сеянцев кедра в питомниках // Использование и воспроизводство кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1971. С. 150–155.

Васильева Л. Н., Морозова Т. И. Сумчатые грибы Сибири II: Виды рода *Lophodermium* на *Pinus* ssp. // Микол. и фитопатол. 2004. Т. 38, вып. 5. С. 42–47.

Вашук Л. Н., Попов Л. В., Красный Н. М. и др. Леса и лесное хозяйство Иркутской области. Иркутск, 1997. 288 с.

Вашук Л. Н., Швиденко А. З. Динамика лесных пространств Иркутской области. Иркутск: ОАО «Иркутская областная типография № 1», 2006. 392 с.

Ведерников Н. М. О возбудителях обыкновенного шютте сосны // Лесное хозяйство. 1990. № 1. С. 54–56.

Воевода И. Н., Рузманов Я. С. Стратегия освоения кедровых лесов Сибири // Лесная пром-сть, 1979. № 4. С. 17–18.

Воробьев В. Н. Биологические основы комплексного использования кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1983. 254 с.

Воронин В. И., Морозова Т. И., Ставников Д. Ю., Нечесов И. А., Осколков В. А., Буянтуев В. А., Михайлов Ю. З., Говорин Я. В., Середкин А. Д., Шуварков М. А. Бактериальное повреждение кедровых лесов Прибайкалья // Лесное хозяйство. 2013. № 3. С. 39–41.

Воронин В. И., Софронов А. П., Морозова Т. И., Осколков В. А., Суховольский В. Г., Ковалев А. В. Ландшафтная приуроченность бактериальных болезней темнохвойных лесов хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // География и природные ресурсы. 2019. № 4(158). С. 56–65.

Воронин И. В. Основы анализа хозяйственной деятельности лесхоза. М.–Л.: Гослесбумиздат, 1960. 47 с.

Воронков П. Т. Лесной кадастр // Экономические основы лесохозяйственного производства. Новосибирск: Наука, 1976а. С. 93–122.

Воронков П. Т. Экономическая оценка лесных угодий. Новосибирск: Наука, 1976б. 105 с.

Галкин Г. И. Насекомые – вредители сосновых насаждений Приангарья // Труды СибНИИЛП. М.: Лесная промышленность, 1966. Вып. 14. С. 84–89.

Географические исследования Сибири. Т. 3. Ландшафтная гидрология: теория и практика исследований. Новосибирск: Академическое изд-во «ГЕО», 2007. 258 с.

Глушков В. Г. Вопросы теории и методы гидрологических исследований. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 416 с.

Гниненко Ю. И. Редкие вредители леса // Лесохозяйственная информация. 2021. № 3. С. 70–82.

Гниненко Ю. И., Баранчиков Ю. Н. Факторы биологической регуляции популяций сибирского шелкопряда и их использование в защите леса // Сибирский лесной журнал. 2021. № 5. С. 9–25.

Гниненко Ю. И., Хоничев Н. В. Желторотый пилильщик-ткач (*Acantholyda flaviceps*, Hymenoptera, Pamphiliidae) в России // Зоол. журнал. 2011. Т. 90. № 3. С. 331–334.

Горбатенко В. М., Козлова Л. Н., Онучин А. А. Трансформация элементов водного баланса темнохвойными и светлохвойными лесными растительными формациями хр. Хамар-Дабан при различной облесенности водосборных бассейнов // Экологическое влияние леса на среду. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1977. С. 116–146.

Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть 1. Пестициды. Минсельхоз России: Москва, 2025. 1367 с.
<https://mcx.gov.ru/upload/iblock/9bf/w08ge50labdpslqhw8nqv9dg2wr7b8uf.zip>

Грибов А. И. Гидрологическая роль березовых лесов южной части Красноярского края // Стационарные гидрологические исследования в лесах Сибири. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1975. С. 43–68.

Гродницкая И. Д., Сенашова В. А., Якоцун И. А., Пашенова Н. В., Смолин С. В. Исследование причины массового усыхания кедровых лесов (*Pinus sibirica* Du Tour) и фитопатологическая оценка состояния лесного питомника в Тункинском национальном парке (Республика Бурятия). // Защита лесов от вредителей и болезней: научные основы, методы и технологии. Материалы Всероссийской конференции с международным участием (Иркутск-Танхой, 14–17 сентября 2015 г.). Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. С. 45–49.

Гродницкая И. Д., Сенашова В. А., Кондакова О. Э. Причины усыхания кедровых лесов (*Pinus sibirica* Du Tour) в естественных и искусственных фитоценозах Восточной Сибири // IX Чтения памяти О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах. Материалы международной конференции. 2016. С. 23.

Гродницкая И. Д., Трусова М. Ю., Сенашова В. А., Кондакова О. Э., Шкода В. Н., Баранчиков Ю. Н. Предварительные данные о составе эндофитной микрофлоры, ассоциированной с бактериальной водянкой хвойных в Прибайкалье // X Чтения памяти О. А. Катаева. Материалы международной конференции. 2018. С. 15–16.

Гродницкая И. Д., Сенашова В. А., Трусова М. Ю., Баранчиков Ю. Н. Состав и фитопатогенные свойства бактерий, выделенных из пораженной бактериальной водянкой древесины сосны сибирской в Прибайкалье // Сибирский лесной журнал. 2023. № 1. С. 70–84. DOI 10.15372/SJFS20230107

Грудинин Г. В., Коваленко А. К., Корытный Л. М. К вопросу о высотных градиентах осадков и температуры воздуха в предгорьях Западного Саяна // Изучение природы, хозяйства и населения Сибири. Иркутск, 1975. С. 74–75.

Гуляев М. П. Из опыта выращивания кедра сибирского в лесном питомнике // Проблемы кедра. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. С. 167–168.

Данилов М. Д. Категории ягодоносных площадей и основы их учета // Продуктивность дикорастущих ягодников и их хозяйственное использование. Киров, 1972.

Данченко А. М., Бех И. А. Кедровые леса Западной Сибири. Томск: Томский гос. университет, 2010. 424 с.

Дебков Н. Опыт ведения лесного хозяйства в кедровых лесах в период запрета промышленной рубки // Устойчивое лесопользование. 2015. № 3(43). С. 32–37.

Дебков Н. М., Кривец С. А. Управление лесообразовательным процессом равнинных кедровников Западной Сибири // Лесоведение. 2017. № 5. С. 28–38.

Дебков Н. М., Пац Е. Н., Бисирова Э. М., Кривец С. А. Итоги опытно-производственной апробации временных правил рубок промежуточного пользования в кедровых лесах и в лесах с участием кедра (потенциальные кедровники) Томской области // Лесоведение. 2015. № 2. С. 20–22.

Демидко Д. А., Керчев И. А., Бисирова Э. М., Кулаков С. С., Смирнов Н. А., Чернова Н. А. Факторы, способствующие появлению очагов массового размножения союзного короеда *Ips amitinus* (Eichhoff) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в кедровых лесах Западно-Сибирской равнины // Российский журнал биологических инвазий. 2025. Вып. 1. С. 36–59.

Динамика лесов Красноярского края / Втюрина О. П., Скудин В. М., Соколов В. А. Красноярск: Дарма-печать, 2013. 103 с.

Дистанционное зондирование: количественный подход / под ред. Ф. Свейна, Ш. Дейвис. М.: Недра, 1983. 415 с.

Добровольский В. К. Кедровые леса СССР и их использование. М.: Изд-во «Лесная пром-сть», 1964. 187 с.

Дьяконов К. Н. Геофизика ландшафта. Метод балансов: Учебно-метод. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1988. 95 с.

Дюнин А. К. Испарение снега. Новосибирск, 1961. 119 с.

Желдак В. И. Концептуальная схема классификации комплексного использования и целевого назначения кедровых лесов для обеспечения устойчивого лесопользования // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 3. С. 62–69.

Желдак В. И., Сидоренков В. М., Цареградская С. Ю. Вопросы нормативно-правового обеспечения комплексного использования и воспроизводства кедровых лесов // Лесохозяйственная информация. 2017. № 4. С. 5–18.

Жуков А. М., Гниненко Ю. И., Жуков П. Д. Опасные малоизученные болезни хвойных пород в лесах России: изд. 2-е, испр. и доп. Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. 128 с.

Замолодчиков Д. Г., Уткин А. И., Коровин Г. Н. Конверсионные коэффициенты фитомассы /запас в связи с дендрометрическими показателями и составом древостоев // Лесоведение. 2005. № 6. С. 73–81.

Земкова Р. И. Повреждение шишек и семян кедра сибирского в Западном Саяне // Плодоношение кедра сибирского в Восточной Сибири. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 159–167.

Земкова Р. И. Стволовые вредители темнохвойных лесов Западного Саяна. Красноярск: Институт леса и древесины СО РАН СССР, 1965. 87 с.

Зиганшин Р. А. Таксация горных лесов на природной основе. Красноярск: Изд-во СО РАН, 1997. 204 с.

Измоленов А. Г. Оценка продуктивности ягодных угодий (Хабаровский край). Труды ДальНИИЛХ, вып. 8, 1966.

Измоленов А. Г. Богатства кедрово-широколиственных лесов. М.: Лесная промышленность, 1972. 120 с.

Ирошников А. И. Прогноз урожая семян кедра сибирского // Лесное хозяйство, 1963. № 11. С. 23–27.

Ирошников А. И. Орехопродуктивность кедровников // Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. С. 132–150.

Исаев А. С., Коровин Г. Н. Актуальные проблемы национальной лесной политики. М.: Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. 108 с..

Исаев А. С., Рожков А. С., Киселев В. В. Черный пихтовый усач *Monochamus urussovi* (Fisch.). Новосибирск: Наука, 1988. 263 с.

Исаева Р. П., Копылова Ю. Ю., Лебедев Ю. В., Макаренко Г. П. Эколого-экономическая оценка водоохранно-водорегулирующей и водоочистительной роли лесов Среднего Урала // Леса Урала и хозяйство в них: сб. науч. тр. М-во образования Российской Федерации, Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2003. Вып. 23. С. 43–54.

Кашпор Н. И. Воспроизводство лесов: состояние и перспективы // Российская лесная газета. 2006. № 18–19. С. 6.

Кедровые леса Сибири / Семечкин И. В., Поликарпов Н. П., Ирошников А. И. и др. Новосибирск: Наука, 1985. 258 с.

Кенставичус И. И. Расчет размера несплошных рубок главного пользования с учетом способов рубок и породного состава насаждений // Вопросы лесопользования. Каунас, 1975. С. 28–31.

Керчев И. А., Кириченко Н. И., Баранчиков Ю. Н. Феромон инвазийных популяций короеда *Ips amitinus* (Eichhoff) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) в России пока не найден // Сибирский лесной журнал. 2024. № 6. С. 3–8.

Керчев И. А., Мандельштам М. Ю., Кривец С. А., Илинский Ю. Ю. Союзный короед *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) – новый чужеродный вид в Западной Сибири // Энтомологическое обозрение. 2019. Т. 98, № 3. С. 592–599.

Керчев И. А., Кривец С. А., Смирнов Н. А. Анализ популяционных характеристик союзного короеда *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae,

Scolytinae) в районах инвазии в Западной Сибири // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О. А. Катаева). СПб: СПбГЛТУ, 2020. С. 170–171.

Керчев И. А., Кривец С. А., Бисирова Э. М., Смирнов Н. А. Распространение союзного короёда *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) в Западной Сибири // Российский журнал биологических инвазий. 2021. № 4. С. 77–84.

Кириченко Н. И., Баранчиков Ю. Н. Показатели питания и роста гусениц сибирского шелкопряда на разных видах кормовых растений // Сибирский экологический журнал. 2004. № 4. С. 475–480.

Кириченко Н. И., Баранчиков Ю. Н., Кенис М., Видал С. Псевдотсуга – новая кормовая порода для гусениц сибирского шелкопряда // Защита и карантин растений. 2008. № 8. С. 30–31.

Кислова Т. А. Оценка рекреационных функций леса // Лесное хозяйство. 1988. № 2. С. 37–39.

Ковтунов В. П. Особенности лесоустройства зеленых зон. М.: Гослесбуиздат, 1962. 139 с.

Колесников Б. П. Состояние советской лесной типологии и проблема генетической классификации лесов // Изв. СО АН СССР. № 2. Новосибирск, 1958.

Колесников Б. П., Смолоногов Е. П. Некоторые закономерности возрастной и восстановительной динамики кедровых лесов Зауралья // Проблемы кедра. Материалы научно-производственной конференции по комплексному использованию и воспроизводству кедровых лесов. 15–17 сентября 1959 г. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1960. С. 21–31.

Коломиец Н. Г. Итоги изучения вредителей кедра и задачи борьбы с ними // Проблемы кедра. Мат-лы научно-производственной конференции по комплексному использованию и воспроизводству кедровых лесов. Новосибирск, 15–17 сентября 1959 г. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. С. 175–183.

Коломиец Н. Г. Паразиты и хищники сибирского шелкопряда. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962. 174 с.

Коломиец Н. Г. Комплексные очаги массового размножения пилильщиков (Hymenoptera, Diprionidae) в кедровниках // Изв. Сиб. отд. АН СССР. 1966. Вып. 1. С. 150–151.

Коломиец Н. Г., Майер Э. И. Особенности развития соснового рыжего пилильщика в кедровниках // Лесное хозяйство. 1965. № 8. С. 57.

Коломиец Н. Г., Стадницкий Г. В., Воронцов А. И. Рыжий сосновый пилильщик: распространение, биология, вред, естественные враги, меры борьбы. Новосибирск: Наука, 1972. 148 с.

Кондаков Ю. П. Мероприятия по защите лесов Сибири от массовых хвое- и листогрызущих насекомых // Справочное пособие по таксации и устройству лесов Сибири. Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1966. С. 351–365.

Кондаков Ю. П. Закономерности массовых размножений сибирского шелкопряда // Экология популяций лесных животных Сибири. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1974. С. 206–265.

Кондаков Ю. П. Массовые размножения сибирского шелкопряда в лесах Красноярского края // Энтомологические исследования в Сибири. Вып. 2. Красноярск: КФ РЭО, 2002. С. 25–74.

Кондаков Ю. П., Баранчиков Ю. Н., Черкашин В. П., Корец М. А. Районы массового размножения сибирского шелкопряда в лесах Приенисейской Сибири. Карта (М 1:1 800 000). Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 2001. Проект USAID ФОРЕСТ, 1 лист (69×88 см).
http://forest.akadem.ru/Articles/Maps/KK-Moths_300.pdf

Коровинская Е. Н. Экологическая характеристика сообществ членистоногих (Invertebrata: Arthropoda) в культурах кедров сибирского на юге Томской области: Дисс. на соиск. ученой степени канд. биол. наук. Томск, 2007. 182 с.

Костенко А. Г. Особенности роста и семеношения кедров сибирского в Бурятской АССР в связи с комплексным использованием кедровых насаждений: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Минск: Белорус. технол. ин-т им. С. М. Кирова, 1970. 25 с.

Краснощекоев Ю. Н., Евдокименко М. Д., Онучин А. А. Постпирогенная дигрессия лесных экосистем в горном Прибайкалье // Сибирский лесной журнал. 2018. № 6. С. 46–57.

Креснов В. Г., Манович В. Н., Махонин А. С. О характеристике кедровых лесов Сибири // Лесное хоз-во. 2007. № 3. С. 35–38.

Крестовский О. И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек. Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. 119 с.

Кривец С. А. Проблемы защиты кедровых лесов Сибири от союзного короеда *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О. А. Катаева). Спб.: СПбГЛТУ, 2020. С. 183–184.

Кривец С. А., Керчев И. А., Бисирова Э. М., Волкова Е. С., Мельник М. А., Смирнов Н. А., Пац Е. Н. Вспышка массового размножения и оценка риска распространения союзного короеда в кедровых лесах Томской области // Лесоведение. 2023а. № 2. С. 116–131.

Кривец С. А., Керчев И. А., Бисирова Э. М., Смирнов Н. А., Пац Е. Н. Союзный короед *Ips amitinus* (Eichh.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) – новый вызов для лесозащиты в Сибири // Сибирский лесной журнал. 2023б. № 1. С. 43–57.

Кривец С. А., Коровинская Е. Н. Опасные фитофаги в селекционных культурах кедров сибирского // Защита и карантин растений, 2009а. С. 42–44.

Кривец С. А., Коровинская Е. Н. Экология сибирского кедрового хермеса (*Pineus cembrae* Chol., Homoptera, Adelgidae) в селекционных культурах кедров сибирского в Томской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2009б. Вып. 187. С. 159–167.

Крутов В. И. О паразитарной микрофлоре искусственных фитоценозов сосны на вырубках Карельской АССР и Мурманской области // Микология и фитопатология. 1979. Т. 13, вып. 4. С. 342–349.

Крутов В. И. Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Европейского Севера СССР. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989. 208 с.

Крутов В. И. Грибные болезни молодняков хвойных пород. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1994. 150 с.

Крылов А. Г., Салатова Н. Г. Возобновление кедров сибирского на Алтае // Естественное возобновление хвойных в Западной Сибири. Труды по лесному хозяйству Сибири. Новосибирск, 1962. Вып. 7. С. 94–103.

Крылов Г. В. Леса Западной Сибири. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 256 с.

Крылов Г. В. Народнохозяйственное значение кедровых лесов и задачи лесоводственной науки // Использование и воспроизводство кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1971. С. 5–15.

Крылов Г. В., Таланцев Н. К. Научные основы определения возраста рубки кедров в лесах Западной Сибири // Использование и воспроизводство кедровых лесов. Новосибирск, 1971. С. 82–88.

Крылов Г. В., Таланцев Н. К., Козакова Н. Ф. и др. Кедр. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 216 с.

Кузьмик Н. С., Соколов В. А., Фарбер С. К. Эколого-экономическая оценка лесов зеленых зон. Новосибирск: Изд-во СОРАН. 2008. 110 с.

Кузьмичев Е. П., Соколова Э. С., Мозолевская Е. Г. Болезни древесных растений: справочник [Болезни и вредители в лесах России. Т. 1]. М.: ВНИИЛМ, 2004. 120 с.

Курбатский Н. П., Семечкин И. В. О теоретических основах лесной таксации // Исследование структуры лесонасаждений. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1984. С. 5–22.

Куренцов А. И. Вредные насекомые хвойных пород Приморского края // Тр. ДВФ им. В. Л. Комарова АН СССР. Владивосток, 1950. Серия зоологическая. Т. I(IV). 256 с.

Лавровский Г. Н. Основные положения генеральной схемы промышленного освоения лесов Горного Алтая. Труды первой научной конференции ОНИИ. Горно-Алтайск, 1961. С. 107–109.

Лебедев А. В. Водоохранно-защитные и водорегулирующие функции горных лесов юга Средней Сибири // Материалы Всесоюзной конференции «Водоохранно-защитное значение леса». Владивосток, 1974. С. 73–74.

Лебедев А. В. Гидрологическая роль горных лесов Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. 182 с.

Лебедев Ю. В. Эколого-экономическая оценка лесов Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 214 с.

Лебков В. Ф. Ход роста сомкнутых условно-одновозрастных насаждений кедров сибирского (зеленомошная группа типов леса, Южно-Сибирский горный район) // Справочное пособие по таксации и устройству лесов Сибири. Красноярск, 1966. 177 с.

Левков В. Ф. Организация хозяйства в горных лесах Южной Сибири. Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1967. 288 с.

Лесков Н. Д. Опыт составления эскизов таблиц хода роста древостоев с использованием данных упрощенной измерительной таксации // Типы и динамика лесов Урала и Зауралья. Свердловск, 1967. С. 157–163.

Лесная энциклопедия. В 2-х т. М.: Сов. энциклопедия, 1985. 563 с.

Лесной кодекс Российской Федерации от 29.01.1997 г. № 22-ФЗ.

Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ (ред. от 26.03.2022 г.). М., 2006.

Лесоустроительная инструкция. Утверждена Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 05.08.2022 г. № 510.

Лоскутов Р. И., Поликарпов Н. П. Выращивание посадочного материала кедра сибирского в лесных питомниках // Возобновление в лесах Сибири. Красноярск, 1965. С. 186–223.

Лоскутов С. Р., Шапченкова О. А., Петрунина Е. А., Пляшечник М. А., Тютюкова Е. А., Пашенова Н. В., Гродницкая И. Д., Анискина А. А., Сенашова В. А. Диагностика ранних изменений физико-химических свойств древесины под действием грибных инфекций // Химия растительного сырья. 2022. № 2. С. 61–72.

Львович М. И. Человек и воды: преобразование водного баланса и речного стока. М.: Географгиз, 1963. 568 с.

Лямцев Н. И. Очаги массового размножения и вредоносность хвоегрызущих насекомых в сосновых лесах России // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2012. № 200. С. 51–60.

Максимов В. М. О способах рубок сибирского кедра // Проблемы кедра. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. С. 115–117.

Манько Ю. И. Мониторинг усыхания пихтово-еловых лесов в центральном Сихотэ-Алине // Лесоведение. 1998. № 1. С. 3–15.

Маслов А. Д., Лямцев Н. И., Сергеева Ю. А., Комарова И. А., Демаков Ю. П., Шеховцов В. П., Поповичев В. В., Ковалева О. А., Серый Г. А., Юрченко Г. И., Турова Г. И., Вендило Н. В., Лебедева К. В., Баранчиков Ю. Н., Петько В. М., Мозолевская Е. Г., Яковенко А. К., Пятнова Ю. Б. Применение феромонов важнейших вредителей леса при ведении лесопатологического мониторинга. ВНИИЛМ: Пушкино, 2013. 37 с. <https://www.iprbookshop.ru/64525.html>

Маслов А. Д., Комарова И. А., Вендило Н. В., Лебедева К. В., Камышова Л. В., Ишков И. В., Суханов А. Л., Серый Г. А., Баранчиков Ю. Н., Петько В. М. Применение феромонов вершинного и шестизубчатого короedов и черных усачей – соснового и малого елового. Пушкино: ВНИИЛМ, 2014. 24 с.

Медведева О. Е. Оценка стоимости лесных земель // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2003. № 11-12. С 82-86.

Милютин Л. И. Генетико-селекционные проблемы лесовосстановления в таежной зоне Сибири // Проблемы лесовосстановления в таежной зоне

СССР. Красноярск: Институт леса и древесины им. В. Н. Сукачева, 1988. С. 161–163.

Милютин Л. И., Бузыкин А. И. Воспроизводство лесных ресурсов в Сибири // Развитие производительных сил в Сибири. Красноярск: Институт леса и древесины им. В. Н. Сукачева, 1990. С. 17–21.

Моисеев В. С., Мошкалев А. Г., Нахабцев И. А. Методика составления таблиц хода роста и динамики товарной структуры модальных насаждений. Л., 1968. 68 с.

Морозова Т. И., Петров А. Н., Вершинина С. Э., Габышев Э. М., Габышева Л. М. Дополнение к микобиоте бассейна реки Олекмы (юго-западная Якутия) // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2012. Т. 5, № 2. С. 70–74.

Морозова Т. И., Сурдина В. Г. Бактериальная водянка хвойных в Байкальской Сибири // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке: мат-лы Междунар. науч. конф. Санкт-Петербург: ООО «Копи-Р Групп», 2013. 400 с.

Мотовилов Г. П. Учет и устройство лесов // Современные вопросы лесного хозяйства и лесной промышленности в зарубежных странах. М.: Гослесбумиздат, 1962. С. 85–108.

Назимова Д. И. Лесорастительное районирование Западного Саяна // Лесоведение. 1968. № 1. С. 3–17.

Неклюдов И. А., Ануфриев В. П. Эколого-экономическая оценка водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов Среднего Урала // Интерэкспо «ГЕО-Сибирь». 16–18 апреля 2014 г., Новосибирск. № 2. Т. 3. Новосибирск: СГУГиТ, 2014. С. 355–363.

Некрасова Т. П. Биологические основы семеношения кедра сибирского. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1972. 275 с.

Онучин А. А. Высотно-поясные особенности трансформации твердых атмосферных осадков горными лесами Хамар-Дабана // Гидрологические исследования в лесах СССР. Фрунзе: Илим, 1985. С. 109–119.

Онучин А. А. Общие закономерности снегонакопления в бореальных лесах // Известия АН. Сер. геогр. 2001. № 2. С. 80–86.

Онучин А. А., Буренина Т. А. Антропогенная динамика противоэрозийных и водоохранно-защитных функций горно-таежных лесов Сибири // Лесоведение. 2000. № 1. С. 3–11.

Онучин А. А., Буренина Т. А. Моделирование пространственно-временного распределения осадков // Лесные экосистемы Енисейского края. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. С. 50–54.

Онучин А. А., Соколов В. А., Втюрина О. П. Перспективы интенсификации лесного хозяйства в Сибири // Лесное хозяйство. № 6. 2010. С. 11–12.

Организация устойчивого лесопользования в Красноярском крае / (Соколов В. А., Онучин А. А., Фарбер С. К. и др.). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 361 с.

Орлов М. М. Лесоустройство. Т. 1. Л.: Лесное Хозяйство, Лесопромышленность и Топливо, 1927. 428 с. Лесоустройство. Т. 2. Л.: Лесное хоз-во и

лесн. пром-сть, 1928. 326 с. Т. 3. Л.: Лесное хоз-во и лесн. пром-сть, 1928. 348 с.

Основы управления лесами Сибири / Соколов В. А. Красноярск: Изд-во СО РАН, 1997. 308 с.

Павлов И. Н. Биосферная роль дереворазрушающих грибов *Heterobasidion annosum* S.L. и *Armillaria mellea* S.L. (на примере кедровых лесов Западного Саяна) // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18, № 4-1. С. 1270–1273.

Павлов И. Н. Биотические и абиотические факторы усыхания хвойных лесов Сибири и Дальнего Востока // Сибирский экологический журнал. 2015. Т. 22, № 4. С. 537–554.

Павлов И. Н., Барабанова О. А., Агеев А. А., Шкуренок А. С., Кулаков С. С., Шпенглер Д. В., Губарев П. В. Основная причина массового усыхания пихтово-кедровых лесов в горах Восточного Саяна – корневые патогены // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. 26. № 1. С. 33–41.

Павлов И. Н., Барабанова О. А., Агеев А. А. Снижение устойчивости пихтово-кедровых лесов Восточного Саяна к корневым патогенам // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2011. № 4 (322). С. 40–45.

Павлов И. П., Литовка Ю. А., Голубев Д. В., Астапенко С. А., Хромов П. В. Новая вспышка массового размножения *Dendrolimus sibiricus* Tschetv. в Сибири (2012–2017 гг.): закономерности развития и перспективы биологического контроля // Сибирский экологический журнал. 2018. № 4. С. 462–478.

Падий Н. Н., Руднев Д. Ф., Рывкин Б. В., Храмцов Н. Н. Лесная энтомология. М.: Лесная промышленность, 1965. 359 с.

Паневин В. С. Опыт применения постепенных рубок в кедровниках Томской области // Использование и воспроизводство кедровых лесов Сибири. Новосибирск: Наука, 1971. С. 172–178.

Парфенов В. Ф. Комплекс в кедровом лесу. М.: Лесн. пром-сть, 1979. 240 с.

Петренко Е. С. Вредители семян лиственницы даурской в Центральной Якутии // Лесное хозяйство. 1961. № 6. С. 44–46.

Побединский А. В. Сосновые леса Средней Сибири и Забайкалья. М.: Наука, 1965. 268 с.

Побединский А. В. Совершенствование рубок и лесовосстановительных работ в лесах Восточной Сибири // Лесное хозяйство. 1967. № 7. С. 18–22.

Побединский А. В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. 208 с.

Поварницын В. А. Кедровые леса СССР. Красноярск: Тип. «Красноярский рабочий», 1944. 220 с.

Поликарпов Н. П. Горные кедровые леса Сибири и научные основы лесоводственных мероприятий в них. Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1966а. 34 с.

Поликарпов Н. П. Рубки и возобновление в кедровниках // Рубки и возобновление в лесах Восточной Сибири. Материалы межобластной конференции по обмену опытом. Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1966б. С. 45–82.

Поликарпов Н. П. Комплексные исследования в горных лесах Западного Саяна // Вопросы лесоведения. Т. 1. Красноярск, 1970. С. 26–79.

Поликарпов Н. П., Назимова Д. И. Темнохвойные леса северной части Западного Саяна // Лесоводственные исследования в лесах Сибири. Красноярск, 1963. С. 103–147.

Поляков В. И. Черневые кедровники Западного Саяна: контроль и прогнозирование хода роста. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 181 с.

Порядок осуществления государственного лесопатологического мониторинга. Утв. Приказом Минприроды России от 05.04.2017 № 156. М.: Мин-во природ. рес. и экол. РФ, 2017.

Порядок проведения лесопатологических обследований и формы актов лесопатологического обследования. Утв. Приказом Минприроды России от 09.11.2020 № 910. М.: Мин-во природ. рес. и экол. РФ, 2020.

Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 № 1158 «Об утверждении Положения об осуществлении контроля за достоверностью сведений о санитарном и лесопатологическом состоянии лесов и обоснованностью мероприятий, предусмотренных актами лесопатологических обследований, утвержденных уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющими переданные им полномочия Российской Федерации в области лесных отношений». М.: Правительство РФ, 2016.

Правдин Л. Ф., Ирошников А. И. Определение урожая шишек в кедровниках по среднему дереву в древостое // Плодоношение кедра сибирского в Восточной Сибири. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 132–144.

Правила ликвидации очагов вредных организмов. Утв. Приказом Минприроды России от 09.11.2020 № 913. М.: Мин-во природ. рес. и экол. РФ, 2020а.

Правила осуществления мероприятий по предупреждению распространения вредных организмов. Утв. Приказом Минприроды России от 09.11.2020 № 912. М.: Мин-во природ. рес. и экол. РФ, 2020б.

Правила санитарной безопасности в лесах. Утв. Постановл. Правительства РФ от 09.12.2020 № 2047. М.: Правительство РФ, 2020в.

Прозоров С. С. Большой черный усач *Monochamus urusovi* Fisch. на пихте сибирской // Труды Сиб. лесотехн. ин-та. Сб. 21, вып. 2. Красноярск, 1958. С. 15–121.

Рахманов В. В. Гидроклиматическая роль лесов. М.: Лесная промышленность, 1984. 240 с.

Рекомендации по использованию феромонов для мониторинга численности основных вредителей леса в России / Маслов А. Д. (ред.). Пушкино: Министерство Природных Ресурсов РФ, 2006. 23 с.

Рийникс Я. И. Анализ динамики лесных насаждений под влиянием лесохозяйственной деятельности // Лесное хоз-во. 1987. № 5–6. С. 55–57.

Рожков А. С. Чешуекрылые – вредители почек и побегов соснового молодняка в Прибайкалье // Леса и вредители лесов Восточной Сибири. Иркутск, 1957. С. 122–137. (Тр. Вост.-Сиб. фил. АН СССР).

Рожков А. С. Сибирский шелкопряд. Москва: Изд-во АН СССР, 1963. 175 с.

Рожков А. С. Массовое размножение сибирского шелкопряда и меры борьбы с ним. Москва: Наука, 1965. 179 с.

Руководство по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах (кедр сибирский). М.: Государственный комитет СССР по лесу, 1990. 120 с.

Седых В. Н. Формирование кедровых лесов Приобья. Новосибирск: Наука, 1979. 110 с.

Седых В. Н. Особенности возрастной динамики кедровых лесов Среднего Приобья // Возобновление и устойчивость лесов Западной Сибири. М.: Наука, 1983. С. 66–76.

Седых В. Н. Проблема кедра. Существует ли она? // Базовые проблемы перехода к устойчивому управлению лесами России – учет лесов и организация лесного хозяйства. Материалы международного семинара. 6–7 декабря 2007 г. Красноярск, 2007. С. 55–57.

Седых В. Н. Лесообразовательный процесс. Новосибирск: Наука, 2009. 164 с.

Седых В. Н. Динамика равнинных кедровых лесов Сибири. Новосибирск: Наука, 2014. 232 с.

Селиховкин А. В. Регуляторная гильотина и эффективность лесозащиты // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы VI Всерос. науч.-тех. конф., Санкт-Петербург, 26–28 мая 2021 г. Т. 2. СПб.: СПбГЛТУ, 2021. С. 152–155.

Селиховкин А. В. Вспышкам массового размножения короедов в лесах России быть! // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: Материалы III Всерос. конф. с междунар. участ., Красноярск, 11–15 апреля 2022 г. Красноярск: Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2022. С. 124–125.

Селиховкин А. В. Нормативно-правовая база лесозащиты и ее результативность в регуляции плотности популяций вредителей в таежных лесах // Сибирский лесной журнал. 2023. № 1. С. 29–42.

Семечкин И. В. Опыт использования данных глазомерной таксации для изучения динамики насаждений // Организация лесного хозяйства и инвентаризация лесов. Красноярск, 1962. С. 119–131.

Семечкин И. В. Способ учета урожайности кедровников по остаткам шишек на земле // Плодоношение кедра сибирского в Восточной Сибири. Тр. Института леса и древесины СО АН СССР, т. 62. М.: изд-во АН СССР, 1963. С. 153–158.

Семечкин И. В. Динамика возрастной структуры древостоев и методы ее изучения // Вопросы лесоведения, т. 1. Красноярск: ИЛиД, 1970. С. 422–444.

Семечкин И. В. Правильный учет кедровых лесов – основа их рационального использования // Использование и воспроизводство кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1971. С. 43–59.

Семечкин И. В. Главный сеятель кедра // Сибирский промысел. 1997. № 1. С. 33–34.

Семечкин И. В. Структура и динамика кедровников Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 253 с.

Семечкин И. В., Попова Ю. М. Бонитировка кедровых насаждений // Таксационные исследования лесов Сибири. Красноярск: ИЛиД, 1977. С. 4–30.

Семечкин И. В., Тетенькин А. Е., Кузьмичев В. В. Рекомендации по пересмотру возрастов рубки главного пользования в эксплуатационных лесах Сибири и Дальнего Востока // Сб. по итогам договорных научно-исследовательских работ за 1969–1970 гг. Министерство лесного хозяйства РСФСР. М.: Лесная промышленность, 1973. С. 105–112.

Семечкин И. В., Кузьмичев В. В., Тетенькин А. Е. Возрасты спелости и рубки сосновых, кедровых и березовых лесов Сибири // Проспект научно-исследовательских работ, предложенных для использования в народном хозяйстве, вып. 3. Красноярск: ИЛиД, 1974. С. 25–28.

Семечкин И. В., Поликарпов Н. П., Ирошников А. И. и др. Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 258 с.

Семечкина М. Г., Семечкин И. В. Рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) – опасный вредитель кедровников Северного Урала // Защита лесов Сибири от насекомых-вредителей. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 90–95.

Сенашова В. А. Фитопатогенные микромицеты филлосферы хвойных насаждений Средней Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 103 с.

Смагин В. Н., Ильинская С. А., Назимова Д. И., Новосельцева И. Ф., Чередникова Ю. С. Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1980. 336 с.

Смолоногов Е. П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины (эколого-лесохозяйственные основы оптимизации хозяйства). Свердловск: УрО РАН, 1990. 258 с.

Смолоногов Е. П., Поздеев Е. Г. Организационные основы ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины (пособие для работников лесного хозяйства). Екатеринбург, 1995. 106 с.

Смолоногов Е. П., Кирсанов В. А., Трусков П. Ф. Особенности возрастной динамики темнохвойно-кедровых лесов Северного Урала // Использование и воспроизводство кедровых лесов. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1971. С. 72–81

Соколов В. А. Хозяйство по составляющим породам в лесах Восточного Саяна. Красноярск: ЦНТИ, 1981а. 2 с.

Соколов В. А. О рациональности лесопользования в лесах Восточного Саяна // Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск, 1981б. С. 3–7.

Соколов В. А. Лесопользование и расчетная лесосека в лесах Восточного Саяна // Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск, 1981в. С. 82–88.

Соколов В. А. Организация хозяйства по составляющим породам в лесах Восточного Саяна // Лесное хоз-во. 1987. № 2. С. 54–56.

Соколов В. А. Перспективы развития лесного комплекса Сибири // Сиб. экол. журн. 2008. № 3. С. 361–369.

Соколов В. А., Кузьмик Н. С. Эколого-экономическая оценка кедровых лесов Сибири // Лесная таксация и лесоустройство. Междунар. научно-практич. журнал. 2013а. № 1(49). С. 106–110.

Соколов В. А., Кузьмик Н. С. Оценка кедровых лесов Сибири // Лесное хозяйство. 2013б. № 6. С. 13–14.

Соколов В. А., Фарбер С. К. Возобновление в лесах Восточной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. 219 с.

Соколова Э. С., Ведерников Н. М. Указания по диагностике болезней хвойных пород в питомниках и молодняках. М.: Минлесхоз РСФСР, 1988. 77 с.

Спиридонов Б. С. Экономические основы комплексного использования кедровых лесов Сибири. М.: Наука, 1968. 168 с.

Спиридонов Б. С. Экономические проблемы многоцелевого использования кедровых лесов. Красноярск: Институт леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО РАН, 1988. 148 с.

Справочное пособие по таксации лесов Сибири. Т. 1. РИО СибТИ. 1974. 216 с.

Стадницкий Г. В., Юрченко Г. И., Сметанин А. Н., Гребенщикова В. П., Прибылова М. В. Вредители шишек и семян хвойных пород. М.: Лесная промышленность, 1978. 168 с.

Структура и динамика таежных лесов / В. А. Соколов, А. С. Аткин, С. К. Фарбер, Л. И. Аткина, А. И. Бондарев, И. Л. Тимощенко, О. П. Втюрина, Л. А. Хиневич и др. Новосибирск: ВО «Наука», 1994. 168 с.

Суров Ю. Д., Демиденко В. П. О продуктивности древесных ягодных растений кедровников Алтая // Вопросы совершенствования организации лесного хозяйства Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1966.

Телегин Н. П. Строение, рост и инвентаризация кедровников Горного Алтая для целей организации комплексного хозяйства: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук (ЛТА). Ленинград, 1966. 20 с.

Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.–Л.: Гослесбумиздат, 1952. 600 с.

Ткаченко М. Е., Асосков А. И., Синев В. Н. Общее лесоводство. Л.: Гослестехиздат, 1939. 746 с.

Третьяков Н. В. Закон единства строения насаждений. М.–Л.: Новая деревня, 1927. 114 с.

Третьяков Н. В. Метод исследования динамики древостоев данного типа леса. Труды ЛТА, 1956. Вып. 73.

Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора. Л.: Гослесбумиздат, 1952. 852 с.

Тюлин С. Я. Анализ различных методов учета урожайности ягод черники и клюквы применительно к подзоне южной тайги европейской части

СССР // Продуктивность дикорастущих ягодников и их хозяйственное использование. Киров, 1972.

Фарбер С. К., Мурзакматов Р. Т. Выборочные санитарные рубки в защитных кедровых насаждениях Хакасии: опыт послерубочной таксации и лесоводственный анализ // Сибирский лесной журнал. 2021. № 3. С. 27–37.

Федоров В. Н. Оценка гидрологических функций ландшафтов на основе индикационных многопараметрических моделей водосбора // Ландшафтно-гидрологический анализ территорий. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1992. С. 92–108.

Федоряк В. Е. Красноголовый ткач // Защита растений. 1969. № 4. С. 52.

Филиппов Г. В., Пирогов Н. К., Белоброва Н. И., Гладков Е. Г. Составление математических моделей роста насаждений. Л., 1980. 48 с.

Флоров Д. Н. Вредители сибирского кедра. Иркутск, 1951а. 123 с.

Флоров Д. Н. Насекомые вредители шишек и семян хвойных пород Восточной Сибири. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1951б. 43 с.

Ханбеков И. И., Недвецкий Н. А., Власюк В. Н., Ханбеков Р. И. Влияние леса на окружающую среду. М.: Лесн. пром-сть. 1980. 136 с.

Хлатин С. А. Хозяйство в кедровых лесах. М.: Лесн. пром-сть, 1966. 212 с.

Хлебников А. И., Семечкин И. В. Промысел соболя и белки в Западном Саяне // Охота и охотничье хозяйство. 1971. № 5. С. 12–14.

Хлебников А. И., Семечкин И. В. Бонитировка горно-таежных охотничьих угодий по соболю и белке // Проспект научно-исследовательских работ, предложенных для использования в народном хозяйстве, вып. 3. Красноярск: ИЛИД, 1974. С. 39–42.

Ход роста основных лесообразующих пород в Сибири. Красноярск, 1975. 196 с.

Хоничев Н. В., Кривец С. А., Бисирова Э. М. Массовые размножения рыжего соснового пилильщика в припоселковых кедровниках Томской области // Проблемы популяционной экологии животных. Материалы Международной конференции. Томск: Томск. гос. ун-т, 2006. С. 70–72.

Чебакова Н. М. Особенности климата в горном рельефе // Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. С. 44–89.

Черпаков В. В. Особенности вредоносности бактериозов древесных растений в связи со специализацией возбудителей // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: материалы IX Международной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения проф. Н. И. Федорова. (19–24 октября 2015 г.). Минск – Москва – Петрозаводск. Минск: БГТУ, 2015. С. 242–245.

Чижов Б. Е., Бех И. А. Кедровые леса Западно-Сибирской равнины, хозяйство в них. Пушкино: ВНИИЛМ, 2014. 164 с.

Чижов Б. Е., Бех И. А. О ведении хозяйства в равнинных кедровых лесах Западной Сибири // Лесное хозяйство. 2015. № 2. С. 18–19.

Шварц С. С. О возрастной структуре популяций млекопитающих. Труды Уральск. отд. МОИП, вып. 2. Свердловск, 1959.

Швер Ц. А. Закономерности распределения количества осадков на континентах. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 288 с.

Швиденко А. З., Щепашенко Д. Г., Кракснер Ф., Онучин А. А. Переход к устойчивому управлению лесами в России: теоретико-методические предпосылки // Сибирский лесной журнал. № 6. 2017. С. 3–25.

Шейнгауз А. С. Классификация динамики лесных ресурсов (на примере Дальнего Востока) // Лесоведение. 1976. № 6. С. 11–20.

Шейнгауз А. С. Методические рекомендации по анализу динамики лесного фонда. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1986. 41 с.

Ширская М. Н. Лесоводственное обоснование культур кедров сибирского посадкой в горных лесах Сибири // Проблемы кедров: материалы научно-производственной конференции по комплексному использованию и воспроизводству кедровых лесов. 15–17 сентября 1959 г. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. С. 169–174.

Шишкин А. С., Фарбер С. К., Павлов И. Н., Пальникова Е. Н., Мурзакматов Р. Т. Предварительная оценка санитарного состояния кедровников Республики Хакасия. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2012. 126 с.

Шушпанов А. С., Кузьмичев В. В. Прогноз сукцессий в лиственных и кедровых лесах Восточного Саяна // Вестник КрасГАУ. 2013. № 1. С. 79–84.

Щербин-Парфененко А. Л. Бактериальные заболевания лесных пород. М., 1963. 148 с.

Энциклопедия лесного хозяйства. Т. 2. М.: ВНИИЛМ, 2006. 416 с.

Эпова В. И., Плешанов А. С. Зоны вредоносности насекомых-филлофагов Азиатской России. Новосибирск: Наука, 1995. 147 с.

Яблоков А. С. О задачах и методах селекции и семеноводства кедров // Проблемы кедров: материалы научно-производственной конференции по комплексному использованию и воспроизводству кедровых лесов. 15–17 сентября 1959 г. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. С. 139–143.

Яновский В. М., Баранчиков Ю. Н. О полифагии большого черного елового усача *Monochamus urusovi* (Coleoptera, Cerambycidae) // Зоологический журнал. 1999. Т. 78, № 7. С. 889–890.

Barr D. P., Aust S. D. Mechanisms white rot fungi use to degrade pollutants // Environmental Science and Technology. 1994. № 28. P. 78–87.

Brischke C., Alfredsen G. Wood-water relationships and their role for wood susceptibility to fungal decay // Applied Microbiology and Biotechnology. 2020. № 104. P. 3781–3795.

Dengler A. Aufgaben und Wege der wissenschaftlichen Begründung des Waldbaues. Z. f. F. Jw. 1923. II. https://vk.com/wall-175967648_1315?ysclid=Iz3k9xljds387686807

EPPO. PM 7/157 (1) *Dendrolimus sibiricus* // EPPO Bulletin, 2024. V. 54. P. 137–146. <https://doi.org/10.1111/epp.13009>

EPPO. *Dendrolimus sibiricus* // EPPO datasheets on pests recommended for regulation. EPPO, 2025. <https://gd.eppo.int> (accessed 2025-07-12)

Ferdous D., Dalai A. K., Bej S. K., Thring R. W., Bakhshi N. N. Production of H₂ and medium Btu gas via pyrolysis of lignins in a fixed-bed reactor // Fuel Processing Technology. 2001. № 70. P. 9–26.

Filley T. R., Cody G. D., Goodell B., Jellison J., Noser C., Ostrofsky A. Lignin demethylation and polysaccharide decomposition in spruce sapwood degraded by brown rot fungi // Organic Geochemistry. 2002. № 33. P. 111–124.

Flournoy D. S., Paul J. A., Kirk T. K., Highley T. L. Production of organic acids by different white-rot fungi as detected using capillary zone electrophoresis // Holzforschung. 1993. № 47. P. 297–301.

Gao N., Li A., Quan C., Du L., Duan Y. TG–FTIR and Py–GC/MS analysis on pyrolysis and combustion of pine sawdust // The Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 2013. № 100. P. 26–32.

Girometta C., Dondi D., Baiguera R. M., Bracco F., Branciforti D. S., Burratti S., Lazzaroni S., Savino E. Characterization of mycelia from wood-decay species by TGA and IR spectroscopy // Cellulose: [сайт]. [2020]. URL: <https://doi.org/10.1007/s10570-020-03208-4>.

Goodell B. Brown-Rot Fungal Degradation of Wood: Our Evolving View // ACS Symposium Series. 2003. № 845. P. 97–118.

graded by brown rot fungi // Organic Geochemistry. 2002. № 33. P. 111–124.

Green F., Larsen M. J., Winandy J. E., Highley T. L. Mechanism of brown-rot decay: Paradigm or paradox // International Biodeterioration Biodegradation. 1997. № 39. P. 113–124.

Hu S., Jess A., Xu M. Kinetic study of Chinese biomass slow pyrolysis: Comparison of different kinetic models // Fuel. 2007. № 86. P. 2778–2788.

Irbe I., Andersone I., Andersons B., Chirkova J. Study of the structure of biodegraded wood using the water vapour sorption method // International Biodeterioration Biodegradation. 2001. № 47. P. 37–45.

Jasalavich C. A., Ostrofsky A., Jellison J. Detection and identification of decay fungi in spruce wood by restriction fragment length polymorphism analysis of amplified genes encoding rRNA // Applied and Environmental Microbiology Journal. 2000. № 66. P. 4725–4734.

Jiang L., Walczyk D., McIntyre G., Chan W. K. Cost modeling and optimization of a manufacturing system for mycelium-based biocomposite parts // The Journal of Manufacturing Systems. 2016. № 41. P. 8–20.

Kharuk V. I., Im S. T., Ranson K. J., Yagunov M. N. Climate-induced northerly expansion of Siberian silkmoth range // Forests, 2017. V. 8, 301.

Kim G-H., Kim J-J., Lim Y. W., Breuil C. Ophiostomatoid fungi isolated from *Pinus radiata* logs imported from New Zealand to Korea // Canadian Journal of Botany. 2005. № 83. P. 272–278.

Kirichenko N. I., Ageev A. A., Astapenko S. A., Golovina A. N., Kasparyan D. R., Kosheleva O. V., Timokhov A. V., Tselikh E. V., Zakharov E. V., Musolin D. L., Belokobylskij S. A. The diversity of parasitoids and their role in the control of the Siberian moth, *Dendrolimus sibiricus* (Lepidoptera: Lasiocampidae), a major coniferous pest in Northern Asia // Life, 2024. V. 14(2), 268.

Kononov A., Ustyantsev K., Wang B., Mastro V. C., Fet V., Blinov A., Baranchikov Y. Genetic diversity among eight *Dendrolimus* species in Eurasia (Lepidoptera: Lasiocampidae) inferred from mitochondrial COI and COII, and nuclear ITS2 markers // BMC Genetics 2016, 17 (Suppl 3): 173–182. <https://bmcgenet.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12863-016-0463-5?site=bmcgenet.biomedcentral.com> DOI 10.1186/s12863-016-0463-5

Kreitlow K. W., Lefebvre C. L., Presley J. T., Zaumeyer W. J. Diseases that seeds can spread. In: Seeds, The Year Book of Agriculture, pp. 265–272. USDA Washington, DC, 1961. 591 pp.

Moreth U., Schmidt O. Investigation on ribosomal DNA of indoor wood decay fungi for their characterization and identification // Holzforschung. 2005. № 59. P. 90–93.

Musolin D. L., Kirichenko N. I., Karpun N. N., Aksenenko E. V., Golub V. B., Kerchev I. A., Mandelshtam MY., Vasaitis R., Volkovitsh M.G., Zhuravleva E.N., Selikhovkin A. V. Invasive insect pests of forests and urban trees in Russia: Origin, pathways, damage, and management // Forests, 2022. V. 13(4), 521. <https://doi.org/10.3390/f13040521>

Økland B., Flø D., Schroeder M., Zach P., Cocos D., Martikainen P., Siitonen J., Mandelshtam M. Y., Musolin D. L., Neuvonen S., Vakula J., Nikolov C., Lindelöw Å., Voolma K. Range expansion of the small spruce bark beetle *Ips amitinus*: a newcomer in northern Europe // Agricultural and Forest Entomology. 2019. V. 21, Iss. 3. P. 286–298. <https://doi.org/10.1111/afe.12331>

Onuchin A. A., Burenina T. A. Hydrological role of the Forest in Siberia // Trends in Water Research. 2008. «NOVA». P. 67–92.

Schwarze F. W. M. R., Engels J., Mattheck C. Fungal Strategies of Wood Decay in Trees. Springer-Verlag.: Berlin: Heidelberg, 2000. 185 pp.

Shakir A. M., Azahari B., Yusup Y., Yhaya M. F., Salehabadi A., Ahmad M. I. Preparation and characterization of mycelium as a bio-matrix in fabrication of bio-composite // Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences. 2020. № 65. P. 1–11.

Shen D. K., Gu S., Bridgwater A. V. Study on the pyrolytic behaviour of xylan-based hemicellulose using TG–FTIR and Py–GC–FTIR // The Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 2010. № 87. P. 199–206.

Shink B., Ward J. C., Zeikus G. Microbiology of wetwood role of anaerobic bacterial populations in living trees // Journal of General Microbiology. 1981. Vol. 123. P. 313–322.

Ulloa C. A., Gordon A. L., García X. A. Thermogravimetric study of interactions in the pyrolysis of blends of coal with radiata pine sawdust // Fuel Processing Technology. 2009. № 90. P. 583–590.

Winandy J., Morrell J. Relationship between incipient decay, strength, and chemical composition of Douglas-fir heartwood // Wood and Fiber Science. 1993. № 25. P. 278–288.