

ИНСТИТУТ ЛЕСА им. В. Н. Сукачева СО РАН  
КОМИТЕТ ПО ЛЕСУ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

# **КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ВЫЖИГАНИЯ НА ВЫРУБКАХ В ГОРНЫХ ЛЕСАХ**

Ответственный редактор  
доктор биологических наук,  
**В. Л. Черепнин**



Издательство СО РАН  
Новосибирск  
2001

УДК 630-432.1  
ББК 43.4  
К64

**Контролируемые выжигания на вырубках в горных лесах** / Валендик Э. Н., Векшин В. Н., Иванова Г. А., Киселяхов Е. К., Перевозникова В. Д., Брюханов А. В., Бычков В. А., Верховец С. В. - Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 2001. — 172 с.

ISBN 5-7692-0388-9

В монографии рассматриваются вопросы контролируемых выжиганий на вырубках в горных лесах с целью снижения пожарной опасности и создания условий для начального этапа лесовосстановления.

Приведены материалы о пожарной опасности вырубок, результаты опытно-производственных контролируемых выжиганий и предлагаются методы и технологии их применения.

Книга рассчитана на специалистов в области лесного хозяйства, лесопользования и охраны природы, преподавателей и студентов лесотехнических вузов.



Создание настоящей публикации стало возможным благодаря финансовой поддержке Института Устойчивых Сообществ из Монтпилиер (штат Вермонт, США) и Агентства CEIA по Международному Развитию (АМР).

Выраженные мнения авторов не обязательно совпадают с мнениями Института Устойчивых Сообществ и АМР США. Кроме того, упоминание торговых марок либо коммерческих продуктов не означает одобрение либо рекомендацию использования упомянутой продукции.

Консультанты:

**Ричард Ласко (Richard Lasko).**

специалист по пожароуправлению Лесной Службы США;

**Стив Юбанкс (Steve Eubanks),**

управляющий лесным хозяйством Лесной Службы США;

**Джон Бриссетт (John Brissette),**

руководитель проекта Лесной Службы США.

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук **В. А. Соколов**

доктор сельскохозяйственных наук **П. М. Матвеев**

Утверждено к печати

Институтом леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

© Валендик Э. Н., Векшин В. Н., Иванова Г. А., Киселяхов Е. К., Перевозникова В. Д., Брюханов А. В., Бычков В. А., Верховец С. В., 2001

© Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, 2001

Без объявления  
ISBN 5-7692-0388-9



V. N. SUKACHEV INSTITUTE OF FOREST SB RAS FORESTRY  
COMMITTEE OF KRASNOYARSK REGION

## **PRESCRIBED BURNING OF LOGGED MOUNTAIN FOREST SITES**

Editor- in-Chief  
**V. L. Cherepnin**, Dr.Sci.Biol.



SB RAS Publishing House  
Novosibirsk  
2001

**Prescribed Burning of Logged Mountain Forest Sites** / E. N. Valendik, V. N. Vekshin, G. A. Ivanova, Ye. K. Kisilyakhov, V. D. Perevoznikova, A. V. Brukhanov, V. A. Bychkov, S. V. Verkhovets. - Novosibirsk: Publishing House of Siberian Branch of Russian Academy Sciences, 2001. - 172 pp.

ISBN 5-7692-0388-9

The monograph addresses some issues of prescribed burning of logged mountain forest sites for reducing fire hazard and providing favourable initial forest regeneration conditions. The results are presented of experimental cut area prescribed burning and methodologies of using prescribed fire are proposed.

The book is intended for foresters, forest managers, environment protection specialists, and students of forestry colleges.



The publication became possible due to the financial support provided by the Institute of Sustainable Communities (ISC) from Montpelier (Vermont, USA) and the U.S. Agency for International Development (USAID),

Viewpoints of the authors do not necessarily coincide with those of ISC and USAID. Besides, that we mention trademarks and commercial products does not mean they are approved or recommended for practical use.



#### **Consultants:**

**Richard Lasko**, Wildland Fire Use, the U.S. Forest Service;  
**Steve Eubanks**, Forest Supervisor, the U.S. Forest Service;  
**John Brissette**, PhD, Project Leader, the U.S. Forest Service.

#### **Reviewers**

**V. A. Sokolov**, Dr. Sci. Agr., **P. M. Matveyev**, Dr. Sci. Agr

Approved for publication by V. N. Sukachev Institute of Forest,  
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

© E. N. Valendik, V. N. Vekshin,  
G. A. Ivanova, Ye. K. Kisilyakhov,  
V. D. Perevoznikova, A. V. Brukhanov,  
V. A. Bychkov, S. V. Verkhovets, 2001

© V.N.Sukachev Institute of Forest SB RAS, 2001

ISBN 5-7692-0388-9

## Предисловие редактора

Роль растительности в жизнедеятельности биосферы - основополагающая. Однако только теперь, в конце XX столетия, когда на Земле в результате хищнической эксплуатации исчезли целые растительные зоны в Европе. Северной Америке и на большей части Азии мы начали ощущать первое дыхание надвигающейся экологической катастрофы, а мировая общественность, кажется, начала задумываться о будущем нашей планеты. Однако в действительности темпы рубок и число пожаров в лесах не сокращаются.

Наиболее продуктивные леса Сибири, еще недавно воспевавшиеся, как «зеленое море тайги», к настоящему времени, в результате плановой бесхозяйственной эксплуатации, уничтожены за последние 50 лет больше чем наполовину. Лесовосстановление, особенно вырубок и шелкопрядников темнохвойных лесов, практически не происходит. Лесосеки, где после рубки зачастую остается половина фитомассы леса, представляют огромные захламленные территории. Эти вырубки как раз и являются основной причиной лесных пожаров.

В последние годы группа исследователей Института леса СО РАН начала разрабатывать новые методы огневой очистки лесосек, используя опыт зарубежных ученых и прежде всего США и Канады. В нашей стране эксперименты по огневой очистке лесосек проводились еще в 50-х годах И. С. Мелеховым, но поддержку не получили.

Первые итоги сибирских исследователей по огневой очистке лесосек в равнинной тайге опубликованы в коллективной монографии «Управляемый огонь на вырубках в темнохвойных лесах» (Валендик и др., 2000). Настоящее издание является продолжением изложения результатов этой работы, но уже в специфических условиях горного рельефа Восточного Саяна.

Однако среди лесоводов и теперь немало противников огневой очистки вырубок сплошным палом. При этом в качестве аргумента выставляется следующая главная причина: при огневой очистке погибает сохранившийся после рубки подрост. Но, как показывают исследования, вышедшие из-под полога после рубки темнохвойной тайги подрост и всходы имеют низкие адаптивные свойства к резко изменяющейся среде и зачастую погибают от свето-

вого стресса, ветровала, страдают от низких температур или сгорают от стихийных пожаров.

Предлагаемые в монографии мероприятия по огневой очистке захламленных вырубок являются первыми серьезными производственными опытами. Главное - здесь надо помнить, что только надежная подготовка и квалифицированное исполнение гарантируют успех операции.

Кроме санитарной, огневая очистка лесосек преследует еще одну важную цель — подготовку площадей вырубок для содействия естественному возобновлению или искусственному лесовосстановлению, когда становится возможным использовать почвообрабатывающую и лесопосадочную технику. При этом вероятность гибели культур или естественного возобновления от стихийных пожаров значительно снижается. Здесь лесная пирология тесно смыкается с лесокультурным делом. Вслед за огневой очисткой специалисты по выращиванию леса должны дать оценку выгоревшим площадям, определить вид культивируемой древесной породы, наметить способ подготовки почвы и методы посадки или посева. Но, к сожалению, возможностей проведения полномасштабных исследовательских работ по искусственному послепожарному лесовосстановлению, в том же Институте леса, нет. И нет потому, что в начале 90-х годов лаборатория лесных культур была ликвидирована, хотя ее сотрудниками небезуспешно проводились опытные работы по лесовосстановлению. в том числе и темнохвойных лесов.

Приоритет в лесной научной политике Сибири, по крайней мере, в последние 20 лет и ближайшие десятилетия должен отдаваться сохранению лесов от огня и восстановлению вырубленных и сгоревших древостоев. В Сибири, для проведения научно-обоснованных лесовосстановительных работ необходимо крупное подразделение вплоть до самостоятельного института.

В настоящее время сибирские пирологи неоднозначно рассматривают роль лесных пожаров. И, надо полагать, накопленный опыт позволит им объективно обосновать лесопожарную классификационную оценочную систему, а методы направленной огневой очистки вырубок, как экономически выгодные и экологически перспективные, широко войдут в лесоводственную практику.

В. Л. Черепнин

В лесном хозяйстве России идеологией в охране лесов от пожаров является принцип полного исключения пожаров в лесах, т. е. ликвидация их на лесной территории в любое время и в любых ландшафтах.

Вместе с тем, пожары в бореальных лесах всегда были постоянно действующим природным фактором, под влиянием которого формируются эти леса и их биоразнообразие.

Многолетний опыт борьбы с лесными пожарами в странах северного полушария показывает, что полностью исключить пожары в бореальных лесах невозможно. Усиленные попытки сделать это приводят лишь к тому, что неизбежные пожары лишь отодвигаются на годы до возникновения ситуации с экстремальными погодными условиями, когда леса на тысячах гектаров уничтожаются полностью.

В Лесной службе США это поняли еще в конце семидесятых годов и не только по причине катастрофических последствий от таких пожаров, но и в связи с существенным повышением затрат на их тушение. Уже в начале восьмидесятых годов при планировании охраны лесов США стали учитывать и положительную роль пожаров в лесных экосистемах. Произошел пересмотр политики полного исключения пожаров и принятие системы пожароуправления. Эта система предусматривает гибкий подход к тушению пожаров, возникающих и распространяющихся в различных экосистемах. Пожароуправление предусматривает принятие мер от полной ликвидации пожаров до их контролирования (удерживания) в намеченных границах в лесных ландшафтах, где они не наносят экономического или экологического ущерба. Это позволяет предупреждать развитие в будущем разрушительных пожаров и способствовать формированию биоразнообразия лесных экосистем.

Система пожароуправления предусматривает применение в лесных экосистемах управляемого огня в целях снижения пожарной опасности и создания условий для естественного лесовосстановления как в лесах, так и на вырубках.

Проблема лесных пожаров в России заключается в необходимости

организации эффективной системы охраны на обширных лесных территориях в новых экономических условиях при недостаточной финансовой поддержке государства. В этом плане отказ от политики тушения всех пожаров, хотя бы в Сибири, и переход на систему пожароуправления дает возможность сохранить наши леса от разрушительных пожаров, не нарушая природной жизнедеятельности лесных экосистем, и существенно экономить средства на их охрану.

Пожароуправление в горах значительно отличается от такового в равнинных условиях. На скорость распространения пожара в горах в первую очередь влияет крутизна склона. Чем круче склон, тем выше скорость распространения пожара. Например, пожар, распространяющийся по плоской поверхности, при переходе на склон крутизной  $25^\circ$  увеличивает скорость в два раза и еще вдвое – на склоне  $40^\circ$ . Такое резкое увеличение скорости распространения огня объясняется тем, что горючие материалы (ГМ), находящиеся перед фронтом пожара, быстрее нагреваются и высыхают. Локальные ветры образуют вихри, которые усиливают интенсивность пожара и обуславливают переброс горящих частиц.

Почти 70 % всех пожаров в горах начинаются с вырубков, где пожарная зрелость ГМ наступает значительно раньше, чем в окружающих древостоях. Горение крупных горючих материалов на вырубках может сохраняться несколько дней. За это время «пожарной зрелости» достигают и ГМ под пологом леса, а переброс горящих частиц с вырубки является основной причиной загораний в лесу. Часто пожары на крутых склонах тушить практически невозможно и выжигание ГМ на вырубках – наиболее экономичный и эффективный метод предупреждения распространения пожаров в горных лесах.

В работе рассматриваются вопросы пожароуправления на вырубках в горных лесах, которые предусматривают решение двух вопросов – снижения пожарной опасности и обеспечения оптимальных условий для начальной стадии лесовосстановительного процесса.

Авторы благодарят сотрудников Манского и Маганского лесхозов за их активное участие в проведении контролируемых выжиганий.

Создание настоящей публикации стало возможным благодаря



поддержке, предоставленной на основании Соглашения о сотрудничестве между Институтом Устойчивых Сообществ из Монтпилиер (штат Вермонт, США) и Агентством США по международному развитию (АМР).

Выраженные здесь мнения, а также мнения авторов не обязательно совпадают с мнениями Института Устойчивых Сообществ и АМР. Кроме того, упоминание торговых марок либо коммерческих продуктов не означает одобрение либо рекомендацию использования упомянутой продукции.

## Глава 1. Состояние вопроса

---

Пожароуправление в лесах – это баланс между практическими задачами борьбы с пожарами и необходимостью обеспечения выполнения пожарами своих природных функций (Husary, 1995).

Оптимальное пожароуправление, в зависимости от природных условий территории, включает действия в трех направлениях: тушение лесных пожаров, предписанные естественные пожары и контролируемые выжигания.

Борьба с лесными пожарами, несомненно, необходима там, где они наносят социально-экономический и экологический ущерб. Их ликвидация не подлежит дискуссии.

Предписанные естественные пожары – это лесные пожары, которые не тушат, позволяя распространяться по территории, где они не могут серьезно повлиять на экономику и экологию, и где они выполняют свою природную функцию.

Контролируемые выжигания – это направленное использование огня для различных лесохозяйственных целей, в первую очередь, для снижения пожарной опасности и содействия естественному и искусственному лесовосстановлению в лесах и на вырубках.

Разнообразие и обилие видов флоры и фауны в бореальных лесах напрямую связаны с постоянно меняющейся природной обстановкой. Это различные типы и возрастные сукцессии растительности и места обитания животных. Одним из основных факторов, поддерживающих биоразнообразие в природе, являются лесные пожары (Viereck, 1973).

Освоение территории Америки пришлыми людьми вызвало многочисленные изменения в бореальных лесах (Haggstrom, 1994). Они сформировали и представление, что пожары – это стихийное бедствие. Пожар воспринимался как угроза жизни людей и самому лесу. В противоположность этому местное население практиковало палы с целью локального изменения мест обитания животных за счет послепожарного повышения биораз-

нообразия лесных экосистем (Lutz, 1959; Lewis, 1982). Переселенцы препятствовали этой практике, и, в конце концов, она прекратилась.

В 1940 г. на Аляске была создана Служба Лесопожарного Контроля (Barney, 1971). Вначале это касалось только территории вблизи населенных пунктов, но с развитием технических возможностей распространилось и на отдаленные территории. По мере развития средств обнаружения и тушения пожаров в 1950-70 гг. ежегодно выгорающие площади лесов резко сократились (Kelleyhouse, 1979; Foote, 1983). Вместе с тем ученые и практики стали предупреждать правительство об отрицательных экологических последствиях полного исключения пожаров в бореальных лесах, подчеркивая, что такая политика приводит к доминированию темнохвойных лесов, повышенной их восприимчивости к насекомым и болезням, сокращению ранних сукцессионных стадий и уменьшению биоразнообразия (Kelleyhouse, 1978).

В начале 1970-х годов специалистам Лесной Службы США стало очевидно, что, несмотря на все возрастающие затраты на охрану лесов и применение современных технических средств в борьбе с пожарами, полностью исключить пожары в бореальных лесах невозможно (Pyne et. al., 1996). При планировании охраны лесов от пожаров уже не ставился вопрос о ликвидации всех пожаров, а была принята система «пожароуправления», которая предусматривала гибкий подход к пожаротушению. Для этого все леса Аляски были разбиты на 4 категории управления, начиная от полного исключения пожаров и, кончая территориями, на которых проводится лишь эпизодический надзор и где пожарам дают возможность выполнять их природную роль (Taylor et. al., 1983). Такое планирование позволило существенно сократить затраты на тушение пожаров в малонаселенных районах Аляски и вернуть пожарам их естественную роль.

В настоящее время система пожароуправления используется уже не только на слабо освоенных территориях Аляски, но и в бореальных лесах Америки как в государственных, так и частных, а также в заповедниках, независимо от площади.

Территория Аляски по своим природным условиям близка к Си-

бири, и опыт пожароуправления в лесах Аляски, несомненно, может быть полезен для наших лесов.

В 1993 г. в г. Мизула (шт. Монтана, США) прошел организованный различными министерствами и ведомствами США симпозиум, в котором приняли участие около 500 специалистов лесного хозяйства (Brown et.al., 1995). На симпозиуме обсуждались проблемы управления природными ресурсами и пожароуправлением в лесах диких территорий и национальных парков. Было отмечено, что самая трудная проблема для специалистов по ресурсоуправлению состоит в том, чтобы понять роль пожаров и дать оценку природным ресурсам на слабоосвоенных территориях (Jolly, 1995). Нельзя мешать лесным пожарам выполнять свою естественную функцию, если они не оказывают влияния на жизнедеятельность людей и не вызывают негативных изменений в окружающей среде. Это должно стать неотъемлемой частью современного социального и политического мышления. Как показал многолетний опыт, пожароуправление на этих территориях экономически эффективно, т.к. при использовании предписанных природных пожаров затраты на контролирование составляют всего 1/10 часть от затрат на тушение (Jolly, 1995).

Положительную роль играет пожароуправление в лесопромышленных зонах, где среди девственных лесов большие территории занимают вырубки. Одно из основных различий между рубкой леса и лесным пожаром состоит в том, что в первом случае большой объем биомассы физически устраняется с участка, а во втором – происходит его рециклирование. Для того чтобы возместить эти потери и смягчить экологические последствия рубок в эксплуатационных лесах, на вырубках следует проводить выжигания, чтобы обеспечить приток минеральных веществ в почву и другие полезные эффекты, вызываемые природными пожарами (Kelsall et al., 1977; Viereck and Schandelmeier, 1980; Haggstrom and Kelleyhouse, 1994).

Выше нами рассматривался опыт использования системы пожароуправления в бореальных лесах Америки. К сожалению, в России тактические приемы пожароуправления в системе охраны лесов от пожаров никогда не применялись, хотя первые попытки в этом направлении делаются. Вот уже 5 лет Институт леса СО РАН совмест-

но с Комитетом по лесу Красноярского края ведет опытно-промышленные контролируемые выжигания на вырубках в темно-хвойных лесах с целью снижения пожарной опасности и создания условий для лесовосстановления хвойных пород (Валендик и др., 2000). Получены первые результаты использования системы пожароуправления в лесах Красноярского края. База авиационной охраны лесов уже дифференцированно подходит к авиационной охране лесной территории и к тушению пожаров. Постепенно политика тушения всех пожаров начинает уступать дифференцированному планированию охраны лесов от пожаров, исходя из эколого-экономических и природных условий лесных территорий.

В настоящей работе представлены результаты контролируемых выжиганий на вырубках в горных лесах и предлагаются оптимальные технологии их использования как для снижения пожарной опасности на вырубках, так и создания условий для естественного и искусственного лесовосстановления.

## **Глава 2. Лесорастительные и климатические условия региона исследований и горимость лесов**

---

Исследования влияния лесных пожаров и контролируемых выжиганий на лесовосстановление вырубок в горных лесах проводились на территории Манского, Маганского и Саянского лесхозов. Эта территория по лесорастительному районированию отнесена к Алтае-Саянской горной лесорастительной области, охватывает Восточно-Саянскую горную лесорастительную циклоническую провинцию (ЛП) и сосредоточена в Манско-Канском округе горно-таежных и подгольцево-таежных лесов (Типы лесов, 1989; Коротков, 1994). Характеристика района исследований сделана на основе работ П. К. Красильникова (1961), С. В. Гудошникова (1963), Г. А. Зверевой (1966), А. Б. Жукова и др. (1969).

Восточный Саян – высокое нагорье, расчлененное долинами рек на ряд хребтов. Наиболее высокие из них – Манское и Канское белогорья и Агульские белки. В пределах Красноярского края Восточный Саян располагается своей северо-западной частью со средними высотами 600-1200 м. Наибольшие высоты (до 2200 м и выше) сосредоточены на крайнем юго-востоке по границе с Иркутской областью.

Климат Восточного Саяна континентальный и летом находится под влиянием западных влажных воздушных масс, а зимой – сибирского антициклона. Главный водораздельный хребет Восточного Саяна, протянувшийся с северо-запада на юго-восток, является в то же время и основным барьером при продвижении западных ветров, отделяя юго-западный склон с мягким и влажным климатом и северо-восточный с климатом более континентального характера. На юго-западном склоне Восточного Саяна выпадает до 1600 мм осадков при почти равномерном распределении их в течение года. На противоположном же склоне осадков вдвое меньше, и большая их часть приходится на летний период. Кроме того, расположение второстепенных хребтов относительно влажных западных ветров создает еще большую пестроту в распределении осадков и температур (Климатический атлас СССР, 1962). Эти особенности климата при-

водят к различию лесорастительных условий, следствием которых является разный характер высотной поясности на северо-восточном и юго-западном склонах Восточного Саяна (Куминова, 1965).

Манско-Канский округ располагается в северо-западной части Восточного Саяна и занимает территорию с разными формами рельефа и значительными колебаниями абсолютных высот, что обуславливает разнообразие климатических условий. На северо-западе округ граничит с Красноярско-Канской лесостепью, на юго-западе примыкает к Минусинской котловине. Юго-восточная граница отделяет его от Восточно-Тувинской провинции. С севера округ ограничивается Канской котловиной.

## **2.1. РЕЛЬЕФ, КЛИМАТ, ПОЧВЫ**

Район исследований характеризуется горным рельефом с абсолютными высотами над уровнем моря от 400 до 900 м. Некоторые горные вершины достигают высоты 1500 м. Долины многочисленных рек и ручьев узкие и глубокие. Крутизна склонов колеблется в пределах от 5 до 35°. Особенно глубоко врезаны долины рек Мана, Колба и Жержул.

В формировании почв в горных условиях определяющее значение имеют элементы рельефа: экспозиция, крутизна склонов и высота над уровнем моря. Эти факторы в сочетании с характером лесной растительности обуславливают особенности развития почв. Наиболее распространены на этой площади дерновые почвы различной степени оподзоленности. В долинах рек распространены торфяно-подзолистые почвы, реже встречаются луговые. По механическому составу это обычно суглинки, иногда супеси. На нижних и средних частях склонов формируются дерново-слабоподзолистые средне щебнистые почвы. Они отличаются плодородием и приурочены к зеленомошным и осочково-разнотравным типам леса. На пологих склонах северных экспозиций формируется менее распространенные серые лесные суглинистые почвы.

Климат района исследований характеризуется умеренно теплым летом и относительно холодной зимой. Средняя месячная температура воздуха самого теплого месяца составляет 16,4°C, максимальная

достигает 38°C (табл. 2.1). Это район избыточного увлажнения, среднегодовое количество осадков достигает 604 мм. Основное их количество выпадает в летние месяцы и в сентябре. В июле-августе осадки могут быть в виде ливней. Весна довольно сухая.

Устойчивый снежный покров лежит более пяти месяцев. Осенний переход от окончания вегетационного периода до установления снежного покрова длится около 25 дней. Продолжительность времени между полным сходом снежного покрова и наступлением вегетации у растений составляет в среднем 10 дней. Средняя высота снежного покрова под пологом леса – 56 см, на открытых участках – 22 см. Наибольшей высоты снежный покров достигает в первой декаде марта. Склоны южных экспозиций освобождаются от снега на 5-10 дней раньше, чем северные. На открытых участках местности почва может промерзать на глубину до 240 см.

Преобладающими во все времена года являются ветра юго-западного и западного направлений. Среднегодовая скорость их колеблется от 1,6 и до 2,6 м/сек (причем наибольшую скорость имеют ветра преобладающих направлений). Самыми ветренными месяцами являются май и июнь, что значительно повышает пожарную опасность в это время года.

Продолжительность вегетационного периода достигает в горной части 135 дней и 149 – в лесостепной. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 96 дней с колебаниями в отдельные годы от 79 до 105 дней. Заморозки возможны в любой месяц года, абсолютные колебания температур достигают 96° C.



Таблица 2.1

**Средние многолетние показатели температуры и влажности воздуха и количества осадков по м/с. Колба**

Месяцы	Температура воздуха, °С			Количество осадков, мм	Средняя относительная влажность
	Средняя	Абсолютная минимальная	Абсолютная максимальная		
Январь	-18,9	-58	6	15	77
Февраль	-15,9	-46	11	14	75
Март	-9,3	-41	19	18	71
Апрель	-1,2	-35	27	37	69
Май	6,1	-20	34	56	65
Июнь	13,3	-6	37	82	72
Июль	16,4	-3	38	103	79
Август	13,2	-5	36	95	84
Сентябрь	6,8	-13	32	73	83
Октябрь	-0,4	-33	24	49	78
Ноябрь	-10,4	-50	12	36	77
Декабрь	-16,9	-51	8	26	78
За год	-1,4	-58	38	604	76

Таким образом, климат района исследования континентальный с умеренно теплым летом, относительно холодной зимой с устойчивым снежным покровом и небольшим количеством осадков весной. В этот период в лесу и на вырубках наблюдается высокая пожарная опасность, которой способствует низкая относительная влажность воздуха в сочетании с сильными ветрами и наличием сухого рыхлого травяного покрова.

## 2.2. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ РЕГИОНА

Территория района исследований входит в состав Восточно-Саянской лесорастительной провинции и находится в Манско-Канском округе горно-таежных и подгольцово-таежных лесов (Типы лесов..., 1980). В значительной части провинции структура вертикальной поясности довольно проста: низкогорные светлохвойные леса непосредственно сменяются горно-таежными пихтово-кедровыми лесами и далее подгольцовыми кедровниками.

Пояс светлохвойных лесов располагается в пределах низкогорья и

частично среднегорья (300-700 м) и представлен лиственнично-сосновыми и лиственничными лесами. Сосновые леса по берегам крупных рек и их притоков занимают склоны, отличающиеся иногда значительной крутизной. Лишь в бассейне Кана сосняки располагаются на более спокойных холмисто-увалистых формах широких междуречных пространств. В настоящее время они в значительной степени вырублены или подвергаются пожарам, вследствие чего большие площади заняты вторичными – березовыми или осиновыми лесами. Для сосняков низкогорного пояса характерна довольно большая их однородность, выражающаяся в общности расположения по элементам рельефа, в составе древостоя и флористическом составе нижних ярусов.

По выпуклым склонам северной экспозиции распространены сосняки зеленомошной группы с древостоями III класса бонитета, с примесью лиственницы, пихты и кедра. В подросте темнохвойные породы. Нижние ярусы образованы брусникой со значительным количеством видов разнотравья и зелеными мхами. Зеленомошная группа сосняков представлена на территории провинции фрагментарно.

Самые обширные площади заняты сосняками разнотравной группы типов леса на дерново-лесных почвах. Древостои, как правило, перестойные, II-III класса бонитета, с примесью лиственницы, в значительной степени подвергавшиеся воздействию пожаров, рубке, подсочке. Возобновление сосны незначительно, в подросте преобладают лиственные породы. Густой ярус подлеска из *Salix caprea*, *Spiraea media*, *Cotoneaster melanocarpa*. Травяно-кустарничковый ярус очень богат. Доминируют осочка (*Carex macroura*), злаки (*Poa sibirica*, *Brachypodium pinnatum*, *Melica nutans*, *Calamagrostis arundinacea*) и разнотравье, представленное большим количеством бобовых (*Lathyrus humilis*, *L. frolovii*, *Vicia unijuga*, *V. venosa*), лютиковых (*Cimicifuga foetida*, *Anemone reflexa*, *Trollius asiaticus*) и др. Мхи встречаются изредка, преимущественно по валежу.

Сосняки разнотравной группы типов леса образуют несколько типов в зависимости от доминирования тех или иных видов нижних ярусов и положения в рельефе (сосняки осочково-разнотравные, со-

сняки спирейно-разнотравные, сосняки кустарничково-разнотравные, сосняки осочково-орляковые и др.).

В специфических ксерофитных условиях крутых южных склонов с маломощными почвами и выходами материнских пород небольшими площадями встречаются сосняки сухо кустарниковой группы типов леса. Они отличаются большим развитием подлеска из желтой акации (*Caragana arborescens*), кизильника (*Cotoneaster melanocarpa*). Древостои невысокой полноты, III-IV класса бонитета, с небольшой примесью лиственницы, пихты и ели, в значительной степени подвержены ветровалам и пожарам. Подрост из сосны. Травяно-кустарничковый ярус редкий, особенно на смытых участках, и представлен ксерофитным разнотравьем: *Carex alba*, *Bupleurum scorzonifolium*, *Chrysanthemum sibiricum*, *Aster alpinum* и др. Моховой покров из пятен *Rhizidium rugosum*. Леса этого типа расположены обычно по берегам крупных рек (Мана, Базаиха, Дербина) и имеют большое водоохранное и почвозащитное значение.

Темнохвойный пояс среднегорья господствует на высотах 700-1300 м и отличается сплошным распространением пихтово-кедровых и кедровых лесов. Господствует зеленомошная группа кедровников. Для нее характерны большая сомкнутость древостоя, примесь пихты по склонам, а в долинах – ели, слабое развитие подлеска и однообразие мохового и травяно-кустарничкового ярусов. Древостои в основном перестойные, естественное возобновление хорошее. После пожаров и сплошных рубок восстановление идет через смену пород. Широкое распространение зеленомошных кедровников характерно для континентального склона Восточного Саяна (Красильников, 1961; Гудошников, 1963; Чередникова 1963; Типы лесов..., 1980).

Самые большие площади заняты кедровниками чернично-зеленомошными на горных дерново-лесных подзолистых почвах. П. К. Красильников (1961) выделил их в отдельную группу типов, которые различаются по лесорастительным условиям, производительности древостоев, по наличию тех или иных субдоминантов в травяно-кустарничковом ярусе. Черничные кедровники большими

массивами встречаются по склонам и вершинам средневысотных гор (700-1000 м). Древостои III-IV класса бонитета с примесью пихты до 2-3 единиц состава. Возобновление хвойными хорошее.

Части склонов по берегам рек заняты кедровниками IV (V) класса бонитета с примесью ели. В травостое преобладают *Carex iljinii*, *Carex globularis*.

Слабодренированные местообитания, а также крутые затененные склоны северной экспозиции представлены кедровниками мшистой группы типов леса IV (V) класса бонитета. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют голубика и багульник, а мощный моховой покров сложен зелеными мхами, а также *Politrichum commune*, *Aulacomnium palustre*, *Ptilidium ciliare* и сфагновыми мхами. Мшистая группа характерна для восточной части провинции.

Крутые каменистые склоны заняты баданово-багульниковыми кедровниками с угнетенными низкорослыми древостоями V класса бонитета.

Небольшими участками на мощных слабоподзоленных почвах (русла временных водотоков) встречаются кедровники крупнотравной группы III класса бонитета. Эти кедровники отличаются значительной примесью пихты в древостое, неравномерной сомкнутостью полога и редким подростом, но пышным развитием подлеска и травяного покрова из крупнотравья: *Aconitum exelsum*, *Veratrum lobelianum*, *Cirsium heterophyllum*, *Delfinium elatum*, папоротников.

Крутые южные склоны со щебнистыми почвами, часто на карбонатных породах, заняты кедровниками осочковыми III класса бонитета с примесью в составе лиственницы сибирской. В травяном покрове господствует мезо-ксерофитное разнотравье (*Carex macroura*, *Cimicifuga foetida*, *Iris ruthenica*, *Saussurea controversa*); густой подлесок из *Rosa acicularis*, *Cotoneaster melanocarpa*, *Caragana arborescens*, *Spiraea media*.

Верхнюю границу леса провинции образуют подгольцовые кедровники с куртинным низкорослым древостоем V класса бонитета и подлеском из рододендрона (*Rhododendron chrysanthum*). Широкое распространение кашкарниковых кедровников для северного склона Восточного Саяна отмечается рядом авторов (Красильников, 1961;

Гудошников, 1963).

Небольшими участками в наиболее благоприятных условиях встречаются крупнотравные субальпийские кедровники, чередующиеся с луговинами (Красильников, 1961).

На границах с горной тундрой имеются фрагменты лишайниковых подгольцовых кедровников, отмеченные Красильниковым (1961) в верховьях Агула и Кизира. Верхняя граница леса проходит на высоте 1400-1600 м.

Там, где расположение второстепенных хребтов приближается к меридианному, структура вертикальной поясности усложняется: светлохвойный пояс на высоте 400-600 м сменяется темнохвойными пихтовыми лесами. Здесь хребты стоят на пути влажных воздушных масс, и по мере увеличения высоты местности континентальность климата падает, что позволяет пихте образовывать самостоятельную формацию. Такая картина наблюдается в восточной части провинции в междуречье Агула и Кунгуса (Гудошников, 1963), в верховьях р. Пойма (Зверева, 1966).

Пихтовые леса располагаются на предгорных пространствах (350-600 м), где наиболее часто встречается зеленомошная группа типов леса с древостоями I-II класса бонитета.

Крупнотравные пихтовые леса с реликтами третичной флоры занимают небольшие участки. Древостои в этих лесах I-II класса бонитета, мощно развит подлесок и травостой из мезофитов. Из реликтов отмечены *Galium triflorum*, *Asperula odorata*, но черневой характер лесов, в отличие от соседней северной Алтае Саянской провинции, выражен значительно меньше.

Еловые леса занимают очень ограниченные площади и приурочены к долинам рек и ручьев. Встречаются во всех поясах и образуют осоковые, сфагновые, травяные, зеленомошные группы типов леса.

Лиственничные леса провинции сосредоточены в основном в бассейне Маны и Кана на серых лесных почвах. В настоящее время они вырублены на больших площадях и представляют редкостойные лиственничники паркового типа, используемые часто как сенокосные угодья. Они занимают пологие склоны в низкогорной части. Широко распространены высокопродуктивные лиственничники I класса бо-

нитета с густым травостоем из злаков и мезофитного крупнотравья.

### **2.3 ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Особенностью географического положения района исследований является наличие отличающихся по природно-климатическим условиям низкорослых горно-таежных ландшафтов, которые также различаются по занимаемой площади и степени освоенности территории (табл. 2.2).

Район исследований расположен на территории Маганского, Манского и Саянского лесхозов, которые являются репрезентативными для Восточно-Саянской лесорастительной провинции и включают следующие лесорастительные пояса: подтаежно-лесостепной, горно-таежный и подгольцово-субальпийский. В подтаежно-лесостепном лесорастительном поясе леса вырублены еще в начале века, а лесные площади в большинстве случаев используются под сельхозугодья. Эксплуатационные леса сосредоточены в горно-таежном поясе, где в последнее время интенсивно осваивались и к настоящему времени большей частью вырублены. В связи с этим у сохранившихся древостоев изменилась возрастная и типологическая структура.

Типологическое разнообразие лесов на территории лесхозов представлено зеленомошной, разнотравной и крупнотравной группами типов леса, соотношение которых определяется условиями произрастания (табл. 2.3).

Таблица 2.2

**Географическое положение объектов исследований**

Лесхоз	Площадь, га	Географические координаты	Диапазон абсолютных высот над у. м.
Маганский	170974	55°15' – 55°50' с.ш., 92°35' – 93°35' в.д.	300 – 700
Манский	418393	54°37' – 56°08' с.ш., 93°00' – 94°00' в.д.	400 – 900
Саянский	542357	54°05' – 55°31' с.ш., 94°40' – 95°50' в.д.	600 – 1200

Таблица 2.3

**Соотношение групп типов леса на территории обследованных лесхозов, %**

Группы типов леса	Маганский	Манский	Саянский
Зеленомошная	20	58	48
Разнотравная	64	10	8
Крупнотравная	16	32	2
Другие	-	-	42

Маганский лесхоз (170974 га) расположен на северо-западных отрогах Восточного Саяна в интервале абсолютных высот 350-690 м над у. м. и занимает горно-таежный лесорастительный пояс в низкоротной части, непосредственно примыкающий к лесостепной зоне. Территория лесхоза характеризуется резко континентальным климатом.

Зима продолжительная (5-5,5 месяцев), малоснежная и морозная. Средняя температура воздуха самого холодного месяца января от -17 до -18,5°C. Абсолютный минимум колеблется от -45 до -57°C. Лето 3-3,5 месяцев, продолжительность его уменьшается с увеличением высоты местности. Средняя июльская температура воздуха изменяется от 16,7 до 18,4°C, абсолютный максимум достигает соответственно 36 и 39°C. Продолжительность безморозного периода в низкоротье 115-120 дней. Глубина промерзания грунтов 220-230 см. Годовое количество осадков в зависимости от высоты местности колеблется от 410 до 600 мм. Территория лесхоза относится к зоне достаточного увлажнения.

Климатические условия района благоприятны для произрастания

древесно-кустарниковой растительности. Однако из неблагоприятных факторов следует отметить ранние осенние и поздние весенние заморозки, которые более всего характерны для горной части лесхоза. Малое количество осадков в мае-июне способствует возникновению лесных пожаров.

Значительная расчлененность территории и характер гидросети указывает на проявление эрозионных процессов. Степень и характер эрозии проявляется различно. По геологическому строению территория неоднородна, что обусловило разнообразие почвенного покрова. Наиболее распространены серые лесные почвы, сформированные на красно-бурых глинах и суглинках девонских отложений. На пологих междуречьях и склонах небольшой крутизны развиты дерново-подзолистые почвы. Дерново-карбонатные, сравнительно плодородные, но сильно щебнистые, развиваются на карбонатных породах и занимают склоны южных экспозиций. Особенности, отличающими почвы горных территорий от равнинных, являются небольшая мощность почвенного профиля, щебнистость или хрящеватость, дренированность. Доля почв с признаками избыточного увлажнения составляет не более 15 %. Местами наблюдаются выходы горных пород и скопление грубого обломочного материала (продуктов разрушения горных пород).

По механическому составу почвы суглинистые, связанные с подстилающими материнскими породами: желто-бурые тяжелые суглинки и коричнево-бурые легкие глины. Тяжелый механический состав верхних горизонтов почв обуславливает слабую водопроницаемость, но в силу горного рельефа заболачивания не наблюдается. По влажности преобладают свежие суглинки (54,7 %).

В лесном фонде не покрытые лесом площади представлены вырубками, доля которых достигает 72 %. Преобладают насаждения V-VIII классов возраста; средний возраст хвойных насаждений – 82 года, лиственных – 60 лет. Наибольший возраст у кедровников – 162 года. Средний класс бонитета – III, средняя полнота древостоя – 0,63, средний запас – 170 м<sup>3</sup>/га.

Распределение лесов по породному составу основных лесобразующих видов древесных растений следующее: пихтовые – 27 %,



березовые – 22 %, сосновые – 21 %, осиновые – 17 %. В типологической структуре наблюдается скоррелированность лесообразователей с типами леса и условиями местообитания.

Кедровники разнотравные и крупнотравные занимают пологие склоны разных экспозиций на свежих и влажных почвах, кедровники зеленомошные распространены на плоских водоразделах, пологих склонах северной экспозиции, свежих и влажных суглинках. Возобновление – 4-6 тыс. шт./га.

Сосняки, на 80 % представленные разнотравной группой типов леса, произрастают на сухих и свежих суглинистых серых лесных почвах, занимая склоны южной экспозиции различной крутизны. Возобновление удовлетворительное – 2,5-6 тыс. шт./га. Сосняки крупнотравные пирогенного происхождения на дерновых слабоподзолистых почвах приурочены к плакорам, возобновляются сосной и пихтой.

Лиственничники представлены разнотравной и зеленомошной группами типов леса, занимающими различные гипсометрические уровни. Лиственничники разнотравные на серых лесных оподзоленных почвах распространены преимущественно по верхним частям склонов южной экспозиции со значительной примесью в составе травостоя осоки большехвостой и обычно приурочены к карбонатным породам. Возобновление – 3-6 тыс. шт./га. Лиственничники зеленомошные занимают пологие придолинные склоны на супесчаных сухих и свежих дерново-подзолистых почвах. Возобновление темнохвойными (ель, пихта) – 3-3,5 тыс. шт./га.

Ельники произрастают в долинах рек и ручьев на суглинистых влажных и сырых дерново-подзолистых почвах с признаками оглеения. Наиболее дренированные участки заняты ельниками зеленомошными. Ельники приручейные с хорошо развитым травяным покровом из крупных трав и папоротников преобладают в местообитаниях с проточным увлажнением. Ельники травяно-болотные занимают участки с застойным увлажнением на торфянисто-перегнойных почвах. Возобновление в еловых лесах колеблется от 2 до 6,5 тыс. шт./га елью и пихтой.

Пихтарники широко распространены на территории лесхоза и занимают 44 % покрытой лесом площади. Наиболее представленной группой типов леса являются пихтарники разнотравные, доля которых составляет 46 % от всех пихтовых лесов. Они занимают верхние части пологих склонов всех экспозиций крутизной 10-20° и произрастают на серых лесных и слабоподзолистых суглинках. Возобновление темнохвойными породами от 2 до 5 тыс. шт./га. Пихтарники зеленомошные приурочены к склонам крутизной 5-30° всех экспозиций на маломощных дерново-подзолистых почвах с хорошо развитым ярусом из кустарничков и с проективным покрытием зеленых мхов 50-70 %. Возобновление темнохвойными неудовлетворительное.

В лиственных насаждениях доминируют разнотравные березняки и осинники. Доля березняков составляет 56 % от всех лиственных насаждений.

На 60 % площади спелых и перестойных насаждений лесхоза возобновление под пологом леса хозяйственно ценными древесными породами можно считать достаточным.

Возобновление на вырубках в большинстве случаев происходит со сменой пород на 38 % от всех вырубок, а на 3 % оно полностью отсутствует. За последние 10 лет возобновились вырубки на площади 7657,7 га, из них большая часть со сменой пород (табл. 2.4).

Таким образом, в мерах содействия естественному возобновлению, необходимых для улучшения породного состава формирующихся насаждений, нуждается 1/3 часть вырубленных площадей.

Таблица 2.4

**Характеристика смены пород в пределах типов леса**

Типы леса	Площадь возобновившихся, га	В том числе, %	
		Хвойные	Лиственные
Сосняки			
Брусничные	7,5	-	100
Разнотравные	162	31	69
Вейниково-разнотравные	424	7	93
Осочково-разнотравные	442,1	14	86
Крупнотравные	106,3	64	36
Лиственничники			
Осочково-разнотравные	6,0	-	100
Брусничные	4,0	-	100
Разнотравные	10	-	100
Крупнотравно-вейниковые	101,0	-	100
Разнотравно-зеленомошные	190,1	-	100
Злаково-разнотравные	186,0	72	28
Ельники			
Черничные	51,0	100	-
Кисличные	21,0	100	-
Хвощево-вейниковые	57,0	100	-
Приручейные	125,0	70	30
Пихтарники			
Черничные	232,2	8	92
Крупнотравно-папоротниковые	1696,0	88	12
Мелкотравно-зеленомошные	1007,0	35	65
Зеленомошно-мелкотравные	91,0	-	100
Осочковые	2544,8	52	48
Вейниково-крупнотравные	145,7	2,5	97,5
Вейниковые	18,0	100	-
Лабазниково-хвощевые	13,0	100	-
Вейниково-разнотравные	17,0	18	82
Итого по вырубкам	7657,7	-	-

Манский лесхоз расположен на северных отрогах Восточного Саяна, большая часть его территории относится к горно-таежному лесорастительному поясу, а южная – к подтаежно-лесостепному. Абсолютные высоты изменяются в пределах 400-900 м над у. м. Наибо-

лее выраженным горным рельефом отличается среднее течение р. Маны. Рельеф в верхнем течении Маны, несмотря на общую приподнятость территории, более пенеэплезирован, с менее крутыми склонами. Климат резко континентальный с холодной и продолжительной зимой. Средняя многолетняя температура января –  $-18,9^{\circ}\text{C}$ , июля –  $+16,4^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность вегетационного периода в горной части 135 дней. Количество осадков колеблется от 695 мм (м/с Колба) до 403 мм (м/с Шало). Все эти факторы, действуя в совокупности, и определяют неоднородность лесорастительных условий, хотя почвенный покров района довольно однороден.

В формировании почв в горных условиях определяющее значение имеют высотная поясность, условия почвообразования, крутизна и экспозиция склонов. В подавляющем большинстве, за исключением долин рек, где повсеместно развиты торфяно-подзолистые, реже луговые, почвы района исследований дерново-подзолистые различной степени оподзоленности. По механическому составу это суглинки и супеси, по влажности - свежие. Дерново-подзолистые почвы маломощные (почвенный профиль 60-70 см) с небольшим гумусовым горизонтом (10-15 см) и незначительным содержанием фракций мелкого щебня. Почвенный покров различается по экспозиции и гипсометрическому уровню склонов.

На нижних и средних частях склонов сформировались дерново-слабоподзолистые средне щебнистые почвы. Эти почвы отличаются достаточно высоким плодородием и связаны с зеленомошной группой типов леса. На верхних и средних частях склонов южной экспозиции развиты дерновые слабооподзоленные хрящеватые почвы, характерные для осочково-разнотравных типов леса. На пологих склонах северной экспозиции формируются менее распространенные серые лесные суглинистые почвы, которые характеризуются наибольшим плодородием.

Типологическое разнообразие лесов невелико и представлено следующими группами типов леса: осочково-разнотравной, крупнотравной, зеленомошной и бадановой. Наибольшее распространение

имеют осочково-разнотравная и крупнотравная группы типов леса. На долю зеленомошной приходится половина от всей покрытой лесом площади. Бадановая группа типов леса имеет локальное распространение в основном на верхней границе леса и чаще всего связана с интрузивными породами. Осочково-разнотравная группа типов леса доминирует во всех формациях, но более всего характерна для пихтарников; зеленомошная группа типов леса присутствует только в темнохвойной формации, что касается осинников спирейных, березняков долгомошных и кедровников зеленомошно-сфагновых, то они имеют локальное распространение и занимают определенные местоположения (табл. 2.5).

Обеспеченность подростом под пологом перестойных и спелых насаждений – 86 %. Осинники и березняки обеспечены значительно хуже. Лесовосстановительный период вырубок – 10-12 лет, гарей – 15-18 лет. Возобновление происходит преимущественно естественным путем на 83 % вырубленной площади, из них на 46 % преобладают хвойные, гари возобновляются лиственными. В целом для лесхоза наблюдается ухудшение породного состава лесного фонда.

Саянский лесхоз, как и два предыдущих лесхоза, расположен на территории двух лесорастительных округов, относящихся к равнинной и горной частям Восточно-Саянской лесорастительной провинции. Основная часть территории лесхоза расположена на северных склонах Восточного Саяна. Рельеф местности сильно расчлененный, средние отметки высот в пределах 600-1200 м над у. м. Наибольшие гипсометрические отметки отмечаются на юге и юго-востоке территории и достигают 2200 м над у. м.

Таблица 2.5

**Типологическая структура лесов Манского лесхоза (% от лесопокрытой площади по основным группам типов леса в формациях)**

Группа типов леса	Занимаемая площадь, %
Сосняки зеленомошные	8
крупнотравные	3
осочково-разнотравные	19
Лиственничники зеленомошные	2
крупнотравные	1
осочково-разнотравные	3
Кедровники бадановые	29
зеленомошные	35
зеленомошно-сфагновые	100
крупнотравные	22
осочково-разнотравные	10
травяно-болотные	13
Ельники зеленомошные	10
крупнотравные	13
осочково-разнотравные	15
Пихтарники бадановые	71
зеленомошные	45
крупнотравные	41
осочково-разнотравные	15
Березняки крупнотравные	11
осочково-разнотравные	32
долгомошные	100
Осинники крупнотравные	9
осочково-разнотравные	20
спирейные	100

Распределение лесов в горной части подчиняется вертикальной поясности. Пояс светлохвойных лесов располагается в пределах низкогогорья и среднегорья до высоты 900 м над у. м. Сосновые леса занимают относительно крутые склоны по берегам рек и их притоков. В бассейне р. Кан, на холмисто-увалистых формах рельефа, они произрастают в наиболее освоенной части территории, вследствие чего сильно расстроены рубками и пожарами. Здесь они сменяются бере-

зово-осиновыми лесами. Преобладают сосняки разнотравной группы типов леса на дерново-лесных почвах. Лиственничники также сосредоточены в бассейне р. Кан. По долинам его притоков, в силу своей приуроченности к карбонатным породам и лучшей приспособленности к суровым климатическим условиям, они глубоко внедряются в темнохвойный пояс до высоты 1100-1300 м над у. м (лиственничники долгомошно-зеленомошные и сфагновые IV-V класса бонитета).

Темнохвойный горно-таежный пояс господствует в среднегорье на высоте 700-1300 м и отличается сплошным распространением пихтово-кедровых и кедровых лесов. Господствует зеленомошная группа кедровников III-IV классов бонитета.

Верхнюю границу леса образуют подгольцовые кедровники V-Va классов бонитета с куртинным расположением и подлеском из рододендрона золотистого. Почвы под лесами темно-серые или бурые, дерновые или дерново-подзолистые на глинах и суглинках, в долинах – дерново-перегонные и торфянистые.

В предгорьях на высоте 500-700 м в лесах распространены дерново-подзолистые почвы тяжелого и среднего мехсостава. В горах – маломощные, щебнистые, подзолистые, дерново-подзолистые, горно-луговые, горно-тундровые.

Климат района резко континентальный и находится под влиянием влажных западных воздушных масс летом и сибирского антициклона – зимой. К климатическим факторам, отрицательно влияющим на рост и развитие древесной растительности, относятся: поздние весенние и ранние осенние заморозки, сильные ветры бурового характера, вызывающие ветровал и бурелом в темнохвойных насаждениях.

В типологической структуре преобладает зеленомошная (11-32 %) и осочково-разнотравная (12-62 % от лесопокрытой площади) группы типов леса, также высока доля бадановой в кедровой формации (табл. 2.6).

Таблица 2.6

**Типологическая структура лесов Саянского лесхоза (% от лесопокрытой площади по основным группам типов леса в формациях)**

Группа типов леса	Занимаемая площадь, %
Кедровники осочково-разнотравные	4
крупнотравные	менее 1
зеленомошные	37
разнотравные пойменные	менее 1
бадановые	25
осоково-долгомошные	28
багульниково-сфагновые	5
Сосняки осочково-разнотравные	62
крупнотравные	9
зеленомошные	26
разнотравные пойменные	2
Лиственничники осочково-разнотравные	34
крупнотравные	5
зеленомошные	32
разнотравные пойменные	2
бадановые	10
осоково-долгомошные	11
Ельники осочково-разнотравные	12
крупнотравные	13
зеленомошные	17
разнотравные пойменные	54
осоково-долгомошные	2
багульниково-сфагновые	2
Березняки осочково крупнотравные	49
крупнотравные	7
зеленомошные	32
разнотравно-пойменные	9
осоково-долгомошные	2
Осинники разнотравные	74
крупнотравные	14
зеленомошные	11

Возобновление леса под пологом спелых и перестойных насаждений во всех типах леса, кроме баданового, протекает удовлетворительно в сосняках, пихтарниках и лиственничниках. В березняках, осинниках и кедровниках хвойное возобновление в достаточном ко-



личестве имеется только в зеленомошной группе типов леса.

Процесс возобновления на не покрытых лесом площадях протекает медленно и в основном с преобладанием лиственных пород. К насаждениям, не соответствующим воспроизводству хозяйственно ценных хвойных пород, отнесены все производные березняки и осинники осочково-разнотравной группы типов леса.

## **2.4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ЛЕСОВ**

Оценка динамики любой системы должна базироваться на знаниях о ее структуре. Структурно-динамический подход основан на соотношении между процессами и явлениями в пределах целостных подразделений природной среды, обладающих устойчивостью, но подверженных непрерывному изменению под влиянием спонтанных и антропогенных факторов. К таким структурам можно отнести лесные экосистемы. Причиной потери их устойчивости могут быть необратимые изменения структурных элементов в результате саморазвития или под воздействием внешних факторов, в том числе и хозяйственной деятельности человека.

Экологическая оценка состояния лесов определяет, насколько полно и соответственно своим природным особенностям леса выполняют экологические функции. А. С. Шейнгаузом и А. П. Сапожниковым (1983) разработана классификация функций лесных ресурсов. К группе экологических функций относятся ландшафтно-стабилизирующие (водорегулирующая, стокорегулирующая, почвозащитная, противоэрозионная, склонозащитная, ветрозащитная и др.). К экологическим примыкают функции, относимые к социальному классу (рекреационная, санитарно-гигиеническая), хозяйственно-экологическому (дорожно-защитная, полезащитная, противоселевая, лавинозащитная, охотоохранная и др.).

Оценка ресурсных функций, отражающих современную продуктивность лесов (запасы фитомассы и отдельных ее компонентов), позволяет точнее показать эффект действия различных ландшафтно-стабилизирующих функций. Нормальное функционирование лесных экосистем обеспечивает стабильность и устойчивость всего ланд-

шафта, и благоприятную среду для существования людей и их хозяйственной деятельности.

Выполнение лесной экосистемой всех свойственных ей функций обеспечивается при условии целостности экосистемы и всех ее компонентов. Нормально функционирующими могут считаться коренные экосистемы, характерные для зональных, подзональных или высотно-поясных подразделений какого-либо региона. Нарушение всей лесной экосистемы или даже отдельных ее компонентов приводит к качественному (или количественному) снижению выполняемых ею функций или полной их утрате. С восстановлением экосистемы восстанавливается и ее функциональная роль.

Современное состояние лесных экосистем может оцениваться уровнем их соответствия зональным или высотно-поясным условиям по структуре, составу, производительности и функциям, а также характером и масштабами их нарушенности.

Факторы, разрушающие лесные экосистемы, делятся на две категории: естественные (природные) и антропогенные. К антропогенным относятся лесные пожары по вине человека, рубки леса, разработка месторождений полезных ископаемых, строительство социальных и промышленных объектов, техногенное атмосферное загрязнение, создание на месте леса сельхозугодий, выпас скота, рекреация. К природным можно отнести лесные пожары от молний, ветровалы, вспышки энтомовредителей, эпизоотии и эпифитотии, сели, лавины, наводнения, естественный распад древостоя при его старении, экстремальные условия для леса на границе его экологического ареала.

Главный компонент лесной экосистемы – ее эдификатор-древостой. Полное его разрушение ведет к нарушению экологических функций, влекущее за собой изменение, а в конечном итоге разрушение компонентов биоценоза. Степень нарушенности экологических функций лесной экосистемы зависит от глубины трансформации и интенсивности действия фактора нарушения. Экологическая оценка состояния лесов данного региона определяется соотношением коренных и нарушенных экосистем.

Анализ нарушенности лесных экосистем в Манско-Канском окру-

ге горно-таежных лесов Восточно-Саянской лесорастительной провинции на примере Крольского и Унгутского лесничеств, занимающих различные гипсометрические уровни и отличающихся по структуре растительности и масштабам хозяйственной деятельности, проводился по методическим рекомендациям Ю. Н. Краснощекова, И. А. Короткова и Ю. С. Чередниковой (1990). По занимаемой площади эти лесничества различаются незначительно. Общая площадь Унгутского лесничества – 90685 га или 21,7 % от площади лесхоза, Крольского – 97798 и 23,4 %.

Оценка состояния нарушенных лесных участков может быть дана по состоянию ее ведущего фактора – растительности. Глубина негативных процессов, происходящих в лесной экосистеме, зависит от степени нарушенности ее главного компонента – древостоя.

Критерием нарушенности является выраженная в процентах доля уничтоженного древостоя на учетной площадке. Степень нарушенности контура или выдела оценивается по процентному соотношению суммы площадей нарушенного участка к площади контура или выдела (табл. 2.7)

Таблица 2.7

**Критерии оценки нарушенности лесных участков (Краснощев и др., 1990)**

Балл	Степень нарушенности территории	Критерии оценки
0	Ненарушенная	менее 10 %
1	Слабая	10-25 %
2	Средняя	26-50 %
3	Сильная	51-75 %
4	Очень сильная	более 75 %

Нарушенные леса на момент обследования могут быть представлены различными стадиями деградации и восстановления, которые называются категориями состояния нарушенных экосистем. Нами приняты следующие категории состояния: хвойные молодняки, средневозрастные древостои, производные березняки и осинники, гари, вырубki. Кроме того, фиксируются непокрытые лесом площади, возникшие в результате необратимых смен на месте лесов.

Основными причинами нарушения лесных экосистем региона являются интенсивная рубка леса и лесные пожары, чему в немалой степени способствуют климатические условия района (см. раздел 2.1).

Во всех темнохвойных лесных формациях присутствует полный набор структурных элементов, тогда как в лиственничниках отсутствуют припевающие, что может указывать на увеличение площади темнохвойных лесов в процессе демутаций (табл. 2.8).

Сравнивая структуру формаций по лесничествам, следует отметить, что долевое участие в составе формаций молодняков варьирует в широких пределах: от 35-73 % – в Унгутском лесничестве, 29-64 % – в Крольском; доля средневозрастных насаждений составляет 27-50 % и 23-68 % соответственно. Однако доля припевающих в обоих лесничествах значительно ниже и находится в пределах 7-23 %.

Нарушенные лесные экосистемы в природе в зависимости от степени и давности нарушения находятся на различных этапах сукцессионного процесса (дигрессии или демутации). Анализ материалов лесоустройства, проведенного в 1998 году, на примере двух лесничеств выявил следующее: леса Унгутского лесничества на момент обследования сильно нарушены, тогда как леса Крольского имеют среднюю степень нарушенности (табл. 2.9).

Таблица 2.8

Структура формаций лесов Манского лесхоза (% от лесопокрытой площади)

Формация	Элемент структуры	Лесничества	
		Унгутское	Крольское
Кедровая	Молодняки	40	64
	Культуры	20	4
	Средневозрастные	39	23
	Приспевающие	1	9
Итого		100	100
Сосновая	Молодняки	42	42
	Культуры	>1	13
	Средневозрастные	37	41
	Приспевающие	20	4
Итого		100	100
Лиственничная	Молодняки	73	32
	Культуры	-	-
	Средневозрастные	27	68
	Приспевающие	-	-
Итого		100	100
Пихтовая	Молодняки	35	21
	Культуры	-	-
	Средневозрастные	43	63
	Приспевающие	22	16
Итого		100	100
Еловая	Молодняки	43	29
	Культуры	1	-
	Средневозрастные	49	66
	Приспевающие	7	5
Итого		100	100

По всем категориям состояния площади лесов, находящиеся на разных стадиях восстановления, в Унгутском лесничестве в 1,5-2,6 раза выше, чем в Крольском. Площадь вырубок в обоих лесничествах различается в пределах 1 % (табл. 2.9). Гарей в Унгутском лесничестве в 7 раз больше, чем в Крольском; из чего можно заключить, что основным фактором нарушения лесов в данном лесничестве являются лесные пожары. Поэтому здесь необходимы мероприятия по снижению пожарной опасности.

Таблица 2.9

**Соотношение категорий состояния лесов Манского лесхоза**

Категории состояния	Площадь, га	% нарушенности	Площадь, га	% нарушенности
	Унгутское		Крольское	
Молодняки	13890	15,3	8510	8,7
Средневозрастные	14768	16,6	10221	10,5
Приспевающие	5990	6,6	2404	2,5
Производные	20512	22,6	8701	8,9
Гари	9375	10,3	1366	1,4
Вырубки	2111	2,3	2914	2,9
Сенокосы	571	>1	23	>1
Каменные россыпи	91	>1	1413	1,4
Прииски	-	-	194	>1
Всего нарушенных	67308	>75,7	35746	>38,3

Интегральным показателем, характеризующим уровень трансформации лесных экосистем, является время, необходимое для восстановления ее главных компонентов и важнейших экологических функций (период релаксации) после прекращения отрицательного воздействия. Продолжительность периода релаксации зависит от глубины разрушения экосистемы и характера (направленности) восстановительной смены.

За исходный (модальный) период принимается время восстановления конкретного лесного массива с момента его разрушения до формирования коренного древостоя исходной породы в возрасте 100 лет, выраженное в относительных величинах. Такой продолжительности период восстановления характерен, например, для подтаежных и южно-таежных сосняков и лиственничников Сибири, когда возобновление происходит сразу после рубки или пожара без смены пород. Для удобства расчета этот период принимается за 1 ( $T_0$ ), периоды релаксации других категорий состояния ( $T_I$ ) определяются долей от исходного. Например, период восстановления коренного древостоя через хвойно-лиственные молодняки определяется как 1,3 (Краснощеков, Коротков, Чередникова, 1990).

Комплексная оценка состояния лесной экосистемы (коэффициент  $K$ ) выражается как сумма произведений элементов структуры нарушенной лесной экосистемы на время восстановления данного лесно-

го участка, деленное на 100.

$$K = (\Theta_1 * H_1) + (\Theta_2 * H_2) + \dots + (\Theta_i * H_i),$$

где  $\Theta$  – элемент структуры (процент занимаемой площади по категориям состояния);  $H$  – время восстановления конкретного лесного участка (массива), выраженное в относительных величинах. Этот показатель зависит от категорий состояния и площади конкретных участков. Он определяется как средневзвешенное и может указывать на тенденции и темпы лесовосстановительной динамики. Чем сильнее нарушена система, тем выше коэффициент  $K$  и тем дольше она не восстановится.

Наиболее нарушенными и сильно снизившими свои экологические функции оказались леса Унгутского лесничества. Коэффициент экологического состояния достигает 0,77, что может свидетельствовать об их экологической неустойчивости и необходимости регулирования процессов лесовосстановления на территории. Увеличение доли производных сообществ, доминирование в возрастной структуре лесов молодняков и средневозрастных насаждений, значительное увеличение площади гарей может привести к длительному периоду релаксации лесных экосистем с переходом некоторых участков, при повторных стихийных пожарах, в категорию невозобновившихся, а с хозяйственных позиций – к ухудшению породного состава лесного фонда.

Леса Крольского лесничества при средней нарушенности экологически устойчивы, о чем свидетельствует более низкий комплексный показатель их экологического состояния (0,34). В возрастной структуре древостоев доминируют средневозрастные насаждения, доля производных сообществ невелика и составляет не более 10 %, вырубок и гарей также не превышает 10 %. Процесс лесовосстановления протекает естественным путем – как со сменой, так и без смены пород.

Смена процессов под воздействием хозяйственной деятельности по своему механизму не отличается от естественной, но она происходит значительно интенсивнее, зачастую приобретая характер бедствия или катастрофы (Шварц и др., 1993). Особенностью горных темнохвойных лесов региона является особая их чувствительность к

деятельности человека. Чрезмерная вырубка лесов без учета структуры древостоев и способов очистки лесосек однозначно приводит к потере их ресурсных и экологических функций и неизбежности неконтролируемых лесных пожаров.

На основании полученных данных лесные экосистемы Манского лесхоза можно условно разделить на устойчивые ( $K=0,34$ ) и неустойчивые ( $K=0,77$ ). Состояние устойчивых можно квалифицировать как динамическое равновесие, при котором восстановление основных структурных элементов системы идет в порядке демутиаций, в большинстве случаев через короткопроизводную смену пород. В экологическом состоянии неустойчивых лесных экосистем наблюдается явная тенденция к формированию длительнопроизводных лиственных стадий. Для восстановления равновесного состояния таких лесных территорий необходимо упорядочение хозяйственной деятельности и применение современных способов содействия естественному возобновлению.

## **2.5. ГОРИМОСТЬ ЛЕСОВ РЕГИОНА**

Согласно лесопожарного районирования территории Сибири и Дальнего Востока по условиям возникновения крупных лесных пожаров, район исследований отнесен к Алтае-Саянской лесопожарной зоне, для которой характерна умеренная горимость (Валендик, 1990). Низкая пожароопасность этой территории объясняется тем, что здесь горят в основном сосняки, произрастающие у подножий и в нижних частях склонов (Валендик, 1963). Значение горного рельефа в возникновении и распространении лесных пожаров возрастает в связи с вертикальной зональностью климата и распределением растительности, а также с влиянием экспозиций склонов.

### **2.5.1. Горимость лесов предгорий Восточного Саяна**

Горимость лесов Восточного Саяна в последние десятилетия значительно возросла. И в то же время по сравнению с другими районами Красноярского края остается одной из самых низких. Увеличение количества пожаров в предгорьях Восточного Саяна связано с большой антропогенной нагрузкой на леса этого района: интенсивное ле-



сопользование, сплав по Мане и другим рекам и т.п. В последние годы здесь наблюдается устойчивая тенденция увеличения горимости (рис. 2.1).

Наиболее горимыми являются леса Манского и Верхне-Манского лесхозов. В 1999 году по Манскому авиаотделению, которое охраняет территорию этих лесхозов, было зафиксировано рекордное число – 77 лесных пожаров. Общая пройденная огнем площадь за этот год составила 35428 га, что равноценно территории, пройденной рубками за 10 лет. В табл. 2.10 приведено общее количество лесных пожаров и пройденная ими площадь, а также число крупных пожаров за последние 10 лет по Манскому авиаотделению. На долю крупных пожаров приходится 23 % от общего числа пожаров и более 97 % выгоревшей площади. Преобладают низовые лесные пожары. На долю верховых приходится лишь около 5 % от общего числа пожаров.

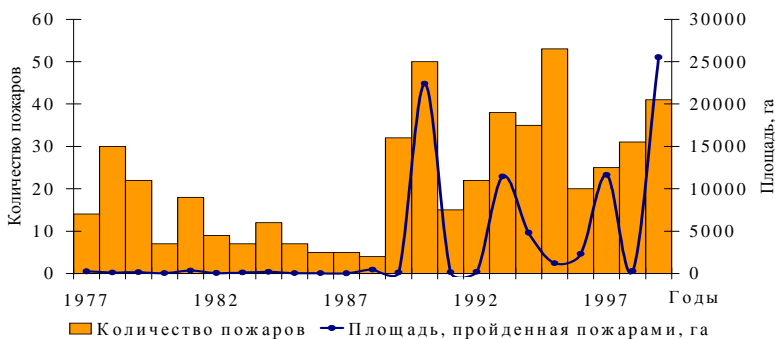


Рис. 2.1. Горимость лесов Манского лесхоза (1977-1999 гг.)

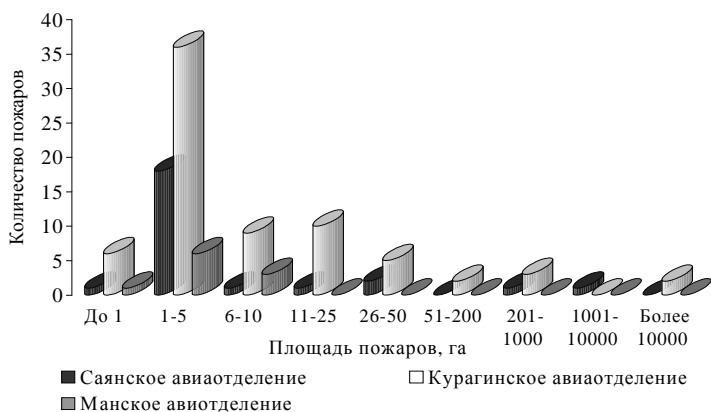
Таблица 2.10

**Число и виды пожаров и выгоревшая площадь с 1991 по 1999 гг.**

Годы	Всего пожаров		В том числе крупных пожаров		Вид пожара	
	Число	Площадь	Число	Площадь	Низовые	Верховые
1991	30	1024,5	8	930	25	5
1992	19	114,3	-	-	19	-
1993	52	11264,5	11	11125	47	5
1994	52	1941,8	15	1728,5	50	2
1995	62	1752,3	9	1595	59	3
1996	45	4109,6	19	3761	45	-
1997	52	17901,5	20	17595	52	-
1998	48	582	4	260	48	-
1999	77	37953,8	13	37515	72	5

За крупный пожар принимается площадь, пройденная пожаром 25 га – для наземной и 200 га – для авиационной зон охраны лесов.

Площадь лесного пожара редко достигает размеров 5 га. Но при экстремальных условиях (длительная засуха, сильный ветер, крутые склоны и т.д.) она значительно возрастает, так как пожары переходят в верховые и охватывают большие участки леса. За последнее десятилетие здесь зарегистрировано 6 пожаров, выгоревшая площадь которых превышала 10 тыс. га (рис. 2.2).



**Рис. 2.2. Распределение лесных пожаров по площади в предгорьях Восточного Саяна за 1999 год**

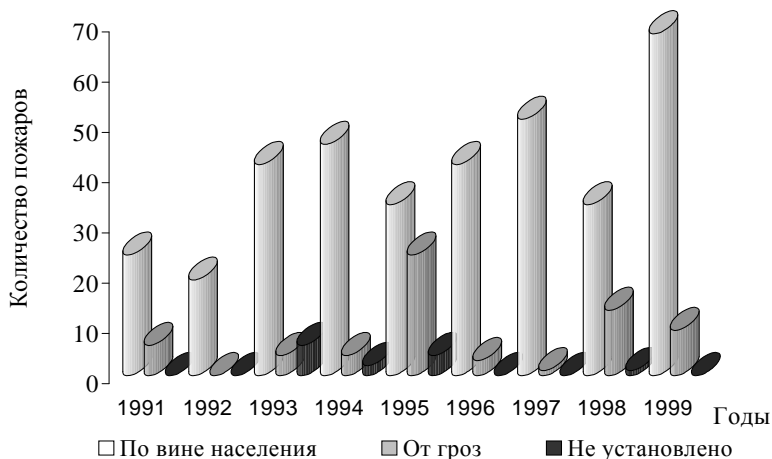


Рис. 2.3. Причины возникновения пожаров

В 82 % случаев причиной пожаров в лесу является небрежное обращение с огнем, и лишь в 15 % – грозы (рис. 2.3). Возгорания от гроз происходят в основном в июле и чаще всего при высоком комплексном показателе пожарной опасности (более 1500 ед.).

Основное количество пожаров возникает весной, в мае, сразу после схода снежного покрова. Благодаря сильным ветрам и низкой относительной влажности воздуха происходит быстрое высыхание напочвенных горючих материалов, и пожары могут распространяться на большие площади. Этому способствует наличие на вырубках и склонах большого количества сухой прошлогодней травы. В 1999 году максимальное количество лесных пожаров пришлось на май и июнь, соответственно 41 и 23 % от общего числа лесных пожаров.

В начале июля наблюдается значительное снижение пожароопасности в связи с разрастанием зеленых трав и кустарников на вырубках и под пологом леса. По данным М. А. Софронова (1967), весенний период повышенной пожароопасности в горных лесах заканчивается, когда запас травостоя достигает 1/2-2/3 от своей максимальной величины. Для Западного Саяна этот период наступает между 5 июня и 5 июля в зависимости от высотной зональности и экспозиции

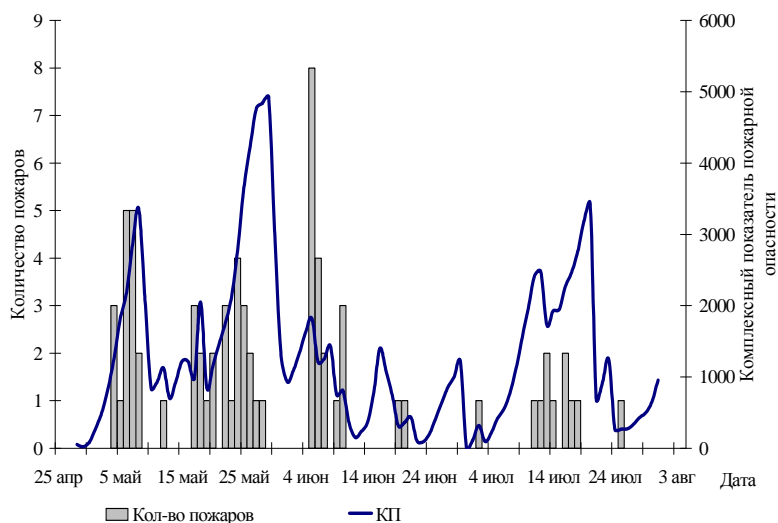


Рис. 2.4. Динамика комплексного показателя пожарной опасности (КП) и количества лесных пожаров (Манское авиаотделение, 1999 год)

склона.

При анализе возникновения пожаров в зависимости от величины комплексного показателя пожарной опасности установлено, что пожары могут возникать в лесах предгорий Восточного Саяна при его значении 500 ед. и выше (рис. 2.4). Наибольшая зарегистрированная величина комплексного показателя пожарной опасности для этого региона составила 6500 ед.

Большая часть выгоревшей площади приходится на вырубки, гари и не сомкнувшиеся лесные культуры (рис 2.5). Интенсивные же лесозаготовки в районе исследований ведутся с конца 30-х годов. Особенно большие площади лесов вырублены в 70-80 годы. Так, например, только в Унгутском лесничестве Манского лесхоза с 1978 по 1998 год были вырублены леса на площади более 15000 га, что составляет 16,6 % от всей площади лесничества. Часто один и тот же участок леса был пройден пожаром дважды и даже трижды в течение 10 лет. Это зависит от интенсивности последнего пожара и объема оставшихся горючих материалов после него. В некоторые годы (1991, 1996, 1998, 1999 гг.) площадь вырубок, пройденная пожаром,

равна выгоревшей покрытой лесом территории, а в 1997 году даже выше (рис. 2.5).

При пожарах на вырубках погибает значительная часть лесных культур (около 25 %) в связи с тем, что лесные культуры, создаваемые посадками на минполосах, окружены большим количеством порубочных остатков. Бульдозер, прокладывая минполосу, также сдвигает порубочные остатки в большие валы по краям. Во время пожара эти валы горят с высокой интенсивностью, вследствие чего саженцы гибнут от термического ожога.

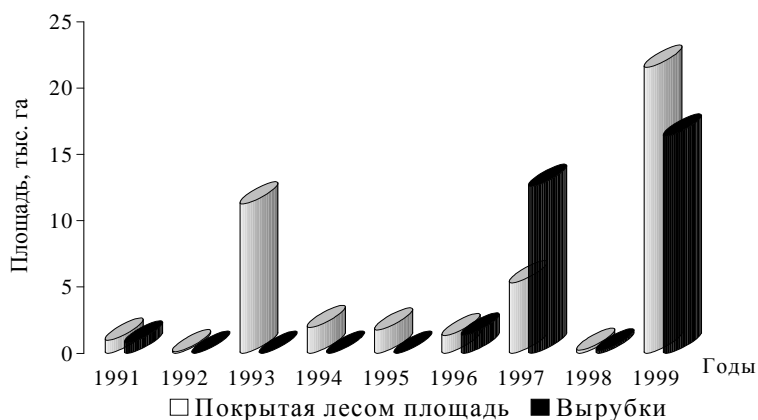


Рис. 2.5. Соотношение площади лесов и вырубок, пройденных лесными пожарами (на примере Манского лесхоза)

### 2.5.2. Природные пожарные режимы

В настоящее время для восстановления и оценки характеристик прошлых пожарных режимов широко используются дендрохронологические методы, которые позволяют восстановить многовековую ретроспективу прошлых пожарных режимов для сравнения с современными режимами, а также для прогнозирования тенденций развития лесных экосистем.

Наличие пожарных подсушин на деревьях и выявление изменений ширины годовичных колец в послепожарный период позволяет датиро-

вать лесные пожары. Древесно-кольцевые хронологии используются для реконструкции климата и многолетней изменчивости частоты пожаров (Swetnam, 1993; 1996; Валендик и др., 1993; Валендик, Иванова, 1996; Ваганов, Арбатская, 1996; Арбатская, Ваганов, 1997). При этом установлена различная периодичность лесных пожаров, которая определяется географическим расположением региона, климатом и растительностью (Уткин, 1965; Конев, 1967; Фуряев, Киреев, 1979; Карабаинов, Моложников, 1986; Фуряев, 1996; Ivanova, 1996; Swetnam, 1996 и др.).

Толстая, особенно в комлевой части ствола, кора хвойных пород деревьев при лесных пожарах играет важную защитную роль. Однако камбий и флоэма очень чувствительны к повышению температуры. Отмирание клеток начинается при температуре 50°C и выше. После частичного повреждения камбиальных тканей на травмированной части ствола образуется пожарная подсушина, но дерево сохраняет жизнеспособность. При более значительном по интенсивности огневом воздействии происходит кольцевая (полная) гибель камбия и последующее отмирание дерева (Гирс, 1977). По выносливости к действию высоких температур хвойные породы можно разделить на две группы: толстопокровные – лиственница, сосна, кедр, живые ткани которых более устойчивы к высоким температурам, благодаря нивелирующему действию коры; тонкокорые – ель, пихта, молодой кедр, луб которых защищен от губительного действия огня в меньшей степени (Гирс, 1982). Наиболее устойчива к пожарам лиственница, сопротивляемость которой к огневому воздействию увеличивается с возрастом (Мелехов, 1948; Балбышев, 1963 и др.).

Установлено, что действие пожара на дерево проявляется различно. Так для годовичного слоя в год с пожаром характерно: образование прерывистого годовичного кольца, или уменьшение его ширины за счет уменьшения числа и размеров трахеид, или сокращение ширины поздней зоны древесины. Для слоев, образовавшихся в последующие за пожаром годы, характерно: образование нормальных полных колец на следующий же год. Возможно появление полных колец только через 2-3 года после пожара; или пульсирующая динамика роста, продолжающаяся в течение десятилетий; или как уменьшение, так и

значительное увеличение ширины годичных колец (Мелехов, 1948; Larson, 1959; Jordan, 1966; Молчанов, 1976; Banks, 1987; Евдокименко, Копцев, 1987 и др.).

Механизм влияния пожаров на прирост деревьев заключается не в прямом тепловом воздействии огня, а в опосредованном послепожарном изменении теплообмена выгоревшей площади. Уменьшение мощности теплоизолирующего напочвенного покрова в совокупности с уменьшением альбедо (черная обугленная поверхность поглощает больше солнечной коротковолновой энергии) обуславливает изменение энергетических параметров почв. Происходит рост толщи активного корнеобитаемого слоя. В результате чего увеличивается производительность уцелевших древостоев и, соответственно, радиальный прирост деревьев. Однако разница в гидротермических параметрах, пройденных и незатронутых лесным пожаром мерзлотных почв, исчезает вслед за восстановлением растительного покрова (Тумель, 1939; Поздняков, 1953; 1986; Уткин, 1965; Bliss, Wein, 1972; Wein, Bliss, 1973; Матвеев, Абаимов, 1978, 1979; Brown, 1983; Полозова, 1986; Степанов, 1984 и др.). Исследование реакции древостоя на периодическое воздействие низовых пожаров показало, что скорость и продолжительность восстановления прироста зависит от типа древостоя и связана, главным образом, с восстановлением уничтоженных пожаром напочвенного покрова и подстилки (Ваганов, Арбатская, 1996).

Для определения сроков действия пожаров по подсушинам на деревьях мы использовали методы корректировки дат пожаров у рядом стоящих деревьев и перекрестного датирования с обобщенными дендрохронологическими рядами, построенными для этого региона (Madany, Swetnam, West, 1982). Средний межпожарный интервал рассчитывали как отношение длительности полученного для местобитания дендрохронологического ряда к числу зафиксированных за это время пожаров (Арбатская, Ваганов, 1997).

Для восстановления прошлых пожарных режимов была сделана реконструкция пожаров для двух горных сосняков района р. Мана, произрастающих на склонах разной экспозиции (рис. 2.6).

Для сосняка спирейно-осочкового, произрастающего на верхней

части склона юго-восточной экспозиции, крутизной более 20 градусов, и сосняка разнотравного, рыхлопокровного, произрастающего в долине реки Жержул и занимающего нижнюю и среднюю части склона южной экспозиции, крутизной более 30 градусов. Состав древостоя 10С. В подлеске шиповник, спирея, карагана.

В сосняке спирейно-осочковом за период с 1782 г. по 1998 г. (218 лет) выявлены по пожарным подсушинам следующие годы с пожарами: 1808, 1819, 1826, 1838, 1846, 1853, 1857, 1871, 1883, 1902, 1911, 1919, 1933, 1947, 1982 гг., всего 15 пожаров при среднем межпожарном интервале – 14,4 года.

В сосняке разнотравном, произрастающем в более влажных условиях, зарегистрировано по пожарным подсушинам за период с 1735 по 1998 г. (263 года) 11 пожаров: 1782, 1800, 1819, 1834, 1851, 1871, 1884, 1902, 1921, 1931, 1954 гг. Средний межпожарный интервал составил 23,9 года. Для данных условий произрастания он близок к природному.

В сосняке спирейно-осочковом при более сухих условиях произрастания происходит наложение антропогенного фактора из-за доступности участка и близости к населенному пункту. При этом наблюдается сокращение среднего межпожарного интервала в 2 раза за последние два столетия. Это совпадает с данными о периодичности лесных пожаров в горных лесах юга Красноярского края и Тувы.



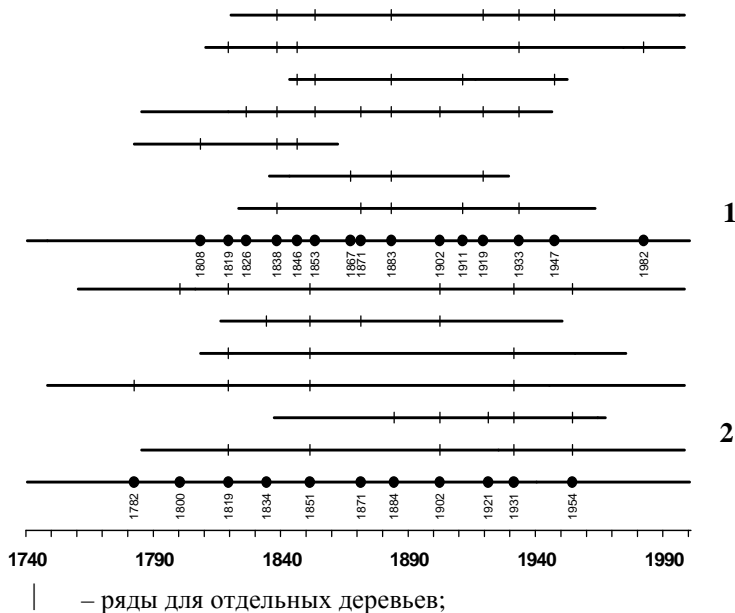


Рис. 2.6. Хронологии лесных пожаров. Восточный Саян  
1 – сосняк спирейно-осочковый;  
2 – сосняк разнотравный

В прошлом, как и в настоящее время, пожары в основном весенние. Наибольшее число пожарных подсушин приходится на раннюю древесину кольца. Подсушины в ранней древесине представляют пожары, возникшие в конце мая – начале июня. Это вполне согласуется со статистикой лесных пожаров для данного региона.

Особенностью сосняков, произрастающих на южных склонах гор, является быстрое достижение ими состояния пожарной зрелости и то, что они могут быть горимыми в течение всего пожароопасного сезона. Кроме того, склон и значительный запас напочвенных горючих материалов способствуют развитию здесь высокоинтенсивных лесных пожаров.

Лесные пожары носили, по-видимому, во многих случаях пятнистый характер, так как следы пожаров зафиксированы часто только на отдель-

ных деревьях. Вероятно, это связано с выходами скальных пород, являющихся преградами для распространения огня.

Пожары повлияли на возрастную структуру древостоя. В сосняке разнотравном представлены несколько возрастных групп деревьев, что обусловлено пожарами разных лет. В основном это деревья, возраст которых 180 лет, появившиеся после пожара 1819 года. Самая старая группа деревьев, отмирающая в настоящее время, имеет возраст 215 лет.

Таким образом, в последние столетия наблюдалась значительная изменчивость во временном аспекте режима прошлых пожаров. В то же время существует и некоторая пространственная изменчивость этих пожаров. Присутствие старых деревьев в некоторых местах можно объяснить пространственными особенностями поведения пожара. По склону обычно распространяется высокоинтенсивный низовой пожар. И переход его в верховой пожар, при котором обгорают кроны деревьев, происходит чаще всего лишь при наличии сомкнутого полога и подроста. Выходы каменистых пород препятствуют распространению верхового пожара.

Длительность межпожарного интервала определяется условиями произрастания. Для горных сосняков Восточного Саяна средний межпожарный интервал, характерный для сосняков подзоны южной тайги и Западного Саяна, составил от 15 до 24 лет. В этот период происходит накопление горючих материалов до их критического запаса. В темнохвойных лесах межпожарный интервал значительно длиннее и достигает 90-120 лет. Можно предположить, что такая временная динамика пожаров была характерна в течение последних 5-6 столетий и репрезентативна как в плане межпожарных интервалов, так и в отношении сезонности возникновения пожаров.

### **Глава 3. Вырубки и их пожароопасность.**

---

В настоящее время большое значение имеет проблема облесения вырубок и их охраны. Актуальность лесовосстановления этих площадей, регулирования состава молодняков, повышения производительности леса, охраны от пожаров является первостепенной. Сложность природы, типологическое разнообразие и динамичность развития вырубок вызывают определенные трудности в их лесовосстановительном освоении. Отсюда возникает необходимость расчленения этих территорий на более простые, относительно однородные категории, которые можно классифицировать в типологическую систему. Такая типология была разработана И. С. Мелеховым (1954) для лесов севера европейской части России. Как показывает практика, при всей универсальности типологических построений И. С. Мелехова, типы вырубок имеют свои особенности, свойственные определенному географическому региону. Для повышения эффективности лесовосстановительных работ и разработки превентивных мер по снижению их пожарной опасности необходимо совершенствование типологии вырубок с учетом специфики сибирских лесов.

Способы снижения пожароопасности и лесовосстановления на вырубках должны сочетать в себе комплекс лесоводственных и противопожарных мероприятий, образующих единую систему по очистке вырубленных участков и подготовке их к последующему созданию и формированию насаждений. Для разработки таких мероприятий необходима оценка пожароопасности вырубок, которая учитывала бы разнообразие и особенности лесов данного региона.

С этой целью необходимо решение следующих задач:

1. Изучение типов вырубок в горных лесах и их классификация;
2. Оценка природной пожарной опасности вырубок:
  - оценка запасов и состава напочвенных горючих материалов и захламленности порубочными остатками вырубок;
  - динамика запасов горючих материалов на вырубках в зависимости от давности рубки и типа вырубки;
  - динамика влагосодержания горючих материалов и пожарное

созревание вырубок разных типов.

## **3.1.МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **3.1.1. Изучение типов вырубок в горных лесах**

Тип вырубки определяется характером растительности, ее пространственно-временной динамикой, что тесно связано с типом леса до рубки, характером рубки и последующими изменениями в покрове.

Кроме того, на формирование типа вырубок большое влияние оказывает пирогенный фактор. В одном и том же типе леса после рубки образуются разные типы вырубок в зависимости от того, подвергались они или нет воздействию огня (Мелехов, 1958). В то же время лесосеки различны и по степени пожарной опасности.

Выбор объектов и их описание проводились на основе рекогносцировочного обследования по общепринятой методике (Мелехов и др., 1962). При подборе объектов использованы лесоустроительные материалы (таксационные описания, таблицы распределения по типам леса, карты типов леса) и аэрофотоснимки. Проведены полевые маршрутные обследования вырубок: маршрутные ходы с использованием существующей квартальной сети (через 500 м.).

Каждой вырубке дается лесоводственная оценка, для облесившихся ее участков обязательна таксационная характеристика, не облесившиеся вырубки разделялись на выделы в зависимости от характера покрова. Давность рубки оценивалась по возрасту возобновления хвойных пород, поросли березы. Тип вырубки определялся по доминантным растениям – индикаторам лесорастительных условий.

По степени облесения вырубки разделялись:

- облесившиеся лесосеки (очень хорошо, хорошо, удовлетворительно);
- недостаточно облесившиеся;
- необлесившиеся.

Исходный тип леса брался из таксационного описания, а также определялся по сохранившимся после рубки деревьям и примыкающему к вырубке древостою.

При описании рельефа отмечались экспозиция склона, его крутизна и местоположение описываемого участка (верхняя, средняя или нижняя часть склона).

Кипрейные и травяные вырубki разделялись по густоте напочвенного покрова: редкий (сомкнутость травостоя менее 0,4) и густой (сомкнутость травостоя более 0,4). Кипрейные вырубki с количеством стеблей менее 30 на 1 м<sup>2</sup> относились к вырубкам с редким травяным покровом.

Для злаковых вырубok определялась степень задернения:

- очень слабое задернение (злаки занимают 10 % площади);
- слабое и среднее (20-60 %);
- сильное и очень сильное (более 60 %).

Размещение подроста и характер его произрастания определялся следующими показателями:

- равномерное или неравномерное;
- групповое или рассеянное.

Данные обследования вырубok послужили основой для классификации типов вырубok.

### **3.1.2. Оценка пожарной опасности вырубok**

Для разработки мероприятий по снижению пожароопасности вырубok и последующему их лесовосстановлению необходима оценка пожароопасности лесосек. Использование для этой цели общесоюзной шкалы природной пожароопасности участков (в которую включены и вырубki) невозможно, т. к. вырубki не дифференцированы по типам и отнесены к одному классу пожарной опасности. Поэтому необходима уточненная местная шкала природной пожарной опасности лесосек, учитывающая специфичность района исследований. Чтобы её составить, необходима предварительная оценка очередности пожарного созревания лесных участков разных типов вырубok и определение доли дней в пожароопасном сезоне, когда участки каждой категории находились в состоянии пожарной зрелости.

Для разработки шкал очередности пожарного созревания использованы данные об изменении погоды и возможности распространения огня по напочвенному покрову на вырубках разных типов. Для

этого использована методика Н. П. Курбатского (1957, 1963). Объекты для наблюдений подбирались как ряд лесных участков, представляющих по возможности разные типы вырубок. Пробные зажигания на участках проводили в период от 14 до 16 часов. После выпадения осадков опытные зажигания возобновляли с целью выявить сроки и условия наступления пожарной зрелости в различных типах вырубок. Для любого типа вырубок по каждому году определялось количество дней, в которые участок был в состоянии пожарной зрелости, а затем вычислялись их среднее многолетнее число, а также процент от общей продолжительности пожароопасного сезона.

### **3.1.3. Учет состава и запасов напочвенных горючих материалов**

Для оценки структуры и запасов напочвенных горючих материалов на вырубке определяли запасы опада, подстилки и веточек (с учетом их диаметра), валежа, а также живого покрова. Запас порубочных остатков определяли по методике Ван-Вагнера (Van Wagner, 1968) и усовершенствованной Брауном (Brown, 1971, 1974; Brown et al., 1974, 1981) и Макреем (McRae et al., 1979). Для уменьшения ошибок, связанных с выбором направления трансекты, запас порубочных остатков до и после выжигания определяли пересчетом горючих материалов вдоль сторон-трансект равностороннего треугольника (McRae et al. 1979).

При определении запасов опада, подстилки и живого напочвенного покрова по обе стороны трансекты (через 10 м) закладывали на расстоянии 1 м по две площадки размером 0,20 x 0,25 м для опада и подстилки и 0,50 x 0,50 м – для живого напочвенного покрова. Количество площадок – не менее десяти. Образцы разбирали по фракциям, высушивали до абсолютно сухого состояния и взвешивали. Перед взятием образцов измеряли толщину слоя опада и подстилки.

После контролируемого выжигания измеряли глубину прогорания горючего материала и толщину оставшейся подстилки. Кроме того, определяли количество оставшегося горючего материала на площадках 20 x 25 см, заложенных рядом с площадками для определения запасов горючих материалов. Перед началом выжигания по размерным классам определяли влагосодержание всех видов горючих мате-

риалов.

## **3.2. ТИПЫ ВЫРУБОК В ГОРНЫХ ЛЕСАХ ВОСТОЧНОГО САЯНА И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ**

Современное состояние и функционирование лесов таежной зоны Сибири в значительной степени связано с воздействием на них в течение длительного времени антропогенного фактора. К настоящему времени все доступные леса практически вырублены. В связи с этим появилась необходимость полного и своевременного облесения вырубленных территорий хозяйственно ценными древесными породами и возникла потребность дальнейшего совершенствования существующих типологических построений. Теоретической основой для систематизации лесовозобновительных процессов на вырубках стало учение о типах рубок, разработанное в 50-е годы И. С. Мелеховым. Практическое значение его заключается в выборе наиболее эффективных способов лесовосстановления на вырубках.

Удаление древесного яруса приводит к изменению целого комплекса лесорастительных условий, определяющих скорость и направленность лесовосстановления на вырубках. Этот комплекс отличается большим разнообразием и в соответствии с технико-экономическими и природными условиями района модифицирует лесообразовательный процесс. При этом большое влияние на характер зарастания рубок оказывают лесные пожары.

Многие вырубленные участки наряду с возобновлением на них хозяйственно ценных древесных растений восстанавливаются лиственными деревьями и кустарниками, которые в силу своего быстрого роста затрудняют последующее возобновление и рост хвойных лесообразующих пород. Большое значение для лесовосстановления рубок имеет напочвенный покров, особенно в первые годы после рубки, когда на вырубленной территории устанавливается растительное сообщество не лесного, а травяного типа. В дальнейшем при формировании лесного сообщества определяющим является наличие хвойного подроста предварительного возобновления.

На вырубках, где предварительное возобновление хвойных не-удовлетворительное или отсутствует, появившийся после рубки ли-

ственный подрост образует чистые молодняки с доминированием в травяном покрове злаков. Наличие достаточного количества подроста предварительной генерации обеспечивает формирование хвойно-лиственных молодняков, что существенно сокращает длительность периода восстановления лесов в данном регионе. Однако в лесовосстановительных работах, ориентируясь на подрост предварительной генерации, следует учитывать, что состав насаждений и их возрастная структура в горных лесах Восточного Саяна сложные. Древостои, как правило, полидоминантные, разновозрастные и многоярусные. Во втором ярусе фоновых типов леса обычно выделяются два возрастных поколения, а средневзвешенный состав насаждений может быть выражен формулой 3К3П1Л1С2Б. В процессе лесозаготовок сохранность хвойного подроста низкая, а его адаптация к условиям вырубок слабая.

После рубки древостой и нижние ярусы растительности, определявшие лесорастительные условия, утрачивают эту роль. Появляются другие растительные сообщества, резко отличающиеся от исходного типа леса. При этом изменения претерпевает не только фитоценотический комплекс, но и эдафический фон, создающий новые лесорастительные условия.

Параметрами, определяющими условия среды на вырубках в горах, являются: климат, почва и рельеф (как фактор перераспределения тепла и влаги). Типологическое разнообразие вырубок определяется различием гидротермического режима. Ведущим признаком их типизации является напочвенный покров, который, становясь эдифицирующей синузией, создает условия для лесовозобновления. Критерием для выделения типов вырубок служат четко выраженные различия в растительном покрове по наиболее специфичным индикаторам растений того или иного типа условий.

Типы вырубок, как и типы леса в естественно-историческом смысле представляют собой явление географическое. Одноименность их названия не обязательно означает полную идентичность. В зависимости от природных условий внутри наблюдается мозаичность типов леса, которая не является определяющей в возникновении и формировании нового биогеоценоза на вырубках (Чер-



товской, Аникеева, 1976).

Каждый тип вырубки объединяет участки, однородные по комплексу лесорастительных условий, которые характеризуются напочвенным покровом, микроклиматическими, почвенно-гидрологическими режимами, определяющими характер лесовосстановительного процесса. Тип вырубки тесно связан с исходным типом леса, особенностями самой рубки и изменениями происходящих после рубки лесорастительных условий (Мелехов и др., 1962; Обыденников, 1977).

Основателем учения о типах вырубок является И. С. Мелехов. Типология вырубок разработана им с учетом достижений лесной типологии и трудов ее основоположников – Г. Ф. Морозова, В. Н. Сукачева. Согласно этому учению, тип вырубки понимается как природное единство организмов и среды. Тип вырубки, как и тип леса, есть понятие географическое и, по И. С. Мелехову (1962), рассматривается как природное единство, включающее в себя весь комплекс факторов, определяющих экологические условия данного участка. Связанный с исходным типом леса такой участок имеет признаки, которые мало изменяются и сохраняют свое значение и после рубки. К ним относятся, прежде всего, рельеф и механический состав почвы, но для комплексной характеристики вырубки этого недостаточно. В качестве показателя, отражающего специфику вырубок, может служить напочвенный покров, являющийся наиболее наглядным внешним проявлением природного единства.

Напочвенный покров играет более значительную роль в качестве индикатора и эдификатора на вырубке, чем в лесу. Он отражает условия микросреды, и сам влияет на микроклимат и почву, определяя возможности и особенности возобновления леса (Мелехов, 1959, 1965; Обыденников, 1977; Колесников, 1965; Корконосова, Кожухов, 1972; Сабан, 1976 и др.).

Таким образом, характер напочвенного покрова определяет тип вырубки, отражая специфику ее экологических особенностей. В то же время тип вырубки, являясь результатом изменения среды, характеризуется своей особой, ему присущей средой, с определенными экологическими условиями.

Установление типа вырубки имеет значение не только для выяв-

ления настоящего и прошлого ее состояния, но и для прогнозирования лесобиологических процессов и пожароопасности территории. Учитывая динамичность их развития, ряд авторов предлагает выделять как промежуточные звенья, имеющие значение для разработки динамической классификации типов вырубок – тип возобновления (Кожухов, 1971), вариант типа рубки (Маслаков, Колесников, 1972), тип молодняка (Бузыкин, 1982). Однако приходится констатировать, что такой подход недостаточно учитывает пирологическое состояние вырубок, которое при определенных ситуациях может изменять лесорастительные условия и соответственно лесовосстановительный процесс. В зависимости от пирогенного воздействия в развитии вырубок наблюдается два типа – паловый и непаловый.

Согласно программе исследований типологическую структуру вырубок в горных лесах Восточного Саяна изучали на примере Унгутского лесничества Манского лесхоза. При подборе объектов использованы лесоустроительные материалы: таксационные описания, таблицы распределения по типам леса, карты лесонасаждений и другие материалы. По этим материалам зафиксировано 242 рубки различных типов и давности. Затем было проведено рекогносцировочное обследование 25 вырубок, репрезентирующих их типы, встречающиеся в данном лесничестве.

Рубки были сгруппированы по признаку давности рубки: до 3-х лет, 4-5, 6-10 и более 10 лет (Побединский, 1962). Для выделения типов вырубок использовалась методика (Мелехов, 1965), где за основу взят напочвенный покров как индикатор лесорастительных условий. Типы вырубок можно разделить на две условных группы: с сохранением покрова, существовавшего до рубки, и с заметным его обновлением после нее. В исследуемом регионе преобладают типы вырубок с изменением покрова, существовавшего до рубки. В табл. 3.1 приведена типологическая характеристика вырубок темнохвойных лесов низкогорной части Восточного Саяна.

Характер зарастания вырубленных участков и их типологическое разнообразие в горных темнохвойных лесах корректируется рельефом данной местности. Травяной покров на рубках, занимающих крутые выпуклые склоны световых экспозиций, более ксерофитный, чем на

теневых. В травостое преобладают осока большехвостая, лесостепное разнотравье и кустарники (карагана желтая, кизильник, спирея). На пологих склонах крутизной менее 10 град. независимо от их экспозиции в травостое доминируют виды мезофитного разнотравья. На таких вырубках с увеличением давности рубки изменяется обилие и проективное покрытие доминирующих видов, следовательно, и тип вырубки.

На месте вырубленных лесов зеленомошного типа после рубки сохраняются остатки мохового покрова, проективное покрытие которого составляет более 30 %, что позволяет большую часть вырубленных участков (до 60 %) относить к зеленомошному типу вырубков. Однако уже на следующий год после рубки моховой покров деградирует, при этом резко увеличивается обилие, проективное покрытие и масса травянистых растений. Доминантами травяного покрова становятся вейник тупокословый и крупные травы (борец высокий, осот разнолистный, василистник малый и др.).

На вырубках давностью рубки 1-3 года преобладает высокотравно-вейниковый тип вырубки (51 %), доля зеленомошных снижается до 25 % (рис. 3.1). К началу смыкания крон древесного полога (на вырубках старше 10 лет) преобладает осочково-разнотравный тип (52 %). Доля высокотравно-вейниковых составляет 23 %, а вырубки зеленомошного типа практически отсутствуют (Иванова, Перевозникова, 1994).

Свежие вырубки и вырубки до 3-х лет характеризуются наибольшим типологическим разнообразием. Выделяются разнотравно-осочковый, крупнотравный, высокотравный, осочково-вейниковый, осочково-высокотравный, вейниково-высокотравный, зеленомошно-брусничный, зеленомошно-черничный и локально – зеленомошно-кисличный. Изменяется структура покрова, проективное покрытие и обилие видов, а также их фитоценотическая значимость. Фитоценоз имеет рыхлое сложение и слабое задержание. Появляются всходы листовенных пород и подлеска, одновременно идет их массовое вегетативное размножение. В наиболее благоприятных условиях (богатые почвы и достаточное увлажнение) разрастается малина. Из доминирующих видов широко распространены вейник, осочка, некоторые виды разнотравья, резко увеличивается их обилие и

проективное покрытие. Зеленые мхи деградируют, некоторые тенелюбивые виды (майник, кислица, линнея) изменяют свой облик, приспосабливаясь к новым экологическим условиям. Они отличаются низкорослостью, усиленным побегообразованием и густой листвой. Сохраняется высокая степень захламленности площади порубочными остатками за счет увеличения отпада поврежденных при рубке деревьев. Активно продолжается процесс дифференциации напочвенного покрова и формирование типов вырубok продолжается.

Таблица 3.1

Типологическая структура вырубок темнохвойных лесов низкогорной части Восточного Саяна (на примере Манского лесхоза)

Давность рубки, лет	Тип вырубки	Напочвенный покров	Экспозиция, крутизна склона, град.	Подлесок	Состав и возраст подроста, лет
1	2	3	4	5	6
До 3	Осочково-разнотравный	Осочка, вейник, майник, кислица, кипрей	Преобладают северная и восточная, 15-20	Средней густоты. Смородина, спирея, малина, черемуха	7П2ЛК, 15
	Крупнотравный	Борец, василистник, живокость, осочка, вейник, кипрей	Разные, до 12	Средней густоты. Шиповник, спирея, малина	Единично пихта, ель, 5-10
	Высокотравный	Осочка, вейник, кипрей, папоротник, василистник	Преобладают южная и западная, 10-15	Равномерный, средней густоты. Шиповник, спирея, смородина, малина	Единично пихта, ель, кедр. 5-15
	Зеленомошный (зеленомошный, брусничный, кисличный, черничный)	Осочка, зеленые мхи, брусника, кислица, черника	Северная, до 10; юго-западная, юго-восточная, южная, 12-22	Редкий и средней густоты. Спирея, рябина, смородина, черемуха	Пихта, ель, кедр до 8 единиц. Сосна до 2, 10-20
4-5	Осочково-разнотравный	Осочка, кипрей, вейник	Пойма реки	Равномерный, средней густоты. Смородина, спирея, черемуха, жимолость	Пихта до 6 ед. Ель, кедр в примеси

Окончание табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
4-5	Высокотравный	Осочка, вейник, кипрей, борец, чина, василистник	Разные, 5-15	Средней густоты. Ива, спирея, смородина, черемуха	Размещение групповое. Единично пихта, ель, осина, береза
6-10	Осочково-разнотравный	Осочка, вейник, кипрей, чина, костяника, фиалка	Разные, 5-35	Редкий. Ива, спирея, смородина	Отсутствует
	Крупнотравный	Папоротник, осочка, чина, василистник, борец	Разные, 10-12	Густой равномерный. Смородина, спирея, малина, рябина	Единично пихта, ель
	Высокотравный	Вейник, осочка, кипрей, дудник, василистник, жимовость	До 18	Густой равномерный. Шиповник, смородина, спирея, малина	Единичный или групповой, пихта, ель
Более 10	Осочково-разнотравный	Осочка, вейник, кипрей, чина, вика	Разные, до 18	Средней густоты. Смородина, спирея, малина	Береза, осина до 6 единиц, до 3 кедра и ели
	Крупнотравный	Борщевик, борец, василистник, дудник, звездчатка	Южная, до 18	Густой равномерный. Смородина, спирея, малина	8П2К. Равномерное или групповое
	Высокотравный (высокотравно-вейниковый)	Вейник, осочка, кипрей, дудник, папоротник, жимовость	7-27	Спирея, черемуха, смородина, малина	Групповое. Пихта, осина, береза
	Зеленомошный (зеленомошно-кисличный, брусничный, черничный)	Осочка, вейник, зеленые мхи, кислица, брусника, черника, костяника, линея, мителла	Восточная, 7-16	Равномерный, средней густоты. Смородина, спирея, малина	Отсутствует

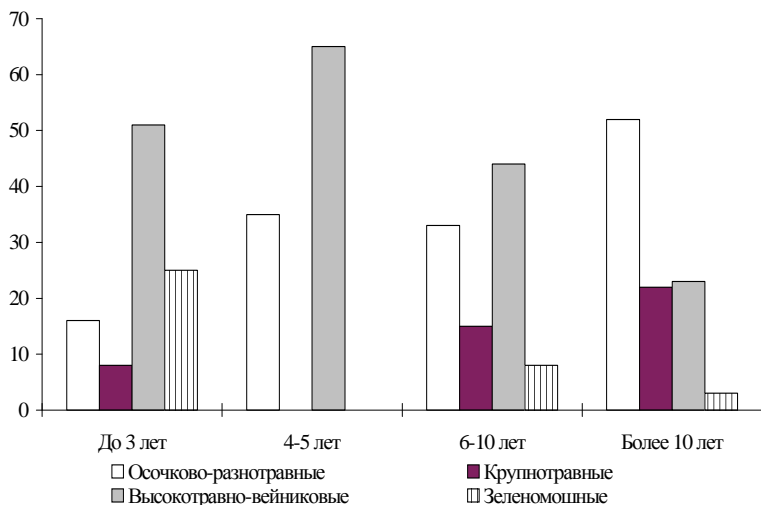


Рис. 3.1. Типологическая структура вырубок

Вырубки 3-5 лет характеризуются тем, что стабилизируется видовой состав, обилие и проективное покрытие доминирующих видов. Типологическая структура вырубок заметно упрощается: все их разнообразие представлено двумя основными типами (осочково-разнотравным и высокотравно-вейниковым), отражающими уровень дренированности и тепловлагообеспеченности почв. Значительно уменьшаются захламленность площади вырубки порубочными остатками и степень минерализации поверхности почвы (табл. 3.4).

Вырубки 6-10 лет отличаются наметившейся тенденцией к дифференциации структуры растительного покрова, где выделяются осочково-разнотравные, крупнотравные и высокотравно-вейниковые типы вырубок. Численность и видовой состав эдификаторного яруса не меняется, но, в связи с наметившейся ярусностью, структура сообщества усложняется. Позиции вейника тупоколоскового несколько потеснены (абсолютным доминантом он может быть лишь на паловых вырубках). Это связано с его биологией, так как огонь стимулирует побегообразование и улучшает рост растения (Обыденников,

1977).

Доля лиственных пород и видов подлеска заметно увеличивается. Начинают формироваться куртины будущего древесного полога. Снижается интенсивность семенного размножения как травянистых, так и древесных видов. Увеличивается задержание в осочково-разнотравном типе, в то время как из высокотравного типа выделяется крупнотравный, для которого характерно слабое задержание почвы, связанное с ослаблением позиций вейника тупоколоскового и мощным развитием крупнотравья (борец высокий, чина гмелина, василистник, дудник, борщевик и крупные папоротники). В экотопах с избыточным увлажнением или с близким залеганием грунтовых вод в состав травостоя может примешиваться вейник Лангсдорфа.

На вырубках старше 10 лет происходят изменения, связанные с началом формирования древесного полога. В связи с этим активизируется извеживание вейника и намечается экотопическая дифференциация растительного покрова. Выделяются следующие типы вырубков: осочково-разнотравные, крупнотравные, высокотравные, высокотравно-вейниковые, зеленомошно-кисличные, зеленомошно-брусничные и зеленомошно-черничные. Крупнотравные занимают пониженные и достаточно увлажненные местоположения, разнотравно-осочковые и осочково-разнотравные прочно удерживаются на крутых выпуклых склонах разной экспозиции и занимают шлейфы южных склонов. В напочвенном покрове вырубков наблюдается мозаичность, обусловленная развитием древесного яруса. Под пологом сомкнувшегося молодого древостоя образуются зеленомошные группировки. К этому периоду на вырубках перегнивают практически все порубочные остатки за исключением пней и бревен. На минерализованных участках формируются рыхлопокровные синузии.

В данном типе лесорастительных условий сплошная рубка леса не ведет к резкому изменению состава травяного яруса, однако обилие видов и роль отдельных популяций существенно меняются. Наиболее конкурентную способность демонстрирует осочка, которая образует тип осочково-разнотравных вырубков. Не менее чем осочка активен вейник тупоколосковый, но его сильными конкурентами (на непаловых вырубках) являются вейник Лангсдорфа (по микропони-



жениям) и высокотравье (на выполженных хорошо дренированных местоположениях). Можно предположить, что в этом типе лесорастительных условий только пожары могут способствовать формированию чистых вейниковых вырубок.

На основе предложенной классификации можно выделить стадии восстановительной сукцессии (Перевозникова, 1989), в которых отражается период возобновления и характер роста древесных пород, прослеживается динамика накопления и утилизации органики, поступающей после рубки.

1. Открытый фитоценоз (1-3 года). Характеризуется наибольшим типологическим разнообразием экотопов, большой пестротой видового состава и пятнисто-зарослевым размещением видов по площади вырубки. Господствуют виды с высокой интенсивностью семенного и вегетативного размножения. Задернение среднее и слабое. Благоприятный период для поселения и роста древесных пород. Захламленность максимальная, наиболее опасное пожарное состояние.

2. Сомкнутый невыработанный фитоценоз (3-10 лет). Сохраняется пятнисто-зарослевое сложение травостоя, но намечается тенденция к усложнению типологической структуры. Снижается численность всходов как древесных, так и травянистых растений, угнетается их рост и увеличивается отпад. В зависимости от местоположения господствуют осочка, вейник, виды крупнотравья. Задернение увеличивается. Условия для поселения древесных пород неблагоприятные. Заметно уменьшается захламленность и пожарная опасность.

3. Замкнутый, выработанный фитоценоз (более 10 лет). На вырубках происходит изреживание травостоя, уменьшается его продуктивность, усложняется типологическая структура. Эдификаторная роль от травянистых переходит к древесным растениям, в куртинах которых возможно появление самосева хвойных пород. Задернение заметно уменьшается и строго детерминируется с мозаикой растительного покрова. Этот период характеризуется как период с удовлетворительными условиями для поселения и роста древесных растений. Захламленность снижается незначительно. Наименее пожароопасен.

Рассмотренная нами типологическая структура вырубок на примере Манского лесхоза репрезентативна для среднегорного рельефа

Восточного Саяна с абсолютными высотами, не превышающими 700 м. над у. м. Доминирующая группа типов вырубок вейниковая с преобладанием вейника тупокосого.

С увеличением абсолютной высоты над у. м. и повышением количества осадков типологическое разнообразие вырубок дифференцируется по элементам рельефа. На нижних частях и шлейфах склонов всех экспозиций обычно формируются непаловые крупнотравные, кипрейно-крупнотравные и вейниково-крупнотравные типы вырубок. Паловые вырубки на этих элементах рельефа чаще всего представлены кипрейно-вейниковым типом вырубок. На участках с избыточным увлажнением на месте кедровников крупнотравных образуются крупнотравно-вейниковые вырубки с доминированием вейника Лангсдорфа.

Проведенные исследования на сопредельных территориях показали, что типологический спектр вырубок в Маганском лесничестве, расположенном на более низких гипсометрических уровнях, и Саянском, занимающем более высокое положение в рельефе, практически не отличается. Доминирующей группой типов вырубок остается вейниковая. Однако в Маганском лесхозе в травяном покрове увеличивается доля злаковых и разнотравно-злаковых, где наряду с вейником лесным доминирует коротконожка перистая, а на шлейфах склонов и ложбинах стока чаще всего образуются вейниково-крупнотравные типы вырубок со значительной примесью кустарников. Паловый ряд развития таких вырубок практически мало отличается от непалового.

В более континентальных условиях, с увеличением абсолютной высоты над у. м. (верховья р. Кан на высоте 900-1000 м над у. м.), большое влияние на формирование растительного покрова вырубок оказывает не только крутизна, но и экспозиция склонов. Обычно верхние части склонов световых экспозиций заняты разнотравными вырубками (разнотравно-осочковые, разнотравно-злаковые и разнотравные с элементами подтаежного разнотравья). В то же время плакоры, как правило, переувлажнены и зарастают кустарниками (преимущественно ивой) в напочвенном покрове доминируют осоки. На дренированных местообитаниях в непаловом ряду развития преобладающей группой типов вырубок становится крупнотравно-

вейниковая. Паловые вырубки этого типа трансформируются в вейниковые, причем замещение крупных трав вейником на таких вырубках происходит уже в первый год после пожара, в последующие годы, при условии отсутствия на них повторных пожаров, вейник становится абсолютным доминантом растительного покрова.

Таким образом, типологическое разнообразие и структура растительного покрова на вырубках в горных лесах Восточного Саяна, в первую очередь, определяется приуроченностью вырубок к высотнорастительным поясам. Соотношение и типологический спектр вырубок зависят и связаны с высотной поясностью. С повышением абсолютной высоты и увеличением количества осадков доминирующим типом вырубок в горно-таежных лесах становится вейниковый. На более континентальном подветренном макросклоне получает развитие разнотравно-злаковый тип вырубок, доминирующий в низкогорной части горно-таежного пояса, а на крутых склонах световых экспозиций может формироваться на высоте 900-1000 м. над у. м. Паловый ряд развития вырубок с доминированием кипрея возможен на всей территории района исследований.

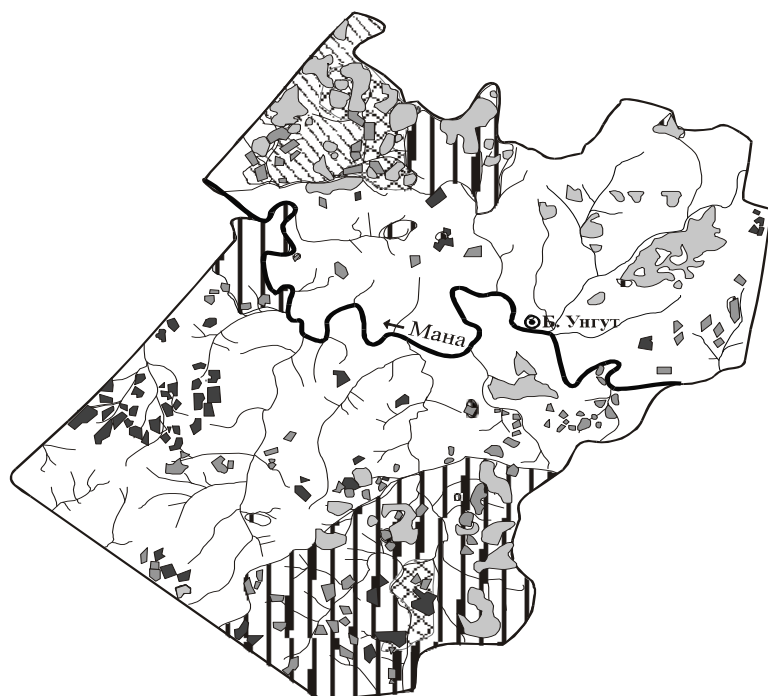
### **3.3. ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ НА ВЫРУБКАХ**

Как одно из направлений системы пожароуправления успешная охрана лесов от пожаров возможна лишь при сочетании современных организационных форм и технических средств борьбы с лесными пожарами с широким развитием лесопожарной профилактики. Известно, что весной из-за большого скопления горючих материалов первыми начинают гореть неочищенные вырубки.

Интенсивные лесозаготовки в этом районе ведутся с конца 30-ых годов XX века. Только за период с 1978 по 1998 год была вырублена площадь более 15000 га на территории Унгутского лесничества, Манского лесхоза. Это 16,62 % от площади лесничества. За последнее десятилетие около 40 % имеющихся вырубок в этом районе пройдены пожарами (рис 3.2).

Очень часто один и тот же участок леса может быть пройден пожаром дважды и даже трижды. Значительная часть лесных культур (около 25 %), создаваемых на вырубках, гибнет от лесных пожаров.

На вырубках, прогалинах и гарях, где отсутствует древесный полог, опасность возникновения пожара всегда выше, чем в лесу, т. е. пожарное созревание происходит быстрее. Под пожарной зрелостью лесных участков понимают такое их состояние, при котором возможно независимое распространение горения (Курбатский, 1972). Значительную роль в процессе возникновения и распространения лесных пожаров играют горючие материалы, их состав и структура. Лесными горючими материалами являются растения и их остатки различной степени разложения. Практически к ним относятся все растения, живые и отмершие, включая опад, валежник, подстилку, перегнойный и торфяной горизонты.



### Обозначения







- |   |  |
|---|--|
|  - вырубki 1978 - 1987 гг.   |  - гарь 1996 - 2000 гг.                                     |
|  - вырубki 1988 - 1992 гг.   |  - гарь 1990 - 1995 гг.                                     |
|  - вырубki 1993 - 2000 гг. |  - площади, пройденные пожарами дважды за 1990 - 2000 гг. |

Рис. 3.2. Площади вырубок и гарей на территории Унгутского лесничества Манского лесхоза. Восточный Саян

### 3.3.1. Запасы напочвенных горючих материалов на вырубках

По наблюдению В. И. Жарова (1970), захламленность горных лесосек зависит не столько от рельефа местности и породного состава, сколько от способа рубки. При постепенных и выборочных рубках

количество порубочных остатков составляет в среднем 30-35 % от их запаса при сплошной рубке древостоя. Большая захламленность вырубок является одной из причин их высокой пожарной опасности. Формирующиеся на захламленных вырубках молодняки также сохраняют высокую пожароопасность. Известно, что мелкие порубочные остатки разлагаются, как правило, в течение 10-20 лет, крупномерная древесина (пни, стволы деревьев, крупные сучья) через 50-60 лет. На горных вырубках Скалистых гор (США) хвоя в среднем разлагается через 2-3 года, а ветки и средние сучья через 8-20 лет с момента лесозаготовки (Carlton, Pickford, 1982).

Вырубки в темнохвойных лесах Восточного Саяна с преобладанием пихты и ели, на которых сделана оценка запасов лесных горючих материалов, располагались на высоте 600-650 м над уровнем моря, на склонах различной экспозиции и крутизной от 10 до 35 градусов. Лесозаготовки проводились по единой технологии. Валка деревьев велась бензопилами, трелевка – в хлыстах трактором ТТ-4. Запасы горючих материалов определялись на 21 вырубке после зимней рубки и на 3-х вырубках после летней заготовки леса. Характеристика вырубок приведена в табл. 3.2. Из их числа на момент обследования 12 вырубок были однолетними, 3 – 2-3-летние, 3 – 4-5-летние и 6 – 6–10-летние.

В среднем количество порубочных остатков на зимних лесосеках в предгорьях Восточного Саяна варьирует от 52,2 до 125,6 тонн/га (табл. 3.3). Общий запас горючих материалов составил от 71,9 до 154 тонн/га. В пределах выше выделенных 4-х возрастных групп, вырубки характеризуются схожими темпами зарастания травяной и кустарниковой растительностью, и как следствие, схожими запасами горючих материалов и динамикой пожарного созревания. Усредненные запасы горючих материалов, в зависимости от времени лесозаготовки, приведены в таблице 3.4.

С увеличением возраста вырубки происходит перераспределение запасов горючих материалов. Снижение запасов наблюдалось лишь по двум группам ГМ: опаду и мхам. Уменьшение массы опада объясняется довольно быстрым его разложением и переходом во фракцию подстилки. Мхи же на открытом месте не выдерживают конку-

ренции с травяной растительностью и постепенно отмирают. Увеличение количества крупномерных порубочных остатков (диаметром более 7,5) объясняется вываливанием ветром сухостоя, оставленного во время лесозаготовки. Это явление наблюдалось на всех вырубках, где в условиях маломощных горных почв деревья обладают поверхностной корневой системой. Запасы неразложившихся порубочных остатков и валежа уменьшаются в связи с их разложением, хотя общий запас сохраняется.

### **3.3.2. Пожароопасность вырубок**

Как известно, горный рельеф обуславливает вертикальную климатическую зональность. В пределах одного климатического пояса на разных элементах рельефа создаются различия в микроклимате. Экспозиция и крутизна склона влияют на процессы увлажнения лесных горючих материалов: наветренные склоны получают больше осадков, с крутых склонов вода стекает быстрее, пониженные участки имеют избыточное увлажнение, а возвышенные, наоборот, гораздо суше.

Горный рельеф способствует обострению фронтальных разделов, более обильному выпадению осадков. Поэтому подветренные склоны суше и горимость лесов на них больше (Сверлова, Костырина, 1981). Рельеф также влияет на пожарное созревание лесных участков и на скорость распространения пожара. Как известно, скорость высыхания горючих материалов зависит от дефицита влажности воздуха и количества лучистой энергии солнца, которая расходуется на испарение воды. Количество поступающей солнечной радиации обусловлено географической широтой и временем года, а также крутизной склонов и их экспозицией.

Таблица 3.2

**Характеристика вырубок в пихтарниках зеленомошной группы типов леса горно-таежного пояса Восточного Саяна.**

№ выруб-ки	Год рубки	Давность заготовки, лет	Площадь, га	Экспозиция и крутизна склона, градусов	Живой напочвенный покров	Подлесок	Характер захламленности (толщина слоя, м)
1	2	3	4	5	6	7	8
Однолетние вырубки							
1	2000	1	2	СЗ, 15	Осочково-зеленомошный	Спирея, шиповник, черемуха	Равномерное (0,20)
2	2000	1	3	СЗ, 15	Осочково-зеленомошный	Спирея, шиповник, черемуха	Равномерное (0,20)
3	2000	1	7	В, 26	Вейниково-зеленомошный	Черемуха, спирея, рябина	Равномерное (0,20)
4	2000	1	10	Ю 15-20	Разнотравно-зеленомошный	Рябина, черемуха, спирея	В кучах (0,5)
5	2000	1	2	СЗ, 5-8	Разнотравно-зеленомошный	Спирея, малина	В кучах (0,5)
6	2000	1	3	ЮВ, 26	Зелено-мошно-мелкотравный	Спирея, шиповник, черемуха	В кучах (0,5)
7	2000	1	1,5	В, 10	Зелено-мошно-мелкотравный	Рябина, смородина, спирея	В кучах (0,5-0,6)
8	1999	1	12	СЗ, 15	Зелено-мошно-мелкотравный	Спирея, шиповник, черемуха, бузина	Равномерное (0,20)
9	1998	1	7	СВ, 15	Осочково-зеленомошный	Спирея, смородина, шиповник, волчье лыко	Равномерное (0,15)



Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Вырубки 2-3 летней давности заготовки							
10	1999	2	7	ЮВ, 12	Вейнико- вый	Смороди- на, спи- рея, чере- муха, малина	Равномерное (0,10)
11	1998	2	10	В, 15	Вейнико- вый	Спирея, смороди- на	В кучах (0,3)
12	1996	3	18	ЮВ, 12	Вейнико- вый	Спирея, смороди- на, мали- на	Равномерное (0,15)
Вырубки 4-5 летней давности заготовки							
13	1995	4	25	ЮЗ, 14-16	Вейнико- вый	Смороди- на, мали- на, чере- муха	Равномерное (0,20)
14	1993	5	44	3, 16	Вейнико- вый	Смороди- на, спи- рея, ма- лина	В кучах (0,3)
15	1994	5	19	В, 18	Вейнико- вый	Спирея, черемуха, рябина, шиповник	В кучах (0,4)
Вырубки 6-10 летней давности заготовки							
16	1993	6	10	3, 10	Вейниково- разнотрав- ный	Смороди- на, ива	В кучах (0,6)
17	1993	6	6	ЮВ, 15	Вейнико- вый	Кизиль- ник, че- ремуха, спирея	Равномерное (0,15)
18	1992	7	1,5	ЮЗ, 18-20	Разнотрав- но- малиннико- вая	Малина, рябина, шиповник	В кучах (0,5)
19	1991	8	7	Ю, 12	Кипрейно- малиннико- вая	Малина, смороди- на, ки- зильник	В кучах (0,7)
20	1990	9	8	С, 10-12	Вейнико- вый	Спирея, ива, смо- родина	Равномерное (0,25)
21	1988	10	9	3, 12	Вейнико- вый	Смороди- на, ива, черемуха	В кучах (0,4)

Таблица 3.3

**Запасы напочвенных горючих материалов на вырубках разной давности рубки в пихтарниках зеленомошного горнотазового пояса Восточного Саяна**

Номер вырубки	Год заготов- ки	Дав- ность рубки, лет	Запас горючих материалов, т/га	
			Всего	В том числе порубоч- ные остатки, т/га
1	2000	1	85,3	52,2
2	2000	1	150,0	112,3
3	2000	1	121,4	83,5
4	2000	1	151,7	117,7
5	2000	1	71,9	42,7
6	2000	1	116,6	88,8
7	2000	1	146,4	120,5
8	1999	1	111,5	57,7
9	1998	1	106,1	64,7
10	1999	2	100,4	55,8
11	1998	2	82,9	49,4
12	1996	3	113,4	69,3
13	1995	4	143,8	115,6
14	1998	5	136,7	101,1
15	1994	5	138,1	101,0
16	1993	6	138,2	106,8
17	1993	6	121,9	91,5
18	1992	7	154,0	122,9
19	1991	8	151,9	125,6
20	1990	9	151,9	118,1
21	1988	10	102,2	76,0

Таблица 3.4

**Средние запасы горючих материалов на вырубках разных лет, т/га**

Горючие материалы (ГМ)	Возраст вырубок, лет			
	1	2-3	4-5	6-10
Травы и кустарнички	0,9	2,2	3,1	2,1
Мхи	0,4	0,3	0,1	0,1
Опад	26,8	26,4	20,5	17,6
Подстилка	7,5	11,8	9,9	10,0
ГМ до 7,5 см	3,2	3,3	3,2	3,1
ГМ более 7,5 см, в т.ч. неразложившиеся полуразложившиеся	79,1	55,9	102,7	103,7
	68,9	41,4	95,1	14,3
	10,2	14,5	7,6	89,4
Всего	117,9	99,9	139,5	136,6

По наблюдениям В. В. Протопопова и Л. С. Моревой (1963), горный рельеф создает местные климатические различия: склоны северной экспозиции более затенены и увлажнены, меньше инсоляция, здесь медленнее тает снег по сравнению со склонами южных экспозиций. Сказываются и различия по абсолютной высоте над уровнем моря: на каждые 100 м подъема летом температура воздуха снижается в среднем на  $0,6^{\circ}\text{C}$ , а годовая сумма осадков возрастает на 100-200 мм; сроки снеготаяния увеличиваются на 5-6 дней. Для горных районов Сахалина, по данным А. П. Клинцева (1964), интенсивность снеготаяния на пологих склонах крутизной  $10-20^{\circ}$  северной и южной экспозиций отличается в среднем на 2-3 мм в сутки.

Увеличение крутизны склонов южной экспозиции превышает количество поступающей на поверхность солнечной энергии (до 2,5 раз), а для северных склонов снижает ее. Минимальные различия поступающей энергии между равниной и склонами наблюдаются в июне-июле, когда солнце проходит по высокой траектории над землей и лучи падают под углом, близким к  $90^{\circ}$ . В весенние и осенние месяцы эта разница увеличивается. Восточные и западные склоны по величине солнечной радиации занимают промежуточное положение между склонами северной и южной экспозиций (А. Ф. Захарова, 1959).

Известно, что прямая солнечная радиация лишь одна из статей энергетического баланса. Здесь большое значение имеют и рассеянная радиация, составляющая за год для горизонтальной поверхности 30-100 % от величины прямой солнечной радиации (в зависимости от географической широты), а также перенос тепла турбулентными потоками воздуха. Эти факторы смягчают резкое различие между северными и южными склонами и нарушают равенство между восточными и западными экспозициями. Западные склоны хорошо прогреваются во второй половине дня и становятся вследствие этого близкими к южным. Это было подтверждено многолетними наблюдениями для Восточного Саяна в районе заповедника “Столбы” (Крутовская, Буторина, 1958).

Ветер, как и рельеф, влияет на пожарное созревание горючих материалов, на направление и скорость распространения пожара. Ветер

также значительно увеличивает пожарное созревание участков на горных склонах за счет ускорения процессов испарения влаги напочвенных горючих материалов. Особенно быстро высыхание горючих материалов происходит на сплошных вырубках. Установлено, что скорость ветра под пологом леса снижается на 40-60 % по сравнению с открытой местностью (Молчанов, 1954; Валендик, 1964). Различная интенсивность нагревания солнцем горных склонов разной экспозиции оказывает воздействие на местный режим ветров и отсюда на поведение пожара (Davis, 1959).

Экспозиция склона также влияет на влагосодержание горючих материалов. Большое число исследователей отмечали, что наиболее пожароопасными являются склоны южной и западной экспозиций (Анцышкин, 1957; Софронов, 1967; и др.). Влияние экспозиции склона на пожароопасность проявляется и косвенно через тип растительности. Н. П. Курбатский (1962) отмечал, что на склонах северных экспозиций обычно произрастают насаждения темнохвойных пород, под пологом которых из-за недостатка тепла лесные горючие материалы почти всегда имеют высокое влагосодержание и менее пожароопасны.

В Унгутском лесничестве Манского лесхоза на долю травяных типов приходится до 94 % всех площадей вырубок, а остальные 6 % – на зеленомошные типы (рис. 3.1). Соответственно, основные типы проводников горения представлены весной и осенью рыхлым слоем из травяной ветоши. Наличие осочки в травяном покрове также создает рыхлый слой горючих материалов в весенний и осенний периоды, что способствует распространению горения. Вырубки в этот период сохраняют высокую пожароопасность и пожары здесь могут возникать сразу после схода снежного покрова.

Летом, под влиянием уплотнения и разложения травяной ветоши и развития травостоя, такие вырубки обычно достигают состояния пожарной зрелости только в длительные засушливые периоды. Разрастание зеленых трав, имеющих высокое влагосодержание, создает повышенную влажность микроклимата и соответственно резко снижает скорость пожарного созревания проводников горения (Курбатский, Иванова, 1987). В горных лесах Западного Саяна и Танну-Ола

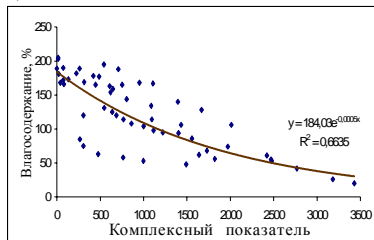
снижение пожарной опасности происходит при достижении 2/3 объема зеленой массы от ее максимального запаса (Софронов, 1967).

По мере разложения порубочных остатков, их минерализации, задержания почвы и образования экранирующего полога из подлеска, подроста и живого напочвенного покрова на вырубках устанавливается особый режим микроклимата, способствующий замедлению скорости высыхания горючих материалов в летний период. Таким образом, повышенная пожароопасность в весенний период снижается с разрастанием трав и возрастает с их отмиранием осенью.

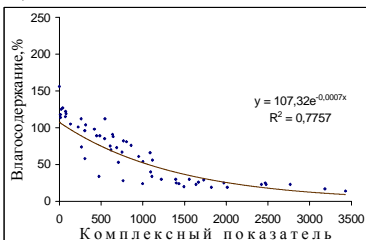
Пожарное созревание вырубок определяется, прежде всего, изменением влагосодержания лесных горючих материалов под влиянием погодных условий. По влагосодержанию опада наиболее сухими являются свежие рубки, где отсутствие травяного покрова и открытое пространство способствуют быстрому высыханию проводников горения. Затем идут вейниковые рубки. Вейник иссушает почву и, не имея значительной листовой поверхности, не препятствует высыханию проводников горения. Более влажны кипрейные рубки, на которых травостой кипрея создает микроусловия, задерживающие высыхание опада и подстилки.

Влагосодержание опада и подстилки определяется погодными условиями. На рис. 3.3 приведены изменения влагосодержания проводников горения в зависимости от величины комплексного показателя пожарной опасности. Связь влагосодержания опада с величиной комплексного показателя пожарной опасности во всех случаях тесная ( $r=0,83-0,87$ ). С возрастанием величины комплексного показателя влагосодержание опада и подстилки сначала значительно уменьшается, а затем с приближением к величине равновесной влажности – медленнее. Это явление было ранее отмечено для горных лесов Западного Саяна М. А. Софроновым (1967). Влагосодержание подстилки зависит от величины комплексного показателя менее чем опада ( $r=0,73-0,80$ ). Между влагосодержанием опада и подстилки коэффициент корреляции составил  $0,70-0,80$

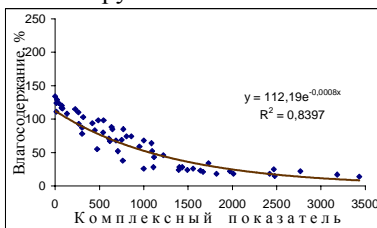
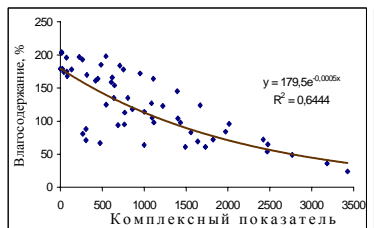
а) Подстилка



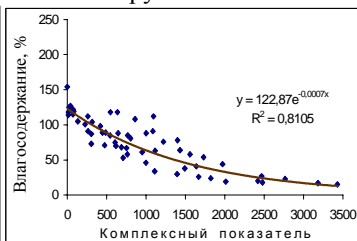
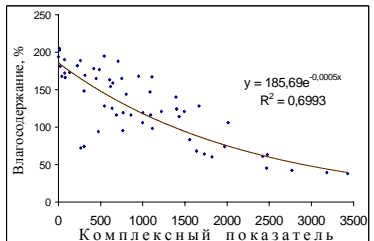
б) Опад



Свежие вырубki



Вейниковые вырубki



Кипрейные вырубki

Рис. 3.3. Изменения влагодержания опада и подстилки в зависимости от величины комплексного показателя пожарной опасности на вырубках разных типов. Восточный Саян

Травяной покров по его среднему влагосодержанию также различается в зависимости от типа вырубki (рис. 3.4). При этом сезонная динамика влагосодержания травяного покрова выражена четко во всех случаях. Среднее влагосодержание травяного покрова почти в два раза ниже на вейниковой вырубке по сравнению с кипрейной. Весной оно достигает 420 % на вейниковой вырубке и 670 % на кипрейной. Затем влагосодержание плавно снижается и к июлю составляет соответственно 280 и 420 %. Среднее влагосодержание травяного покрова на свежих вырубках – это влагосодержание в основном мезофитных трав, вышедших из-под полога древостоя после рубки. Мхи постепенно отмирают и переходят в опад и подстилку. Влагосодержание трав на свежих вырубках выше по сравнению с вейниковыми, но ниже, чем на кипрейных.

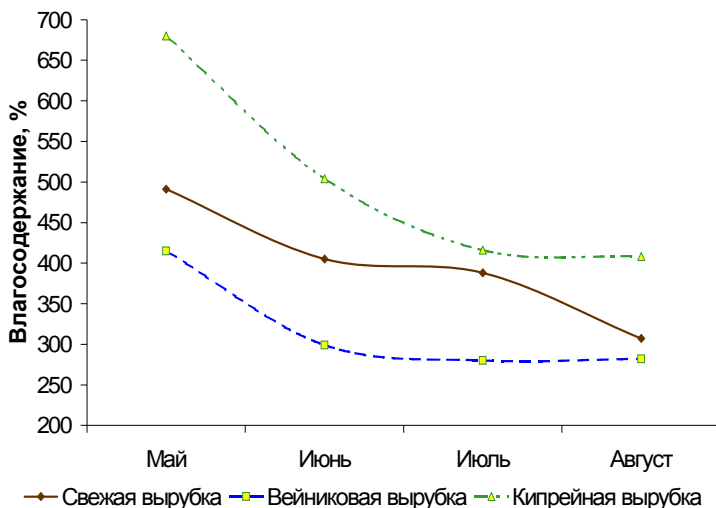


Рис. 3.4. Сезонная динамика влагосодержания трав на вырубках разных типов. Восточный Саян

Запас зеленой массы трав на одно-двухлетних вырубках также неодинаков, что обуславливает различие в скорости высыхания горючих материалов. Меньше травяной массы нарастает на свежих вырубках, только что вышедших из-под рубки (рис. 3.5).

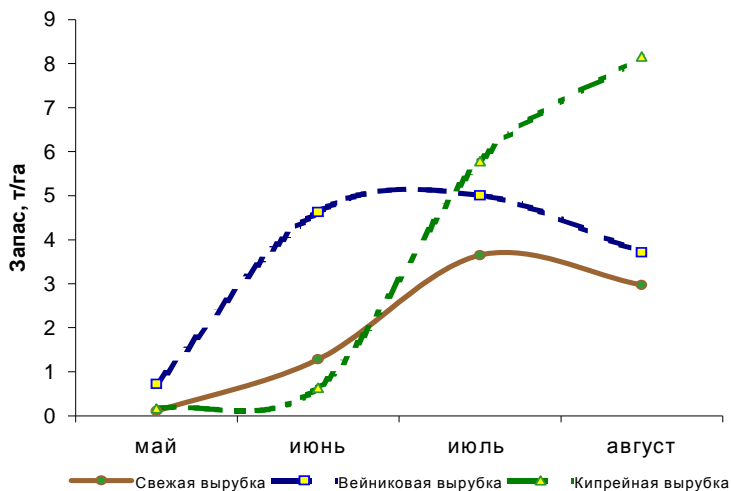


Рис. 3.5. Сезонная динамика запаса зеленой массы трав на вырубках разных типов. Восточный Саян

Условия высыхания для напочвенных горючих материалов особенно весной более благоприятны на вырубках. Отсутствие древесного полога, большие открытые пространства способствуют быстрому высыханию опада и порубочных остатков. Летом травяной ярус препятствует проникновению солнечных лучей и создает свой микроклимат, что задерживает высыхание опада. Травяная ветошь постепенно переходит в подстилку. Поэтому в этот период старые, заросшие травяной растительностью и кустарниками вырубки менее пожароопасны. Свежие же лесосеки могут быть в состоянии пожарной зрелости в течение всего пожароопасного сезона.



Таблица 3.5

**Распределение количества дней пожароопасного сезона по классам пожарной опасности (КПО) (числитель – по весенне-летней шкале/знаменатель – по летне-осенней шкале)**

Авиаотделение	Средняя продолжительность пожароопасного сезона, дней	I класс	II класс	III класс	IV класс	V класс
		<u>до 400</u> до 400	<u>401-800</u> 401-700	<u>801-1450</u> 701-1650	<u>1451-2850</u> 1651-3250	<u>2851 и &gt;</u> 3251 и >
Манское	155	69	45	30	4	7
Саянское	149	59	25	37	22	6

Распределение количества дней пожароопасного сезона по величине комплексного показателя и класса пожарной опасности, установленного по используемой в настоящее время шкале по условиям погоды, приведено в табл. 3.5. Как видно из данных таблицы, основное количество дней пожароопасного сезона приходится на первые три класса.

Если рассматривать распределение площадей вырубок по типам, то на вейниковые, в зависимости от давности рубки, приходится от 65 до 23 %, на разнотравные – от 74 до 24 % и только от 25 до 3 % – на зеленомошные. Зеленомошные типы представлены рубками давностью рубки до 3-х лет, и 10 лет и более – когда отмерший моховой покров начинает восстанавливаться под пологом формирующегося насаждения. Вырубки после лесных пожаров (в зависимости от их интенсивности) зарастают или кипреем, или вейником, или формируются осинники. По данным лесоустройства 1999 года, на 78 % площадей вырубок и 56 % гарей в напочвенном покрове преобладает вейник. Кипрейный покров сформировался на 44 % площадей гарей. То есть эти два типа напочвенного покрова определяют пожароопасность вырубок. Поэтому далее рассматриваем их пожарное созревание и природную пожароопасность.

В результате наблюдений за влагосодержанием горючих материалов и пробных зажиганий составлена шкала, показывающая появление возможности распространения горения на свежих, вейниковых и кипрейных рубках в зависимости от комплексного показателя пожарной опасности (табл. 3.6). Шкала разделена на два периода пожароопасного сезона. Граница между периодами (7 июля) принята та же, что исполь-

зуется в настоящее время Авиалесоохраной для этого региона. Вейниковые вырубki наиболее пожароопасны в весенний период. Они могут достигать состояния пожарной зрелости уже при первом КПО по погоде. После разрастания вейника их пожароопасность снижается. Свежие вырубki менее пожароопасны в весенний период, но более – в летний, когда незначительные запасы зеленой массы трав не препятствуют высыханию проводников горения. Наименее пожароопасны кипрейные вырубki, где запасы ветоши в весенний период незначительные, переходящие в опад в летний период. Разрастание кипрея создает микроусловия, препятствующие высыханию горючих материалов. Поэтому контролируемые выжигания нужно проводить так, чтобы зарастание вырубок шло по кипрейному типу, что снизит их пожароопасность и, тем самым, улучшит условия для лесовосстановления.

Кроме того, нами подсчитано количество дней в течение пожароопасного сезона, когда вырубki находились в состоянии пожарной зрелости (табл.3.7). Наиболее пожароопасны свежие вырубki (35% от всего пожароопасного сезона), затем вейниковые и наименее пожароопасны кипрейные.

Таблица 3.6

**Минимальное значение комплексного показателя пожарной опасности, при котором возможно распространение горения по вырубке**

Тип вырубки	Период пожароопасного сезона	
	Весенне-летний	Летне-осенний
Свежие (однолетние)	670	1000
Вейниковые	400	1400
Кипрейные	1700	2300

Примечание: переход с весенне-летней на летне-осеннюю шкалу – 7 июля

Таблица 3.7

**Количество дней, в которые данная вырубка была в пожарнoзрелом состоянии**

Тип выруб-ки	Количество дней	Процент от продолжительности пожаро-опасного сезона
Свежие	54	35
Вейниковые	47	30
Кипрейные	8	5

Так как до 94 % вырубок составляют травяные типы, то в весенний период практически все лесные участки, занятые вырубками, имеют повышенную пожароопасность вне зависимости от их возраста и типа, исключая палово-кипрейные типы вырубок. Высокая по-

жароопасность в весенний период снижается с разрастанием трав летом. В засушливое время эти вырубki могут быть пожароопасными в течение всего сезона.

## Глава 4. Особенности развития и распространения горения на вырубках

---

В отличие от низовых пожаров в лесах, выжигания на вырубках имеют свои особенности, которые определяются большими запасами горючих материалов и мозаичностью их расположения по площади. Процесс горения здесь можно подразделить на четыре фазы: 1) воспламенение (зажигание); 2) распространение кромки горения; 3) сгорание ГМ и 4) потухание.

В связи с тем, что расположение горючих материалов на вырубке носит мозаичный характер, горение может протекать с преобладанием фазы распространения кромки (поступательный режим) и с преобладанием фазы сгорания ГМ (площадной режим).

Поступательный режим свойственен горению при относительно небольших запасах крупномерных порубочных остатков – проводников горения III группы ГМ (пасеки и трелевочные волока), когда ширина кромки значительно меньше расстояния между точками зажигания. Для его описания нами использованы показатели, обычно применяемые при характеристике лесных пожаров: скорость распространения (м/с), ширину (м) и интенсивность кромки пожара (кВт/м), скорость сгорания ГМ ( $\text{кг/м}^2 \cdot \text{с}$ ).

Горение на участках с большими запасами проводников горения III группы (как правило, это разделочные площадки, но иногда и пасеки) проходит в площадном режиме. Для его характеристики используются уже другие показатели: период горения (с), скорость сгорания ( $\text{кг/м}^2 \cdot \text{с}$ ), а также длину пламени (м). По теплоте сгорания горючего материала (кДж/кг) можно вычислить интенсивность тепловыделения ( $\text{кВт/м}^2$ ). Теплота сгорания лесных горючих материалов различается в зависимости от их вида. При расчете интенсивности тепловыделения теплота сгорания лесных горючих материалов принята равной 18000 кДж/кг (Stocks, Hartley, 1995).

Для описания всего процесса выжигания на вырубках нами использована скорость выжигания на 1 га ( $V$ ,  $\text{кг/м}^2 \cdot \text{с}$ ), показывающая среднюю по всей площади скорость выгорания с учетом способа за-

жигания и скорости распространения кромки огня.

$$V=\Delta M/t_b,$$

где  $\Delta M$  – масса сгоревшего вещества в среднем на 1 га (ГМ) ( $\text{кг/м}^2$ );  $t_b$  – среднее время выжигания 1 га (с).

При этом время выжигания ( $t_b$ ) можно разложить на составляющие:

$$t_b=t_3+t_p+t_c,$$

где  $t_3$  – время зажигания (воспламенения);  $t_p$  – время распространения кромки огня от точки зажигания до данной точки;  $t_c$  – собственно время сгорания или период горения на данном квадратном метре.

При поступательном режиме горения временем зажигания можно пренебречь, поскольку вследствие больших запасов проводников горения I группы оно намного меньше остальных составляющих.

Время распространения можно рассчитать по формуле:

$$t_p=L/2U,$$

где  $L$  – среднее расстояние между точками зажигания (м);  $U$  – скорость распространения кромки пожара (м/с), которая в свою очередь зависит от многих факторов, таких как скорость ветра, рельеф, структура слоя горючих материалов и т. п. При выжиганиях скорость распространения измерялась нами непосредственно на кромке горения.

Период горения при поступательном режиме рассчитывается по формуле:

$$t_c=B/U,$$

где  $B$  – ширина кромки горения (м);  $U$  – скорость распространения кромки горения (м/с).

При площадном режиме горения (сгорание скоплений ГМ) в свою очередь можно пренебречь временем распространения, но при этом увеличивается время зажигания, определяемое скоростью движения зажигателя по участку (0,8 м/с) при расстоянии между линиями (точками) зажигания 10 м. Период горения измерялся нами непосредственно в ходе эксперимента.

Интенсивность кромки огня при площадном режиме рассчитывалась условно – для сравнительной характеристики процесса горе-

ния – по эмпирической формуле Байрама (Byram, 1959).

Поступательный режим горения формируется, как правило, при относительно малом запасе проводников горения III группы. Горение скоплений проводников горения III группы (например, на разделочных площадках) протекает в площадном режиме, поскольку они намного увеличивают период горения.

Этим двум режимам горения соответственно свойственны и различные параметры, которые приведены в табл. 4.1. По данным таблицы видно, что период горения при поступательном режиме в среднем равен 207 секундам и в 7 раз меньше, чем при площадном. Но общее время выжигания 1 га ( $t_b$ ) – в два раза больше (в среднем – 10525 с), что объясняется меньшей скоростью распространения кромки пожара по сравнению со скоростью движения рабочего, производящего зажигание. Время выжигания при площадном режиме в среднем равно 5375 с или 1,5 ч. Такое различие в периоде горения и времени выжигания необходимо учитывать в последующем при выборе способа зажигания.

Интенсивность кромки огня характеризует процесс горения с точки зрения возможности контроля над его развитием. При поступательном режиме горения она в 1,5 раза меньше, чем при площадном, и в среднем равна 578 кВт/м. При повышении интенсивности кромки увеличивается вероятность перехода огня за пределы выжигаемого участка, при этом часто возникают такие нежелательные явления, как огненный вихрь, сильная конвекционная колонка, мощное радиационное излучение, способное нагреть до температуры воспламенения ГМ, находящиеся на расстоянии 3-4 м за минполосой.

Таблица 4.1

**Средние параметры горения и полнота сгорания в зависимости от режима горения**

Показатель	Режим горения		
	Поступательный		Площадной
$t_z$ , с	0		3950
$t_p$ , с	10317		0
$t_c$ , с	207		1425
$t_b$ , с	10525		5375
Интенсивность кромки, кВт/м	578		820
Ширина кромки, м	0,94		-
Запас сгоревших ГМ, кг/м <sup>2</sup>	6,7		8,7
Общая полнота сгорания ГМ, %	57,9		64,4
Полнота сгорания проводников горения, %	I Группы		87,3
	II Группы		97,8
	III Группы	0,7-2,5 см	56,4
		2,5-7,5 см	82,3
		>7,5 см	72,8
Скорость сгорания, кг/м <sup>2</sup> · с · 10 <sup>-5</sup>	3604		85,5
Скорость выжигания, кг/м <sup>2</sup> · с · 10 <sup>-5</sup>	72,5		72,0
Интенсивность тепло-выделения, кВт/м <sup>2</sup>	648,72		52,2
			134,82

При поступательном и площадном режимах в среднем сгорело 67 и 87 т/га ГМ, соответственно. Такая разница в первую очередь объясняется различиями в начальных запасах ГМ. Общая полнота сгорания ГМ в среднем равна 58 % – при поступательном режиме, и 64 % – при площадном. Полнота сгорания отдельных групп проводников горения также выше при площадном горении.

Скорость сгорания при поступательном режиме в 4 раза больше, чем при площадном, но общая скорость выжигания при площадном режиме в 2,5 раза больше, чем при поступательном. Таким образом, проведение выжиганий в площадном режиме позволяет достичь более полного сгорания ГМ и в короткие сроки, но при этом требуются значительные затраты сил и средств на зажигание и окарауливание.

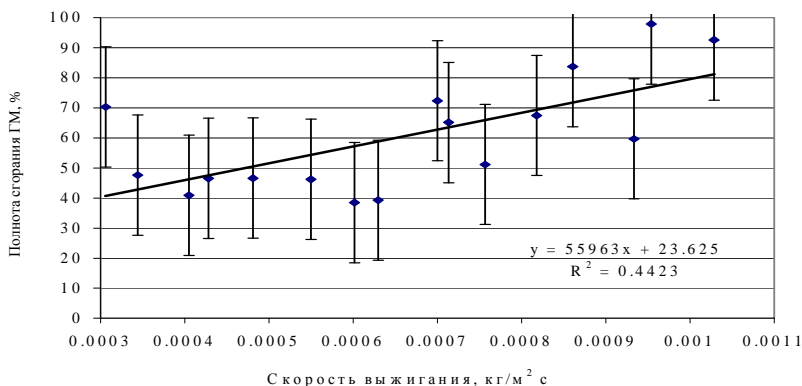


Рис. 4.1. Зависимость полноты сгорания горючих материалов от скорости выжигания

Рассмотрим отдельно поступательный режим горения. Среднее расстояние между линиями зажигания – 100 м. При этом ширина кромки огня в среднем составила 0,94 м, а скорость ее распространения –  $55 \times 10^{-4}$  м/с. Интенсивность кромки огня при поступательном режиме в среднем равна 579 кВт/м, что меньше, чем при площадном режиме. Проведение выжиганий в поступательном режиме позволяет контролировать процесс горения малыми силами, но полнота сгорания горючих материалов ниже, чем при площадном режиме.

Основной задачей контролируемых выжиганий является снижение природной пожарной опасности, поэтому полнота сгорания лесных горючих материалов является самым важным критерием оценки качества выжиганий на вырубках. Установлено, что полнота сгорания ГМ при III – IV классах пожарной опасности по условиям погоды определяется скоростью выжигания (коэффициент корреляции – 0,67) (рис. 4.1).

Для снижения пожарной опасности в первую очередь необходимо удалить проводники горения. Полнота их сгорания приведена в табл. 4.2.



Таблица 4.2

**Полнота сгорания проводников горения при поступательном режиме горения**

Номер экспери- мента	Скорость сгорания, 10 <sup>-5</sup> кг/м <sup>2</sup> · с	Скорость выжигания, 10 <sup>-5</sup> кг/м <sup>2</sup> · с	Полнота сгорания проводников горения, %					КПО
			I груп- пы	II груп- пы	III группы			
					0,7-2,5 см	2,5-7,5 см	>7,5 см	
1	5396,0	42,8	98	89	79	31	20	3
2	3078,4	40,5	97	46	56	85	46	4
3	4546,3	75,7	94	60	81	60	35	4
4	2257,5	70,0	98	41	55	72	31	4
5	2003,3	95,4	94	53	58	38	48	4
6	5309,2	63,0	88	78	73	40	13	4
7	4419,6	103,6	95	69	49	22	20	1
8	5807,4	150,8	88	68	52	73	2	2
9	3671,8	86,1	89	48	83	67	91	4
10	1852,0	48,1	69	42	95	86	1	4
11	1754,3	34,4	69	39	56	40	38	4
12	2746,8	71,3	94	55	85	25	56	4
13	4171,5	81,8	86	58	84	100	55	4
14	3090,3	30,6	95	40	100	0	57	4
15	1888,0	55,0	75	53	62	25	43	3
16	5072,5	60,1	68	56	50	45	31	3
17	4602,6	102,9	78	63	98	100	100	4
18	3204,4	93,3	97	57	95	50	21	4
ср.	3604,0	72,5	87,3	56,4	72,8	53,3	39,4	

Из таблицы видно, что различные группы проводников горения имеют разные значения полноты сгорания. Так проводники горения I группы при выжиганиях в среднем сгорают на 87 %, причем полнота их сгорания в любом случае выше 68 %. По мере увеличения крупности проводников горения полнота их сгорания уменьшается.

Поскольку все выжигания проводились при влагосодержании проводников горения I группы (опад до 0,7 мм) менее 15 %, мы не обнаружили связи полноты их сгорания с какими-либо факторами. Но отчетливо проявилась зависимость полноты сгорания подстилки

(проводники горения II группы) от скорости сгорания, (коэффициент корреляции – 0,77), которая показана на рис. 4.2.

Чем больше скорость сгорания ГМ (интенсивность тепловыделе-

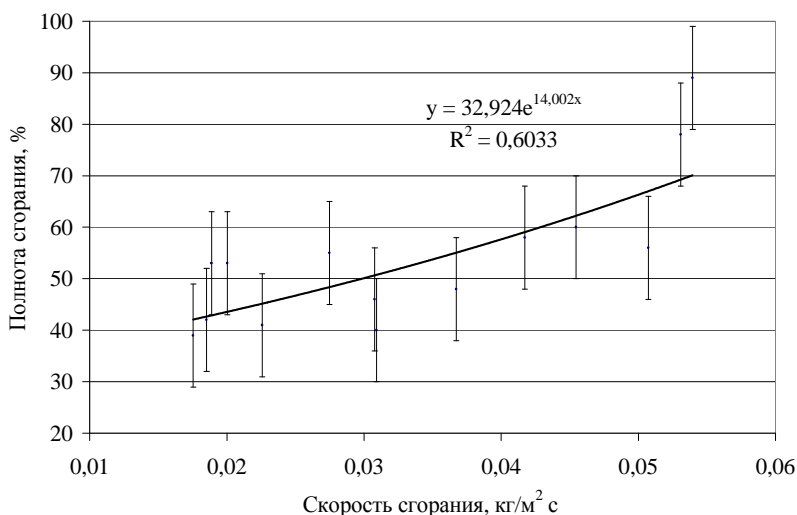


Рис. 4.2. Зависимость полноты сгорания подстилки от скорости сгорания

ния) при поступательном режиме горения, тем выше полнота сгорания подстилки (рис. 4.2). Кроме параметров горения нами выявлена обратная зависимость полноты сгорания подстилки от ее влагосодержания (коэффициент корреляции составляет 0,85). Эта зависимость показана на рис. 4.3. При влагосодержании подстилки более 100 % полнота ее сгорания составит менее 60 %.

При выжиганиях особый характер сгорания имеют проводники горения III группы диаметром более 7,5 см. Их доля в общем запасе лесных горючих материалов до выжигания составляет около 70 %, хотя занимают они лишь до 10 % от площади вырубki. Все проводники горения диаметром до 7,5 см, как правило, сгорают в режиме пламенного горения, в то время как крупные горючие материалы (более 7,5 см в диаметре) сгорают преимущественно в режиме бес-

пламенного горения (тления). При этом полнота сгорания зависит от степени их разложения и взаиморасположения. После окончания пламенного горения на вырубке остается “решетка” из несгоревших крупных ветвей и стволов, тлеющих в местах их соприкосновения.

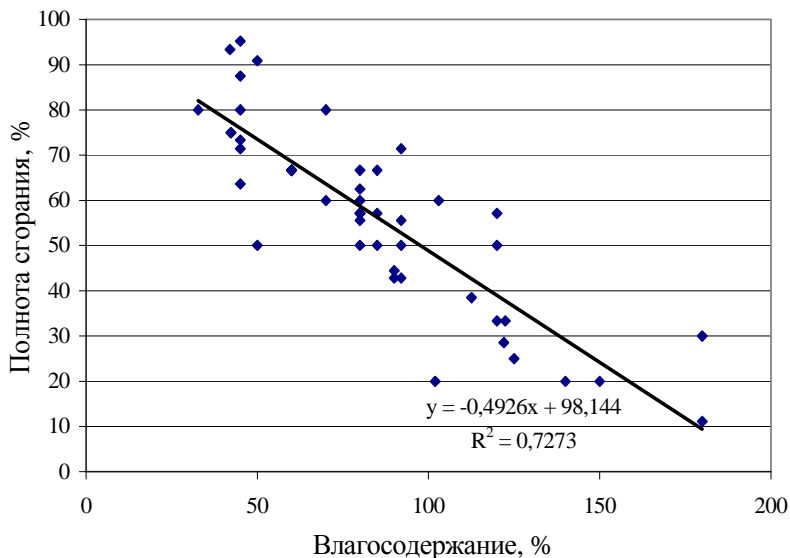


Рис. 4.3. Зависимость полноты сгорания подстилки от ее влагосодержания

Механический недожог нами определялся после окончания беспламенного горения, поскольку площадь истлевшей “решетки” относительно мала, а площадь вырубki однородна. Сама решетка из тлеющих горючих материалов очень важна с точки зрения прогорания подстилки и прогрева почвы, так как горение в этих точках может продолжаться до нескольких суток. И хотя интенсивность процесса беспламенного горения очень мала (по сравнению с пламенным), при этом происходит полное сгорание подстилки, и температура верхнего слоя почвы может подниматься до летальных для почвенных микроорганизмов значений. Этот факт можно рассматривать с двух точек зрения. С одной стороны, при высоких температурах

погибают почвенные микроорганизмы и происходит изменение химического состава почвы. Но, с другой стороны, эта “решетка” с участками истлевшей до минерального слоя почвы подстилки является благоприятной средой для прорастания семян и роста сеянцев. Это подтверждают наши наблюдения и исследования многих других ученых (Бузыкин, 1964; Иванов, 1965; Санникова, 1977; Матвеев и др., 1987).

Площадной режим свойственен горению на разделочных площадках, где сосредоточен большой запас порубочных остатков. При таком режиме пламенная фаза горения продолжается от 15 до 30 минут и в среднем равна примерно 24 минутам (1425 секунд). При этом лимитирующим фактором скорости сгорания является степень обеспеченности горения кислородом, зависящая от скорости ветра; площади участка; размеров горящих частиц и т. д. Длина пламени при сгорании скоплений порубочных остатков в среднем равна 2,1 м, с языками до 4 м. Для таких параметров горения в одних и тех же условиях свойственно более полное сгорание ГМ (табл. 4.1), по сравнению с поступательным горением.

Полнота сгорания различных групп проводников горения при II и IV классах пожарной опасности различается в 1,5 раза. Общая полнота сгорания при площадном режиме в условиях IV класса пожарной опасности равна в среднем 70 %, при II КПО – 47 %. Это происходит за счет увеличения полноты сгорания проводников горения III группы (табл. 4.3).

Как видно по данным табл. 4.3, скорость сгорания при IV классе пожарной опасности почти в два раза выше, чем при II, хотя период горения практически не изменяется, что сказывается на интенсивности пожара.

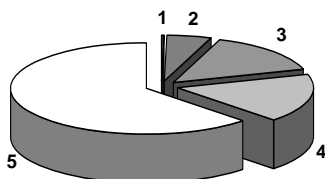
Таблица 4.3

**Параметры горения и полнота сгорания ГМ при II и IV классах пожарной опасности**

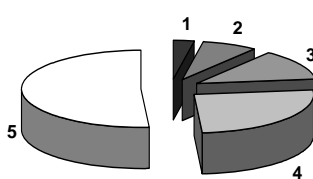
КПО	Период горения, с	Скорость, кг/м <sup>2</sup> с		Полнота сгорания. %					
				Проводников горения					ГМ
		Сгора- ния	Выжи- гания	I груп- пы	II груп- пы	III группы, диаметром			
						0,7-2,5 см	2,5-7,5 см	>7,5 см	
II	1500	0,00475	0,00134	92,3	75,0	58,0	65,0	48,0	47,2
IV	1400	0,00840	0,00192	99,7	84,7	94,7	74,3	53,6	70,1

Запас горючих материалов в ходе выжиганий снижается почти в два раза. Но главное – это то, что снижается запас проводников горения I группы. В таблице 4.4 представлены запасы разных групп проводников горения на вырубках, пройденных сплошным палом. Послепожарные запасы различаются, но в любом случае запас проводников горения I группы не превышает 450 г/м<sup>2</sup> и, как правило, находится в пределах 100-150 г/м<sup>2</sup>. Соотношение запасов различных групп проводников горения после выжиганий в поступательном и площадном режимах показано на рис. 4.4.

Площадной режим



Поступательный режим



1 – I группа; 2 – II группа; 3 – III группа (0,7-2,5 см); 4 – III группа (2,5-7,5 см); 5 – III группа (более 7,5 см)

Рис. 4.4. Послепожарные запасы проводников горения (% от их общего количества) при поступательном и площадном режимах горения

Этот факт важен при оценке влияния выжиганий на условия лесовосстановления, так как большой запас проводников горения I и II групп, присущий сплошным вырубкам, вызывает перераспределение влаги и температуры, необходимых для успешного роста и развития семян древесных пород. После выжигания горючие материалы составляют не более 5 % от площади вырубki и практически не оказыва-

ют отрицательного влияния на возобновление леса. Более того, их относительно равномерное расположение по площади способствует задержанию снега и благоприятному распределению влаги. Равномерность расположения ГМ является следствием того, что при выжиганиях полнота сгорания как раз выше в местах скопления порубочных остатков.

Таблица 4.4

**Запасы проводников горения после выжиганий**

Номер экс- перимен- тального участка	Запас, т/га					Всего
	I Группы	II Группы	III Группы			
			0,7-2,5 см	2,5-7,5 см	>7,5 см	
1	0,27	1,14	11,15	51,68	12,32	76,57
2	0,52	2,00	29,70	9,54	0,00	41,76
3	0,83	1,94	10,85	21,24	30,94	65,80
4	0,03	7,75	10,80	8,37	0,00	26,95
5	0,33	4,20	10,54	16,31	0,00	31,38
6	0,59	3,11	11,99	22,14	59,51	97,34
7	0,22	4,45	10,25	46,80	39,52	101,25
8	1,32	5,30	24,34	13,88	60,37	105,20
9	0,53	5,17	21,29	12,71	18,56	58,26
10	0,99	4,34	3,28	3,92	3,66	16,19
11	0,03	1,31	5,78	0,00	17,33	24,45
12	4,49	3,93	0,33	3,92	40,61	53,27
13	4,05	5,03	3,28	11,76	33,99	58,12
14	1,00	4,80	1,64	11,76	15,37	34,58
15	2,88	4,39	2,46	0,00	38,36	48,09
16	0,20	7,00	0,00	3,92	11,79	22,91
17	0,09	2,64	0,00	3,92	56,22	62,87
18	3,99	6,49	4,11	23,52	69,23	107,33
19	4,24	4,03	2,46	23,52	116,05	150,31
20	4,06	4,99	0,15	0,00	0,00	9,20
21	0,25	5,24	0,57	7,84	20,03	33,94
22	0,05	0,44	0,00	15,68	23,43	39,59
Ср.	1,41	4,08	7,50	14,20	30,33	57,52

Таким образом, после контролируемых выжиганий распространение горения по площади практически невозможно вследствие малого запаса проводников горения I группы, поскольку для распростране-

ния горения необходим запас ГМ в абсолютно сухом состоянии более  $0,3 \text{ кг/м}^2$  (Валендик, Исаков, 1978).

В результате проведенных исследований установлено, что:

- характер горения на вырубке определяется большими запасами проводников горения и мозаичностью их расположения. Поэтому здесь имеют место два режима горения: распространение фронта горения по площади (поступательный) и сгорание куч ГМ на площади (площадной);
- поступательный режим горения характеризуется движущейся кромкой огня. Период горения при этом в 7 раз меньше, чем при площадном. Но общее среднее время выжигания ГМ в пересчете на 1 га в два раза больше;
- горение скоплений крупномерных порубочных остатков (разделочные площадки, иногда пасеки) проходит в площадном режиме, когда нельзя выделить кромку пожара. Скорость сгорания в 4 раза меньше, чем при поступательном режиме, но скорость выжигания при этом увеличивается в 2,5 раза;
- полнота сгорания при поступательном режиме горения равна 58 %, при площадном – 64 %;
- проведение выжиганий в площадном режиме позволяет повысить полноту сгорания ГМ и уложиться в запланированные сроки, но это требует значительных затрат сил и средств;
- установлено, что полнота сгорания подстилки зависит от скорости сгорания, (коэффициент корреляции – 0,77). В среднем она равна 56 % – при поступательном режиме горения и 82 % – при площадном;
- применение различных технологий контролируемых выжиганий позволяют снижать запасы проводников горения ниже пределов распространения горения.

## **Глава 5. Контролируемые выжигания на вырубках**

---

Распространение горения в горах на склонах различной крутизны значительно отличается от равнинных условий по следующим причинам:

- горно-долинная циркуляция и трансформация местных воздушных масс определяет частую смену направления и скорости ветра, что существенно влияет на характеристики горения;

- на вершинах склонов постоянно присутствует ветер со скоростью более 5 м/с, что повышает опасность переброса горящих частиц за пределы вырубки и образования новых очагов горения;

- в течение суток из-за изменений направления и скорости ветра осложнен контроль за поведением огня. Часто по этой причине выжигания приходится проводить в ночные часы, что затрудняет работы по управлению и контролю над действиями пожарных;

- при продвижении вверх по склону интенсивность горения резко возрастает. При этом образуется конвекционная колонка, втягивающая горящие частицы на высоту до 500-1000 м, где они могут разлетаться на сотни метров от вырубки, образуя новые очаги горения, которые сразу обнаружить очень сложно, и они могут разрастаться до крупных размеров;

- при выжиганиях на крутых склонах от кромки горения вниз по склону часто скатываются тлеющие крупномерные порубочные остатки, которые образуют очаги горения, быстро распространяющиеся вверх по склону и создающие опасные ситуации для людей, находящихся ниже горящей кромки.

В связи с этим задачей проведения контролируемых выжиганий является регулирование параметров горения (интенсивности, скорости распространения, продолжительности и др.) с целью достижения наибольшей полноты сгорания лесных горючих материалов с минимальными затратами сил и средств. Этого можно добиться путем подбора оптимальных влагосодержания горючих материалов, метеорологических условий, времени начала зажигания, а также техники выжиганий. Все эти выбранные заранее условия состояния среды



позволяют контролировать процесс горения для решения определенных задач.

### **5.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫРУБОК ДО ВЫЖИГАНИЯ**

Вырубки, на которых проведены контролируемые выжигания, сплошнолесосечные, зимней лесозаготовки, свежие. Рубка леса проводилась бензопилами “Урал” с трелевкой хлыстов трактором ТТ-4. В целях пожарной безопасности по периметру вырубок бульдозером были подготовлены минерализованные полосы шириной 3 м.

В связи с тем, что рубка и трелевка проводились зимой, напочвенный покров почти полностью сохранился. Вместе с тем запасы порубочных остатков и их расположение на вырубках неоднородно, т. к. это зависит от морфоструктуры древостоя, технологии валки деревьев и от способа их трелевки.

Перед выжиганием вырубки нами определялись запасы и влагосодержание горючих материалов, а также метеоусловия: температура и влажность воздуха, направление и скорость ветра, комплексный показатель засухи и класс пожарной опасности.

Выжигания проводили на вырубках пихтово-еловых древостоев на склонах разной крутизны и экспозиций. Характеристика древостоев до рубки приведена в таблице 5.1. В основном это зеленомошные типы леса, хотя и расположены они на склонах разной экспозиции и крутизны. На двух участках в напочвенном покрове присутствовал вейник, что определяет возможное зарастание вырубки по вейниковому типу. В этом регионе на вейниковых вырубках естественное возобновление хвойных пород практически отсутствует.

Таблица 5.1

**Характеристика древостоев до рубки**

№/ год выжигания	Местополо- жение: экс- позиция/ крутизна, склона, град.	Тип леса	Состав древостоя	Пол- нота	Запас, м³/га
1/1998	СВ/13-18	Пихтарник осочко- во-зеленомошный	4П4Е1К1Ос+Л,Б	0,6	350
1/1999	3/15	Пихтарник осочко- во-зеленомошный	5П5Е+С,Л,К,Б	0,5	320
1/2000	3/15	Пихтарник осочко- во-зеленомошный	5П5Е+С,К,Б	0,6	350
2/2000	3/18	Пихтарник осочко- во-зеленомошный	5П5Е+С,К,Б	0,6	350
3/2000	С/26	Пихтарник вейни- ково- зеленомошный	5П3Ос1К1С	0,7	280
4/2000	СВ/15	Пихтарник вейни- ково- зеленомошный	5П3Б1С1Ос+К	0,6	320
5/2000	В/26	Пихтарник разно- травно-осочковый	7П1К1Б1Ос	0,8	300

После рубки леса при освидетельствовании вырубок проведен учет оставшегося хвойного подроста (табл. 5.2). Почти на всех вырубках сохранность подроста очень низкая и не превышает 23 %, и лишь на одной вырубке сохранилось 40 % подроста. Поэтому на выбранных вырубках целесообразно провести выжигания, т. к. их лесовосстановление за счет сохраненного подроста невозможно.

После лесозаготовки запас горючих материалов на площади резко возрастает за счет порубочных остатков разной категории крупности. Увеличивается запас и проводников горения I группы за счет хвои и мелких веточек. Но основную долю запаса ГМ составляют проводники горения III группы в виде крупных веток, вершин деревьев и неликвидной древесины. Запасы горючих материалов до выжигания приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.2

## Характеристика хвойного подроста под пологом леса до рубки и на участках вырубок перед выжиганием

№/год выжигания	Год рубки	Подрост до рубки				На участках вырубок перед выжиганием			
		Состав	Количество, шт./га	Средняя высота, м	Возраст, лет	Количество подраста, шт./га	Здоровый	Поврежденный	Жизненное состояние, %
1/1998	Зима 1998	6П2К1Ос1Е+К	2800	3	30	280	15	35	60
1/1999	Зима 1999	4П4Ос2К+Е,Б,	3200	4	35	260	25	55	20
1/2000	Зима 2000	3П3Ос2К2Б	3200	2	30	260	30	35	35
2/2000	Зима 2000	3П3Ос3К1Б	3000	4	35	490	40	50	10
3/2000	Зима 2000	5П2Ос2Б1К	4500	2	25	1920	20	72	8
4/2000	Зима 1999	3Б3Ос2К1П1Е	3400	6	40	800	10	75	5
5/2000	Зима-весна 2000	4П2Е2К2Ос	3000	4	35	270	20	60	20

Таблица 5.3

**Запас горючих материалов на вырубках до проведения контролируемых выжиганий, т/га**

№/год выжи- гания	Проводники горения						Задер- жи- вающие горение	Общий запас
	I группа	II группа	III группа					
			Порубочные остатки, диаметр, см					
			0,7-2,5	2,5-7,5	Более 7,5			
1/1998	24,2	18,9	0,6	1,6	55,2	1,1	101,6	
1/1999	23,5	16,4	0,8	2,5	61,2	1,6	106,0	
1/2000	21,4	16,2	0,6	1,8	76	0,4	116,4	
2/2000	18,9	16,5	1,4	3,4	105,3	0,8	146,3	
3/2000	25,8	6,8	1,0	4,1	112,4	1,6	151,7	
4/2000	26,8	15,7	0,3	1,7	53,6	2,4	100,5	
5/2000	24,8	7,5	0,6	1,7	49,6	1,1	85,3	

Из таблицы видно, что запасы проводников горения I группы составляют более 2 кг/м<sup>2</sup>. Тепловыделение при горении такой массы ГМ достаточно для сжигания крупных порубочных остатков, которые после воспламенения значительно повышают интенсивность горения. Запасы зеленой массы незначительны, и она мало влияет на процессы горения.

Комплексный показатель (КП) и влагосодержание горючих материалов перед выжиганием каждой вырубке приведены в таблице 5.4. По данным таблицы видно, что в состоянии “пожарной зрелости” находились проводники горения I и III групп диаметром до 2,5 см. Во всех случаях влагосодержание подстилки находилось в пределах от 93 до 159 %. При таком влагосодержании может выгореть лишь ее верхний слой.

Важным фактором, влияющим на проведение выжигания, являются метеоусловия, особенно скорость ветра. Метеоусловия во время выжигания приведены в таблице 5.5.

Во всех случаях выжигания проводились в пределах оптимальных условий, т. е. когда в прилегающем древостое “пожарная зрелость” ГМ еще не наступила, а скорость ветра мало влияла на интенсивность и скорость распространения горения.

Перед началом выжигания проводили измерения влагосодержания ГМ по группам проводников горения. Эти данные приведены в

таблице 5.4. Анализируя полученные данные можно заключить, что почти все горючие материалы на вырубках находились на пределе влагосодержания, при котором возможно их воспламенение и распространение по ним горения. Наиболее сухими были проводники горения I группы и веточки диаметром до 0,7 см. Ветки диаметром до 7,5 см имели влагосодержание ниже пределов возможного воспламенения, но при горении ГМ I группы они поддерживали и усиливали его.

Таблица 5.4

**Влагосодержание проводников горения на вырубках перед выжиганиями, %**

N/год выжигания	КП, ед.	I группа			II группа	III группа			
		Опад		Мхи	Под- стил- ка	До 0,7 см	0,7- 2,5 см	2,5- 7,5 см	Более 7,5 см
		Хвоя	Травяная ветошь						
1/1998	974	14,5	20,6	24,2	93,3	24,5	29,1	35,3	45,6
1/1999	767	11,7	18,2	29,6	116,4	13,5	13,2	18,9	18,9
1/2000	751	21,1	19,7	-	95,7	19,3	35,7	30,6	32,1
2/2000	951	20,9	17,7	34,8	159,0	14,0	33,2	36,7	35,4
3/2000	790	38,2	24,1	-	127,9	31,1	32,8	36,6	83,3
4/2000	1010	13,5	18,4	27,0	94,6	18,9	19,1	21,6	70,8
5/2000	1410	15,5	17,9	-	104,0	14,3	24,6	31,0	67,3

Таблица 5.5

**Метеоусловия на момент начала выжиганий**

N/год выжигания	Дата	КП, ед.	Температура, °C	Относительная влажность воздуха, %	Направление ветра	Скорость ветра, м/сек
1/1998	15.08	974	18	54	В	1-2
1/1999	06.07	767	23	48	СЗ	1-2
1/2000	02.08	751	18	50	З	2-3
2/2000	03.08	951	19	60	О	0
3/2000	07.09	790	19	75	СЗ	1-2
4/2000	08.09	1010	22	62	С	1-2
5/2000	10.09	1410	21	68	О	0

В целом, при таких значениях влагосодержания ГМ, можно ожидать, что интенсивность горения будет невысокой и это повлияет на

полноту сгорания порубочных остатков.

## **5.2. ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВЫЖИГАНИЯ НА ВЫРУБКАХ**

### **Выжигание № 1/1998**

Унгутское лесничество Манского лесхоза. Площадь вырубки – 7 га. Площадь выжигаемого участка – 3 га. Участок расположен на склоне северо-восточной экспозиции крутизной в 13-18 градусов.

Запас горючих материалов – 101,5 т/га. Порубочные остатки располагались мозаично. Слой подстилки и мхов практически не был нарушен и имел среднюю толщину 3,4 см.

Начало выжигания 15 августа 11:40.

Погодные условия: температура воздуха – 18°C, относительная влажность воздуха – 54 %, ветер восточный – 1–2 м/сек, комплексный показатель (КП) – 974, класс пожарной опасности (КПО) – III.

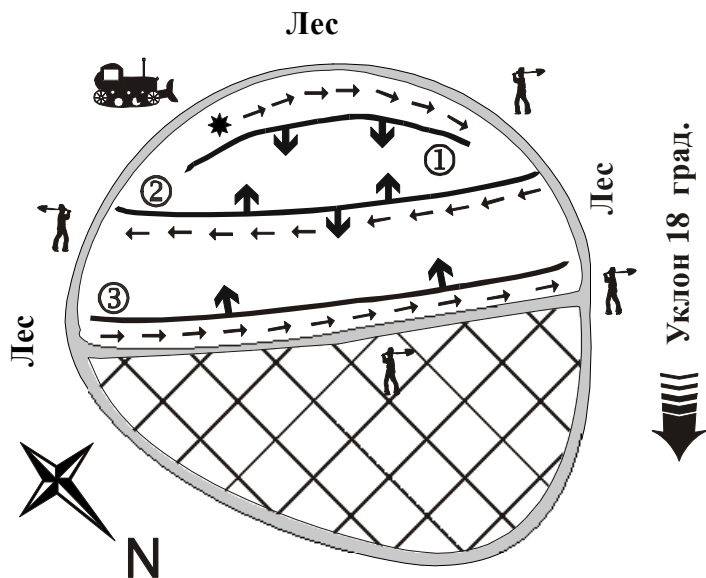
Метод выжигания – сплошной пал.

Способ пуска огня – ступенчатый.

Первая линия зажигания была проведена вдоль минерализованной полосы, проложенной поперек склона в верхней части вырубки (рис. 5.1). После выгорания полосы шириной 10 м на расстоянии 20 м ниже по склону была проведена новая линия зажигания параллельно первой. После соединения кромок огня таким же способом были проведены последующие зажигания.

Высота пламени при горении не превышала 1,5 м, лишь в местах скопления порубочных остатков в нижней части выжигаемого участка высота пламени достигала 3 м. Скорость распространения кромки огня вниз по склону в среднем была равна 0,3 м/мин, вверх по склону – 1 м/мин. Общее время пламенного горения на вырубке составило около 2 часов.

Площадь вырубки была пройдена огнем на 75 %, поскольку там, где отсутствовали порубочные остатки, огонь практически



## Обозначения








-  - начало зажигания
-  - очередность зажигания
-  - направление движения зажигателей
-  - минполоса
-  - кромка огня и направление ее движения
-  - силы по сдерживанию огня
-  - лесные культуры

Рис. 5.1. Схема проведения выжигания 1/1998

не распространялся. После прохождения огня на вырубке остались преимущественно обугленные крупномерные порубочные остатки. Толщина подстилки уменьшилась в среднем на 1,1 см.

Сдерживание огня осуществляла бригада из 6 человек с ранцевыми лесными огнетушителями (РЛО) и трактором ТТ-4 с цистерной, заполненной водой. Локализацию очагов горения и окарауливание на участке не проводили в связи с выпадением осадков в день выжигания.

### **Выжигание № 1/1999**

Унгутское лесничество Манского лесхоза. Площадь вырубки – 10 га. Площадь выжигаемого участка – 10 га. Участок расположен на склоне западной экспозиции крутизной 15 градусов.

Запас горючих материалов – 106 т/га. При этом основную часть составляли крупные порубочные остатки. Напочвенные ГМ и мелкие порубочные остатки располагались относительно равномерно по площади в виде небольших скоплений в местах обрубки сучьев при лесозаготовках. Средняя толщина подстилки равна 2,7 см.

Начало выжигания 21:00, 6 июля.

Погодные условия: температура воздуха – 22°C, относительная влажность воздуха – 56 %, ветер северо-западный на высоте 2 м – 1-2 м/сек, на высоте 100 м – северо-восточный. КП – 1258, КПО – III.

Метод выжигания – сплошной пал.

Способ пуска огня – ступенчатый.

Первая линия зажигания была проведена вдоль минерализованной полосы, проложенной поперек склона в верхней части вырубки (рис. 5.2). Следующее зажигание было проведено по линии вдоль лесовозной дороги, отделяющей верхний пробный участок от общей площади вырубки. При этом по мере продвижения кромки огня вниз по склону возникали огненные вихри, которые поднимали горящие частицы и перебрасывали за минполосу. Чтобы избежать появления вихрей, около границ выжигаемого участка кромка огня удлинялась вдоль минполосы вниз по склону на 10-15 м. После прохождения огнем трети вырубки, была предпринята попытка провести ступенчатое зажигание. Однако из-за большой интенсивности горения и опасности появления огненных вихрей в дальнейшем от этого пришлось





отказаться. Когда от кромки огня до нижней минполосы оставалось 30 м, огонь от нее пустили вверх по склону. В ходе выжиганий было локализовано и потушено два очага горения за пределами вырубki, площадью до 5 квадратных метров.

Высота пламени в среднем составляла 1,5 м; а в местах скопления ГМ – до 5 м. Средняя скорость распространения кромки огня вниз по склону – 0,5 м/мин, вверх – 1,5-2 м/мин. Время пламенного горения с момента начала зажигания и до окончания пламенного горения на вырубке составило около 5 часов. Тление пней и бревен продолжалось в течение 4 суток.

В результате выжигания площадь вырубki была пройдена огнем на 95 %. При этом толщина слоя подстилки в среднем уменьшилась на 1,3 см.

Сдерживание огня осуществлялось мобильной бригадой из 10 человек оснащенных РЛЮ, бензопилой, лопатами и топорами. Основная масса людей, занятых на сдерживании огня, находилась около движущейся вниз кромки по обе стороны вырубki. Периодическое окарауливание вдоль верхней части вырубki после прохождения кромки огня проводили 3 человека оснащенные РЛЮ. Мобильная бригада лесхоза из 5 человек с пожарным инвентарем и трактором ТЛП-4 на следующий день осуществляла локализацию оставшихся очагов горения. Окарауливание вырубki продолжалось в течение 4 суток.

#### **Выжигание № 1/2000**

Унгутское лесничество Манского лесхоза. Площадь вырубki – 3 га. Площадь выжигаемого участка – 3 га. Участок расположен на склоне западной экспозиции крутизной 15 градусов.

Запас горючих материалов – 116,5 т/га. Порубочные остатки располагались неравномерно по площади. Участки с крупными порубочными остатками чередовались с участками, где преобладали ГМ I группы, и с участками с обилием вегетирующих трав. Слой подстилки в ходе рубки почти не был нарушен и имел среднюю толщину 2,5 см.

Начало выжигания 2 августа 18:15.

Погодные условия: температура воздуха – 20°C, относительная влажность воздуха – 52 %, ветер западный – 1-2 м/сек, КП – 618,

## КПО – II.

Метод выжигания – сплошной пал.

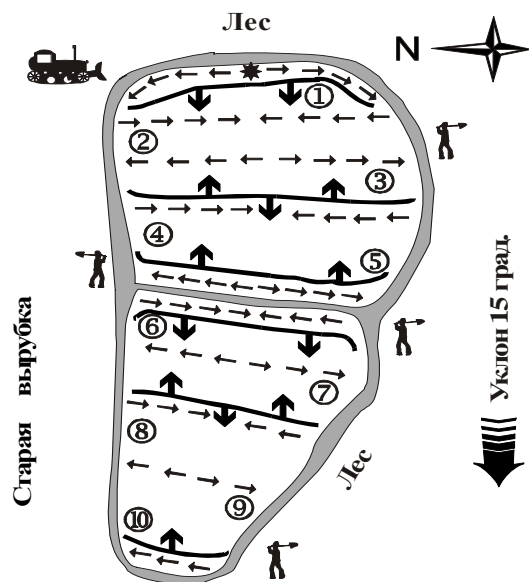
Зажигание – точечное.

Зажигание начали проводить от минполосы в верхней части вырубki двое рабочих, движущихся от центра в разные стороны вдоль минерализованной полосы (рис. 5.3). С целью повышения интенсивности горения после выгорания полосы шириной 10 м провели новую линию зажигания параллельно первой, отступив на 20 м ниже по склону. После соединения кромок огня таким же способом проводились последующие линии зажигания. Линия зажигания 5 была проведена вдоль минполосы, разделяющей вырубку на две части. После снижения интенсивности горения на верхней части вырубki подобным образом было проведено выжигание ее нижней части.

Высота пламени в среднем не превышала 0,5 м, в местах скопления ГМ – до 1,5 м. Скорость распространения пламени вниз по склону равнялась 0,15 м/мин, вверх по склону – 0,4 м/мин. Время пламенного горения на вырубке составило около 2,5 часов. Тление пней и крупномерных порубочных остатков продолжалось около двух суток.

Площадь вырубki была пройдена огнем на 70 %. Толщина слоя подстилки уменьшилась в ходе выжиганий на 1,8 см.

Сдерживание огня осуществляла бригада из 6 человек оснащенных РЛО. Для заправки РЛО водой и транспортировки людей на верхнюю часть вырубki был использован трактор ТТ-4 с цистерной, заполненной водой. При проведении работ был обнаружен и потушен очаг горения за пределами выжигаемого участка в верхней части вырубki площадью до 3 м<sup>2</sup>. Локализация очагов горения и окарауливание на участке проводились мобильной бригадой лесхоза из 6 человек, оснащенной пожарным трактором ТЛП-4, в течение следующего дня.



### Обозначения

- ★ - начало зажигания
- ③ - очередность зажигания
- ← - направление движения зажигателей
- - минполоса
- ↪ - кромка огня и направление ее движения
- 👤 🚗 - силы по сдерживанию огня

Рис. 5.3 Схема проведения выжигания 1/2000

### Выжигание № 2/2000

Унгутское лесничество Манского лесхоза. Площадь вырубки – 3 га. Площадь выжигаемого участка – 3 га. Участок расположен на склоне западной экспозиции крутизной 18 градусов.

Запас горючих материалов – 146,5 т/га. Порубочные остатки располагались мозаично в виде скоплений в местах обрубки сучьев с поваленных деревьев слоем до 60 см. Кроме этого на вырубке находилось большое количество валежа и стволов свежеспаваленных деревьев, оставленных после рубки, что осложняло движение рабочих, производящих зажигание. Толщина подстилки до выжигания в среднем была равна 3,1 см.

Начало выжигания 3 августа 18:00.

Погодные условия: температура воздуха – 19°C, относительная влажность воздуха – 60 %, штиль, КП – 146, КПО – I.

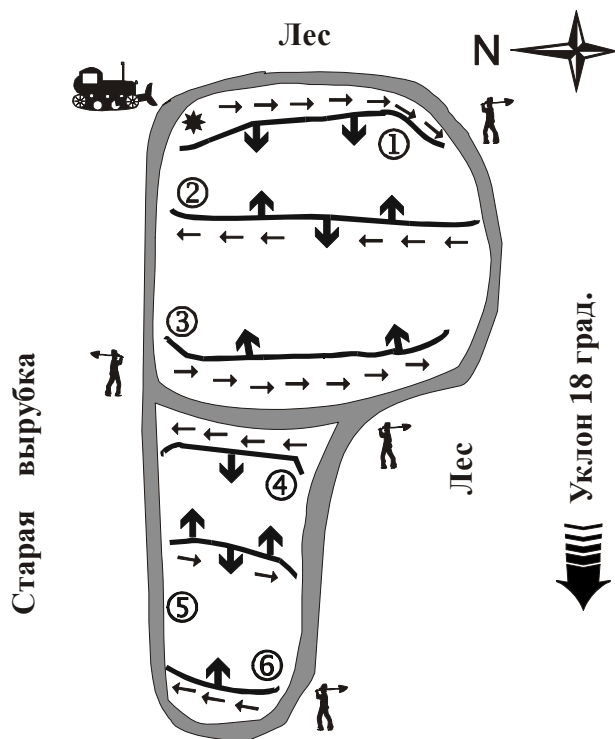
Метод выжигания – сплошной пал.

Способ пуска огня – ступенчатый.

Первая линия зажигания была проведена с середины верхней границы вырубки вдоль минерализованной полосы, проложенной поперек склона (рис. 5.4). При этом два человека с зажигательными аппаратами (ЗА) зажигали порубочные остатки, двигаясь в противоположных направлениях. После выгорания полосы шириной 10 м была проведена новая линия зажигания параллельно первой, отступив на 10-15 м вниз по склону. В дальнейшем зажигание осуществлялось ступенчатым способом с расстоянием между линиями зажигания около 5 м. Это позволило увеличить интенсивность горения и полностью сгорания лесных горючих материалов.

Высота пламени при выжигании не превышала 2 м и в среднем составила – до 1,2 м. Скорость распространения кромки горения вниз по склону – 0,2 м/мин, вверх – 0,4 м/мин. Время пламенного горения на вырубке составило около 2,5 часов.

Площадь вырубки была пройдена огнем на 90 %. При этом толщина подстилки уменьшилась в среднем на 2,2 см.



### Обозначения

- \* - начало зажигания
- ③ - очередность зажигания
- ↑ - направление движения зажигателей
- - минполоса
- ↻ - кромка огня и направление ее движения
- 👤 🚜 - силы по сдерживанию огня

Рис. 5.4. Схема проведения выжигания 2/2000

Сдерживание огня, как и в предыдущем случае, осуществляла бригада из 6 человек оснащенных ранцевыми огнетушителями (РЛО).

В 20:25 начался дождь и дотушил очаги горения. Окарауливание на участке не проводилось.

### **Выжигание № 3/2000**

Урманское лесничество Маганского лесхоза. Площадь вырубки – 7 га. Площадь выжигаемого участка – 6 га. Участок расположен на склоне северной экспозиции крутизной 26 градусов.

Запас горючих материалов – 152 т/га. Порубочные остатки располагались по площади мозаично. Наибольший запас порубочных остатков был приурочен к лесовозной дороге в нижней части выжигаемого участка. До выжигания подстилка имела среднюю толщину 3,2 см.

Начало выжигания 7 сентября 15:00.

Погодные условия: температура воздуха – 19°C, относительная влажность воздуха – 75 %; ветер северо-западный – 1-2 м/сек; КП – 350, КПО – I.

Метод выжигания – I этап поэтапного выжигания.

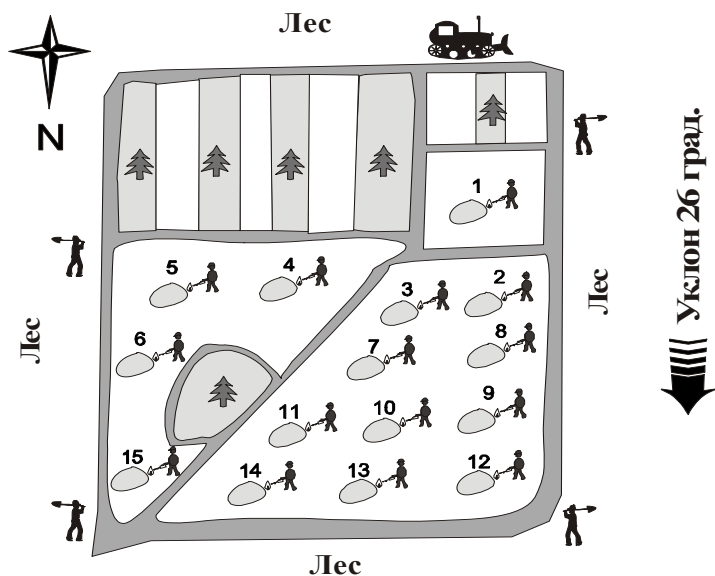
Зажигание – точечное.

Выжигание на вырубке проводили зажиганием скоплений порубочных остатков, начиная с вершины склона (рис. 5.5).

Высота пламени не превышала 1 м. После сгорания скоплений порубочных остатков горение дальше не распространялось из-за большого количества вегетирующих трав. Время пламенного горения с момента начала зажигания и до окончания горения куч составило около 2 часов.

Площадь вырубки была пройдена огнем на 30 %. Толщина слоя подстилки на выгоревших участках уменьшилась в среднем на 2,6 см.

Сдерживание огня и локализацию очагов горения осуществляла бригада из 5 человек оснащенных вездеходом ГАЗ-71 и цистерной, заполненной водой. Окарауливание осуществляла мобильная бригада лесхоза из 5 человек с пожарным инвентарем (цистерна с водой, 5 РЛО, топоры и лопаты).



### Обозначения





-  - зажигание куч порубочных остатков и очередность их зажигания  
 - минполоса  
 - силы по сдерживанию огня  
 - куртины леса

Рис. 5.5. Схема проведения выжигания 3/2000



### Выжигание № 4/2000

Унгутское лесничество Манского лесхоза. Площадь вырубки – 13 га. Площадь выжигаемого участка – 5 га была поделена минполосой на две равные части. Участок расположен на склоне северо-восточной экспозиции крутизной 15 градусов.

Запас горючих материалов – 101 т/га. Вырубка двухлетнего возраста, поэтому порубочные остатки были прижаты к поверхности почвы и переплетены ветошью трав. Хвоя практически со всех веточек осыпалась. Средняя толщина слоя подстилки – 2,9 см. При этом на вырубке находился большой запас вегетирующей массы трав, что сильно снижало интенсивность горения.

Начало выжигания 8 сентября 16:00.

Погодные условия: температура воздуха – 22°C, относительная влажность воздуха – 70 %, ветер северный – 1-2 м/сек; КП – 1010, КПО – III.

Метод выжигания – сплошной пал.

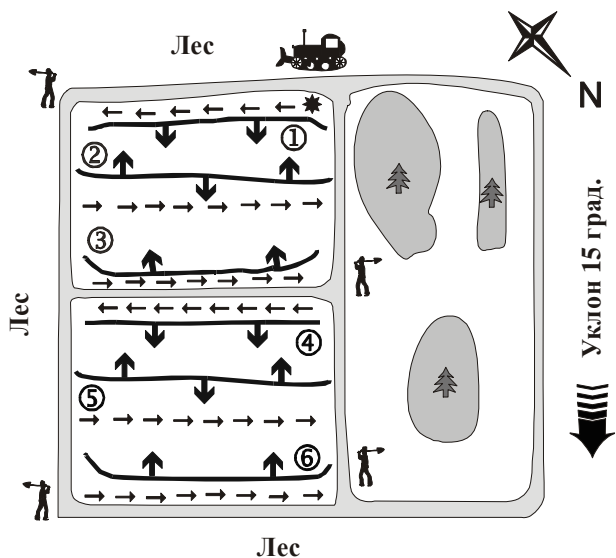
Способ пуска огня – ступенчатый.

Выжигание начали зажиганием скоплений порубочных остатков вдоль минполосы в верхней части вырубки (рис. 5.6). Далее рабочие, проводящие зажигание, двигались челноком поперек вырубки с расстоянием между линиями 20-30 м. Окончательное зажигание было проведено вдоль нижней минполосы.

Высота пламени равнялась 0,8 м, языки пламени до 2 м. Скорость распространения горения колебалась от 0,15 до 1 м/мин при порывах ветра. Время пламенного горения с момента пуска пала до окончания горения куч составило около 3 часов. Тление на участке продолжалось до 2 суток.

Площадь вырубки была пройдена огнем на 60 %. При выжиганиях толщина подстилки на горевших участках в среднем уменьшилась на 1,9 см.

Сдерживание огня осуществляла бригада из 6 человек с пожарным вездеходом ТТ-4 с цистерной, заполненной водой. Локализацию очагов горения и окарауливание осуществляла мобильная бригада лесхоза из 4 человек с трактором ТЛП-4 в течение 2 суток.



#### Обозначения

- \* - начало зажигания
- ③ - очередность зажигания
- ← - направление движения зажигателей
- - минполоса
- ↻ - кромка огня и направление ее движения
- 👤 🚗 - силы по сдерживанию огня
- 🌲 - куртины леса

Рис. 5.6. Схема проведения выжигания 4/2000

### **Выжигание № 5/2000**

Унгутское лесничество Манского лесхоза. Площадь вырубки – 7,5 га. Площадь выжигаемого участка – 3,5 га. Участок расположен на склоне восточной экспозиции крутизной 26 градусов.

Запас горючих материалов – 85 т/га. Порубочные остатки располагались по площади неравномерно: площадками размером до 20 м<sup>2</sup> и высотой 30-50 см. Толщина слоя подстилки до выжигания в среднем была равна 3 см.

Начало выжигания: 10 сентября 18:00.

Погодные условия: температура воздуха – 21°C, относительная влажность воздуха – 68 %, штиль, КП – 1410, КПО – III.

Метод выжигания – сплошной пал.

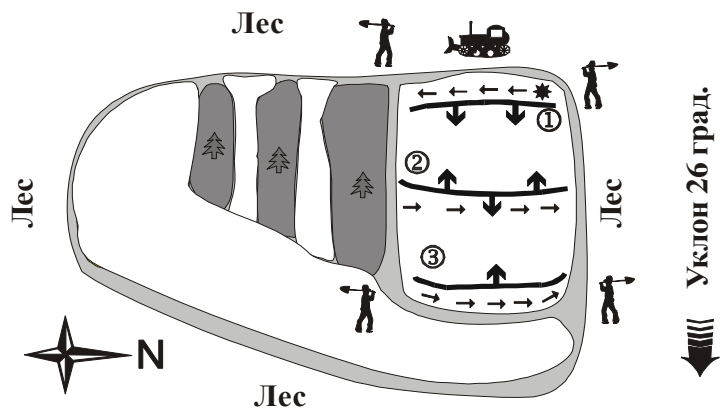
Способ пуска огня – линейный.

На участке вырубки было по очереди проведено три линии зажигания поперек склона на расстоянии 40-50 м друг от друга (рис. 5.7). Первая линия зажигания была проведена вдоль минполосы в верхней части вырубки. После выгорания полосы горения шириной 15-20 м была проведена вторая линия параллельно первой. В последнюю очередь были зажжены порубочные остатки вдоль нижней кромки вырубки.

Высота пламени при горении скоплений порубочных остатков в среднем равна 1 м, языки пламени до 3 м. Скорость распространения горения находилась в пределах 0,3-0,5 м/мин. Время пламенного горения составило около 2 часов. Тление на вырубке продолжалось в течение 3 суток.

Площадь вырубки была пройдена огнем на 80 %. Толщина слоя подстилки на выгоревших участках снизилась в среднем на 1,8 см.

Сдерживание огня, локализацию очагов горения и окарауливание в течение трех дней осуществляла мобильная бригада лесхоза, состоящая из 6 человек, оснащенных РЛЮ, топорами, лопатами и трактором ТТ-4 с цистерной, заполненной водой.



### Обозначения:

- \* - начало зажигания
- ③ - очередность зажигания
- ← - направление движения зажигателей
- (с изгибом) - минполоса
- ↑ (с изгибом) - кромка огня и направление ее движения
- Лес (с инструментом) - силы по сдерживанию огня
- Лес (с деревом) - куртины леса

Рис. 5.7. Схема проведения выжигания 5/2000

### 5.3. СОСТОЯНИЕ ВЫРУБОК ПОСЛЕ ВЫЖИГАНИЯ

Анализируя данные выжиганий на вырубках, можно заключить, что интенсивность горения во всех случаях была невысокой из-за повышенного влагосодержания горючих материалов и наличия зеленой массы трав. Хотя зеленая масса трав составляла около 1 % запаса ГМ, при их критическом влагосодержании влияние ее на интенсивность горения было заметно.

Запасы горючих материалов после выжиганий и полнота их сгорания приведены в табл. 5.6.

Полнота сгорания ГМ не превысила 50 %. Полнота сгорания слоя подстилки находилась в пределах от 18 % до 48 % (табл. 5.7).

Полнота сгорания подстилки зависит как от ее влагосодержания, так и от продолжительности и интенсивности горения. В данном случае оставшийся слой подстилки является оптимальным для прорастания семян хвойных пород.

Таблица 5.6

Запас горючих материалов после выжигания, т/га / полнота сгорания, %

№ выжи- гания	Проводники горения					Вегети- рующая травы	Общий запас
	I группа	II груп- па	III группа				
	Опад со мхом	Под- стилка	Порубочные остатки, диа- метр, см				
			0,7-2,5	2,5-7,5	Более 7,5		
1/1998	7,3/70	7,4/61	0,2/67	1,0/38	48,1/13	0,7/36	64,7/36
1/1999	4,9/79	9,0/45	0,3/63	1,0/60	42,0/31	1,1/31	58,2/45
1/2000	7,5/65	10,8/33	0,2/68	0,6/67	68/11	0,2/50	87,3/25
2/2000	6,1/68	9,6/42	0,3/79	1,5/56	78,8/25	0,6/25	96,9/34
3/2000	19,4/25	6,1/10	0,6/40	2,9/29	107,5/4	1,3/19	137,8/9
4/2000	6,8/75	8,4/46	0,1/67	1,0/41	41/24	1,8/25	59,1/41
5/2000	5,8/77	3,0/60	0,2/68	0,8/53	37,4/25	0,8/27	48/44

Таблица 5.7

**Прогорание подстилки**

№ выжигания/год	Площадь участка, пройденная огнем, %	Средняя толщина слоя подстилки, см		Полнота сгорания подстилки, %
		До выжигания	После выжигания	
1/1998	75	3,4±0,6	2,3±0,4	32,3
1/1999	95	2,7±0,6	1,4±0,7	48,1
1/2000	70	2,5±0,8	1,8±0,7	28,0
2/2000	90	3,1±0,7	2,2±0,8	29,0
3/2000	30	3,2±0,4	2,6±0,6	18,7
4/2000	60	2,9±0,5	1,9±0,5	34,5
5/2000	80	3,0±0,5	1,8±0,8	40,0

**5.4. ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ВЫЖИГАНИЙ**

Система пожароуправления предусматривает использование таких технологий контролируемых выжиганий и выбор условий их проведения, которые обеспечивают высокую полноту сгорания порубочных остатков и сохранение плодородных свойств почвы.

Основываясь на особенностях возникновения и распространения горения на вырубках, нами разработана для практической реализации технология выжиганий, которая включает в себя: планирование работ, требования к отбору вырубок для выжиганий, мероприятия по противопожарному устройству вырубок, выбор оптимальных условий проведения работ, а также методы и способы выжиганий.

**5.4.1. Планирование и согласование работ по контролируемым выжиганиям**

План выжигания каждой вырубки разрабатывает лесхоз, утверждает директор и согласовывает с администрацией района. После этого он становится обязательным документом, в соответствии с которым и проводят выжигание.

План составляют: главный лесничий, инженер охраны леса и лесничество. Для его разработки используются материалы лесоустройства, противопожарного устройства лесов и технологические карты леспромпхозов. Выбранные по этим материалам вырубки обследуются в

натуре, и только после этого они вносятся в планы выжиганий.

Обследование вырубок в натуре проводится ранней весной. Это необходимо для того, чтобы леспромхозы могли успеть до начала пожароопасного сезона устранить недостатки в противопожарном устройстве вырубки, согласно «Правил рубок главного пользования в лесах Восточной Сибири» (1994 г.).

Вырубки, намеченные к выжиганию, должны быть освидетельствованы и приняты лесхозом до 1 мая текущего года.

Проведение работ по выжиганию в означенной лесорастительной зоне можно планировать с мая по сентябрь.

#### **5.4.2. Требования к отбору вырубок**

Отбираются вырубки зимней заготовки леса, где предварительное лесовосстановление неудовлетворительное. В первую очередь намечают вырубки в лесных массивах, где ожидается обильное плодоношение хвойных пород. Решают вопросы сохранения семенников.

При обследовании вырубок в первую очередь учитывают наличие и состояние подроста хвойных. Состояние сохранившегося подроста уточняется за 10-15 дней до начала выжигания вырубки. Это мероприятие целесообразно совместить с освидетельствованием и принятием вырубки от лесозаготовителей.

Устанавливают возможность подъезда к вырубке в весенне-летний период на автотранспорте. Если в лесхозе имеется гусеничные транспортеры, это условие необязательно.

Число и местонахождение вырубок, отведенных под выжигания, утверждается приказом по лесхозу. Приказ является основанием для начала разработки плана выжигания.

#### **5.4.3. Противопожарное устройство вырубок**

До освидетельствования вырубки леспромхоз должен провести противопожарное устройство вырубки, а лесхоз обязан проследить, соответствует ли оно нормам, предусмотренным «Правилами рубок главного пользования в лесах Восточной Сибири» (1994).

Особое внимание необходимо обратить на наличие замкнутой минерализованной полосы, шириной 3-4 м по периметру вырубки,

отделяющей ее от стены леса и других участков. Складирование порубочных остатков крупномерной древесины у стены леса за минерализованной полосой не допускается.

При необходимости, исходя из погодных условий, и имеющихся средств пожаротушения, площадь вырубki целесообразно расчленить минерализованными полосами на участки по 3-5 га. Общая сеть этих полос обязательно должна быть замкнутой.

При прокладке минполос необходимо использовать естественные преграды, в том числе: ручьи, заболоченные поймы, дороги, трелевочные волока и т.д.

Минерализованные полосы следует прокладывать клином или бульдозером с поворотным ножом. В этом случае по обе стороны минполосы не будут накапливаться завалы из крупных порубочных остатков, при интенсивном горении которых образуются многочисленные горящие частицы. Ветер разносит их за пределы участка, где они могут образовывать новые очаги горения.

На отдельных участках минполосы, где сосредоточены большие запасы крупномерных древесных отходов, последние необходимо переместить бульдозером в глубь вырубki на расстояние 10-15 м от минполосы.

Сухостойные деревья, находящиеся на расстоянии до 20 м от минполосы, следует либо окольцевать минерализованной полосой вокруг их основания, либо свалить в сторону будущего пожарища. Это предотвратит перебросы горящих частиц, образующихся при горении сухостойных деревьев.

#### **5.4.4. Оптимальные условия для выжигания**

Выжигания на вырубках в горах можно проводить в течение всего пожароопасного сезона при II-III и даже IV классах пожарной опасности (табл. 5.8).



Таблица 5.8

**Оптимальные условия для проведения контролируемых выжиганий**

Период сезона	КПО	КП, ед.	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость ветра, м/с	Время начала зажигания, час
III декада мая- I декада июня	II-III	700-1200	15-18	>60	<2	18-19
II декада июня- I декада июля	III	800-1400	19-22	>40	<3	18-19
II-III декада июля- I декада августа	III-IV	800-3000	20-24	>30	<4	16-18
II-III декада августа- I декада сентября	IV	1000-3200	18-20	>30	<5	14-16

Для более полного выжигания порубочных остатков необходимо различными способами поддерживать высокую интенсивность горения. Вместе с тем высокая интенсивность горения возможна лишь при больших значениях комплексного показателя, соответствующих III и IV классам пожарной опасности. В этих условиях очень трудно сдерживать распространение огня в определенных границах. Поэтому необходимо искать оптимальные условия, при которых проведение выжигания не потребует больших финансовых затрат на противопожарные работы и, в то же время, обеспечит приемлемую полноту сгорания ГМ. Наименьшие затраты на выжигание достигаются если вырубка окружена участками, где горение возможно при КП не менее 3000 единиц. В этом случае переход огня с вырубки на окружающие участки темнохвойного леса исключается. Полноту сгорания ГМ можно увеличить за счет повышения интенсивности горения, применяя различные технологии выжигания.

Во всех случаях в горных лесах выжигание при III и IV классах пожарной опасности рекомендуется проводить в ночное время. В это время стабилизируются погодные условия, а пик интенсивности горения падает на вечерние часы. То есть в случае выхода огня из-под контроля его локализация будет проходить в менее жестких погодных условиях. Дотушивание тлеющих очагов горения более эффективно в ранние утренние часы, когда пламенное горение прекраща-

ется, и на эту операцию требуются минимальные затраты.

#### **5.4.5. Методы и способы выжиганий**

Выбор того или иного метода выжигания зависит от характеристики вырубки (запаса, структуры и расположения ЛГМ, площади, наличие участков, не подлежащих выжиганию, крутизны склона и погодных условий).

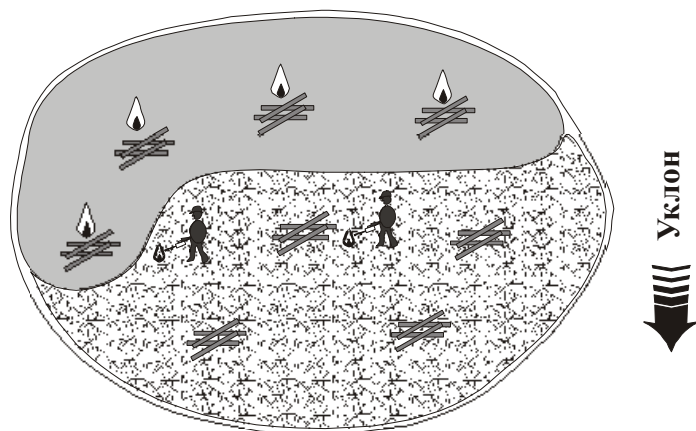
Для выжигания вырубок на крутых склонах предлагаются следующие методы и способы их проведения

Методы выжиганий – сплошной пал и поэтапное выжигание.

Метод сплошного пала (рис. 5.8) целесообразнее применять в весенне-летний период, когда на вырубке отсутствует обильная вегетирующая травянистая растительность. Площадь вырубки при этом не должна превышать 10-20 га; на ней отсутствует подрост, имеются семенные куртины, куртины недоруба и другие, не подлежащие выжиганию объекты, а вырубка надежно изолирована от окружающих участков минерализованными полосами. Метод позволяет в короткий срок выжечь порубочные остатки с высокой полнотой сгорания.

Метод поэтапного выжигания (рис. 5.9) следует использовать в период, когда вегетирующая травянистая растительность достигает такого развития, при котором интенсивность горения резко снижается и сгорают лишь участки с большим запасом порубочных остатков. В этом случае выжигания на вырубке проводят в два этапа. На первом этапе выжигают участки с большим запасом порубочных остатков (разделочные площадки, волока и др.). Это можно проводить при II и даже при I классе пожарной опасности или в период фенофазы полного развития трав и кустарничков. Второй этап проводят при III-VI классе пожарной опасности, когда мелкие и средние по крупности горючие материалы (ГМ) хорошо высохнут.

Работы по первому этапу можно проводить с июля по сентябрь, а выполнение второго этапа следует перенести на май – начало июня следующего года, когда вегетирующая травянистая растительность отсутствует.



## Обозначения



- участки с порубочными остатками



- участки, пройденные огнем

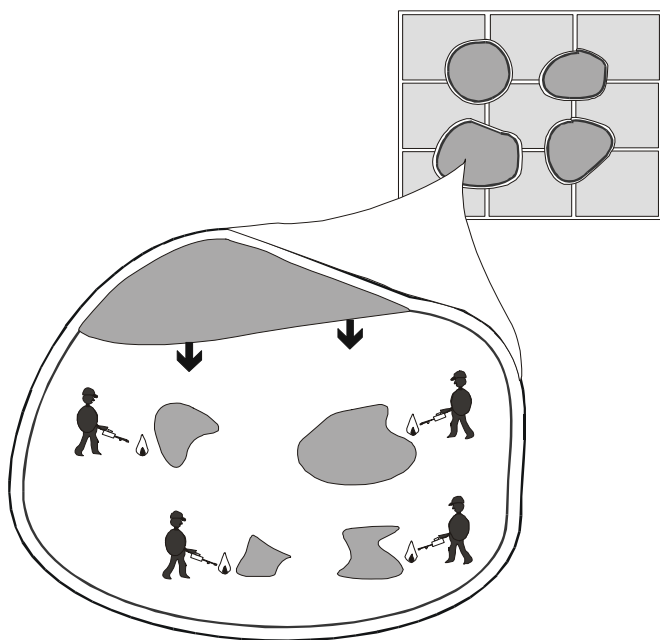


- минполоса



- зажигатель

Рис. 5.8. Схема проведения выжигания методом сплошного пала



### Обозначение





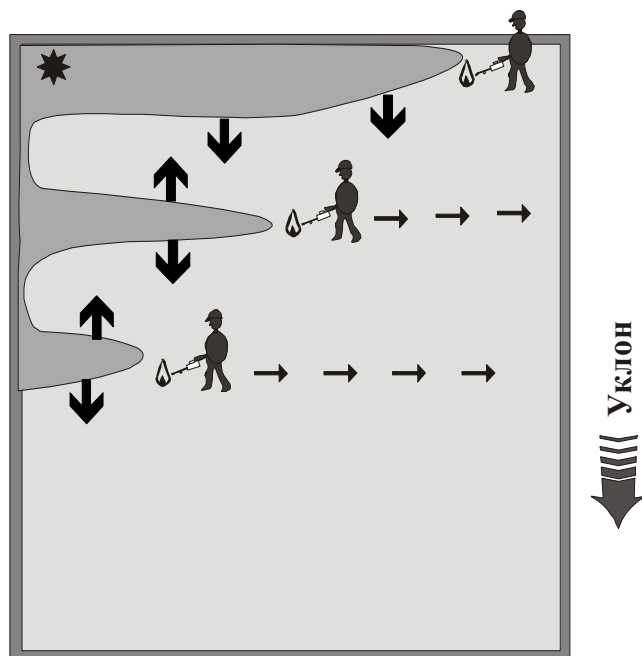
-  - участки, выжигаемые на первом этапе
-  - участки для последующего выжигания
-  - минполоса
-  - зажигание скоплений ЛГМ

Рис. 5.9. Схема проведения выжигания поэтапным методом



### Обозначения








-  - начало зажигания
-  - направление движения зажигателей
-  - минполоса
-  - направление кромки огня
-  - участки с порубочными остатками
-  - участки, пройденные огнем
-  - зажигатель

Рис. 5.10. Схема проведения зажигания ступенчатым линейным способом

Это самый безопасный метод выжигания и не требует высокой квалификации исполнителей. Кроме того, он позволяет проводить выжигания в летний и осенний периоды, когда в горах проходят частые дожди, а обилие вегетирующей травянистой растительности задерживает высыхание ГМ.

Способы зажигания зависят от цели выжигания, хода погоды, времени суток, расположения вырубки на местности (равнина, склон и т.д.), запасов порубочных остатков и характера их размещения на вырубке, надежности заградительных полос и естественных барьеров, состояния пожарной опасности на окружающих вырубку участках и имеющихся в наличии сил и средств. Из всех испытанных способов мы остановились на трех, которые наиболее эффективны и безопасны на крутых склонах. Однако при всех способах зажигания в горах существует одно неукоснительное условие – пуск огня всегда начинается от минполосы, проложенной в верхней части склона.

Линейное зажигание (рис. 5.10). Зажигание ГМ проводят по линии вдоль минполосы, проложенной по верхней части склона. На флангах линии горения пускают на несколько метров вниз по склону. При этом все время нужно следить за тем, чтобы линия огня была ровной и непрерывной. Это необходимо для того, чтобы огонь спускался только вниз по склону. Этим обеспечивается высокая полнота сгорания ГМ и безопасность выжигания. Способ эффективен в весенне-летний период до наступления пика вегетирующей массы трав и кустарничков. Скорость ветра до 5 м/сек и смена его направления мало влияют на продвижение горящей кромки.

Ступенчатое зажигание (рис. 5.10 и рис. 5.11). Как и в первом случае, пуск огня начинают по линии вдоль минерализованной полосы, проложенной поперек склона в его верхней части. После выгорания полосы шириной 10-20 м проделывают новую линию огня параллельно первой, отступив на некоторое расстояние вниз по склону. В этом случае огонь распространяется как вниз, так и вверх по склону. Интенсивность горения, распространяющегося вверх по склону, резко увеличивается.

После соединения кромки огня, направленной вверх по склону, с кромкой, спускающейся вниз по склону, зажигают следующую ли-

нию и т.д. Этот способ дает возможность сократить время выжигания вырубки, регулировать интенсивность горения и полноту сгорания ГМ. При ступенчатом зажигании можно использовать также и точечное зажигание.

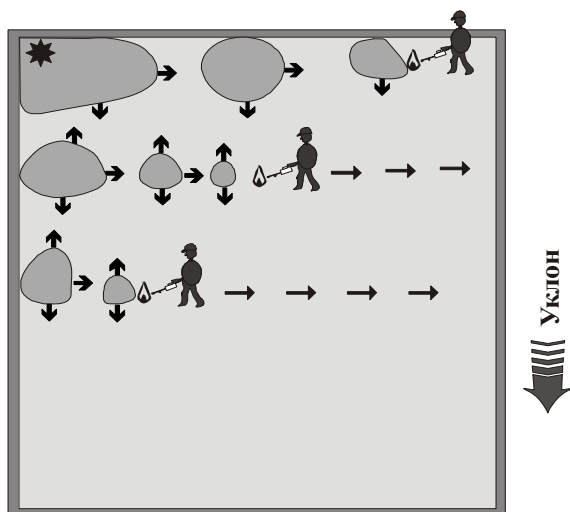
Точечное зажигание (рис. 5.11). Этот способ можно использовать при любом рельефе – от равнинного до горного.

Способ отличается от линейного зажигания тем, что зажигание проводят не непрерывной линией, а только в отдельных точках. В первую очередь зажигают скопления горючих материалов (на раздельных площадках, волоках, местах складирования крупномерных отходов и т.д.). Затем создают многочисленные очаги на участках с меньшим запасом ГМ. Используя этот способ, можно повысить интенсивность огня, скорость и полноту выгорания участка при наличии обильной вегетирующей травяной растительности. Метод наиболее эффективен при выжигании в период фенофазы полного развития травяно-кустарничкового яруса.

#### **5.4.6. Противопожарные действия в период выжигания**

В период выжигания из-за скопления крупных порубочных остатков возможно резкое увеличение интенсивности горения вблизи минерализованной полосы и, как следствие, – переброс горящих частиц через минполосу. Это происходит и при горении сухостойных деревьев, стоящих вблизи минполосы. Смена направления ветра и изменение направления движения кромки огня также может создать угрозу перехода огня через минполосу.

При интенсивном горении ГМ вблизи минполосы этот очаг необходимо обработать струей воды из пожарного трактора или автомашины. При наличии бульдозера можно передвинуть скопление ГМ в глубь пожарища или завалить его слоем грунта. При отсутствии технических средств необходимо сосредоточить за минполосой тушители, оснащенных ручными инструментами, с целью ликвидации возникающих очагов.



### Обозначения

- ★ - начало зажигания
- - направление движения зажигателей
- (dashed line) - минполоса
- ➔ (thick arrow) - направление кромки огня
- (light gray) - участки с порубочными остатками
- (dark gray) - участки, пройденные огнем
- 👤 - зажигатель

Рис. 5.11. Схема проведения зажигания точечным способом



Чтобы предотвратить переход огня за минполосу, необходимо двум тушильщикам постоянно патрулировать по периметру вырубки и ликвидировать возникающие очаги. При невозможности справиться самостоятельно, важно вовремя сообщать руководителю о переходе огня за минполосу.

После прекращения пламенного горения на вырубке главными источниками горящих частиц являются тлеющие пни, сухие стволы и кучи порубочных остатков, находящиеся на удалении до 20-30 м от минерализованной полосы.

Тлеющие пни следует обработать водой или засыпать грунтом, сухостойные деревья необходимо свалить, тлеющие части – загасить водой или влажным грунтом. Тлеющие крупномерные порубочные остатки, сосредоточенные в валах или кучах, необходимо рассредоточить и засыпать грунтом. В полосе 20-30 м тщательно проверить прилегающие к вырубке участки на наличие тлеющих очагов. Обнаруженные очаги обработать водой, окопать и засыпать грунтом.

Общий успех или неуспех выжиганий в большей степени зависит от того, выйдет ли огонь за намеченные границы.

В условиях продолжения сухого периода, в первые 2-3 дня после выжигания, обязательно проводить постоянное окарауливание вырубки с 10 до 19 часов силами пяти тушильщиков, оснащенных ручным инвентарем.

При усилении скорости ветра более 5 м/сек и отсутствии осадков окарауливание осуществлять и в ночное время с привлечением технических средств.

При выпадении осадков до 5 мм постоянное окарауливание можно прекратить на второй день и проводить периодический осмотр пожарища в зависимости от состояния тлеющих очагов до полного прекращения их горения.

После выпадения осадков более 5 мм окарауливание можно прекратить уже в первый день и осмотр пожарища проводить через 2-3 дня в зависимости от метеоусловий.

В случае распространения горения на соседние участки в первую очередь следует оповестить лесхоз и далее действовать быстро и энергично по локализации горения, исходя из реальной обстановки.

#### **5.4.7. Техника безопасности**

При проведении контролируемых выжиганий соблюдаются те же меры противопожарной безопасности, предусмотренные правилами охраны труда при тушении лесных пожаров.

Подробный инструктаж по технике безопасности проводится на планерке перед выжиганием согласно разработанному и утвержденному плану.

## Глава 6. Влияние контролируемых выжиганий на лесовосстановление

---

Лесные пожары резко изменяют не только условия произрастания, где в результате естественного отбора формируются иные растительные сообщества с набором видов, соответствующих новым экотопам, и их видовое разнообразие. Характер послепожарных сукцессий и видовое разнообразие фитоценозов на их различных временных этапах во многом определяется интенсивностью последнего пожара. Показателем разнообразия являются видовая насыщенность, отражающая общее количество видов в сообществе, значимость и положение отдельного вида в структуре доминирования (Уиттекер, 1980; Одум, 1975; Лукина, Никонов, 1995).

Роль пожаров в формировании живого напочвенного покрова растительных сообществ неоднозначна. Пожары малой интенсивности, слабо отражаясь на свойствах лесных почв, приводят к частичной минерализации подстилки, снижая ее запасы и мощность и способствуя разрастанию лишь некоторых видов трав и кустарников. Изменение интенсивности пожара существенно влияет на характер восстановления живого напочвенного покрова: изменяется его видовой состав, проективное покрытие, встречаемость и ценотическая значимость отдельных видов и популяций (Комарова, 1992; Фурьев, 1996). Так, например, пожары стимулируют процветание ценопопуляции кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium*).

В связи с этим представляется необходимым сопряженный анализ сукцессионной динамики растительности после пожаров разной интенсивности как в коренных, так и в нарушенных типах растительных сообществ. При этом важно в плане сравнения рассмотреть особенности формирования растительного покрова после контролируемых выжиганий, прежде всего для прогноза лесовосстановления.

Работа проводилась по стандартным методикам (Побединский, 1962; Мелехов и др., 1962; Хлебникова и др., 1982) и включала сравнительный анализ серии геоботанических описаний, сделанных после пожаров в репрезентативных для этого региона горно-таежных

темнохвойных лесах, на вырубках, пройденных стихийными пожарами разной интенсивности, и на лесосеках, очищенных от порубочных остатков методом контролируемого выжигания.

Полученные данные обрабатывали с использованием математических методов (Василевич, 1969; Шмидт, 1984; Титлянова и др., 1993).

## **6.1. ПОСЛЕПОЖАРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ВЫРУБКАХ ГОРНЫХ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ**

В отличие от других агентов среды, воздействующих постепенно и ритмично, пожар действует внезапно, кратковременно, крайне интенсивно и катастрофически для всего сообщества, вызывая глубокое и длительное прямое или косвенное преобразование всех взаимосвязанных компонентов биогеоценозов (Санников, Санникова, 1985).

Пожары на вырубках сравнительно недавно возникшее явление, связанное, с одной стороны, с накоплением в последние годы огромного количества необлесившихся вырубленных площадей, а с другой – с неконтролируемой хозяйственной деятельностью. Вновь формирующиеся на вырубках растительные сообщества неустойчивы и очень динамичны. Воздействие пожаров может привести к глубоким изменениям в их структуре, динамике и характере лесовосстановления. Поэтому снижение пожарной опасности вырубок в настоящее время остается очень острой проблемой. Научная основа регулирования и мониторинга пожарной опасности горных темнохвойных вырубок заложена в их типологии.

Установлено, что процесс послепожарного восстановления живого напочвенного покрова под пологом леса и на вырубках протекает неодинаково и зависит от характера выгорания напочвенного органического материала, что в свою очередь обуславливает мозаичность застарения прогоревших участков (Иванова, Перевозникова, 1996).

Характер застарения вырубленных участков и типологическое разнообразие вырубок горных территорий в значительной степени связаны с рельефом местности. Так, например, на крутых выпуклых склонах световых экспозиций в видовом составе травяного покрова значительно выше доля ксерофитов. Доминантами травяного покро-

ва здесь являются осочка (*Carex macroura*), лесостепное разнотравье и кустарники (карагана желтая, кизильник, спирея).

С увеличением давности рубки обилие и проективное покрытие доминирующих видов, а следовательно, и тип вырубki изменяются. На лесосеках сохраняются остатки мохового покрова, проективное покрытие которого нередко составляет более 30 %, что позволяет большую часть вырубленных участков (до 60 %) относить к зеленомошному типу. Моховой покров к следующему году деградирует, при этом резко увеличивается обилие, проективное покрытие и фитомасса травянистых растений. Доминантами травяного покрова становятся вейник тупоколосковый и крупные лесные травы (борец высокий, осот разнолистный, василистник малый и др.).

До смыкания древесного полога, когда средообразующая роль принадлежит экотопическим факторам, доля вейника в составе доминантов травяного покрова резко увеличивается. Заращение вырубок этого временного периода происходит по вейниковому типу, т. е. в их типологическом спектре преобладают вейниковые вырубки.

Проведенные обследования послепожарного зарастания вырубок в горных темнохвойных лесах Восточного Саяна показали, что пожары средней и слабой интенсивности чаще всего приводят к конвергенции растительного покрова в разной степени прогоревших участков. Их соотношение зависит от интенсивности пожара и запаса горючего материала. При пожарах средней интенсивности слабо прогоревшие участки занимают около 10 % площади, сильно прогоревшие приурочены к участкам, на которых до пожара был сосредоточен наибольший запас горючих материалов. После прохождения огня захламленность вырубки снижается до 50 %, при этом сохраняются преимущественно крупные порубочные остатки диаметром более 4 см; веточки диаметром до 4 см сгорели на 60 %, а опад – на 80–90 %.

Формирование растительного покрова на рубках горных лесов Восточного Саяна детерминировано климатическими условиями высотно-растительного пояса и протекает как по паловому, так и беспаловому типу. Тип паловой рубки определяется глубиной прогорания подстилок (табл. 6.1). Типологический спектр беспаловых рубок более разнообразен и тесно связан с их экотопическим разнообразием.

Таким образом, в темнохвойных лесах низкогорной части Вос-

точного Саяна послепожарное развитие растительного покрова на вырубках, пройденных пожарами средней и слабой интенсивности, происходит по паловому типу с преобладанием кипрея или вейника тупоколооскового (в зависимости от степени прогорания подстилки). Кипрейная стадия в зарастании паловых рубок, как правило, кратковременна и занимает не более 3-4 лет. Для образования и развития чистых кипрейных рубок в горно-таежных лесах Восточного Саяна необходим пожар высокой интенсивности или повторное прогорание таких рубок.

Таблица 6.1

**Изменение толщины подстилки и массы трав на паловых 2-летних рубках**

Экспозиция, склон, град.	Тип рубки	Толщина слоя подстилки, см		Масса трав после пожара, т/га
		До пожара	После пожара	
ССВ, 5	Кипрейная	1,5	0	2,23
ЮЗ, 10	Вейниковая	3,5	2	1,97
ЮЗ, 10	Кипрейная	1,0	0,5	1,74
В, 5	Кипрейно-вейниковая	4,0	1,0	1,90
З, 5	Вейниковая	2,0	1	2,76
Плакор	Вейниковая	5,0	0,5	1,33
Плакор	Кипрейная	4,0	0,2	1,46
Долина ручья	Вейниковая	5,0	0,5	2,08
СВ, 15	Вейниково-кипрейная	2,5	1,5	2,07

## 6.2. ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ВЫРУБКЕ ПОСЛЕ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ВЫЖИГАНИЙ

В настоящее время при использовании технологии контролируемых выжиганий появилась возможность моделировать пирогенные сукцессии и прогнозировать лесовосстановление, основываясь на характеристиках пожара (интенсивность и время пламенного горения, степень прогревания почвы и т.д.). В зарубежной литературе встречается большое количество публикаций, подробно описывающих цели и технологию проведения контролируемых выжиганий для различных нужд лесного хозяйства, в России подобные работы единичны (Фурьев, 1966; Матвеев, 1995; Валендик и др., 2000).

Наиболее сильное влияние пожары оказывают на растительность

нижних ярусов и свойства почв. Проведенные исследования показали, что прогревание почвы при выжигании не приводит к летальному исходу для почвенной биоты (Валендик и др., 2000). При слабом и среднем прогорании температура почвы на глубине корнеобитаемого слоя не вредит большинству корневищных растений, но на сильно прогоревших участках, где температура почвы сразу после прохождения огня может достигать более 70°, сохраняются лишь виды травянистых растений, устойчивые к воздействию высоких температур или обладающие свойствами пиропитности. К таким видам, в частности, относится кипрей.

Как уже отмечалось ранее, в исследуемом нами регионе зарастание прогоревших (паловых) вырубок происходит со значительной долей участия в составе травостоя вейника тупоколоскового. В большинстве случаев образование паловых вырубок кипрейно-вейникового типа чаще всего связано со слабым прогоранием подстилок и конкурентностью вейника тупоколоскового.

После контролируемых выжиганий изменение мощности подстилки и соотношение разной степени прогоревших участков представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2

**Соотношение прогоревших участков и изменение толщины подстилок на вырубках после контролируемых выжиганий**

№ участка вырубki/ год	Площадь отжига, %	Площадь участков с разной степенью прогорания подстилок, %			Средняя толщина слоя подстилки до и после выжигания, см		Площадь с нарушенной подстилкой, % от выжженной
		Слабая*	Средняя**	Сильная***	До выжигания	После выжигания	
1/1998	75	35	35	10	3,4±0,6	2,3±0,4	32,3
1/1999	95	35	45	20	2,7±0,6	1,4±0,7	48,2
1/2000	70	45	40	15	2,5±0,8	1,8±0,7	28,0
2/2000	90	35	60	15	3,1±0,7	2,2±0,8	29,0
3/2000	30	80	15	5	3,2±0,4	2,6±0,6	18,7

Примечание: \* - слабое – уменьшение слоя подстилки до 30%; \*\* – среднее – 30-70%; \*\*\* – сильное – 71-100%.

Полученные данные свидетельствуют, что на вырубках при контролируемых выжиганиях толщина слоя подстилки снижается в 1,4-1,9 раз. Корреляции между запасами надземной фитомассы травяного покрова и мощностью подстилок не выявлено, но на негоревших

вырубках запасы надземной фитомассы травяного покрова в 2 раза выше, чем на вырубках, пройденных стихийными пожарами. При контролируемых выжиганиях запасы фитомассы травостоя снижаются в 1,4-1,7 раза по сравнению с негоревшими участками вырубки.

Характер зарастания прогоревшей и негоревшей части вырубки заметно различается. Прогоревшая часть вырубки зарастает по кипрейно-вейниковому типу на второй год после выжигания. Общее проективное покрытие травяного покрова варьирует в широких пределах – от 5-10 % до 90 %. Небольшие очаги прокаленной почвы распространены локально. Доминантами напочвенного покрова на них являются гипновые мхи и маршанция, из древесных – всходы березы, из травянистых – в большом количестве всходы кипрея, вейника, осочки. Кипрей доминирует, и на его долю приходится 80% от всего количества всходов.

Негоревшая часть вырубки захламлена порубочными остатками на 80 % и зарастает по вейниковому типу. В растительном покрове заметно разрастаются кустарники (малина, бузина, черная смородина). Общее проективное покрытие травяного покрова составляет 100 %. Моховой покров отсутствует, сохраняются лишь отдельные небольшие пятна гилокомиума и плеуроциума, из травянистых, на минерализованных участках – всходы вейника тупокolosового, бора развесистого, осочки. В приволочной зоне наряду со всходами злаков встречается кипрей. Количество всходов в среднем составляет 612 шт./м<sup>2</sup>, из них на злаки приходится 63 %, на кипрей – 17 %. Возобновление хвойных отсутствует. Из лиственных единично встречается береза высотой до 1 м.

Сравнение геоботанических описаний на следующий год после выжигания показало, что наряду с уменьшением захламленности вырубки снизилось проективное покрытие трав, изменилось обилие и масса некоторых видов травянистых растений. Зарастание выжженных участков мозаичное. Наблюдается снижение обилия вейника тупокolosового. А обилие таких видов травянистых растений, как кипрей длиннолистный, горошек мышиный и чистотел, увеличивается. Значительно уменьшилась в составе травостоя доля крупных трав (борец высокий, осот разнолистный, дудник, василистник). Такие



виды травянистых растений, как бор развесистый, осока большехвостая, подмаренник, костяника, оказались в первый год после контролируемого выжигания индифферентны к температурному воздействию, практически не изменив своего габитуса (табл. 6.3).

Флористическое разнообразие травяного покрова вырубок после контролируемого выжигания оценивали с помощью коэффициента сходства, который рассчитывали по формуле (Василевич, 1969):

$$K = [2c/a+b],$$

где  $c$  – число общих видов для обоих описаний,  $a$  – число видов в первом списке,  $b$  – число видов во втором списке.

Таблица 6.3

**Изменение обилия видов травяного покрова через год после контролируемого выжигания на вырубке**

Видовой состав	Обилие видов растений по Друде	
	До выжигания	После выжигания
Вейник тупоколосковый	cop <sub>2</sub>	sp – cop <sup>1</sup> gr
Сныть горная	cop <sup>1</sup>	sp-cop <sup>1</sup>
Горошек мышиный	cop <sup>1</sup>	sp-cop <sup>1</sup>
Бор развесистый	sp	sp
Костяника	sp	sol
Ясколка	sp	-
Звездчатка	sp	-
Кипрей	sol	cop <sup>1</sup>
Ожика волосистая	sol	sol
Папоротник линнея	sol	-
Земляника	sol	-
Осока большехвостная	sol	sol
Хвощ лесной	sol	sp
Хвощ луговой	sol	sol
Реброплодник уральский	sol	-
Медуница	sol	sol
Плаун	un	-
Щитовник игольчатый	un	-
Герань белоцветковая	sol	-
Чистотел	-	sol
Осот разнолистный	sol	-
Борец высокий	-	sol
Подмаренник северный	sol	sp
Дудник лесной	sol	-
Василистник малый	sol	-

Коэффициент сходства видового состава между негоревшей и прогоревшей частью вырубки составляет 0,65, что свидетельствует об их флористической идентичности.

Важную роль в снижении пожароопасности вырубок играет масса и влагосодержание вегетирующих растений. Для ее определения отбирали образцы со сгоревшей части вырубки с учетом степени ее прогорания. Одновременно были отобраны образцы и на контроле (негоревшая часть вырубки). Массу травянистых растений определяли методом уко-

сов на площадках размером 1х1 м. Срезанные растения высушивали в сушильном шкафу до абсолютно сухой массы и взвешивали с точностью до 0,1 г.

Полученные данные свидетельствуют, что максимальное влагосодержание травянистые растения имеют в период интенсивного роста (конец мая – начало июня). К середине лета влагосодержание вегетирующей массы снижается и находится в пределах 12-39 % от максимального, тогда как на негоревшей части оно снижается на 16 %. Запасы надземной фитомассы травяного покрова достигают максимума к концу июля, причем на прогоревшей части вырубки они почти в 2 раза ниже, чем на контроле. Вегетирующая масса трав на негоревшей вырубке достигает 406 г/м<sup>2</sup>, на горевшей, в зависимости от степени прогорания, составляет 233-276 г/м<sup>2</sup>.

На вырубках, прогоревших во второй половине лета, в отличие от негоревших, захламленность порубочными остатками уменьшается на 50 %, проективное покрытие живого напочвенного покрова снижается на 30-40 %, запасы надземной фитомассы сокращаются в 1,5 раза, а влагосодержание вегетирующей массы увеличивается в 2 раза. Все это приводит к тому, что пожарная опасность на прогоревших вырубках возникает на два месяца позже, чем на негоревших свежих вырубках и в темнохвойных древостоях.

После контролируемых выжиганий зарастание вырубок может происходить в зависимости от степени прогорания подстилок как по кипрейному, так и по вейниковому типу. При сильном прогорании подстилки в растительном покрове формирующихся сообществ доминирует кипрей.

Таким образом, проведенные исследования выявили однотипность зарастания горных темнохвойных лесов, пройденных пожарами слабой и средней интенсивности. Такие прогоревшие участки обычно зарастают с доминированием в травяном покрове злаков. Только после прохождения высокоинтенсивных пожаров, когда выгорает практически весь слой подстилки, доминирующим видом выступает кипрей узколистный.

Зарастание вырубок, пройденных пожарами средней и слабой интенсивности, происходит по паловому типу и в зависимости от сте-

пени прогорания подстилки с преобладанием кипрея или вейника тупоколосьного. Кипрейная стадия в зарастании паловых вырубок, как правило, кратковременна и занимает не более 3-4 лет. Для образования и развития чистых кипрейных вырубок в горно-таежных лесах Восточного Саяна необходимо или повторное прогорание вырубков, или пожар высокой интенсивности.

### **6.3. ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ НА ВЫРУБКАХ В ГОРНЫХ ЛЕСАХ ВОСТОЧНОГО САЯНА**

Горно-таежные леса характеризуются развитым травяным покровом, разновозрастной структурой древостоя, высокой сомкнутостью и густотой. На более континентальном северо-восточном макросклоне Восточного Саяна формируется горно-таежный ВПК с преобладанием кедра. В типологической структуре лесов доминируют чернично-зеленомошные, осоково-зеленомошные и вейниково-крупнотравные кедровники со значительной примесью пихты в составе древостоя и подроста. Древостои полидоминантные, разновозрастные многоярусные. Во втором ярусе фоновых типов леса выделяются два возрастных поколения. Первое представлено кедром 250-300 лет, во втором доминирует пихта (150-200 лет). Третье (60-100 лет) полидоминантное с разной долей участия темнохвойных.

В горно-таежных лесах половина спелых и перестойных насаждений представлена зеленомошной группой типов леса, а четвертая часть разнотравной. К зеленомошной группе типов леса относится две трети доминирующих здесь кедровых и пихтовых древостоев, почти половина сосновых и четверть лиственничных. В разнотравной группе типов леса произрастает половина сосновых, четверть лиственничных, две трети березовых и осиновых лесов.

Наличие подроста под пологом спелых и перестойных насаждений в этом поясе во всех типах леса высокое. Кедровники обеспечены подростом на 93 %, пихтарники – 87 %, ельники – 80 % и лиственничники – 85 %. Вырубки отличаются высокой захламленностью и повышенной пожарной опасностью. Возобновление их протекает успешно, но в большинстве случаев со сменой пород.

На рубках складывается совершенно иной, чем под пологом ле-

са, комплекс экологических условий, особенно по тепло- и влагообеспеченности. Работа лесозаготовительной техники усиливает неоднородность растительного и почвенного покрова, приводит к изменению физических, химических и биологических свойств почв, формированию своеобразных микробо- и зооценозов. Резко изменяются температура приземного слоя воздуха, температурный режим, влажность и плотность почвы.

В процессе лесоразработок происходит механическое повреждение поверхности почвы (минерализация), которое заключается в сдирании подстилки и разрушении верхних горизонтов почвы. В зависимости от природных условий, способов организации производства, типа механизма, используемого при разработке лесосеки, и сезона рубки поранения почвы носят различный характер.

Имеющиеся данные о размерах механически минерализованных участков вырубок весьма противоречивы, поскольку определение их сопряжено с анализом эколого-экономических факторов, неадекватно действующих в различных лесорастительных условиях. К таким факторам можно отнести особенности лесорастительных условий региона (механический состав и водно-физические свойства почв, тип погоды), интенсивность и продолжительность действия лесозаготовительных механизмов, принципы и способы организации технологического процесса.

Размеры минерализованных участков вырубок при упорядоченной организации лесосечных работ не превышают 30 % площади вырубки и приурочены к трелевочным волокам (Петров, 1967). Более высокая степень минерализации наблюдается в летний период, площадь минерализованных участков летом достигает 80 % от всей площади вырубки. В зимний период площадь минерализованных участков снижается до 20 %, что обусловлено высотой снежного покрова и прочностью замороженных грунтов.

Помимо минерализации почвы на растительную среду вырубок влияет также захламленность. По окончании лесозаготовок вышедшая из-под леса площадь оказывается захламлена сучьями, вершинами, корой, хвоей, обломками стволов и другой древесиной. Оставленные на вырубках порубочные остатки играют важную роль не

только в формировании запасов лесных горючих материалов, но и микроклимата, режима влажности почвы, а также в доступности для семян минеральной части почвы.

На свежих вырубках, при разработке лесосек в весенне-летний период, наблюдается высокая степень поранения почвенного покрова. На погрузочных площадках, магистральных волоках и приволочных зонах механически минерализуется практически вся поверхность почвы. По мере увеличения давности рубки площадь минерализованных участков значительно снижается. Как правило, минерализованные участки вырубок слабо захламлены.

Роль порубочных остатков возрастает в весенне-летний период, когда они вместе с отмершей травой образуют высокую концентрацию горючего материала, значительно увеличивают пожароопасность вырубок. Обычно, сочетаясь в различных комбинациях, древесные отходы образуют неравномерное захламливание порубочными остатками, что создает определенные трудности для очистки лесосек и лесовосстановления на вырубках. В целом разница в захламленности зимних и летних лесосек небольшая и составляет 4-5 %. Летом, на участках в полидоминантных насаждениях со сложной возрастной структурой, невысокой несущей способностью грунтов и в связи с усложнением технологических операций, захламленность их высока и может достигать 70 %.

Разрастание на вырубках травяной и древесной растительности, с одной стороны, способствует разложению порубочных остатков, уменьшению площади минерализованных участков, изменению плотности и водно-физических свойств почв, с другой, – повышению запасов рыхлоопадных проводников горения.

Для процессов лесовосстановления наиболее важны такие свойства почв, как плотность, влажность и температура почвы. Установлено, что на свежих вырубках эти показатели варьируют в достаточно большом диапазоне. К наиболее важным в экологическом отношении физическим свойствам почвы относится объемная масса как показатель ее плотности. Объемная масса также служит косвенным показателем порозности, водопроницаемости, влагоемкости. Влажность почвы – наиболее вариабельный показатель, который зависит от

плотности почв и изменяется с давностью рубки.

Свежие вырубки и даже трелевочные волокна существенно не отличаются по агрегатному составу. Однако сильное уплотнение почв на волокнах и образование поверхностного стока резко ухудшает водно-динамические свойства почвы. В результате этого в первые годы после рубки на глинах и тяжелых суглинках происходит интенсивный размыв почвы.

После концентрированной рубки леса одновременно действуют три вида уплотнения почвы: физическое, которое одномоментно достигает глубины 40-50 см и распространяется на 20-40 см в стороны от колеи; вторичное, причиной которого является изменение гидрологического режима почв; экологическое, связанное с удалением древесного яруса и не зависящее от технологии лесозаготовки (Котиков и др., 1994). По мере зарастания вырубок физические свойства почв восстанавливаются до состояния, близкого к исходным свойствам почв под лесом (Орфанитский, Орфанитская, 1971).

Различное уплотнение почв, связанное с работой лесозаготовительной техники, способствует неравномерному зарастанию вырубленных площадей и появлению самосева хвойных пород. Уплотнение почвы свыше  $1,45 \text{ г/см}^3$  отрицательно влияет на грунтовую всхожесть хвойных пород, в частности ели (Соколовская и др., 1977). Сосна испытывает угнетение при росте на почвах с плотностью  $1,13-1,20 \text{ г/см}^3$ , береза  $1,02-1,25 \text{ г/см}^3$ . Исследования, проведенные в лесах, испытывающих рекреационные нагрузки, показали, что типичные лесные растения развиваются нормально на почве с объемной массой  $0,8-0,9 \text{ г/см}^3$ . Устойчивые к вытаптыванию выдерживают уплотнение до  $1,3-1,7 \text{ г/см}^3$ , но при плотности  $1,7 \text{ г/см}^3$  травянистые растения совсем не развиваются (Зеликов, Пшоннова, 1961).

Экспериментально определена критическая плотность почвы для роста хвойных и лиственных пород: дуба –  $1,89 \text{ г/см}^3$ , лиственницы –  $1,84$ , березы –  $1,80$ , сосны –  $1,72$ , ели –  $1,55 \text{ г/см}^3$ . Для большинства почв критический порог уплотнения колеблется в пределах  $1,4-1,6 \text{ г/см}^3$ . Такое уплотнение почв можно наблюдать лишь на магистральных волокнах, но уже в первый год после рубки плотность в слое 10-20 см практически достигает равновесного состояния. По сущест-

вующим критериям равновесной принято считать объемную массу среднесуглинистой почвы для слоя 0-10 см –  $1,26 \text{ г/см}^3$ , для слоя 10-20 см –  $1,34-1,36 \text{ г/см}^3$  (Пупонин, Матюк, 1986).

Различия в плотности почв создают неравномерность зарастания вырубок древесными и травянистыми видами растений и в значительной мере влияют на температурный режим приземного слоя воздуха и почв, особенно в первые годы после рубки. Процесс заселения вырубок растениями и их дальнейший рост детерминирован экологическими свойствами различных категорий напочвенного субстрата. От начальных условий лесовосстановления во многом зависит будущий состав лесообразующих пород, структура (возрастная и горизонтальная), густота и производительность насаждений. В ювенильный период роста растений определяющую роль играют условия микросреды. Для крупных деревьев, тем более древостоя в целом, условия микросреды существенной роли не играют.

При равных условиях обсеменения решающее значение оказывает тип субстрата, на котором происходит поселение древесных растений. С. Н. Санников (1965, 1970) выделил три типа субстрата: ненарушенный, гаревой, механически минерализованный. Пространственная неоднородность этих достаточно крупных категорий позволяет выделить внутри их особые структурные элементы, отличающиеся специфическими экологическими режимами.

Объективную оценку способности субстрата к заселению древесными растениями можно получить экспериментальным путем с помощью посева семян древесных растений в разных типах микросреды и наблюдением за появлением всходов, их отпадом и ростом молодых растений. По отношению появившихся всходов к числу высеванных семян можно судить об условиях микросреды и возможностях протекания лесовозобновительного процесса в конкретных условиях микросреды.

Последствия лесозаготовок отражаются практически на всех компонентах лесных сообществ, что отчетливо проявляется на ранних стадиях роста и развития древесных растений. Индикатором качества условий микросреды вырубок, отражающим возобновительные свойства субстратов, является численность всходов: чем выше числен-



ность всходов, тем лучше условия микросреды для появления самосева хвойных пород. Однако дальнейшая его судьба уже зависит от других факторов.

Для проверки этого нами были сделаны экспериментальные посе-вы сосны, пихты и ели в разных условиях микросреды свежей выруб-ки. Весной в конце мая в 10 вариантах различных условий микро-среды пасечного и магистрального волоков было высеяно в трех по-вторностях по 100 штук семян на каждую площадку (50х50 см) из расчета 308 тыс. шт./га семян при лабораторной всхожести 70 %. Учеты, проведенные осенью этого же года, выявили, что на пасечном волоке в год посева дали всходы практически все жизнеспособные семена, тогда как на сильно минерализованном магистральном воло-ке появилось только 48 % всходов от высеянных всхожих семян. На следующий год после посева на магистральном волоке сохранилось 24 % от всех всходов, на пасечном – 34 %.

Анализ морфометрических показателей, проведенный через три года после посева, показал существенные различия в росте самосева и сеянцев сосны (табл. 6.4)

Таблица 6.4

**Морфометрические показатели роста сеянцев сосны в разных условиях микросреды вы-рубков в горно-таежном поясе Восточного Саяна**

Показатели роста	Волока	
	Магистральный	Пасечный
Средняя высота растения, см	21,71±5,35	13,94±3,12
Средняя масса растения, г	0,530±0,31	0,251±0,06
Средний прирост, см	6,0±0,25	2,51±0,56
Относительный прирост, см	3,69±0,98	5,55
Отношение надземной массы к подземной	6:1	3:1

В отличие от сосны рост всходов и сеянцев пихты в одинаковых услови-ях микросреды различался мало (табл. 6.5)

Таблица 6.5

**Морфометрические показатели роста сеянцев пихты в разных условиях микросреды вырубок в горно-таежном поясе Восточного Саяна**

Показатели роста	Пасечный волок	
	Самосев	Сеянцы
Средняя высота растения, см	11,0±0,34	10,7±0,37
Средняя масса растения, г	1,19±0,11	1,52±0,12
Средний прирост, см	1,09±0,06	1,08±0,07
Относительный прирост, см	10,1	9,9
Отношение надземной массы к подземной	2:1	2:1

Сравнение полученных результатов проведенного опыта свидетельствуют о лучшей приспособленности пихты к данным лесорастительным условиям.

До середины настоящего столетия рубки леса не представляли опасности для окружающей среды и их лесовосстановление происходило в порядке сукцессионных смен. Применение нового поколения машин, изменение технологии и увеличение объемов лесозаготовок привело к тому, что появилась реальная опасность деградации лесной среды, усугубляемая пожарами. Неочищенные от порубочных остатков вырубки являются источником повышенной пожарной опасности на протяжении многих лет и ставят под угрозу проведение всех мероприятий по лесовосстановлению на вырубках. Интенсивное лесопользование, особенно в горных лесах, может привести к длительным, зачастую необратимым изменениям лесных экосистем.

Общая площадь вовлеченных в хозяйственную деятельность горных лесов составляет 8,3 млн. га, из них на покрытые лесной растительностью приходится 6,8 млн.га. На долю непокрытых лесом земель, подлежащих лесовосстановлению, приходится 221,2 тыс.га, из которых под естественное зарастивание оставляется 81,3 тыс.га, на площади 61,2 тыс.га лесовосстановление обеспечивается проведением мер содействия естественному возобновлению. На площади 78,7 тыс.га требуется искусственное лесовозобновление, из них доступными для хозяйственного освоения являются 31,1 тыс.га. Несмотря на достаточное количество хвойного подроста под пологом леса, только 52 % лесовосстановительных работ выполняется за счет сохранения подроста (Экономический анализ ..., 2000).

Мерами искусственного лесовосстановления на вырубленных участках горных лесов лесные культуры сохраняются лишь на 60 %. Основные причины гибели лесных культур – плохая приживаемость, лесные пожары, повреждение мышевидными грызунами и вымоkanie. Одна из главных причин их плохой приживаемости является подготовка почвы, - одна из важнейших технологических операций искусственного лесовосстановления. Только при правильной подготовке почвы можно создавать оптимальные условия для приживаемости и роста лесных культур. В ряде случаев перспективно использование огневого способа обработки почвы как при подготовке площади под лесные культуры, так и при мерах содействия естественному возобновлению (Экономический анализ ..., 2000).

Таким образом, проблема лесовосстановления на рубках в горных лесах Красноярского края остается актуальной. Более половины лесокультурного фонда требует искусственного лесовосстановления, а выбор методов и способов его осуществления должен иметь альтернативные варианты.

### **6.3.1. Естественное лесовозобновление на рубках**

Удаление древесного полога в результате лесозаготовок приводит к резким изменениям лесорастительных условий. В первую очередь изменяются показатели освещенности, термического режима воздуха и почв. Более выровненная температура воздуха под пологом леса создает иной, чем на рубке, температурный режим. Сохранившийся после рубки леса подрост, особенно старшего возраста и высотой более 2 м, испытывает сильный стресс, сопровождающийся ухудшением его роста. Кроме того, наши исследования показали, что после удаления древостоя около 25 % крупномерного пихтового подроста погибает от термического ожога. Полученные нами данные согласуются с данными Е. Г. Парамонова (1987), изучавшим лесовозобновление в кедровниках Горного Алтая, где им установлено, что от резкого осветления на сплошных рубках страдает не только пихта, но и кедр. Также причиной плохого роста пихты на рубках могут быть поздние весенние заморозки, которые нередки для горных районов.

Экспериментальные исследования, проведенные на вырубках разной давности в пихтарниках Горного Алтая, показали, что с увеличением давности рубки наблюдается отчетливо выраженная тенденция уменьшения сохранившегося на лесосеках подроста предварительной генерации. Этот подрост характеризуется замедленным ростом, и уже на 2-летних вырубках его сохранность составляет 20 % (Терехова, 1998). В такой ситуации на фоне прогрессирующего зарастания вырубок травяно-кустарниковой растительностью, затрудняющего появление самосева хвойных, нельзя рассчитывать на лесовосстановление за счет подроста до-рубочной генерации.

Для успешного лесовосстановления вырубленных территорий помимо достаточного количества сохранившегося и адаптированного к условиям вырубок подроста предварительных генераций необходимо также достаточное количество самосева. Одним из условий его появления является расстояние от стены леса. Так, например, удовлетворительное обсеменение вырубок от стены леса можно ожидать на расстоянии не более чем в 100 м от стены леса (Тимофеев, 1939; Шиманюк, 1955; Ткаченко, 1955). В условиях Сибири это расстояние не превышает 200 м (Побединский, 1965).

Исследования, проведенные в горных лесах Восточного Саяна П. М. Ермоленко (1987), показали, что период лесовозобновления на вырубках напрямую зависит от местоположения участка относительно стены леса: в полосе 25 м от стены леса он составляет 1-2 года, в полосе 26-50 м – 4 года, а на расстоянии 51-75 м – 6 лет.

Проведенные нами исследования на однолетних вырубках показали, что численность самосева хвойных пород определяется не только удаленностью от стены леса, но и господствующим ветром. Так, с подветренной стороны на расстоянии 15 м от стены леса она выше и составляет 23,9 %, в пределах 15-30 м – 28,7 %, а на расстоянии от стены леса более 30 м уже 13,8 %. (табл. 6.6).

Максимальная численность возобновления наблюдается на минерализованных участках вырубки. Так, на магистральных волоках насчитывается 15-18 шт./м<sup>2</sup> самосева хвойных пород. При этом немаловажное значение для лесовозобновления имеет напочвенный покров:

на кипрейных участках вырубки численность самосева в 2,2 раза выше, чем на вейниковых, а на волоках его количество увеличивается в 4,5 раза, по сравнению с вейниковыми участками и в 2,1 раза – с кипрейными. В составе естественного возобновления вырубок преобладает пихта, на ее долю приходится 96 % учтенного самосева.

Таблица 6.6

**Численность самосева на разных участках вырубки, шт./м<sup>2</sup>**

Тип вырубки	Расстояние от стены леса, м			Среднее
	менее 15	16-30	более 30	
Вейниково-злаковая	0,91*/1,5**	0,76/0,85	0,39/2,5	0,69/0,87
Разнотравно-кипрейная	2,52/2,6	1,08/1,92	0,78/1,3	1,46/1,95
Волока	4,06/4,21	3,96/3,82	2,5/2,64	3,51/3,56

Примечание: \*-навстречная сторона вырубки; \*\*-подветренная

Естественное возобновление хвойных пород послерубочных генераций на сплошнолесосечных вырубках в данном регионе протекает неудовлетворительно. Лесовосстановление за счет подроста предварительной генерации также проблематично. В целом на лесосеках в зависимости от полноты и сомкнутости вырубаемого древостоя сохраняется не более 30 % мелкого хвойного подроста. При этом большое количество оставляемого тонкомера вываливается, особенно часто это явление наблюдается на склонах крутизной более 18-20 градусов.

Одна из причин неудовлетворительного возобновления хвойных на вырубках – наличие в составе древостоя лиственных, которые, как известно, обладают свойством вегетативного возобновления и высокими показателями роста. Если до рубки в составе древостоя присутствовало хотя бы 10 % осины, то независимо от типа вырубки и количества подроста других древесных растений осина будет занимать лидирующее положение. В этом случае лесовосстановление вырубленного участка протекает со сменой пород.

Большое количество всходов лиственных на вырубках обусловлено не только повсеместным присутствием (не менее 5 %) осины и березы в составе древостоя темнохвойных лесов, но и наличием всхожих семян березы в почвенном банке (Перевоз-

никова, 1994). Численность подроста осины на однолетних вырубках при средней высоте 90-100 см достигает 1-6 тыс.шт./га. Уже в первый год после рубки доля лиственных составляет практически половину от всего подроста. С увеличением давности рубки доля лиственного подроста в составе естественного возобновления может достигать 70 %. Доля пихты, наиболее представленной в составе хвойного подроста, на вырубках всех типов леса, в среднем составляет 30-35 %. Из лиственных доминирует осина (табл. 6.7).

Таблица 6.7

**Характеристика подроста предварительной генерации на вырубках разной давности**

Давность рубки, лет	Состав подроста	Численность, шт./га	% лиственных	Высота хвойных, м	Жизнеспособность, %		
					Живой	Неблагоняжный	Сухой
1	6П2Е2К	811	59	3.0	60	23	17
2-3	7П1Е1К1Ос	410	34	2.5	72	22	6
4-5	3Б3Ос3П1Е+К	228	70	5.3	72	12	16
6-10	4Б4Ос1П1Е+К	358	71	5.0	83	12	5

Самым перспективным подростом для формирования насаждений на вырубках в горных темнохвойных лесах следует считать мелкий (0,5-1,0 м) подрост, произрастающий биогруппами (Чупров, 1967; Ермоленко, 1987). Под пологом леса такой подрост приурочен преимущественно к валежу, а на вырубках обычно сохраняется в оставшихся куртинах леса (Солодухин, 1954).

Формирование на вырубках лиственного молодняка приводит к изреживанию вейника и способствует появлению подроста хвойных пород под пологом лиственных. Наибольшее количество хвойного подроста зафиксировано на вырубках с наличием в составе травостоя кипрея. Известно, что вейник отрицательно влияет на возобновление хвойных. Через 10 лет после рубки в южной подзоне тайги успешно возобновляется лишь 40 % вырубков. Вейник занимает доминирующее положение в напочвенном покрове уже на второй год после рубки, а через 4 года занятая им площадь увеличивается до 60 % (Нилов,

Корконосова, 1968; Титов, 1998).

Результаты наших исследований не показали прямой зависимости численности подроста и его состава от крутизны и экспозиции склонов, как это имеет место в других горных территориях. По данным Е. Г. Парамонова (1987), на вырубках кедровых лесов Алтая склоны световых экспозиций более успешно возобновляются кедром, а теневые – березой и пихтой.

### **6.3.2. Особенности лесовосстановления после контролируемых выжиганий**

Целью контролируемых выжиганий является снижение пожарной опасности на вырубках. Вместе с тем важно оценить и как выжигания влияют на процесс лесовосстановления. Способ огневой очистки лесосек всегда вызывал довольно много споров и противоречивых высказываний, и для лесоводов эта проблема остается актуальной (Валендик и др., 2000).

Изучение лесовосстановления на гарях после стихийных пожаров показало, что возобновление гарей в темнохвойных лесах протекает успешно, и через 30 лет половина занятых березняками прогоревших участков имеют удовлетворительное количество хвойного подроста (Фролов, 1967). Также удовлетворительное возобновление хвойными наблюдается через семь лет после прохождения устойчивого низового пожара (Калинин, Иванов, 1981).

В настоящее время в таежной зоне Восточной Сибири насчитывается свыше 9 млн.га гарей, которые в ближайшее время необходимо восстановить. Однако необлесившиеся вырубки занимают в Сибири гораздо большую площадь, чем гари (Медведева, 1966; Масленков, Михалев, 1995). Поэтому необходима разработка способов искусственного лесовосстановления применительно к участкам, прогоревшим в разной степени. Р. И. Лоскутов и Н. П. Поликарпов (1965), занимавшиеся искусственным лесовосстановлением кедра в предгорьях Западного Саяна, констатируют, что культуры кедра, произрастающие на сильно прогоревших участках, хорошо приживаются и не уступают по показателям роста культурам, произрастающим на участках с механизированной подготовкой почвы.

При пожаре решающее значение на развитие травостоя имеет степень воздействия огня. При слабой огневой минерализации (сжигание порубочных остатков в зимнее время или в неблагоприятных погодных условиях) выжигание только стимулирует разрастание злаков, что приводит к быстрому зарастанию выжженного участка с господством вейника тупоколоскового в первый же год после пожара. На таких участках травостой хорошо развит, высота травяного покрова достигает 1,2-1,4 м, почва задернена, что крайне неблагоприятно для лесовозобновления. Зарастание хорошо прогоревших участков растянуто во времени, и травостой достигает своего максимального развития лишь на 3-4 год после пожара. Таким образом здесь появляется возможность проведения лесокультурных работ с наименьшими затратами и большей эффективностью.

Как уже ранее указывалось (Валендик и др., 2000), для лесовозобновления лучшим является кипрейный тип зарастания вырубок. Установлено, что на вырубках в европейской части России кипрей отдает предпочтение богатым, хорошо увлажненным почвам (Мелехов и др., 1962). Однако в Сибири диапазон экологической пластичности кипрея значительно шире. Семена кипрея прорастают на самой разнообразной почве при условии обнажения ее минеральной части (Перевозникова, 1994, 1998).

Отличительной особенностью формирования вейниковых и кипрейных гарей после стихийных пожаров на вырубках является, по нашим наблюдениям, глубина прогорания подстилки. На вейниковых гарях подстилка прогорает на 30-35 %, толщина сохранившегося слоя составляет не менее 1,5 см, на кипрейных подстилка сгорает более чем наполовину, а толщина сохранившегося слоя находится в пределах от 0 до 1,2 см.

В данном типе лесорастительных условий (см. главу 2) зарастание пройденных пожаром вырубок обычно происходит по кипрейно-вейниковому или вейниковому типу с различной долей участия в составе травостоя кипрея. Паловые кипрейные гари занимают незначительную площадь, что является отличительной чертой горно-таежных темнохвойных лесов Восточного Саяна. Поэтому по сравнению с сопредельными территориями проведение на них как кон-



тролируемых выжиганий, так и лесовосстановление прогоревших участков усложняется (Валендик и др., 2000).

Все контролируемые выжигания были проведены нами во второй половине лета и начале осени. На следующий год после выжигания живой напочвенный покров отличался рыхлым сложением, достаточно большим количеством видов и отсутствием явных доминантов. Кипрей на выжженной вырубке занял доминирующее положение лишь на второй год. Количество появившегося под пологом кипрея самосева хвойных пород оказалось в 2.2 раза больше, чем под вейником.

Затраты на создание лесных культур в условиях горного рельефа значительно увеличиваются по сравнению с равнинными территориями. Примерные трудовые затраты на создание 1 га лесных культур при механизированной подготовке почвы составляют 3-5 и ручной – 20-25 человеко-дней. Для подготовки почвы огневым методом затрачивается 5-8 человеко-дней (Лоскутов и Поликарпов 1965).

Способы проведения лесокультурных работ разнообразны и специфичны для каждого географического района. Так, например, Г. М. Степанов (1981) отмечал, что для гарей Северной Якутии в течение первых двух лет после пожара целесообразно проведение посева семян лиственницы без обработки почвы при норме высева 50 шт./м<sup>2</sup>. На гарях давностью пожара 4-10 лет он рекомендует иной способ подготовки почвы: перекопка с рыхлением на глубину 20 см. и удалением мохового покрова. Норма высева увеличивается до 100 шт./м<sup>2</sup>, для гарей старше 10 лет – 150 шт./м<sup>2</sup>.

Для таежной зоны Восточной Сибири существуют научно обоснованные рекомендации по созданию лесных культур на свежих гарях. В этом случае при наличии источников обсеменения на гарях вполне достаточно легкого ручного рыхления почвы, как одной из мер содействия естественному возобновлению, что можно делать и в труднодоступных для тракторной техники местах (Масленков, Михалев, 1995).

С целью проверки существующих рекомендаций нами проведены экспериментальные лесокультурные мероприятия с посевом сосны на четырех зимних рубках, очищенных методом контролируемого

выжигания, и на одной из них посадкой двухлетних саженцев кедра.

При создании лесных культур способом посева выбирались участки с наибольшим прогоранием лесной подстилки. Весенние и осенние посевы создавались на площадках 10х10 метров. Семена заделывались в минеральный слой почвы в бороздку глубиной 0,5 см. Расстояние между бороздками 1 метр, их закладка производилась поперек склона. Норма высева для ели и пихты – 50 шт./м. Осенние посевы были проведены 15 сентября, а весенние – 12 мая. Зимние посевы сосны и ели проводились 2 апреля. Глубина снежного покрова в это время на вырубке достигала 60-70 см. Семена закладывались на различную глубину снежного покрова (20 и 40 см) и на поверхность промерзшей почвы.

Полученные данные свидетельствуют, что на площадках, где хвойные были высеяны в толщу снежного покрова, возобновление отсутствовало. Наилучшие результаты получены при весеннем посеве сосны. Грунтовая всхожесть семян составила 6-10 %, при лабораторном прорастании – 90-95 %. Осенние и зимние посевы дали значительно худший результат, соответственно 4 и 2 % (табл. 6.8).

Наблюдение за ростом и развитием сеянцев сосны в течение вегетационного сезона показали их достаточно хороший рост. Масса и высота сеянца увеличились в первый вегетационный сезон после посева в 1,3 раза. Масса хвои в 1,5 раза, а корней на 10%, что может свидетельствовать о благоприятных условиях роста на выжженных участках вырубок.

Таблица 6.8

**Всхожесть семян сосны и ели на выжженных участках при различных сроках посева и норме высева 50 шт./м**

Порода	Сроки посева	Лабораторная всхожесть, %	Грунтовая всхожесть, %
Сосна	Осенний	97,8	3,9
	Зимний	95,4	2,1
	Весенний	97,2	8,4
Ель	Осенний	64,7	1,2
	Зимний	65,1	0,6

Культуры кедра были созданы на вырубке, выжженной 6 июля 1999 года. Посадка производилась весной 2000 года под меч Колесо-

ва, без предварительной подготовки почвы. Для сравнения с естественным возобновлением оставлена 50-метровая контрольная полоса. Посадку производили рядами, через 10 метров поперек склона. Шаг посадки в ряду 2 метра, при норме 500 шт./га. Всего было закультивировано 4 га .

Приживаемость кедра на очищенных огнем способом вырубках составила в первый год у двухлетних саженцев 84 %, трехлетних – 52 % и четырехлетних – 24 %. Таким образом, лучшая приживаемость культур кедра наблюдается у двухлетних саженцев.

Результаты экспериментальной посадки кедра показали, что наиболее благоприятные условия для роста саженцев кедра складываются на склонах северной экспозиции, где приживаемость его составила 85-90 %. Так же хорошо кедр приживается на склонах западной и восточной экспозиции (80-86 %). Как свидетельствуют литературные данные, менее благоприятными для приживаемости и дальнейшего роста кедра являются склоны южной экспозиции (Лоскутов, Поликарпов, 1965).

Таким образом, вырубки горно-таежных темнохвойных лесов Восточного Саяна отличаются обильным развитием травяно-кустарникового покрова, что повышает их пожарную опасность в весенний период и затрудняет процессы естественного возобновления. Лесовосстановление за счет хвойного подроста предварительных поколений проблематично в связи с его низкой сохранностью и слабой адаптацией к условиям рубок. Совокупность этих факторов создает условия и способствует однозначному протеканию лесовосстановительной сукцессии на рубках через смену пород. Для своевременного облесения рубленых территорий хозяйственно ценными древесными породами, а также улучшения породного состава формирующихся на рубках древостоев необходимо проведение мер содействия естественному возобновлению, способы проведения которых могут быть самыми разнообразными. Как показали наши исследования, наиболее экономичным и эффективным способом подготовки рубки к лесовосстановлению является метод их огневой очистки от порубочных остатков сплошным палом.

## **Заключение**

---

В результате проведенных исследований обоснована и показана эффективность технологий контролируемых выжиганий на вырубках в горных лесах, благодаря которым предложено решение проблемы естественного лесовосстановления на вырубках хвойных пород и сохранения их от пожаров.

Проверка и совершенствование разработанных технологий проведения контролируемых выжиганий для равнинного и низкогорного рельефа показали, что они не менее эффективны и при выжиганиях вырубок на крутых склонах.

Принципиальным дополнением к имеющимся технологиям является правило – пуск огня осуществляют во всех случаях только вниз по склону, начиная от минерализованной полосы, проложенной по его вершине.

Установлено, что, подбирая технологии выжигания, можно предупредить зарастание вырубок вейником, и направить этот процесс по кипрейно-паловому типу. В результате создаются условия для естественного лесовосстановления вырубок хвойными породами. Это особенно важно для крутых склонов, где создание лесных культур с использованием тяжелой техники невозможно.

Подбирая сочетание условий погоды и технологий выжигания, можно удалить порубочные остатки с такой степенью утилизации, которая позволяет производство лесных культур без дополнительной подготовки почвы техническими средствами. Это особенно важно, так как дает возможность облесения крутых склонов, что до настоящего времени было недоступно.

Таким образом, контролируемые выжигания могут служить не только основой для решения задач облесения горных вырубок и сохранения их от пожаров, но и для научных исследований последствий воздействия пожаров на биоритмы лесных экосистем.

## ЛИТЕРАТУРА

---

- Анцышкин С. П.** Противопожарная охрана леса. – М.-Л.: Гослесбумиздат, – 1957. – 185 с.
- Арбатская М. К., Ваганов Е. А.** Многолетняя изменчивость частоты пожаров и прироста сосны в средней подзоне тайги Средней Сибири // Экология. – 1997. – № 5. – С. 330-336.
- Балбышев И. Н.** Сравнительная пожароустойчивость древесных пород таежной зоны // Лесные пожары и борьба с ними. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 114-126.
- Бузыкин А. И.** Сосновые леса и лесовосстановительные процессы в бассейнах рек Баргузин и Турка. Дис. канд. с. -х. н. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1964. – 126 с.
- Бузыкин А. И.** Изучение естественного формирования молодняков // Формирование молодняков хвойных пород. –Новосибирск: Наука, 1982. – С. 5-25.
- Ваганов Е. А., Арбатская М. К.** История климата и частота пожаров в центральной части Красноярского края. I. Климатические условия сезона роста и распределение пожаров в сезоне // Сибирский экологический журнал. –1996. – Т. 3. – № 1. – С. 9-18.
- Валендик Э. Н.** Шкалы пожарной опасности для лесов Красноярского края и Тувинской АССР // Лесные пожары и борьба с ними. – М.: АН СССР, 1963. – С. 31-57.
- Валендик Э. Н.** Ветер и лесной пожар. – М.: Наука, 1968. – 116 с.
- Валендик Э. Н.** Борьба с крупными лесными пожарами. – Новосибирск: Наука, 1990. – 193 с.
- Валендик Э. Н., Векшин В. Н., Верховец С. В., Забелин А. И., Иванова Г. А., Кисляхов Е. К.** Управляемый огонь на вырубках в темнохвойных лесах. – Новосибирск: СО РАН, 2000. – 209 с.
- Валендик Э. Н., Грейбилл Д. А., Иванова Г. А., Шиятов С. Г.** Реконструкция климатических условий и хронология пожаров в горных лесах юга Средней Сибири // Лесоведение. – 1993. – № 3. – С. 34-40.
- Валендик Э. Н., Иванова Г. А.** Экстремальные пожароопасные се-

- зоны в бореальных лесах Средней Сибири // Лесоведение. – 1996. – № 4. – С. 12-19.
- Валендик Э. Н., Исаков Р. В.** Об интенсивности лесного пожара // Прогнозирование лесных пожаров. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1978. – С. 40-51.
- Василевич В. И.** Статистические методы в геоботанике. – Л.: Наука, 1969. – 292 с.
- Гирс Г. И.** Физиологические аспекты устойчивости хвойных растений к огневым воздействиям // Проблемы лесоведения в Сибири. – М.: Наука, 1977. – С. 148-159.
- Гирс Г. А.** Физиология ослабленного дерева. – Новосибирск: Наука, 1982. – 256 с.
- Гудошников С. В.** Кедровые леса Восточного Саяна // Проблемы охраны природы Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1963. – С. 112-118.
- Евдокименко М. Д., Копцев С. Г.** Особенности текущего прироста пирогенных лесов в экстремальных условиях (на примере светлохвойных лесов Забайкалья // Дендрохронологические методы в лесоведении и экологическом прогнозировании (тезисы Международного рабочего совещания). – Иркутск: АН СССР, 1987. – С. 289-291.
- Ермоленко П. М.** Сосновые леса Восточного Саяна. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1987. – 148 с.
- Жаров В. И.** Захламленность лесосек в горных условиях // Лесное хозяйство. – 1970. – № 1. – С. 31-32.
- Жуков А. Б., Коротков И. А., Кутафьев В. П., Назимова Д. И., Речан С. П., Савин Е. Н., Чередникова Ю. С.** Леса Красноярского края. Леса СССР. – М.: Наука, 1969. – Т. 4. – 248 с.
- Захарова А. Ф.** Радиационный режим северных и южных склонов в зависимости от географической широты // Ученые записки ЛГУ, сер. географич. наук, вып. 13. – 1959. – № 269. – С. 24-50.
- Зверева Г. А.** Тайга верховьев р. Поймы (Восточный Саян) // Известия СО АН СССР, серия биол. -мед. наук, вып. 1. – 1966. – № 4. – С. 7-13.
- Зеликов В. Д., Пшоннова В. Г.** Влияние уплотнения почвы в насаждениях и лесопарках // Лесное хозяйство. – 1961. – № 12. – С. 34-37.

- Иванов Н. И.** Огневая очистка лесосек и основные вопросы ее лесохозяйственного значения. Автореферат дис. канд. с. -х. н. – Свердловск: УЛИ, 1965. – 24 с.
- Иванова Г. А., Перевозникова В. Д.** Типологическая структура вырубок низкогорной части Восточного Саяна и их пожароопасность // География и природные ресурсы. – 1994. – № 1. – С. 54-60.
- Иванова Г. А., Перевозникова В. Д.** Послепожарное формирование живого напочвенного покрова в сосняках Среднего Приангарья // Сибирский экологический журнал. – 1996. – Т. 3. – № 1. – С. 109-116.
- Калинин К. К., Иванов А. В.** Формирование молодняков на гарях еловых и березовых насаждений // Лесное хозяйство. – 1981. – № 10. – С. 28-30.
- Карабаинов Ю. М., Моложников В. Н.** Дендроиндикация периодичности возникновения лесных пожаров // Дендрохронология и дендроклиматология. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 194-199.
- Климатический атлас СССР. Т. 2.** – М.: Гидрометеиздат, 1962. – 165 с.
- Клинцов А. П.** Об отложении снега и таянии его в различных условиях на Сахалине // Сб. трудов ДальНИИЛХ. –Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1964. – Выпуск 6. – С. 158-166.
- Кожухов Н. И.** Об этапах формирования леса после сплошной рубки // Лесное хозяйство. – 1971. – № 3. – С. 65-66.
- Колесников Б. П.** Лесоводственные основы рационального использования лесных ресурсов // Наука и лесное хозяйство. – Ижевск, – 1965.
- Комарова Т. А.** Послепожарные сукцессии в лесах Южного Сихотэ-Алиня. – Владивосток: ДВНЦ, 1992. – 222 с.
- Конев Г. И.** Повторяемость лесных пожаров в Приангарье // Лесное хозяйство. – 1967. – № 5. – С. 41.
- Корконосова Л. И., Кожухов Н. И.** Вейниковые вырубки севера Пермской области // Некоторые вопросы типологии леса и рубок. – Архангельск: АИЛиЛХ, 1972. – С. 104-106.
- Коротков И. А.** Лесорастительное районирование России и респуб-

- лик бывшего СССР // Углерод в экосистемах лесов и болот России. – Красноярск, 1994. – С. 29-47.
- Котиков В. М., Сабо Е., Макарова О. В.** Уплотнение и разуплотнение почвы после концентрированной рубки еловых насаждений // Лесное хозяйство. – 1994. – № 5. – С. 46-51.
- Красильников П. К.** Типы лесов Центральных Саян и их хозяйственное значение // Тр. Бот. Ин-та АН СССР. Сер. V. – 1961. – Вып. 9. – С. 49-150.
- Краснощеков Ю. Н., Коротков И. А., Чередникова Ю. С., Цедендаш Г.** Методы оценки и картографирования современного состояния лесных экосистем МНР (методические рекомендации). – Улан-Батор, 1990. – 30 с.
- Крутовская Е. А., Буторина Т. Н.** Сезонное развитие природы горной тайги // Труды Госуд. Заповедника «Столбы». – Красноярск, 1958. – Вып. 2.
- Куминава А. В.** Поясность растительности западной части Восточного Саяна // Растительный покров Красноярского края. Вып. 2. – Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1965. – С. 5-23.
- Курбатский Н. П.** Определение степени пожарной опасности в лесах // Лесное хозяйство. – 1957. – № 7. – С. 52-57.
- Курбатский Н. П.** Техника и тактика тушения лесных пожаров. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 154 с.
- Курбатский Н. П.** Пожарной опасность в лесу и ее измерение по местным шкалам // Лесные пожары и борьба с ними. – М.: АН СССР, 1963. – С. 5-30.
- Курбатский Н. П.** Терминология лесной пирологии // Вопросы лесной пирологии. – Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1972. – С. 171-231.
- Курбатский Н. П., Иванова Г. А.** Пожароопасность сосняков лесостепи и пути ее снижения. – Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1987. – 113 с.
- Лоскутов Р. И., Поликарпов Н. П.** Искусственное возобновление кедра сибирского // Возобновление в лесах Сибири. – Красноярск: Красноярский рабочий, 1965. – С. 224-257.



- Лукина Н. В., Никонов В. В.** Подходы к оценке разнообразия коренных и техногенно трансформированных лесных экосистем Севера // Биологическое разнообразие лесных экосистем. – М.: Наука, 1995. – С. 271-274.
- Маслаков Е. Л., Колесников Б. П.** Классификация вырубок и естественное возобновление сосновых лесов среднетаежной подзоны равнинного Зауралья // Леса Урала и хозяйство в них. Вып. 1. – Свердловск, 1968. – С. 246-279.
- Масленков Г. П., Михалев Ю. А.** Лесовосстановительные мероприятия на гарях Восточной Сибири // Лесное хозяйство. – 1995. – № 2. – С. 31-32.
- Матвеев П. М., Абаймов А. П.** О целесообразности профилактических палов в лиственничниках на мерзлотных почвах // Горение и пожары в лесу (тезисы докладов). – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1978. – С. 174-175.
- Матвеев П. М., Абаймов А. П.** К оценке роли огня в лиственничных древостоях на мерзлотных почвах // Горение и пожары в лесу. Ч. 3. – Красноярск: ИЛИД СО РАН СССР, 1979. – С. 123-130.
- Матвеев П. М., Безруких С. М., Филатов Е. Н., Матвеев А. М.** О способах проведения лесовозобновительных выжиганий // Тезисы докладов научно-технической конференции. – Красноярск: СибТИ, 1987. – С. 32.
- Матвеев П. М.** Влияние лесовозобновительных выжиганий на средоформирующие функции северо-таежных лиственничников Восточной Сибири // Лесохозяйственная информация. – № 5. – 60-61.
- Медведева А. А.** Особенности лесовосстановления на гарях темнохвойных лесов Красноярского края // Лесное хозяйство. – 1966. – № 4. – С. 38-40.
- Мелехов И. С.** Влияние пожаров на лес. – М. -Л.: Гослестехиздат, 1948. – 126 с.
- Мелехов И. С.** Изучение концентрированных вырубок и возобновления леса в связи с ними в таежной зоне // Концентрированные рубки в лесах Севера. М.: Изд-во АН СССР, 1954. – С. 5-47.
- Мелехов И. С.** О теоретических основах типологии вырубок // Известия высш. учебн. заведений / Лесной журнал. – 1958. –

№ 1. – С. 27-38.

**Мелехов И. С.** Основы типологии вырубок // Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве. – Архангельск: АИЛиЛХ, 1959. – С. 5-33.

**Мелехов И. С.** Лесная пирология и ее задачи // Современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьбы с ними. – М.: Лесная промышленность, 1965. – С. 5-25.

**Мелехов И. С.** Динамическая типология леса // Лесное хозяйство. – 1968. – № 3. – С. 15-21.

**Мелехов И. С.** Лесная пирология. Учебное пособие для студентов лесохозяйственных факультетов. – М.: МЛТИ, 1983. – 59 с.

**Мелехов И. С., Корконосова Л. И., Чертовской В. Г.** Руководство по изучению типов концентрированных вырубок. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 113 с.

**Молчанов А. А.** Влияние лесных пожаров на древостои. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – С. 314–335. – (Тр. Ин-та леса АН СССР; Т. 16).

**Молчанов А. А.** Дендроклиматические основы прогнозов погоды. – М.: Наука, 1976. – 168 с.

**Нилов В. Н., Корконосова Л. И.** Возобновление леса на веяниковых рубках // Лесное хозяйство. – 1968. – № 7. – С. 24-26.

**Обыденников В. И., Кожухов Н. И.** Типы вырубок и возобновление леса. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 173 с.

**Одум Ю.** Экология. М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 238 с.

**Орфанитский Ю. А., Орфанитская В. Г.** Почвенные условия таежных вырубок. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 96 с.

**Парамонов Е. Г.** Влияние экспозиции и крутизны склона на возобновление кедров // Лесное хозяйство. – 1987, – № 12, – С. 29-31.

**Перевозникова В. Д.** Формирование травяного покрова на рубках сосновых лесов Среднего Приангарья // Проблемы изучения синантропной флоры СССР. – М.: Наука, 1989. – С. 41-42.

**Перевозникова В. Д.** Содержание жизнеспособных семян в почвах коренных и нарушенных биогеоценозов Среднего Приангарья // Экология. – 1994. – №4. – С. 25-32.

- Перевозникова В. Д.** Эколого-ценотические особенности кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub.) на вырубках сосновых лесов. // Ботанические исследования в Сибири. – Красноярск: ВСНЦ РАЕН, 1998. Вып. 6. – С. 77-82.
- Петров Н. Ф.** Лесоводственная оценка лесосечных работ в лесах Сибири. Дис. канд. с. -х. наук. – Красноярск, 1967.– 231 с.
- Побединский А. В.** Изучение лесовосстановительных процессов (Методические указания). – Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1962. – 60 с.
- Побединский А. В.** Сосновые леса средней Сибири и Забайкалья.– М.: Наука, 1965. – 268 с.
- Поздняков Л. К.** Влияние беглых пожаров на режим влажности и температуру почвы // Лесное хозяйство. – 1953. – № 4. – С. 62–63.
- Поздняков Л. К.** Мерзлотное лесоведение. – Новосибирск: Наука, 1986. – 192 с.
- Полозова Т. Г.** Влияние пожара на растительность южных гипоарктических тундр на Западной Чукотке // Ботанический журнал. – 1986. – Т. 71. – № 12. – С. 1657-1663.
- Правила рубок главного пользования в лесах Восточной Сибири.** – М., Федеральная лесная служба России, 1994. – 40 с.
- Протопопов В. В., Морева Л. С.** Климатические условия района южной части Минусинской котловины и Западного Саяна // Гидроклиматические исследования в лесах Красноярского края. – Красноярск: Красноярское книжное издательство, 1963.
- Пупонин А. И., Матюк Н. С.** Депрессия почвы при уплотнении и методы ее устранения // Земледелие. – 1986. – № 6. – С. 18-20.
- Сабан Я.А.** Классификация вырубок Карпат // Современные исследования типологии и пирологии леса. Архангельск, АИЛиЛХ, 1976, С. 48–55.
- Санников С. Н.** Экологические особенности главнейших типов микросреды естественного возобновления на сплошных вырубках // Физиология и экология древесных растений. – Свердловск, 1965. – С. 231-242.
- Санников С. Н.** Об экологических рядах возобновления и развития насаждений в пределах типов леса // Лесообразовательные про-

- цессы на Урале. – Свердловск, 1970. – С. 175-181.
- Санников С. Н., Санникова Н. С.** Экология естественного возобновления сосны под пологом леса. – М.: Наука, 1985. – 149 с.
- Санникова Н. С.** Низовой пожар как фактор появления, выживания и роста всходов сосны // Обнаружение и анализ лесных пожаров. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1977. – С. 110-128.
- Сверлова Л. И., Костырина Т. В.** Засуха и лесные пожары на Дальнем Востоке. – Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во, 1985. – 120 с.
- Соколовская Н. А., Ревут И. Б., Маркова И. Л., Шевяков И. Р.** Роль плотности почвы при восстановлении // Лесоведение. – 1977. – № 2. – С. 44-51.
- Солодухин Е. Д.** Естественное возобновление леса на лесосеках и гарях в елово-пихтовых лесах Дальнего Востока // Лесное хозяйство. – 1954. – № 11. – С. 40-42.
- Софронов М. А.** Лесные пожары в горах южной Сибири. – М.: Наука, 1967. – 149 с.
- Степанов Г. М.** Искусственное лесовосстановление на гарях северной Якутии // Лесное хозяйство. – 1981. – № 12. – С. 59-60.
- Степанов Г. М.** Лесные пожары и возобновление гарей в северной тайге // Горение и пожары в лесу. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1984. – С. 105.
- Тарасова Г. Г.** Влияние лесной подстилки на возобновление в горных сосняках Южного Урала // Лесное хозяйство. – 1971. – № 10. – С. 42-43.
- Терехова С. А.** Лесовосстановительные процессы в пихтовых лесах Горного Алтая // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 1998. – 22 с.
- Тимофеев В. П.** Плодоношение еловых насаждений // Лесное хозяйство. – 1939. – № 7. – С. 15-22.
- Типы лесов гор Южной Сибири** (Отв. ред. В. Н. Смагин) – Новосибирск: Наука, 1980. – 334 с.
- Титлянова А. А., Миронычева-Токарева Н. П., Косых Н. П.** Сукцессия растительности // Сукцессии и биологический круговорот. – Новосибирск: Наука, 1993. – 157 с.

- Титов С. Д.** Динамика напочвенного покрова и возобновление леса на вырубках Красноярского Приангарья // Ботанические исследования в Сибири. – Красноярск: ВСНЦ РАЕН, 1998. вып. 6. – С. 111-117.
- Ткаченко М. Е.** Общее лесоводство. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955. – 600 с.
- Тумель В. Ф.** О некоторых изменениях мерзлотного режима грунтов в связи с выгоранием растительных покровов // Труды комитета по вечной мерзлоте. – М.-Л.: АН СССР, 1939. – Т. 8. – С. 3-80.
- Уиттекер Р.** Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 326 с.
- Управляемый огонь на вырубках в темнохвойных лесах /** Э. Н. Валендик и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 209 с.
- Уткин А. И.** Влияние огня на природу и формирование лиственничников Центральной Якутии // Лесное хозяйство. – 1965. – № 1. – С. 46-51.
- Фролов В. Т.** Возобновление леса на еловых гарях в Вологодской области // Лесное хозяйство. – 1967. – № 9. – С. 32.
- Фураев В. В.** Шелкопрядники тайги и их выжигание. – М.: Наука, 1966. – 90 с.
- Фураев В. В.** Пожароустойчивость лесов и методы ее повышения // Прогнозирование лесных пожаров. – Красноярск: ИЛИД СО РАН, 1978. – С. 123-140.
- Фураев В. В.** Роль пожаров в процессе лесообразования. – Новосибирск: Наука, 1996. – 253 с.
- Фураев В. В., Киреев Д. М.** Изучение послепожарной динамики лесов на ландшафтной основе. – Новосибирск: Наука, 1979. – 160 с.
- Хлебникова И. П., Новосельцева И. Ф., Шурпо Г. Н.** Воздействие низовых пожаров на нижние ярусы сосняков Среднего Приангарья // Эколого-ценотические особенности лесов Сибири. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1982. – С. 15-23.
- Чемиров Ю. О.** К обоснованию способов рубок в пихтарниках // Лесное хозяйство. – 1960. – № 8. – С. 14-16.
- Чередникова Ю. С.** Типы кедровых лесов северного склона хребта

- Манское Белогорье // Типы лесов Сибири. – М.: Наука, 1963. – С. 133-140.
- Чертовской В. Г., Аникеева В. Л.** Основные типы вырубок на Европейском Севере // Современные исследования типологии и пирологии леса. – Архангельск: АИЛиЛХ, 1976. – С. 62-71.
- Чупров Н. П.** Влияние некоторых факторов на рост ели предварительного возобновления // Лесное хозяйство. – 1967. – № 2. – С. 17-20.
- Шварц Е. А., Белоновская Е. А., Второва И. П., Морозова О. З.** Антропогенное загрязнение биоты и концепция биогеоценологических кризисов (К постановке проблемы) // Известия РАН. Сер. геогр. – 1993. – № 5. – С. 40-52.
- Шиманюк А. П.** Естественное возобновление на концентрированных вырубках. – М.: Изд-во АН СССР. – 1955. – 86 с.
- Шмидт В. М.** Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. – 288 с.
- Экономический анализ лесовосстановления в Красноярском крае.** – Хабаровск-Владивосток: Дальнаука, 2000. – 71 с.
- Banks J. C. G.** Fire and stand histories in subalpine forests on the Thredbo ski slopes, Kosciuszko National Park, N.S.W. Australia // Proc. Int. Symposium on Ecological Aspects of Tree Ring Analysis. August 17-21, 1986. – Tarrytown, New York: Marymount College, 1987. – P. 163-174
- Barney R. J.** Wildfires in Alaska – some historical and projected effects and aspects // Proceedings – Fire in the Northern Environment – A symposium. – Fairbanks, Alaska. April 13 – 14, 1971. – P. 1-36.
- Bliss L. C., Wein R. W.** Plant community responses to disturbances in the Western Canadian Arctic // Canadian Journal of Botany, 1972. – V. 50, N 5. – P. 1097-1109.
- Brown J. E.** Effect of fire on permafrost ground thermal regime // The role of fire in northern circumpolar ecosystems (Wein R.W. and D.A.MacLean, eds.). – Toronto: John Wiley & Sons, 1983. – P. 97-110.
- Brown J. K.** A planar intersect method for sampling fuel volume and sur-

- face area // Forest Sci. – 1971. – V.17, N 1. – P. 96-102
- Brown J. K.** Handbook for inventorying downed woody material. Gen.Tech.Rep. INT-16. – Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, – 1974. – 24 p.
- Brown J. K., Oberheu R. D., Johnston C. M.** Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the Interior West. Gen.Tech.Rep. INT-129. – Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, – 1981. – 48 p.
- Brown J. K., Roussopoulos P. J.** Eliminating biases in the planar intersect method for estimating volumes of small fuels // Forest Sci. – 1974. – V. 20. – P. 250-256.
- Brown J. K., Mutch R. W., Spoon C. W., Wakimoto R. H.,** tech. co-ords. Proceedings: symposium on fire in wilderness and park management; 1993 March 30- April 1; Missoula, MT. Gen. Tech. Rep. INT-GTR-320. – Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. –1995. – 283 p.
- Byram G. M.** Combustion of forest fuels // Forest fire: control and use. (K.P. Davis, ed). – New York: McGraw-Hill Book Co. Inc. – 1959. – P. 61-89.
- Carlton D. W., Pickford S. G.** Fuel bed changes with aging of slash from ponderosa pine thinnings // J. Forestr. – 1982. –V. 80, N 2. – P. 91–93, 103.
- Davis K. P.** Forest fire: control and use. – New York –Toronto – London: McGraw-Hill Book Co. Inc., 1959. – 584 p.
- Foote M. J.** Classification, description, and dynamics of plant communities after fire in the taiga of Interior Alaska. Res. Pap. PNW-307. – U.S. Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experimental Station, 1983. – 108 p.
- Haggstrom D. A.** Fire and forest management policies on the boreal forest and wildlife of Interior Alaska // Wildfire. – 1994. – V. 3, N 4. – Pp. 31-38.
- Haggstrom D. A., Kelleyhouse D. K.** Silviculture and wildlife relationships in the boreal forest of Interior Alaska // Anchorage, Alaska: So-

ciety of American Foresters and Canadian Institute of Forestry National Convention. September 18-22, 1994.

**Husary S. J.** Fire management in small wilderness areas and parks // Proceedings: symposium on fire in wilderness and park management ( Brown J.K., Mutch R.W., Spoon C.W., Wakimoto R.H., tech. coords). Gen. Tech. Rep. INT-GTR-320. –Ogden, UT: US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, 1995. – P. 117-120.

**Ivanova G. A.** The Extreme Fire Season in the Central Taiga Forests of Yakutia // Fire in Ecosystems of Boreal Eurasia (J.H.Goldammer and V.V.Furyaev, eds). – Dordrecht–Boston–London: Kluwer Academic Publishers, 1996. – P. 260-270.

**Jolly D. F.** Challenge address: fire in wilderness and park management // Proceedings: symposium on fire in wilderness and park management ( Brown J.K., Mutch R.W., Spoon C.W., Wakimoto R.H., tech. coords). Gen. Tech. Rep. INT-GTR-320. –Ogden, UT: US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, 1995. – P. 3-5.

**Jordan S. F.** Fire-produced discontinuous growth rings in oak // Bul. Torrey Botanical Club. – 1966. – V. 93, N 2. – P. 114-116.

**Kelleyhouse D. G.** A case of dependency: Alaskan wildlife and wild-fire // Alaska Conservation Review. – 1978. – Fall/Winter. – P. 6-7.

**Kelleyhouse D. G.** Fire-wildlife relationships in Alaska // Proceedings of Workshop “Wildlife and wild fire”. M.Hoefs and D.Russell, eds. Yukon Wildlife Branch, Whitehorse, Yukon, 27-28 November 1979. – P. 1-36.

**Kelsall J. P., Telfer E. S. and Wright T. D.** The Effects of Fire on the Ecology of the Boreal Forest, with Particular Reference to the Canadian North: a Review and Selected Bibliography. Canadian Wildlife Service, Occasional Paper No. 32, 1977. – 58 p.

**Larson P. R.** Discontinuous growth rings in suppressed slash pine // Tropical Woods, 1959. – V. 104. – P. 80-99.

**Lewis H. T.** A time for burning. Boreal Institute for Northern Studies, The University of Alberta, Occasional Publication No. 17, 1982. – 62 p.



- Lutz H. J.** Aboriginal man and white man as historical causes of fires in the boreal forest, with particular reference to Alaska.– Yale University, School of Forestry Bulletin 65, 1959. – 49 p.
- Madany M. D., Swetnam T. W., West N. E.** Comparison of two approaches for determining fire dates from tree scars // Forest Sci., 1982. – V. 28, N 4. – P. 856-861.
- McRae D. J., Alexander M. E., Stocks B. J.** Measurement and description of fuels and fire behavior on prescribed burns: a handbook. Rep. O-X-287. – Sault Ste. Marie, Ontario: Environ. Can., Can. For. Serv., Great Lakes For. Res. Cent., 1979. – 44 p.
- Pyne S. J., Andrews P. L., Laven R. D.** Introduction to wildland fire. N.-Y.-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore: John Wiley & Sons, Inc., 1996. – 769 p.
- Stocks B. J., and Hartley G. R.** Fire behavior in three jack pine fuel complexes. Can. For Serv., Great Lakes For. Cent., Sault Ste. Marie, ON. 1995. Poster.
- Swetnam T. W.** Fire and Climate History in the Central Yenisey Region, Siberia // Fire in Ecosystems of Boreal Eurasia. Dordrecht–Boston–London: Kluwer Academic Publishers, 1996. – P. 90–104.
- Swetnam T. W.** Fire history and climate change in giant sequoia groves // Science, 1993. – V. 262. – P. 885-889.
- Taylor D. L., Malotte F. and Erskine D.** Cooperative Fire planning for Large Areas: a Federal. Private and State of Alaska example // Wilderness Fire Symposium, Missoula, Montana, 1983, November 15-18.
- Van Wagner C. E.** The line intersect method in forest fuel sampling // Forest Sci. – 1968. – V. 14. – P. 20-26.
- Viereck L. A.** Ecological effects of river flooding and forest fires on permafrost in the taiga of Alaska // Permafrost: The North American contribution to the Second International Conference. National Academy of Sciences. Washington, D.C, 1973. – P. 60-67.
- Viereck L. A., L. A. Schandelmeier.** Effects of fire in Alaska and adjacent Canada – a literature review. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, Tech. Rep. 6. –1980. –124 p.
- Wein R. W., Bliss L. C.** Changes in arctic *Eriophorum* tussock communities

following fire // Ecology, 1973. – V. 54, N 4. – P. 845-852.

## Оглавление

---

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>7</b>
<b>ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА</b>	<b>10</b>
<b>ГЛАВА 2. ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕГИОНА ИССЛЕДОВАНИЙ И ГОРИМОСТЬ ЛЕСОВ</b>	<b>14</b>
2.1. РЕЛЬЕФ, КЛИМАТ, ПОЧВЫ	15
2.2. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ РЕГИОНА	17
2.3 ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	22
2.4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ЛЕСОВ	33
2.5. ГОРИМОСТЬ ЛЕСОВ РЕГИОНА	40
2.5.1. Горимость лесов предгорий Восточного Саяна	40
2.5.2. Природные пожарные режимы	45
<b>ГЛАВА 3. ВЫРУБКИ И ИХ ПОЖАРООПАСНОСТЬ.</b>	<b>51</b>
3.1.МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	52
3.1.1. Изучение типов вырубок в горных лесах	52
3.1.2. Оценка пожарной опасности вырубок	53
3.1.3. Учет состава и запасов напочвенных горючих материалов	54
3.2. ТИПЫ ВЫРУБОК В ГОРНЫХ ЛЕСАХ ВОСТОЧНОГО САЯНА И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ	55
3.3. ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ НА ВЫРУБКАХ	67
3.3.1. Запасы напочвенных горючих материалов на вырубках	69
3.3.2. Пожароопасность вырубок	71
<b>ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГОРЕНИЯ НА ВЫРУБКАХ</b>	<b>84</b>
<b>ГЛАВА 5. КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ВЫЖИГАНИЯ НА ВЫРУБКАХ</b>	<b>96</b>
5.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫРУБОК ДО ВЫЖИГАНИЯ	97

<b>5.2. ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВЫЖИГАНИЯ НА ВЫРУБКАХ</b>	<b>102</b>
---	------------

<b>5.3. СОСТОЯНИЕ ВЫРУБОК ПОСЛЕ ВЫЖИГАНИЯ</b>	<b>117</b>
---	------------

<b>5.4. ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ВЫЖИГАНИЙ</b>	<b>118</b>
---	------------

5.4.1. Планирование и согласование работ по контролируемым выжиганиям	118
5.4.2. Требования к отбору вырубок	119
5.4.3. Противопожарное устройство вырубок	119
5.4.4. Оптимальные условия для выжигания	120
5.4.5. Методы и способы выжиганий	122
5.4.6. Противопожарные действия в период выжигания	127
5.4.7. Техника безопасности	130

<b>ГЛАВА 6. ВЛИЯНИЕ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ВЫЖИГАНИЙ НА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ</b>	<b>131</b>
--	------------

<b>6.1. ПОСЛЕПОЖАРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ВЫРУБКАХ ГОРНЫХ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ</b>	<b>132</b>
---	------------

<b>6.2. ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ВЫРУБКЕ ПОСЛЕ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ВЫЖИГАНИЙ</b>	<b>134</b>
---	------------

<b>6.3. ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ НА ВЫРУБКАХ В ГОРНЫХ ЛЕСАХ ВОСТОЧНОГО САЯНА</b>	<b>140</b>
--	------------

6.3.1. Естественное лесовозобновление на вырубках	147
6.3.2. Особенности лесовосстановления после контролируемых выжиганий	151

<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>156</b>
-------------------	------------

<b>ЛИТЕРАТУРА</b>	<b>157</b>
-------------------	------------

<b>ОГЛАВЛЕНИЕ</b>	<b>171</b>
-------------------	------------



Фото 1. Темнохвойные леса Восточного Саяна (бассейн р. Мана).



Фото 2. Нарушенность горных лесов бассейна р. Мана пожарами и рубками.



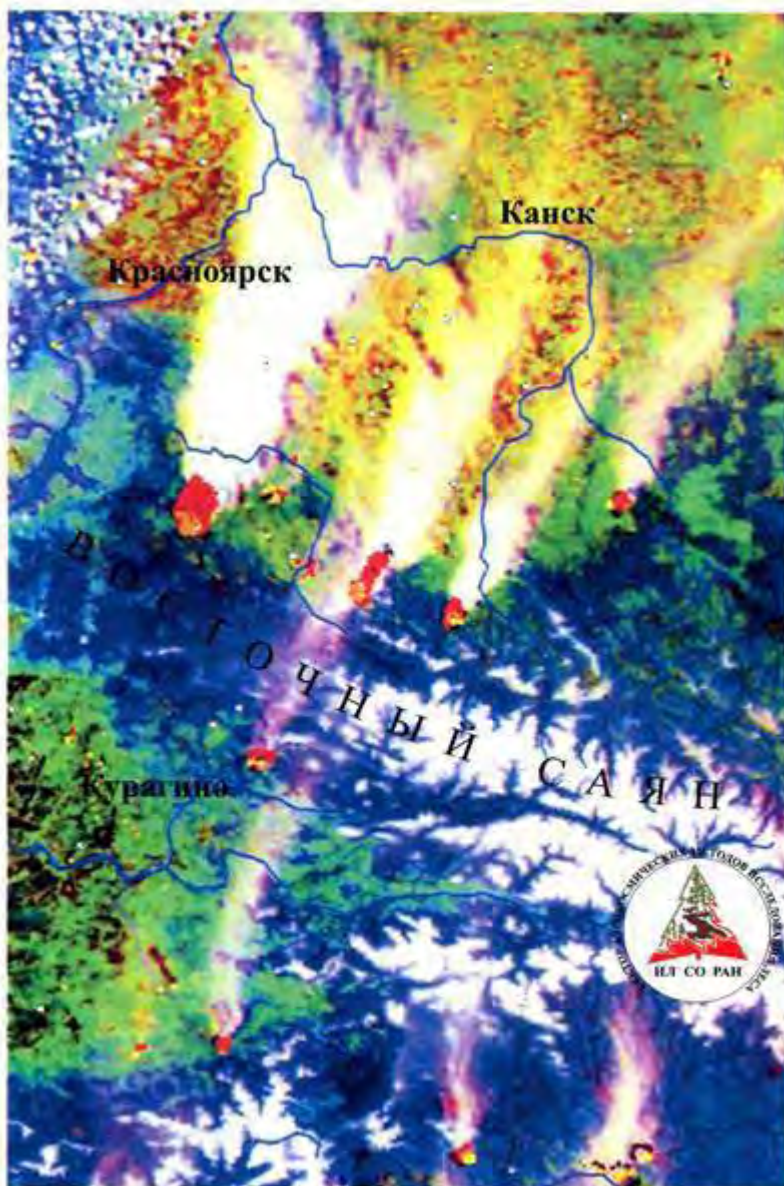


Фото 3. Крупные пожары 1999 года в лесах Восточного Саяна (снимок со спутника NOAA, подготовлен А.И. Сухиным).

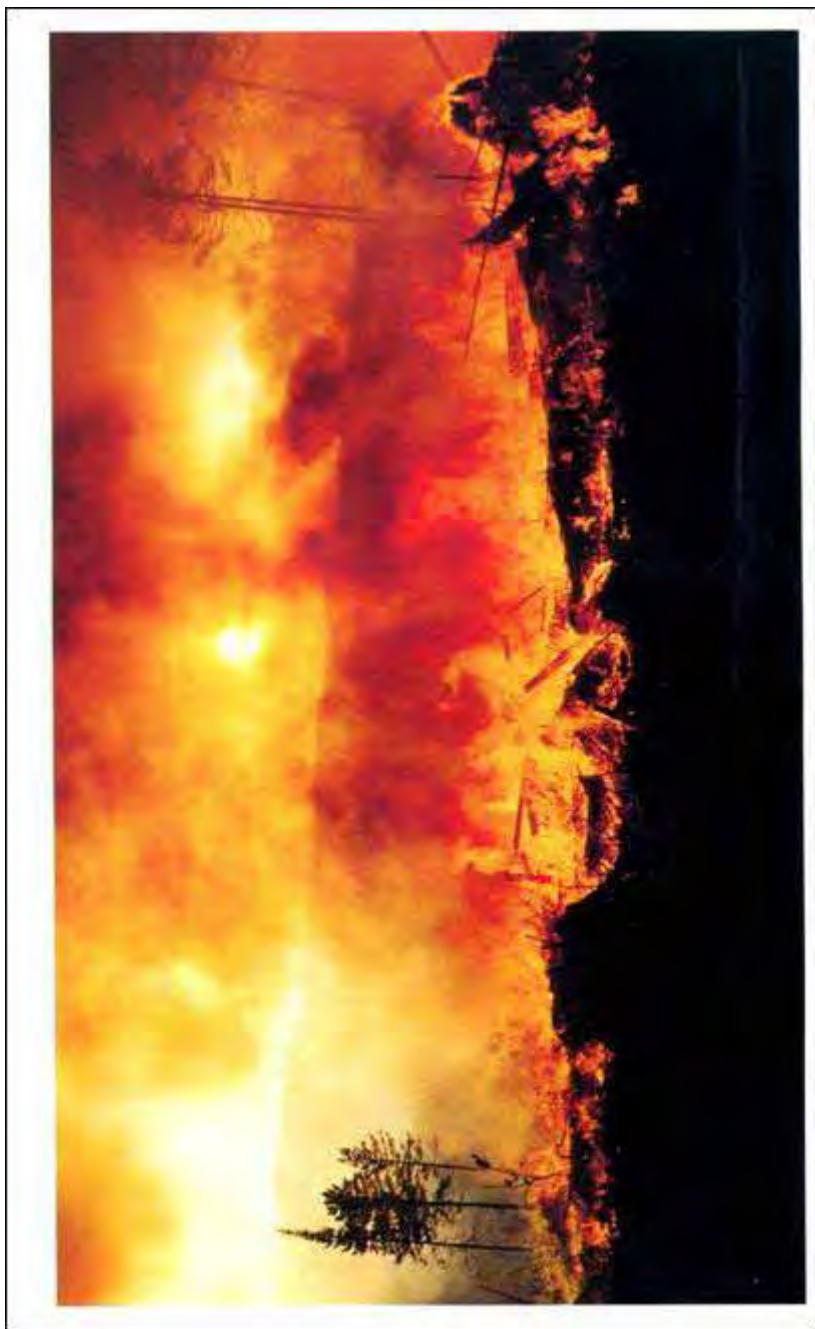


Фото 4. Высокоинтенсивный пожар на захламленной вырубке.





Фото 5. Свежая вырубка зимней лесоразработки.



Фото 6. Захламленность на зимней вырубке достигает 150 т/га.





Фото 7. Контролируемое выжигание на вырубке: пуск огня вверх по склону.



Фото 8. Свежая вырубка после контролируемого выжигания.



Фото 9. Невозобновившиеся вырубки разных лет в бассейне р. Мана.



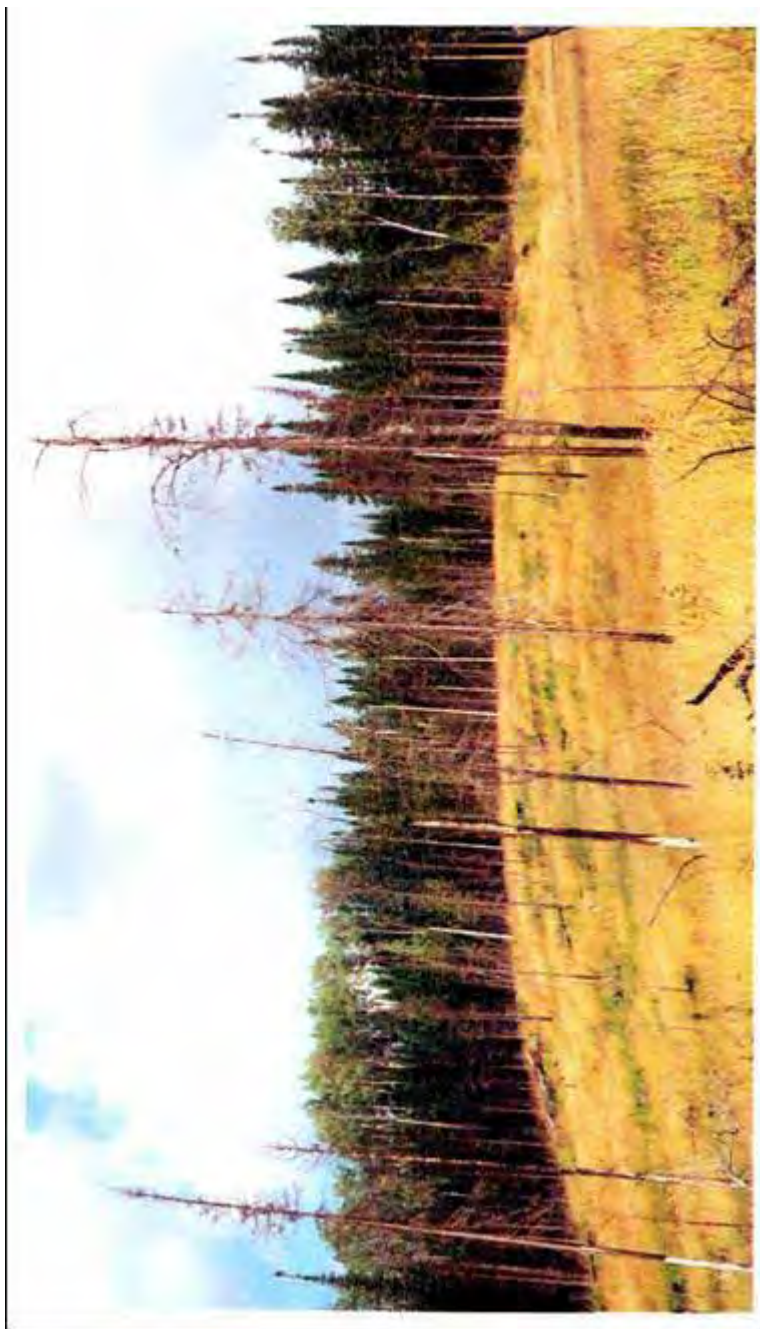


Фото 10. Вейник - основной доминант на вырубках в горных лесах, задерживающий почву и препятствующий лесовозобновлению.



Фото 11. После контролируемых выжиганий формируется кипрейно-паловый тип вырубки.





Фото 12. Самосев хвойных пород на кипрейно-паловой вырубке.