АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 36 ТРУДЫ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 1963

ПОЧВЫ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЛЕСОВ УРАЛА

СВЕРДЛОВСК

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ
ВЫП. 36 ТРУДЫ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 1963

ПОЧВЫ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЛЕСОВ УРАЛА

ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА НА УРАЛЕ

IV

СВЕРДЛОВСК

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского Совета
Уральского филиала АН СССР

ОТВЕТСТВЕННЫЕ РЕДАКТОРЫ
профессор доктор биологических наук *Б. П. Колесников*,
кандидат биологических наук *В. П. Фирсова*

ОТ РЕДАКЦИИ

Урал является лесным краем. Почти все почвы, не покрытые сейчас лесом в Свердловской и Пермской областях и в горной полосе Челябинской области, и Башкирской АССР, в прошлом прошли через лесную стадию почвообразовательного процесса. Лесам принадлежит здесь огромная почвозащитная и водоохранная роль. Между тем лесные почвы Урала изучены еще совершенно недостаточно и неглубоко. Еще меньше данных по гидрологическому значению лесов Урала, по существу ограничивающихся простой констатацией их важной водоохранной и водорегулирующей роли, на что более полувека назад впервые указал Д. И. Менделеев[1]. Поэтому лаборатория лесоведения Института биологии УФАН СССР уделила особое внимание изучению лесных почв и гидрологии лесов Урала. В настоящем сборнике собраны работы лаборатории по этим вопросам, являющимся результатом первого этапа проведенных исследований. Все статьи сборника содержат новые оригинальные данные.

Статья Р. С. Зубаревой и В. П. Фирсовой посвящена характеристике почв горных пихтово-еловых лесов Среднего Урала. В ней намечены некоторые закономерности изменения почв по типам леса и при переходе от северотаежной подзоны к подзоне смешанных лесов. Следующие три статьи (В. П. Фирсовой, З. Н. Арефьевой и Г. С. Хреновой) содержат данные о динамике изменения физических, биохимических и микробиологических свойств дерново-подзолистых почв сосновых лесов Зауралья под влиянием лесных пожаров и воздействием огневых очисток лесосек при лесозаготовках. Статьи обобщают материалы трехлетних стационарных наблюдений. Такие исследования на Урале проведены впервые и дают возможность составить представление о роли огня в формировании уральских лесных почв и объективно оценить лесоводственное значение огневых очисток.

Сравнительной оценке лесорастительных свойств пластов и дна борозд на дерново-подзолистых почвах, подготовленных под лесные культуры на концентрированных вырубках Предуралья, посвящена статья В. И. Суворова.

Наконец, две последние статьи сборника содержат материалы по гидрологии лесов Урала. Е. П. Смолоногов характеризует снежный режим смешанных широколиственно-еловых лесов водоохранно-защитной полосы р. Уфы в Свердловской области, а Б. А. Миронов сообщает данные о гидрологическом режиме горных сосновых и березовых лесов

---

[1] Менделеев Д. И. Уральская железная промышленность в 1899 году. Сочинения, т. 12. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.

Ильменского заповедника, полученные в результате трехлетних стационарных наблюдений, в том числе на стоковых площадках.

Во всех статьях, помимо данных и выводов, расширяющих научные знания о лесах Урала, их почвах и гидрологии, имеются рекомендации, рассчитанные на применение в лесохозяйственной практике при организации рационального использования, восстановления и повышения продуктивности уральских лесных богатств.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 36 ТРУДЫ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 1963

Р. С. ЗУБАРЕВА и В. П. ФИРСОВА

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОЧВ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ГОРНОЙ ПОЛОСЫ СРЕДНЕГО УРАЛА

Особенности почв и условий почвообразования в горной части Среднего Урала довольно подробно освещены Е. Н. Ивановой (1949), Н. А. Ногиной (1948) и в некоторых более ранних исследованиях. Однако в этих работах почти не уделено внимания изучению взаимосвязей между растительным покровом и средой, в частности, между типами леса и почвами. Такая попытка была сделана Г. Г. Каменским (1957), но автор ограничился морфологическим описанием почв некоторых типов темнохвойных лесов. Между тем, более детальное изучение почвенных условий по типам леса представлят интерес для познания особенностей лесорастительных условий и лесов горного Урала не только в научном отношении, но и с целью их рационального использования и повышения производительности.

Лесные массивы горной части Среднего Урала, как и их почвы, изучены также недостаточно. Известно несколько оригинальных работ, содержащих описание лесной растительности данной территории (К. Н. Игошина, 1944, 1952; П. Л. Горчаковский, 1956 и др.). Сводные же работы по типологии лесов, исключая тезисные данные Д. Милованович (1928), П. Л. Горчаковского (1961) и Н. А. Коновалова (1961), отсутствуют. Поэтому крайне необходимо накопление фактических материалов о природе лесов горной территории Среднего Урала в сравнительном освещении по лесорастительным подзонам.

Авторы при работе в лесоводственном отряде Института биологии УФАН СССР в 1957—1959 гг. изучали типы леса и почвы горной территории Среднего Урала в пределах 60—57° с. ш. и 58°30′—59°30′ в. д. Исследования были сосредоточены, в основном, на центральном водоразделе Уральской горной системы с частичным охватом ее западных и восточных предгорий.

На центральном водоразделе в пределах Среднего Урала выделяются низко- и среднегорная части. В южной, низкогорной части (до 58° с. ш.) возвышенности с туповершинными сглаженными денудацией контурами и редкими одиночными останцевыми скальными поднятиями имеют среднюю абсолютную высоту 300—500 *м*. Почвообразующими породами здесь являются метаморфические сланцы (слюдистые, глинистые, кристаллические, хлоритовые и др.) с рассеянным включением плотных пород типа кварцитов и окремнелых известняков. Почвы, в основном, горные подзолистые. Степень подзолистости их варьирует в зависимости от вы-

ветрелости почвообразующих пород и характера рельефа. Основной фон составляют почвы средней и слабой степени подзолистости. На тяжелых по механическому составу почвообразующих породах значительно распространены глеевые дерново-подзолистые почвы.

Для более северной, среднегорной части (58—60° с. ш.) характерна абсолютная высота возвышенностей 400—600 *м*, но довольно часто она бывает и более значительной (700—1050 *м*). Особенности рельефа территории связаны с увеличением площади, занятой комплексами плотных горных пород типа пироксенитов, дунитов, конгломератов. Невысокие возвышенности, приуроченные к нижнему лесному поясу, имеют здесь характер увалов. Вершины таких увалов и верхние трети их склонов покрыты элювиальными толщами небольшой мощности, всегда обогащенными щебнем. Они заняты слабоподзолистыми почвами или почвами «предподзолистой» стадии. Последние представлены сравнительно широко распространенными кислыми неоподзоленными маломощными почвами с морфологически и химически недифференцированным профилем. Склоны увалов имеют среднюю крутизну 6—12°. Мощность их мелкоземистой элювиально-делювиальной толщи несколько увеличивается по сравнению с вершинами. Почвы характеризуются средней степенью подзолистости. Наконец, шлейфы склонов и межувальные понижения выполнены мощной толщей делювия, почти лишенного щебня, и заняты сочетанием средне- и сильноподзолистых почв.

Особенностью горного ландшафта Среднего Урала является развитие здесь, наряду с антиклинорными поднятиями с абсолютными отметками 360—380 *м*, синклинорных структур. Приурочены такие депрессии преимущественно к местам подстилания почв мало устойчивыми породами типа песчаников, сланцев, известняков, доломитов. Однако и здесь почвы имеют горный характер, но, наряду с этим, на выравненных участках почв часто встречаются выходы на поверхность кварцевых обломков.

Климат горной полосы Среднего Урала специфичен. Он определяется как холодный, достаточно влажный (Н. Н. Иванов, 1948). Северная часть территории относится к зоне избыточной влажности (по Г. Т. Селянинову, 1945) с гидротермическим коэффициентом или влагообеспеченностью 1,6, при среднегодовом количестве осадков 650—800 *мм*. Южная входит во влажную зону с гидротермическим коэффициентом около 1,2 и количеством осадков 500—600 *мм*. Средняя мощность снегового покрова в северной части 150—100 *см*, в южной 100—75 *см*. Годовая сумма положительных температур, равная на севере 800—1300°, к югу повышается до 1400—1600°. Вегатационный безморозный период, соответственно, составляет 75 и 90 дней. Отчетливо выражены явления инверсии температур, систематичны весенние и ранние осенние заморозки.

Горный Средний Урал — область господства таежных лесов. На участках средне- и высокогорных поднятий отмечается вертикальная поясность. Данные, приведенные в работе, относятся к лесам низкогорий и нижнего пояса среднегорных возвышенностей (верхний подгольцовый пояс исследованиями не затрагивался). По своей природе это темнохвойные леса. Современные их массивы сильно изменены влиянием человека, увеличившим площади производных лиственных насаждений, в основном из березы, реже осины и липы. Менее измененной сохранилась коренная темнохвойная тайга северной части Среднего Урала.

Приведенная в работе харктеристика почв относится к определенным типам леса. Изучением охвачена только часть коренных типов леса, преобладающих в экологическом ряду на территории исследований, с учетом географически замещающих типологических вариантов всех выраженных на ней подзон тайги. Коренные типы леса характеризовались

насаждениями из возрастных стадий спелости и перестойности. Почвы длительно-устойчиво-производных насаждений и насаждений других возрастных стадий в этой статье не обсуждаются.

Объем типов леса в классификации, схема которой опубликована (Р. С. Зубарева, 1961), взят крупно, определяясь приуроченностью участков леса к тому или иному типу лесорастительных условий с учетом происхождения и динамики насаждений. Тип лесорастительных условий представляет также крупную комплексную единицу (учитывая местоположение участка по рельефу, подстилание горными породами, особенности почвообразования), хотя при классификации он рассматривается как единица низшего ранга. Более крупные подразделения в классификации лесорастительных условий (категории, группы) выделялись с учетом режима влажности. При этом имелось в виду, что природные условия Среднего Урала в целом достаточно благоприятны для роста таежных хвойных лесов. В частности, почвы потенциально богаты для произрастания среднепроизводительных темнохвойных насаждений. Критическим же моментом, определяющим производительность насаждений в этих условиях, является режим увлажнения (табл. 1).

Таблица 1

Классификация преобладающих лесорастительных условий и коренных типов темнохвойных лесов горной части Среднего Урала

Лесорастительные условия			Тип леса	Распространение по подзонам тайги
категория	группа	тип		
Свежие	Периодически суховатые	Хорошо дренированные вершины и крутые склоны с мелкими щебнистыми суглинками на водопроницаемых породах	Ельник нагорный	Северная, средняя и южная
		Хорошо дренированные покатые и крутые придолинные склоны с фрагментарными подзолистыми суглинками на плотном элювии горных пород	Ельник ягодниково-зеленомошниковый	Северная и средняя
		Дренированные покатые и пологие придолинные склоны с мелкими щебнистыми подзолистыми суглинками	Ельник-сосняк ягодниковый	Южная
	Устойчиво свежие	Дренированные длинные пологие склоны и вершины невысоких возвышенностей с дерново-слабоподзолистыми суглинками на элювии водопроницаемых осадочных пород	Ельник травяной	Средняя и южная
		Дренированные пологие и покатые верхние части склонов и вершины с дерново-слабоподзолистыми суглинками на элювии основных карбонатных пород	Ельник липняковый	Средняя и южная
		Дренированные верхние части длинных пологих склонов с легкосуглинистыми подзолистыми почвами на глинистом элювии-делювии сланцевых пород	Ельник кисличниковый	Средняя и южная
	Временно избыточно увлажненные	Дренированные вершины, верхние и средние части пологих и покатых склонов с щебнистыми скрыто-и слабоподзолистыми суглинками, с высоким уровнем и редкими выходами почвенно-грунтовых вод	Ельник крупнопапоротниковый	Северная, средняя и южная

Таблица 1 (продолжение)

Лесорастительные условия			Тип леса	Распространение по подзонам тайги
категория	группа	тип		
Влажные	Устойчиво влажные	Дренированные плоские вершины и пологие склоны невысоких возвышенностей с дерново-подзолистыми суглинками при близком водоупоре из глины с плотными горными породами	Ельник разнотравно-зеленомошниковый	Средняя и южная
		Недостаточно дренированные нижние части длинных пологих склонов и плоские склоны низких возвышенностей с мелкими оглеенными суглинками на элювии плотных пород	Ельник мшистый	Северная, средняя и север южной
	Временно избыточно переувлажненные	Проточно увлажняемые днища приручьевых ложбин с аккумулятивными дерново-подзолистыми почвами	Ельник поручейниковый	Северная, средняя и южная
Сырые	Периодически сырые	Слабо дренированные плоские шлейфы длинных пологих склонов, плоские ложбины, выровненные междуречья, мезопонижения на тупых вершинах невысоких возвышенностей с мелкими подзолисто-глеевыми глинистыми почвами, с высоким уровнем почвенно-грунтовых вод	Ельник хвощевой	Северная, средняя и южная
	Устойчиво сырые	Плохо дренированные плоские междуречья с мелкими оторфованными подзолисто-глеевыми тяжелыми почвами	Ельник долгомошно-сфагновый	Северная и средняя

В статье обсуждаются материалы по характеристике наиболее распространенных типов леса и их почвенных условий (ельники травяной, липняковый, кисличниковый, крупнопапоротниковый, мшистый и хвощевой). Они охватывают все выделенные категории лесорастительных условий и наиболее распространенные в районе (по площади) группы, за исключением крайних, свойственных пределам экологического распространения темнохвойных лесов на Среднем Урале (группы периодически суховатых и устойчиво сырых типов лесорастительных условий). Как отмечено, режим влажности во многом определяет производительность насаждений. Это позволяет разместить в работе типы леса в порядке нарастания влажности, что одновременно соответствует и степени снижения производительности их древостоев (бонитет). При составлении классификации лесорастительных условий и типов леса учтено деление территории на лесорастительные подзоны. В основу положено лесорастительное районирование Урала Б. П. Колесникова (1960), учитывающее особенности природных ландшафтно-географических факторов, лесной растительности и влияния хозяйственной деятельности человека. По этому районированию обследованная горная часть Среднего Урала включает все основные подзоны тайги: южную часть северной, всю среднюю и северную часть южной тайги. Помимо этого, исследованиями затронута также северо-восточная часть подзоны темнохвойно-широколиственных (смешанных) лесов в пределах западных предгорий Среднего Урала. Подзональное деление изученной территории показано на схеме лесорастительного районирования (рис. 1). На ней же отмечены пункты взятия образцов, использованных в работе для лабораторных анализов.

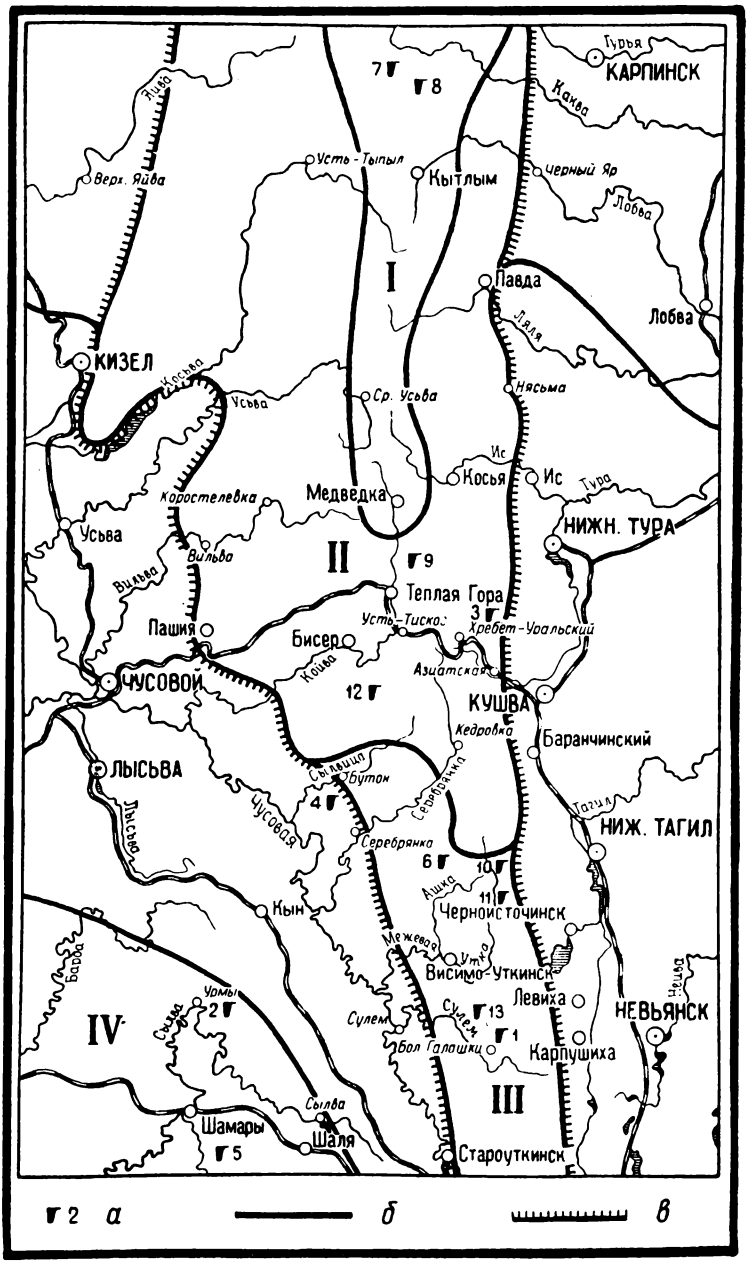


Рис. 1. Границы лесорастительных подзон на Среднем Урале (по Б. П. Колесникову, 1960, с уточнениями) и пункты взятия почвенных разрезов:

а — почвенный разрез и его номер; *б* — границы лесорастительных подзон; *в* — границы уральской горной лесорастительной области; *I* — северная тайга; *II* — средняя тайга; *III* — южная тайга; *IV* — подзона смешанных темнохвойно-широколиственных лесов.

ЕЛЬНИК ТРАВЯНОЙ

Ельник травяной является зонально-географическим типом леса южнотаежной подзоны, в лесах которой на Среднем Урале он преобладает. Местоположения его — плоские вершины и пологие склоны невысоких возвышенностей, являющихся здесь основными элементами рельефа. В среднетаежной подзоне ельник травяной встречается реже и приурочен преимущественно к плоским придолинным склонам южных и юго-западных экспозиций.

Древостой еловый с обязательным участием одной-двух единиц пихты и примесью единичной (местами до двух единиц) лиственницы, единичной сосны, березы и осины. Бонитет насаждений II, реже III, полнота 0,6—0,8. Возобновление хвойных пород под пологом насаждений удовлетворительное. Подлесок редкий, приурочен к осветленным местоположениям. Травяной покров кислично-разнотравно-злаковый, равномерный, со степенью покрытия почвы 0,7. Моховой покров представлен зелеными блестящими мхами и печеночниками с общей степенью покрытия от 0,3 до 0,6 с максимальными показателями в подзоне средней тайги. Особенности напочвенного покрова связаны со световым режимом под пологом леса, а также с материнскими подстилающими породами. При этом на песчаниковых породах усиливается роль широкотравья и мхов из рода *Mnium,* на сланцевых глинистых породах — повышается обилие кислицы, злаков и зеленых гилокомиевых мхов.

Для характеристики почвы ельника травяного анализируются данные двух разрезов из южнотаежной подзоны, отличающихся по механическому составу.

Разрез 1 заложен в кв. 60 Висимского лесничества, в средней части южного склона плоского холма. Почва дерново-сренеподзолистая на бурых тяжелых суглинках.

A_0 — 0—3 *см* — довольно хорошо разложенная подстилка.

A_1 — 3—12 *см* — гумусовый темно-серый рыхлый, пронизанный корнями растений средний суглинок.

A_2 — 12—20 *см* — белесовато-палевый листоватый легкий суглинок.

A_2B — 20—36 *см* — белесовато-палевый с ржавыми пятнами средний суглинок.

B — 36—65 *см* — бурый плотный ореховатый тяжелый суглинок.

Разрез 2 заложен в кв. 9 Урминского лесничества, в средней части юго-западного склона холма с уклоном 5—8°. Почва дерново-слабоподзолистая, суглинистая, свежая на песчаниковых почвообразующих породах.

A_0 — 0—3 *см* — хорошо разложенная свежая травяно-хвойно-моховая бурая подстилка.

A_1 — 3—9 *см* — темно-бурая зернистая тяжелая супесь с обильными корнями травянистых и древесных растений.

A_1A_2 — 9—17 *см* — серо-буро-желтая пятнистая супесь со слабо выраженной зернистой структурой и с корнями растений.

B — 17—55 *см* — палево-бурый супесчаный бесструктурный горизонт с включениями щебня песчаниковой материнской породы и корнями растений. Нижняя граница горизонта неровная языковая.

BC — 55—70 *см* — желтый супесчаный горизонт с плитами и глыбами материнской песчаниковой породы, свежий; внизу включения материнской породы увеличиваются.

Несмотря на различие описанных почвенных разрезов по механическому составу, они имеют много общего, что и обусловило приуроченность к этим почвам одного и того же типа леса. В свою очередь, и само существование близкой по составу растительности сгладило различия

между ними. Оба почвенных разреза сближает сходный водный режим, который в одном случае обеспечивается более тяжелым механическим составом (разрез 1), в другом — близким подстиланием материнской породы. В результате для обоих характерен режим устойчивого увлажнения (свежие почвы) с более влажными верхними горизонтами. Об этом свидетельствует наличие некоторого количества закисных форм железа в верхней части профиля (табл. 2 и рис. 2), тогда как ниже они не обнаружены, что говорит о хорошей водопроницаемости нижних горизонтов профиля.

Судя по более высокому суммарному содержанию подвижного железа в целом по профилю дерново-слабоподзолистой супесчаной почвы

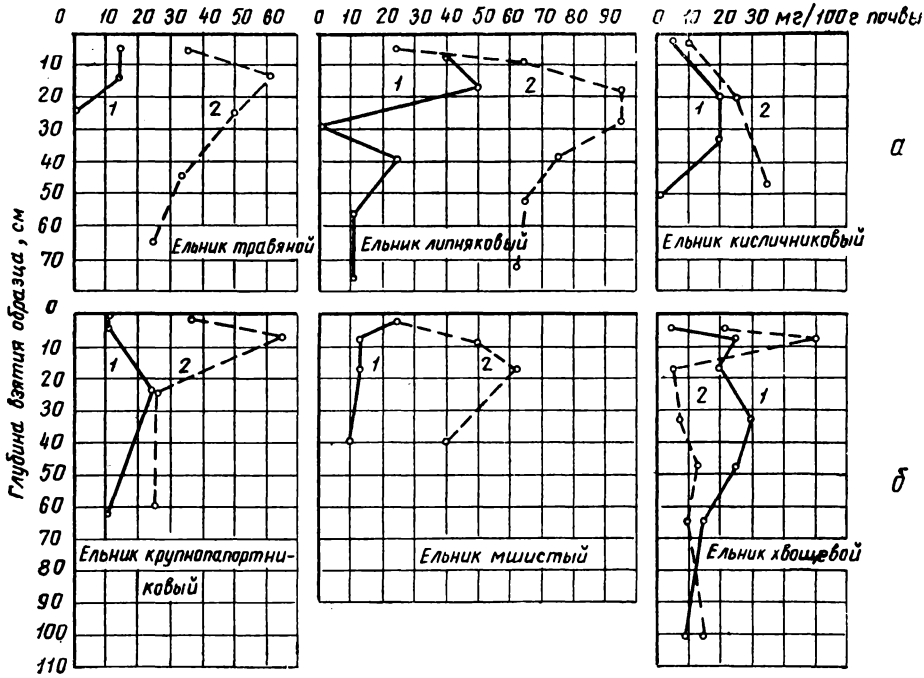


Рис. 2. Содержание закисных (*а*) и окисных (*б*) форм подвижного железа в почвах еловых лесов Среднего Урала:
1 — FeO; *2* — Fe_2O_3.

(разрез 2), анаэробные процессы выражены в ней сильнее, чем в более тяжелой почве разреза 1. Это, очевидно, является причиной более высокой у нее величины гидролитической кислотности и большей подвижности гумуса. Общность свойств у описанных почв сводится к следующему: в горизонте A_1, то есть там, где наиболее энергично происходят биологические процессы, обнаружены почти равная кислотность pH, сумма поглощенных оснований и близкие содержания гумуса и фосфора. Отличаются же почвы, притом значительно, по содержанию калия. Это можно объяснить более легким его выносом в условиях песчаниковых подстилающих пород (разрез 2).

В целом почвы ельника травяного имеют благоприятный для лесной растительности устойчивый водный режим и достаточное содержание питательных веществ, что обусловливает высокую производительность этого типа леса.

Таблица 2

Результаты химического анализа почв ельника травяного

Разрез	Генетический горизонт	Глубина взятия образца, *см*	pH солевой вытяжки	Гидролитическая кислотность, *мг.экв*	Сумма поглощенных оснований, *мг.экв*	Степень насыщенности основаниями, %	Гумус, по Тюрину, %	Азот общий, по Кьельдалю, %	C : N	Подвижные соединения, *мг* на 100 *г* почвы				
										P_2O_5, по Кирсанову	K_2O, по Пейве	Железо, по Кирсанову		
												окисное	закисное	сумма
1	A_1	4—12	4,3	17,3	18,3	51,2	9,47	—	—	6,25	8,4	37,5	12,5	50
	A_2	15—20	4,2	7,3	8,8	54,9	1,13	—	—	1,25	12,0	25,0	15,5	37,5
	A_2B	25—30	4,0	7,1	10,3	59,2	1,0	—	—	1,25	11,0	18,7	0	18,7
	B	40—45	4,0	9,27	11,7	55,7	0,95	—	—	Следы	11,0	12,5	0	12,5
	B	55—60	4,0	10,5	16,6	61,2	0,64	—	—	Следы	10,0	12,5	0	12,5
2	A_1	3—9	4,0	29,3	15,48	34,5	11,7	0,8	25,4	7,5	26,0	37,5	12,5	50,0
	A_1A_2	9—17	3,4	36,3	5,10	12,31	5,9	—	—	3,75	7,0	62,5	12,5	75.0
	B	20—30	3,55	30,7	4,23	12,10	2,06	—	—	2,5	7,0	50,0	0	50,0
	BC	55—70	3,75	25,4	4,52	15,07	1,33	—	—	3,75	7,0	25,0	0	25,0

ЕЛЬНИК ЛИПНЯКОВЫЙ

Этот тип леса встречается небольшими по площади участками в южнотаежной подзоне и еще менее выражен в средней тайге. Для подзоны же смешанных темнохвойно-широколиственных лесов он наиболее типичен и широко распространен на ее территории. В подзонах средней и южной тайги ельник липняковый приурочен преимущественно к верхним и средним частям пологих и покатых склонов южной и юго-западной экспозиции, а в темнохвойно-широколиственной подзоне еще и к повышенным плакорным местоположениям.

Для пихтово-еловых древостоев этого типа леса в средней и южной тайге характерно присутствие липы во втором, реже в первом, ярусе. В подзоне темнохвойно-широколиственных лесов, помимо участия липы до трех единиц в составе первого яруса древостоя, отмечается еще и присутствие в нем ильма. В целом насаждения двухъярусные с полнотой 0,7—0,8. В возрасте спелости и перестойности они имеют производительность II—III бонитета. Возобновление хвойных пород под пологом хорошее. Подлесок многовидовой с сомкнутостью полога 0,1—0,4, с преобладанием липы, малины, черемухи, жимолости, волчьего лыка и др. Травяной покров злаково-разнотравный с господством видов дубравно-бореальной флоры. Моховой напочвенный покров развит слабо. Степень покрытия им почвы 0,2—0,5 с максимальными показателями в лесах подзоны средней тайги.

Развитие ельника липнякового в зональных для него условиях южной, особенно средней, тайги, помимо местоположения и климатических условий, во многом определяется приуроченностью к более богатым основным материнским породам (зеленокаменные, карбонатные). На обследованной территории в пределах средней тайги ельники липняковые наблюдались преимущественно на зеленокаменных породах. Типичным для них почвенным профилем явился разрез 3, заложенный в кв. 37 Азиатского лесничества, в верхней части склона юго-западной экспозиции. Почва дерновая горно-лесная неоподзоленная на змеевиках.

A_0 — 0—2 *см* — плохо разложившаяся подстилка из травяного и древесного опада, мхов.

A_0A_1 — 2—7 *см* — полуразложенный буровато-темно-серый суглинок, густо пронизанный корнями растений.

A_1 — 7—15 *см* — буровато-серый средний суглинок комковато-зернистой структуры, свежий.

В — 15—35 *см* — бурый средний суглинок, на глубине 20 *см* идут плиты змеевиков, обильны корни растений.

ВС — 35—50 *см* — светло-бурый средний суглинок с большим количеством обломков горных пород.

Для южной тайги характерен разрез 4, заложенный в 3—4 *км* на юго-запад от пос. Бутон, в кв. 34 Серебрянского лесничества. Разрез расположен в верхней части очень пологого склона. Почва горная дерново-слабоподзолистая на углистых сланцах.

A_0 — 0—2 *см* — неразложенная подстилка.

A_0A_1 — 2—8 *см* — буровато-серый грубогумусный переплетенный корнями растений суглинок.

A_1A_2 — 8—10 *см* — серый суглинок с пятнами оподзоливания, нижняя граница неровная.

В — 10—45 *см* — бурый с коричневым оттенком средний суглинок с хрящем углистых сланцев, переход постепенный.

ВС — 45—80 *см* — по цвету слабо отличается от вышележащего горизонта, но более плотный за счет большого количества обломков породы.

Для характеристики почв под ельником липняковым из темнохвойно-широколиственной подзоны заложен разрез 5 в кв. 39 Шамарского лесничества. Почва дерново-слабоподзолистая суглинистая на глинистых сланцах.

A_0 — 0—2 *см* — рыхлая свежая бурая подстилка из древесного опада и травянистых растений.

A_1 — 2—11 *см* — темно-серо-бурый зернистый суглинок с обилием корней травянистых и древесных растений, суховатый.

A_1A_2 — 11—18 *см* — серо-бурый со слабо выраженной зернистой структурой, редкими корнями растений. суховатый суглинок.

B — 18—65 *см* — желто-палевый очень плотный свежий комковатый тяжелый суглинок, слабо выраженного плитчатого сложения, в верхней части с редкими корнями древесных растений.

C — с 65 *см* — плотно сложенные плитки глинистого сланца грязно-бурого цвета, свежие, по отдельностям имеют слабый металлический блеск.

Как видно из приведенных морфологических описаний, почвы под ельниками липняковыми характеризуются наличием довольно мощного гумусового горизонта и отсутствием хорошо выраженного подзолистого. Почвенный профиль лучше сформирован под южными географическими вариантами типа леса. Ельники липняковые средней тайги приурочены к сравнительно маломощным почвам, где близость почвообразующих пород способствует созданию для растений благоприятного питательного режима.

По аналитическим данным (табл. 3), почвы под ельниками липняковыми характеризуются сравнительно невысокой активной кислотностью. В аккумулятивных горизонтах всех разрезов она немногим выше 4,1. В средней части профиля величина pH уменьшается и вновь увеличивается, приближаясь к почвообразующей породе. Наибольшие показатели гидролитической кислотности приурочены к самым верхним горизонтам. Они резко падают с глубиной, особенно в хвойно-широколиственном подзональном варианте типа леса. Поглощенные основания в этих почвах содержатся в небольшом количестве и опять-таки увеличиваются в почве из хвойно-широколиственной подзоны. Соответственно изменяется и степень насыщенности основаниями. Гумус накапливается в почвах ельника липнякового в значительном количестве и отличается большой подвижностью. Особенно ярко выражен процесс выноса органического вещества в среднетаежном варианте почв, на что указывает высокое содержание гумуса даже в горизонте BC на глубине 40—45 *см*, где оно составляет 2%.

Судя по очень широкому отношению C : N (от 17 до 28), почвы ельников липняковых, так же как и травяных, характеризуются слабой энергией разложения органических остатков. Строгой закономерности в изменении этого показателя в подзональных вариантах почв не обнаружено. Однако максимальное его значение в более северных условиях указывает на наименьшую интенсивность разложения там органического вещества.

Содержание калия и особенно фосфора в почвах низкое. Связи их содержания с производительностью насаждений не обнаружено. В профиле этих почв преобладают окисные формы железа, что свидетельствует о сравнительно хорошей их аэрации (см. рис. 2). Правда, судя по значительному содержанию закисного железа в аккумулятивном горизонте, здесь временно может наблюдаться некоторое переувлажнение за счет атмосферной влаги. Кроме того, в отличие от ельников травяных, закисное железо обнаружено и в нижних горизонтах профиля. Это объяс-

Таблица 3

Результаты химического анализа почв в ельниках липняковых

Разрез	Генетический горизонт	Глубина взятия образца, *см*	pH солевой вытяжки	Гидролитическая кислотность, *мг · экв*	Сумма поглощенных оснований, *мг · экв*	Степень насыщенности основаниями, %	Гумус, по Тюрину, %	Азот общий, по Кьельдалю, %	C:N	Подвижные соединения, *мг* на 100 *г* почвы				
										P_2O_5, по Кирсанову	K_2O, по Пейве	Железо, по Кирсанову		
												окисное	закисное	сумма
3	A_0A_1	2—3	—	—	—	—	15,04	0,90	28,9	,0	44,4	6,25	12,5	18,7
	A_1	10—15	4,25	16,25	10,62	39,52	3,26	—	—	Следы	21,0	50,0	12,5	62,5
	A_2B	20—25	4,0	17,08	7,80	31,35	2,59	—	—	—	6,3	37,5	0,0	37,5
	B	30—35	4,1	16,10	7,62	33,53	2,40	—	—	—	13,4	25,0	12,5	37,5
	BC	40—45	4,9	14,61	7,42	33,68	1,97	—	—	—	13,4	18,75	6,25	25,0
4	A_0A_1	2—8	—	—	15,57	—	6,42	0,63	17,6	8,75	—	25,0	25,0	50,0
	A_1A_2	8—10	4,1	11,55	4,81	29,40	3,31	—	—	8,75	—	62,5	37,5	100,0
	B_1	15—20	3,3	10,50	5,49	34,33	1,29	—	—	3,75	—	100	50,0	150,0
	B_1	25—30	3,9	10,34	5,68	35,45	0,83	—	—	5,0	—	100	0,0	100,0
	B_2	35—40	3,55	9,15	6,26	40,62	0,81	—	—	6,25	—	75,0	25,0	100,0
	BC	50—55	3,7	8,48	7,33	46,36	0,76	—	—	7,5	—	62,5	12,5	75,0
	BC	70—75	4,25	7,63	7,53	49,67	0,66	—	—	2,5	—	62,5	12,5	75,0
5	A_1	2—11	4,25	24,55	23,34	48,73	14,25	0,93	26,5	2,5	14,0	18,75	18,75	37,5
	A_1A_2	11—18	3,65	17,85	16,16	49,95	6,78	—	—	1,25	10,5	25,0	25,0	50,0
	B	18—65	3,9	9,30	16,64	51,43	1,13	—	—	1,25	—	50,0	0,0	50,0
	BC	4>65	4,4	4,90	30,81	86,27	1,01	—	—	20,0	6,3	37,5	25,0	62,5

няется близостью залегания подстилающей горной породы и, по-видимому, особенностями микроклиматического режима местоположений типов леса. Однако следует отметить, что соотношение окисного и закисного железа, за исключением верхнего (5—8 *см*) слоя почвы, показывает значительный перевес окисных форм, свидетельствуя об отсутствии застоя влаги. В слое же максимальной распространенности корневых систем закисные формы железа вообще отсутствуют. Это позволяет отнести местообитания ельников липняковых по режиму увлажнения, несмотря на присутствие закисного железа, к устойчиво свежим и хорошо дренируемым лесорастительным условиям.

ЕЛЬНИК КИСЛИЧНИКОВЫЙ

Наиболее распространен ельник кисличниковый на границе средне- и южнотаежной подзон, в низкогорной увалисто-холмистой полосе Среднего Урала. Встречается преимущественно в средней части выравненных пологих склонов. По условиям увлажнения относится к той же группе устойчиво свежих лесорастительных условий, как и описанные выше типы леса.

Еловые по преобладающему составу коренные древостои ельника кисличникового содержат до двух-трех единиц пихты, березы и единичную примесь кедра и сосны. Бонитет насаждений III, полнота 0,8—0,9. Подрост под пологом леса удовлетворительный по качеству и достаточен по количеству. Подлесок очень редкий. Фон напочвенного покрова образует кисличка с единично рассеянными экземлярами бореальной темнохвойной флоры и редкими представителями дубравных растений (копытень европейский). Покрытие напочвенным покровом 0,6—0,7. Моховой покров из зеленых мхов покрывает 0,2—0,3 поверхности почвы.

Разрез 6, характеризующий почвы описываемого типа леса, заложен в 6 *км* на запад от пос. Межевой Утки в средней части пологого склона западной экспозиции. Абсолютная высота местности 400—450 *м*. Горные дерново-среднеподзолистые суглинистые на делювиальных слабощебневатых суглинках почвы этого разреза имеют следующее морфологическое строение.

A_0 — 0—4 *см* — подстилка, состоящая из живого напочвенного покрова и опада.

A_1 — 4—13 *см* — серый рыхлый легкий суглинок комковато-зернистой структуры, густо переплетенный корнями растений, переход в следующий горизонт постепенный.

A_1A_2 — 13—25 *см* — серо-палевый легкий пронизанный корнями растений рыхлый суглинок.

A_2B — 25—40 *см* — палевый с желтым оттенком легкий суглинок, слегка уплотнен, влажный, постепенно переходит в следующий горизонт.

BC — 40—60 *см* — бурый плотный ореховатый средний суглинок с мелкими обломками кварцита.

Как видно из приведенного описания, в почве ельника кисличникового наблюдается довольно сильная степень развития дернового процесса при наличии явных признаков подзолообразования. Это подтверждается также данными химического анализа (табл. 4). Для аккумулятивных горизонтов этой почвы (A_0 и A_1) отмечены довольно высокая степень насыщенности основаниями, наименьшие показатели активной кислотности и наибольшее содержание гумуса и питательных элементов (азот, фосфор, калий). Наряду с этим, в средней части профиля (горизонт A_2) обнаружено резкое падение содержания поглощенных оснований и степени насыщенности, что свидетельствует о достаточно

Таблица 4

Результаты химического анализа почвы ельника кисличникового (разрез 6)

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, *см*	pH солевой вытяжки	Гидролитическая кислотность, *мг.экв*	Сумма поглощенных оснований *мг . экв*	Степень насыщенности основаниями, %	Гумус, по Тюрину, %	Азот общий, по Кьельдалю, %	C : N	Подвижные соединения *мг* на 100 *г* почвы				
									P_2O_5, по Кирсанову	K_2O_5, по Пейве	Железо, по Кирсанову		
											окисное	закисное	сумма
A_0	0—4	4,8	30,27	23,42	43,6	19,82	1,88	18,1	20,0	24	10	5	15
A_1	5—10	3,9	15,8	7,92	33,3	7,8	0,82	17,6	3,75	18	—	—	—
A_1A_2	15—25	3,8	16,36	4,40	21,2	2,88	—	—	3,75	18	25	0	25
A_2B	30—35	3,95	9,68	1,88	16,2	1,46	—	—	2,5	18	30	20	50
B	45—50	3,95	9,24	12,76	58,0	1,04	—	—	1,25	10	35	20	55

сильной оподзоленности этих почв. Кроме того, почвы характеризуются высокой подвижностью органического вещества и широким отношением C : N, равным 18. Содержание подвижного железа резко увеличивается вниз по почвенному профилю (см. рис. 2). Причем, одновременно с увеличением количества подвижного железа в средней части профиля возрастает участие закисных форм железа, отсутствующих выше. Это дает основание предполагать возможность временных застойных явлений (анаэробиоз) в этих горизонтах. Именно с этим показателем связано крайнее положение ельника кисличникового в группе устойчиво свежих лесорастительных условий, не исключающее развитие в них режима временно избыточного увлажнения. Таким образом, в почвах ельников кисличниковых более, чем в описанных выше типах леса, выражен подзолообразовательный процесс. Однако содержание питательных веществ здесь еще достаточно высокое.

ЕЛЬНИК КРУПНОПАПОРОТНИКОВЫЙ

Ельник крупнопапоротниковый имеет географические варианты и распространен по всему Среднему Уралу во всех подзонах тайги. Наибольшие площади заняты им в пределах средней и северотаежной подзоны. Ельники крупнопапоротниковые приурочены к средней и верхней частям склонов возвышенностей, а при высоте последних до 550 *м* — и к их вершинам. Их местоположениям в подзоне южной тайги сопутствует высокий уровень почвенно-грунтовых вод с выходами на дневную поверхность. В более северных подзонах, имеющих повышенную относительную влажность воздуха, переувлажнение почв наблюдается реже. По режиму влажности этот тип леса в классификации лесорастительных условий отнесен к группе временно избыточно увлажненных.

Еловый древостой ельника крупнопапоротникового в возрасте спелости и перестойности имеет в своем составе примесь пихты и березы, а в средней и особенно северной тайге, помимо этого, еще и кедра сибирского. Бонитет насаждений III в южной и средней тайге, снижается до III_5, и, изредка, до IV — в северной. Полнота древостоя 0,7—0,9. Возобновление хвойных пород под пологом удовлетворительное.

Подлесок не имеет сомкнутого полога, покрытие им 0,1—0,2. Наиболее распространена рябина, малина, жимолость синяя, черемуха и др. Для местоположений ельника крупнопапоротникового характерна мозаичность микроучастков по влажности и почвенному покрову, а соот-

ветственно с этим мозаичная пестрота растительности, особенно нижних ярусов. При общем крупнопапоротниково-кислично-разнотравно-злаковом облике напочвенного покрова в нем выделяются пятна влаголюбивых растений (аконит, незабудка, чемерица, осоки), чередующиеся с бореальными мезофитами из злаков и разнотравья. Среднее покрытие травяным покровом 0,8—0,9, моховым 0,2—0,3 в южной тайге, с увеличением до 0,4—0,7 в северной. При общем преобладании зеленых мхов в северотаежной подзоне наблюдается разрастание политрихумовых пятен.

К сожалению, для характеристики почв ельника крупнопапоротникового, широко представленного на территории, мы располагаем аналитическими данными лишь для северотаежного его варианта. Преобладающими почвами в этих условиях являются скрытоподзолистые суглинистые по механическому составу.

Разрез 7, характеризующий названные почвы, заложен в кв. 31 Валенторского лесничества, в верхней трети юго-восточного склона с уклоном 4°. Почва дерново-скрытоподзолистая на элювии зеленокаменных пород.

A_0—0—4 *см* — светло-бурая подстилка, рыхлая, свежая, среднеразложившаяся из листьев папортника, мхов, хвои.

A_1A_2 — 4—10 *см* — темно-серый с бурым оттенком легкий суглинок со слабо выраженной зернистой структурой, рыхлый, суховатый, с обилием корней растений, нижняя граница неровная.

В — 10—40 *см* — бурый с сероватыми пятнами мелкокомковатый средний суглинок с мелкими корнями растений, с щебнем породы.

ВС — 40—75 *см* (глубина ямы) — желто-бурый тяжелый крупнокомковатый суглинок с хрящем материнской породы, свежий, корней нет.

Описанная почва характеризуется высокой активной и гидролитической кислотностями (табл. 5). Поглощенные основания накапливаются лишь в горизонте A_0 (19 *мг·экв*), с глубиной их содержание резко падает. Насыщенность основаниями в A_0 составляет около 25% с уменьшением в средней части профиля, свидетельствуя об оподзоленности этой почвы, и вновь увеличивается при приближении к подстилающей породе. Органическое вещество накапливается в большом количестве и отличается высокой подвижностью. Азот, фосфор и калий присутствуют в этой почве в незначительном количестве. Содержание подвижного железа высокое по всему профилю с максимумом в слое 4—10 *см*.

В отличие от предыдущих типов леса, в почве под ельником крупнопапоротниковым закисное железо обнаружено по всему профилю (см. рис. 2). Более того, в горизонте В обе формы железа содержатся в равных количествах, что указывает на вероятность довольно продолжительного застоя влаги в нижних слоях почвы. Это оправдывает отнесение лесорастительных условий этого типа леса к группе свежих временно избыточно увлажненных.

ЕЛЬНИК МШИСТЫЙ

В отличие от всех описанных выше типов леса, отнесенных в категорию свежих лесорастительных условий, ельник мшистый представляет леса с режимом устойчиво влажных почв. Он распространен во всех подзонах тайги, однако его географический оптимум находится в средне- и северотаежной подзонах. Местоположения ельника мшистого приурочены к пологим нижним третям склонов, плоским вершинам невысоких возвышенностей с влажными почвами. Повышенной влажности почв способствуют недостаточный дренаж при высоком уровне почвенно-грун-

Таблица 5

Результаты химического анализа почв ельника крупнопапоротникового (разрез 7)

Генетический горизонт	Глубина взятия образца, *см*	pH солевой вытяжки	Гидролитическая кислотность, *мг · экв*	Сумма поглощенных оснований, *мг . экв*	Степень насыщенности почв основаниями, %	Гумус, по Тюрину, %	Азот общий, по Кьельдалю, %	C : N	Подвижные соединения, *мг* на 100 *г* почвы				
									P_2O_5, по Кирсанову	K_2O, по Пейве	Железо, по Кирсанову		
											окисное	закисное	сумма
A_0	0—4	—	59,01	19,64	24,97	13,78	—	—	5,0	—	37,5	12,5	50
A_1A_2	4—10	3,35	35,19	7,04	16,67	7,40	0,60	21,6	2,5	10,5	62,5	12,5	75
B_1	10—40	3,55	23,24	3,45	19,22	2,21	—	—	Следы	7,6	25,0	25,0	50
B_2C	40—75	3,45	16,45	5,78	25,80	0,80	—	—	6,25	7,6	25,0	12,5	37,5

Таблица 6

Результаты химического анализа почв ельников мшистых

Разрез	Генетический горизонт	Глубина взятия образца, *см*	pH солевой вытяжки	Гидролитическая кислотность, *мг . экв*	Сумма поглощенных оснований, *мг . экв*	Степень насыщенности основаниями, %	Гумус, по Тюрину, %	Азот общий, по Кьельдалю, %	C : N	Подвижные соединения, *мг* на 100 *г* почвы				
										P_2O_5, по Кирсанову	K_2O, по Пейве	Железо, по Кирсанову		
												окисное	закисное	сумма
8	A_1	5—10	3,7	23,59	3,7	13,55	9,34	0,51	31,6	2,5	11,0	50,0	10,0	60,0
	A_2B	10—40	3,8	23,45	0,0	0,0	4,28	—	—	2,5	8,4	25,0	10,0	35,0
	B_2	40—80	4,1	16,97	10,14	59,75	1,2	—	—	3,75	21,0	37,5	10,0	47,5
9	A_0	0—5	—	—	—	—	19,64	0,92	36,9	8,75	—	37,5	12,5	50,0
	A_1	5—10	3,1	18,99	—	—	3,19	—	—	Следы	25,2	62,5	12,5	75,0
	BC	25—30	3,7	18,67	—	—	2,02	—	—	Следы	11,0	50,0	12,5	62,0
10	A_0	0—5	4,1	—	—	—	—	—	—	5,0	9,6	25,0	25,0	50,0
	A_1	5—14	3,15	20,37	2,29	10,10	6,77	0,39	30,0	1,25	23,2	50,0	12,5	62,5
	A_2	15—20	3,85	15,27	2,59	14.5	2,02	—	—	Следы	15,0	62,5	12,5	75,0
	BC	30—60	3,8	9,10	12,06	56,99	0,76	—	—	Следы	17,5	40,0	10,0	50,0

товых вод и близком расположении к поверхности горных материнских пород, образующих водоупор. Некоторое улучшение режима влажности отмечается в южной тайге. В этих условиях несколько меняется и облик типа леса. Производительность древостоев повышается от IV бонитета в средней и северотаежной подзонах до III_5 и даже III бонитета в южной.

Древостой в спелом и перестойном возрасте еловый с примесью до двух единиц пихты, единичной березы и кедра. Участие кедра в условиях северной тайги возрастает местами до одной-четырех единиц. Полнота насаждений 0,8—0,9. Возобновление под пологом хорошее. Подлесок редкий. Напочвенный покров характеризуется сплошным развитием мхов (0,8—0,9) и достаточно выраженным травяным ярусом (0,4—0,9). В травяном покрове преобладают щитовник Линнея, вейник, кисличка, черника, хвощ лесной; в моховом — зеленые мхи с увеличением к северу обилия политриховых и даже появление сфагновых мхов. Облик нижних ярусов растительности в южнотаежных условиях несколько меняется, общий зеленомошный фон уступает место зеленомошно-мелкопапоротниковому (щитовник Линнея).

Для характеристики морфологии почв из-под ельников мшистых приводим описание разрезов для всех подзон обследованной территории.

Разрез 8 заложен в подзоне северной тайги, в кв. 31 Валенторского лесничества, в нижней трети юго-восточного склона. Почвообразующая порода — сланцы. Почва подзолистая с признаками оглеения, среднесуглинистая.

A_0—0—4 *см* — слабо разложившаяся рыхлая подстилка, состоящая из мха и опада, свежая.

A_1—4—10 *см*—темно-бурый средний суглинок зернистой структуры с обильными корнями растений.

A_2B — 10—40 *см* — желтовато-бурый средний суглинок с плохо выраженными подзолистыми пятнами и с редкими корнями.

BC — 40—80 *см* — желтовато-бурый тяжелый суглинок с обломками материнской породы.

Разрез 9, характеризующий почвы ельников мшистых среднетаежной подзоны, заложен в кв. 60 Теплогорского лесничества. Почва среднеподзолистая легко суглинистая с признаками оглеения.

A_0 — 0—5 *см* — полуразложенная подстилка, пронизана корнями растений.

A_1—5—10 *см* — светло-серый легкий комковатый суглинок, переход в следующий горизонт постепенный.

A_2 — 10—25 см — бурый легкий рыхлый суглинок с невыраженной структурой и включением дресвы, пронизанный корнями растений, переход в следующий горизонт постепенный.

BC — 25—60 *см* — бурый с охристым оттенком плотный с обилием дресвы и обломков горной породы тяжелый суглинок.

Разрез 10 заложен в южнотаежном ельнике мшистом на территории Серебрянского лесничества около пос. Межевой Утки, на выравненном участке в нижней части склона. Почва дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая с признаками оглеения.

A_0 — 0—5 *см* — подстилка, состоящая из зеленых мхов и опада, слабо разложенная, рыхлая.

A_1 — 5—14 *см* — серый средний суглинок зернистой структуры, рыхлый, густо пронизан корнями, нижняя граница неровная.

A_2 — 14—20 см — белесовато-серый суглинок с дресвой и обломками породы, переход в следующий горизонт постепенный.

B + BC — 20—70 *см* — желтовато-бурый с ржавыми пятнами тяжелый суглинок с плитами сланца.

Как видно из описания, для почв под ельниками моховыми характерны слабая дифференциация почвенного профиля и наличие в нижних горизонтах признаков оглеения в виде ржавых пятен. Морфологические отличия подзональных вариантов при движении с севера на юг сводятся, в основном, к изменениям мощности гумусового горизонта и более ясной выраженности подзолистого горизонта. По аналитическим показателям (табл. 6) описанные почвы отличаются очень высокой гидролитической кислотностью при незначительном содержании обменных оснований. Они имеют низкую степень насыщенности основаниями в горизонтах A_0 и A_1 (около 10%) при полной ненасыщенности средней части профиля. Содержание фосфора незначительное при довольно высоком содержания калия. Тяжелый механический состав и приуроченность названных типов леса к недостаточно дренированным участкам обеспечивают высокую и устойчивую влажность почв, оглеение и связанную с этим слабую энергию разложения органического вещества. В результате в почве накапливается слабо минерализованное органическое вещество (в горизонте A_0 почти до 20%, а в A_1 от 3 до 9% гумуса). Оглеенность профиля подтверждается высоким содержанием подвижного железа и присутствием во всех горизонтах закисных форм железа (см. рис. 2). Аналитические данные указывают на достаточное богатство почв под ельниками мшистыми, способное обеспечить производительность древостоев этого типа леса не меньшую, чем в ранее описанных типах еловых лесов. Однако режим повышенной влажности снижает возможности использования растительностью потенциального богатства почвы. По лесорастительным условиям ельник мшистый отнесен к категории влажных с устойчивым режимом увлажнения.

ЕЛЬНИК ХВОЩЕВЫЙ

Этот тип леса встречается во всех подзонах тайги и приурочен к плоским слабо дренированным междуречьям с близким водоупором из плотных пород, к подошвам пологих возвышенностей и плоским межувальным ложбинам со слабым стоком.

Древостои ельника хвощевого низкой производительности не превышают IV бонитета, а в условиях северной тайги показатели нередко снижаются до V бонитета. Их насаждения по сравнению с приведенными выше типами леса имеют также пониженную до 0,6—0,7 полноту. При господстве в составе древостоя ели во всех подзонах отмечается примесь кедра — от единичной в подзонах темнохвойно-широколиственных и южнотаежных лесов до одной-четырех единиц в условиях северотаежной подзоны. В то же время постоянный спутник ели — пихта в этом типе леса в древостоях северной тайги встречается только единично, увеличиваясь до одной-трех единиц в южнее расположенных подзонах. Примесь лиственных пород (всюду не более единицы) представлена березой.

Возобновление под пологом леса материнскими породами проходит успешно. Подлесок редкий. Напочвенный покров хвощевый с редким участием бореального разнотравья, злаков, княженики на фоне сплошного зеленомошного ковра с участием политрихумовых и сфагновых мхов. Покрытие травяным покровом равно 0,3—0,5 в северотаежных условиях и увеличивается до 0,6—0,9 к югу.

Морфологические особенности почв типичных для ельников хвощевых представлены разрезами 11—14. Разрез 11, характеризующий почвы этого типа леса в северотаежных условиях, заложен на территории кв. 72 Теплогорского лесничества, в нижней части пологого юго-запад-

ного склона возвышенности. Почва глеево-скрытоподзолистая оторфованная на элювии хлорито-песчаниковых сланцев.

A_0 — 0—3 *см* — бурая среднеразложившаяся лесная подстилка с обильными корнями.

A_1 — 3—15 *см* — темно-серый буроватый мелкозернистый с редкими корнями суглинок.

A_1A_2 — 15—30 *см* — грязно-бурый с металлическим блеском и ржавыми пятнами тяжелый суглинок, слоистого сложения, со слабо выраженной мелкокомковатой структурой.

B_1 — 30—56 *см* — влажный тяжелый суглинок с пятнами глины, горизонт желто-бурый слоистого сложения комковатой структуры с обилием щебня материнской породы.

Для характеристики среднетаежных почв этого типа леса взяты разрезы 12 и 13. Первый заложен в кв. 117 Бисерского лесничества, в плоской межгорной ложбине. Почвы — оторфованные среднеподзолистые суглинки с признаками оглеения.

A_0 — 0—6 *см* — мощная моховая подстилка, внизу хорошо разложившаяся, постепенно переходит в гумусовый горизонт.

A_1 — 6—11 *см* — темно-бурый горизонт с обилием корней, зернистой структуры, свежий средний суглинок, постепенно переходит в A_2.

A_2 — 11—15 *см* — средний суглинок, уплотненный, пластинчатого сложения, со слабо выраженной ореховатой структурой, белесовато-палевый с красноватым оттенком.

B_1 — 15—55 *см* — темно-желтый тяжелосуглинистый свежий горизонт с красноватыми и серо-желтыми пятнами, обломки кварцита до 20 *см* в диаметре.

B_2 — 55—70 *см* (глубина ямы) — желто-бурая с металлическим блеском по граням отдельностей ореховатая плотная глина, местами пятна оглеения, очень редко попадается элювий сланцев.

Разрез 13 заложен на территории Азиатского лесничества, в кв. 66 на слабо дренированной средней части пологого склона возвышенности. Почва слабоподзолистая оглеенная легкосуглинистая на сланцах.

A_0—0—3 *см* — подстилка плохо разложившаяся, состоящая из зеленых мхов и хвои.

A_1 — 3—10 *см* — буровато-серый рыхлый мелкозернистый легкий суглинок, граница с нижележащим горизонтом довольно отчетливая.

B_1 — 10—20 *см* — буровато-желтый тяжелый суглинок, вязкий, хрящеватый, встречаются обломки кварцита, на породе заметен слюдяной блеск.

B_2 — 28—60 *см* — однородный тяжелый суглинок, более темноокрашенный по сравнению с B_1.

BC — 60—112 *см* — суглинок с обилием хряща породы, комковатый, по граням отдельностей оглеен, встречаются ржавые и темно-сизые пятна.

Для характеристики почв ельника хвощевого южнотаежной подзоны на территории кв. 60 Сулемского лесничества заложен разрез 14. Местоположение разреза — слабо дренированная ложбина между невысокими холмами. Почва дерново-подзолисто-глеевая суглинистая на глинистом элювии— делювии плотных пород.

A_0 — 0—2 *см* — моховая хорошо разложившаяся бурая подстилка.

A_1 — 2—6 *см* — крупнозернистый темно-бурый суглинок с обильными корнями растений, свежий.

A_1A_2 — 6—16 *см* — буровато-серый зернистый суглинок с обилием корней растений, сырой, в нижней его части на границе с B расположен почти сплошной крупный щебень кварцита, ниже которого корни

древесных и травянистых растений проникают лишь в небольшом количестве; наблюдается застаивание верховодки.

В — 16—36 *см* — мелкозернистый, почти бесструктурный (мало отличается по цвету от A_1A_2) тяжелый суглинок.

ВС — 36—60 *см* — очень плотная желтая ореховатая глина, обильны обломки породы.

Как видно из приведенных описаний, избыточное увлажнение приводит к некоторой оторфованности аккумулятивных горизонтов и появлению оглеения в профиле почв. Эти признаки более выражены в почвах северной тайги и ослабевают к югу. Аналитические данные (табл. 7) показывают уменьшение в этом же направлении общего количества подвижного железа и возрастание суммы поглощенных катионов и степени насыщенности основаниями.

По резкому преобладанию закисных форм железа над окисными (см. рис. 2), особенно в верхней части профиля, почвы под ельниками хвощевыми существенно отличаются от всех описанных выше. Высокое содержание закисного железа и верховодка в верхних горизонтах связаны, помимо избыточного атмосферного увлажнения, с застойными явлениями при слабом дренаже и плохой водопроницаемости нижележащих горизонтов.

Почвам ельников хвощевых, в сравнении со всеми остальными типами ельников, свойственна наивысшая кислотность (активная и гидролитическая) и наименьшее содержание суммы поглощенных оснований. Однако содержание важных для растений питательных веществ (N, P, K) можно считать достаточным; во всяком случае количество их не меньшее, по сравнению с почвами под более производительными типами леса, описанными выше.

Постоянно действующий фактор застойного увлажнения позволил отнести лесорастительные условия этого типа леса к периодически сырым. Именно неблагоприятный режим увлажнения определяет низкую производительность древостоев ельников хвощевых.

* * *

Обобщая данные о лесных почвах горной части Среднего Урала, следует указать на особенности, присущие почвообразованию во всех типах еловых лесов. По морфологическим признакам горные лесные почвы из-под ельников этой территории отличаются небольшой мощностью почвенного профиля. Близость подстилающих горных пород способствует слабой дифференциации профиля и отсутствию ясно выраженного подзолистого горизонта. Для верхних горизонтов почвенных профилей типичен общий бурый фон окраски. По химическим показателям почвы характеризуются высокой кислотностью, большим содержанием и высокой подвижностью органического вещества, значительным количеством подвижного железа. Почвы бедны основаниями и слабо насыщены. Широкое отношение C : N в аккумулятивных горизонтах свидетельствует об очень слабой энергии разложения органического вещества, значительно более низкой по сравнению с дерновыми горно-лесными почвами высокогорий Урала, описанными К. П. Богатыревым (1947). Однако и в обследованных нами почвах величина отношения C : N изменяется в больших пределах. В частности, наиболее близка энергия разложения растительных остатков в почвах ельников травяных, липняковых, кисличниковых и крупнопапоротниковых, в которых отношение C : N колеблется от 20 до 30. Существенно отличаются от них ельники мшистые и хвощевые, где отношение C : N составляет 30—40, то есть скорость разложения уменьшается в полтора-два раза.

Таблица 7

Результаты химического анализа почв ельников хвощевых

Разрез	Генетический горизонт	Глубина взятия образца, *см*	pH солевой вытяжки	Гидролитическая кислотность, *мг . экв*	Сумма поглощенных оснований, *мг . экв*	Степень насыщенности почв основаниями, %	Гумус, по Тюрину, %	Азот общий, по Кьельдалю, %	C : N	Подвижные соединения, *мг* на 100 *г* почвы				
										P_2O_5, по Кирсанову	K_2O, по Пейве	Железо, по Кирсанову		
												окисное	закисное	сумма
11	A_0	0—5	4,1	—	—	—	—	—	—	17,5	—	12,5	37,5	50
	A_0A_1	5—10	3,0	19,5	1,22	5,87	16,67	0,98	29,4	Следы	46,4	150	100	250
	A_1	10—15	2.7	38,8	1,51	2,71	8,65	—	—	»	13,3	300	10	310
	A_1A_2	20—25	3,05	38,7	5,97	13,3	7,09	—	—	»	8,0	300	10	310
	B	35—40	3,4	38,1	6,65	14,8	0,82	—	—	»	8,0	40	10	50
12	A_0A_1	6—11	3,15	19,36	9,76	33,51	24,8	0,85	50,6	5,0	63,2	50	100	150
	A_1	11—15	2,35	31,67	2,0	5,94	5,37	—	—	Следы	9,5	100	50	150
	B_1	15—55	3,65	14,25	—	—	1,13	—	—	1,25	21,0	40	10	50
	B_2	55—70	3,90	7,74	27,76	78,19	0,49	—	—	1,25	7,6	10	15	25
13	A_0	0—3	—	—	—	—	—	—	—	Следы	—	5,0	12,5	17,5
	A_1	5—10	3,0	25,16	5,9	18,99	5,97	0,42	24,6	»	63,2	25	50	75
	B_1	15—20	3,40	5,98	22,13	78,79	0,55	—	—	»	6,3	20	5	25
	B_2	30—35	3,5	6,51	21,82	77,62	0,64	—	—	»	6,3	30	7,5	37,5
	B_2	45—50	3,5	6,51	24,44	78,96	0,61	—	—	»	7,2	25	12,5	37,5
	BC	60—70	4,35	2,11	29,27	93,27	0,31	—	—	»	10,0	15	10	25
	BC	90—100	4,85	2,05	30,58	93,71	0,34	—	—	»	6,7	10	15	25
14	A_1	2—6	3,2	33,79	11,85	25,96	12,33	0,55	38,7	2,5	24,0	40	10	50
	A_1A_2	6—16	3,6	27,10	12,55	31,65	8,27	—	—	1,25	10,5	40	10	50
	B	30—35	3,65	11,96	9,43	44,08	0,96	—	—	2,5	10,5	40	10	50

Таблица 8

Качественный состав гумуса почвы из-под ельника крупнопапоротникового

Горизонт	Валовой углерод	Гуминовые кислоты, % к почве / к общему С			Фульвокислоты, % к почве / к общему С			Подвижные основания после декальцирования, %				$\frac{C_{г.к}}{C_{ф.к}}$
		1	2	сумма	1а	1	2	сумма	Al_2O_3	Fe_2O_3	R_2O_3	CaO	MgO	
A_1	3,259	0,308 / 12,76	0,607 / 25,16	0,915 / 37,92	0,239 / 9,90	0,517 / 21,43	0,206 / 8,29	0,956 / 39,62	0,554	0,50	1,054	0,11	0,03	0,95

Качественный состав гумуса, судя по данным для дерново-подзолистой почвы ельника крупнопапоротникового (табл. 8), характеризуется преобладанием фульвокислот над гуминовыми кислотами. С высоким содержанием фульвокислот и слабой энергией разложения органического вещества тесно связана высокая подвижность гумуса и его слабая красящая способность.

Имея общие специфические черты, горные лесные почвы различных типов еловых лесов Среднего Урала существенно отличаются друг от друга. Особенно заметны отличия по кислотности и сумме поглощенных оснований в верхних горизонтах профиля. Подтверждением могут служить данные табл. 9, в которой для сравнения использованы средние данные, полученные по гумусовому горизонту (A_1) не только из приведенных выше почвенных разрезов, но и из других аналогичных. Это позволило почвы каждого типа леса охарактеризовать не менее чем по шести образцам. Безусловно, материал таблицы недостаточен для суждения об абсолютном количественном выражении зависимости. В частности, под некоторыми типами леса, особенно с неустойчивым режимом увлажнения, показатели pH и сумма поглощенных оснований колеблются в разных почвенных разрезах довольно значительно (см. табл. 9) [1]. Однако общие качественные закономерности в наших данных выявляются вполне отчетливо. В частности, можно отметить, что кислотность почв по типам леса увеличивается, а содержание поглощенных оснований уменьшается от ельника травяного к ельнику хвощевому. Таким образом, изменения этих показателей в сторону ухудшения почвенного плодородия идут параллельно с изменением режима влажности почв в сторону возрастания степени увлажненности. В этом же направлении отмечается и снижение общей производительности насаждений, с изменением бонитета древостоев от II (III) у ельников травяных до IV (V) у ельников хвощевых. Все перечисленные показатели обнаруживают прямую функциональную зависимость. Зато оказалось невозможным подметить какую-либо зависимость между содержанием в почве фосфора и калия и производительностью древостоев типов леса. Очевидно, это связано с су-

[1] По-видимому, эти колебания обусловлены, главным образом, неодновременностью взятия почвенных образцов в течение вегетационного периода, отличающегося на Среднем Урале большой неустойчивостью по режиму увлажнения и температурным условиям.

Таблица 9

Характеристика гумусового горизонта почв горных еловых лесов Среднего Урала

Ельник	Бонитет спелых и перестойных насаждений	Количество проанализированных разрезов	pH солевой вытяжки		Сумма поглощенных оснований, *мг. экв*	
			среднее	колебания	средняя	колебания
Травяной	II—III	10	4,2	4,1—4,3	16,9	10—23
Липняковый	II—III	10	4,2	4,0—4,3	16,1	15—18
Кисличниковый . . .	III	4	3,8	3,6—3,8	7,1	8—12
Крупнопапоротниковый	III—IV	8	3,5	3,3—4,1	7,0	8—12
Мшистый	IV—III	5	3,3	3,1—3,7	2,5	2,5—4
Хвощевый	IV—V	10	2,8	2,3—3,2	5,1	1,5—11

щественными колебаниями этих показателей в различные периоды вегетационного сезона, не выявленными на нашем ограниченном материале.

Изменения содержания закисных и окисных форм подвижного железа по профилю почв тесно связаны с водным режимом типов леса. Поэтому данные о содержании форм подвижного железа в почвах особенно важны для обоснования и подтверждения принятой нами классификации лесорастительных условий. Для наглядности эти данные показаны графически (см. рис. 2). Как видно из графиков, содержание окисного железа в почвах ельников травяных и липняковых по всему почвенному профилю значительно превосходит содержание закисного, что свидетельствует о хорошей аэрации и отсутствии явлений застойного переувлажнения (преобладание аэробиозиса). Это подтверждает, что местоположения указанных типов леса относятся к устойчиво свежим лесорастительным условиям. В ельнике кисличниковом сохраняется та же закономерность, но разница в содержании закисных и окисных форм железа по горизонтам в отличие от предыдущих типов леса сглаживается, что дает основание отнести этот тип леса к категории устойчиво свежих лесорастительных условий. Еще более сглаживаются различия в показателях закисного и окисного железа в почвах ельника крупнопапоротникового. В верхней части профиля преобладает окисное железо, в средней (на глубине около 25 *см*) наблюдается равное содержание обеих форм, а глубже расхождение их показателей незначительно. Такую особенность рассматриваем как проявление в этих свежих почвах временного избыточного увлажнения в средней части почвенного профиля и подпора почвенно-грунтовых вод снизу. В ельнике мшистом равное содержание закисных и окисных форм железа в верхней части профиля и достаточно широкое расхождение в глубине указывает на застойный характер увлажненности за счет атмосферной влаги и появления верховодки в аккумулятивных горизонтах почв и на отсутствие влияния почвенно-грунтовых вод в плохо водопроницаемых иллювиальных горизонтах. Только в ельнике хвощевом наблюдается преобладание закисного железа над окисным по всему профилю, в верхней и нижней частях. Лесорастительные условия этого типа леса отнесены к периодически сырым. Его водный режим формируется, в основном, под влиянием атмосферного увлажнения и застоя поверхностных почвенных вод.

Заслуживает специального внимания характер изменений свойств почв одного типа леса из различных лесорастительных подзон. Однако не по всем типам леса имеются полные данные, позволяющие провести такой сравнительный анализ. В значительной степени он затруднен отсутствием подбора серий почвенных разрезов на одних и тех

же почвообразующих породах. Лишь по отдельным типам леса можно указать на некоторые закономерности подзональной изменчивости свойств почв. Так, например, в почвах ельника хвощевого с севера на юг закономерно уменьшается кислотность, увеличивается степень насыщенности основаниями и выраженность подзолистого горизонта. Для глубокого выявления подобных интересных и важных закономерностей требуются, однако, дополнительные специальные исследования.

Приведенные данные о почвенных условиях коренных типов еловых лесов горной полосы Среднего Урала характеризуют их далеко не полно и вскрывают лишь основные особенности, позволяя, однако, отметить горный характер почв и их большое потенциальное богатство минеральными питательными веществами, достаточное для формирования среднепроизводительных древостоев. Результаты наблюдений убедительно свидетельствуют о решающем влиянии на лесорастительные условия и производительность лесов влажности почв.

Знание особенностей почвенной среды под преобладающими по площади типами леса позволит более правильно и целенаправленно проводить на территории лесного горного Среднего Урала лесохозяйственные мероприятия, направленные на повышение производительности лесов и усиление их защитной роли.

ЛИТЕРАТУРА

Богатырев К. П. Дерновые горно-лесные почвы как особая географическая форма высокогорного почвообразования. «Почвоведение», 1947, № 12.

Горчаковский П. Л. Важнейшие типы горных еловых и сосновых лесов южной части Среднего Урала. Сб. трудов УЛТИ по лесному хозяйству, вып. 3. Свердлгиз, 1956.

Горчаковский П. Л. Некоторые вопросы классификации растительности Урала. Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, вып. 27. Свердловск, 1961.

Зубарева Р. С. Типологическая классификация вырубок темнохвойной тайги Среднего Урала. «Изв. высш. учеб. заведений», Лесной журнал, № 6, Архангельск, 1961.

Иванова Е. Н. Горно-лесные почвы Среднего Урала. Тр. Почвенного ин-та АН СССР, т. 30. М.—Л., 1949.

Иванов Н. Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара. «Зап. геогр. о-ва», т. 1, нов. сер. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948.

Игошина К. Н. Растительность Среднего Урала (научные заметки). «Советская ботаника», 1944, № 6.

Игошина К. Н. Растительность субальп Среднего Урала. Тр. Ботанического ин-та АН СССР, сер. 3 (геоботаника), вып. 8, М.—Л., 1952.

Каменский Г. Г. Горно-лесные почвы Урала. Уч. зап. Уральского гос. ун-та, вып. 15. Свердловск, 1957.

Колесников Б. П. Естественноисторическое районирование лесов (на примере Урала). Сб. «Вопросы лесоведения и лесоводства». М., Изд-во АН СССР, 1960.

Коновалов Н. А. Типы хвойных лесов Урала и их хозяйственное значение. Укр. совещание по лесной типологии (тезисы докладов). Харьков, 1961 (Укр. НИИЛХ).

Милованович Д. Типы лесов Среднего Урала (Н.-Тагильского округа). Пермь, 1928.

Ногина Н. А. Влияние породы на подзолообразование в горной части Среднего Урала. Тр. Почвенного ин-та АН СССР, т. 28, М.—Л., 1948.

Селянинов Г. Т. Климатические возможности развития овощеводства на Среднем Урале. Научный отчет ВИР. М.—Л., Сельхозгиз, 1945.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ЗЫП. 36 ТРУДЫ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 1963

В. П. ФИРСОВА

ВЛИЯНИЕ ОГНЕВОЙ ОЧИСТКИ ЛЕСОСЕК НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЮГО-ВОСТОКА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Специальных работ по изучению водного режима почв на лесосеках, испытавших воздействие огня в результате сжигания порубочных остатков (на огнищах), в литературе нет. Оценивая влияние огня (огневой очистки лесосек, в частности) на почвы исследователи обращали некоторое внимание на изменения водного режима (Н. А. Казанский, 1931; Ю. А. Орфанитский, 1959; М. А. Павловский, 1953; В. П. Тимофеев и З. К. Шумилина, 1936; и др.), но получали противоречивые данные. Одни авторы указывают на иссушающее действие огня, другие — на увеличение влажности почв, некоторые же отмечают отсутствие строгой закономерности в изменении их влажности. Объясняется это, вероятно, тем, что в различных географических, климатических, почвенных и гидрологических условиях влияние огня на водный режим почв неодинаково и единого решения быть не может. Для Урала данные об изменении водного режима почв после действия огня (тоже после лесных пожаров на гарях) вообще отсутствуют. Учитывая все это, мы в 1957—1960 гг. провели такие исследования в лесах юго-восточных районов Свердловской области в пределах южнотаежной и сосновой подзон. (Б. П. Колесников, 1960). Прежде всего нас заинтересовал вопрос об изменении содержания влаги в почве в процессе сжигания порубочных остатков. С этой целью в южнотаежной подзоне Зауралья (Зайковский район, Скородумский леспромхоз) на однолетней вырубке из-под сосняка ягодниково-зеленомошникового II бонитета, на дерново-среднеподзолистой тяжелосуглинистой почве было проведено в мае 1957 г. опытное сжигание порубочных остатков. Во время сжигания замерялась температура почвы (на разных глубинах) под сжигаемой кучей порубочных остатков и в нормальных условиях.

Образцы почв для определения влажности брались до сжигания и непосредственно после него, результаты сопоставлялись с данными для участков огневой очистки лесосек, проведенной в год рубки, то есть за год до нашего опыта (однолетнее огнище). Как видно из табл. 1, в результате нагревания поверхности почвы, связанного с сжиганием порубочных остатков, произошло снижение содержания влаги в верхнем слое почвы по сравнению с исходным (до сжигания) более чем вдвое. Однако наименьшая влажность отмечена в верхнем слое почвы огнища однолетней давности, что, по-видимому, объяснимо дальнейшим

Таблица 1

Влажность дерново-среднеподзолистой тяжелосуглинистой почвы, % от веса абсолютно сухой почвы

Глубина взятия образцов, *см*	До сжигания	После сжигания	На огнище однолетней давности
0—7	139,0	58,0	43,6
7—15	22,5	41,3	22,5
15—20	20,4	23,1	18,7
20—25	29,3	24,9	22,8

Таблица 2

Температура почвы на огнище и вырубке °С

Глубина измерения, *см*	На огнище спустя 2 ч после сжигания	На вырубке, не затронутой огнем
1	265	32
2	105	28
3	75	22
5	60	20
10	50	18
15	20	16
25	15	12

уменьшением количества влаги за счет физического испарения ее с поверхности, лишенной растительности. Обращает внимание повышенное содержание влаги в нижележащем горизонте (7—15 *см*) после сжигания порубочных остатков по сравнению с исходным. Слой с повышенной влажностью, как показали измерения температуры в период сжигания, расположен на границе резкого перехода высокой температуры верхнего слоя почвы в более низкую, близкую к нормальной в этих условиях (табл. 2). Это дает основание предполагать, что повышение количества влаги в слое 7—15 *см* вызвано конденсацией водных паров из нагретого почвенного воздуха верхнего слоя при соприкосновении с ненагретыми нижними слоями почвы. Увеличение содержания влаги в слое 15—20 *см*, при одновременном снижении его в нижележащем горизонте (20—25 *см*) по сравнению с исходным, не исключает возможности появления восходящих токов влаги при горении порубочных остатков.

Почти одновременно с описанным опытным сжиганием порубочных остатков в том же районе исследовалось содержание влаги в дерново-сильноподзолистых тяжелосуглинистых оглеенных почвах из-под более влажного типа леса — сосняка ягодниково-мохового III бонитета. Здесь в 1956 г. проведена рубка по технологии Скородумского леспромхоза (В. И. Малков, 1956) и осенью порубочные остатки, сложенные в валы, сожжены. Обследование проводилось в мае 1957 г., то есть спустя восемь месяцев после сжигания порубочных остатков. Сравнительная оценка влажности почв на огнище, под валом порубочных остатков, оставленных на естественное перегнивание, и на участках вырубки, не подвергшихся действию огня, приведены в табл. 3. Наибольшее содержание влаги в верхних горизонтах наблюдается в почве из-под вала порубочных остатков, а наименьшее — на огнищах. Таким образом, даже в лесорастительных условиях влажного ягодниково-мохового соняка у поверхности огнища зимние и весенние запасы влаги к моменту обследования оказались много ниже, чем на необожженных участках вырубки. В нижележащих горизонтах по содержанию влаги между вариантами (под валом, на вырубке, на огнище) не обнаружено существенных различий. Некоторое повышение влажности, по сравнению с участками под валом и на вырубке, в слоях 15—25 *см* на огнище, объясняется, очевидно, перемещением влаги в связи с сжиганием порубочных остатков.

Рассмотрим еще, в качестве дополнительного примера, изменение влажности почв под огнищами в сосняке ягодниково-моховом III бонитета с березой на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых поч-

Таблица 3

Влажность дерново-сильноподзолистой оглеенной тяжелосуглинистой почвы, % от веса абсолютно сухой почвы

Глубина взятия образцов, *см*	Под валом порубочных остатков	На открытой части вырубки	На огнище
0—5	211,1	118,3	31,7
5—10	216,3	137,2	32,8
10—15	29,1	24,8	21,5
15—20	26,9	23,9	30,6
20—25	25,1	22,3	28,4
25—30	32,1	30,8	29,0
35—40	32,8	31,7	29,9

Таблица 4

Влажность дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы, % от веса абсолютно сухой почвы

Глубина взятия образцов, *см*	На огнище	На вырубке
0—5	47,8	73,5
10—15	28,4	22,1
15—20	23,3	20,5
20—25	—	20,7
25—30	22,0	—
30—35	27,3	28,2
40—45	28,3	29,3

вах в окрестности Свердловска (Мало-Исетское лесничество, кв. 24) также в пределах южнотаежной подзоны.

В 1956 г. в этом насаждении была проведена рубка и одновременно с ней огневая очистка, а наше обследование состоялось летом 1957 г. Результаты сопоставления количества влаги в почвах огнища и необожженного участка вырубки (табл. 4) подтвердили общую закономерность в изменении содержания влаги на огнищах по сравнению с почвами участков, не подвергавшихся действию огня: уменьшение влажности в верхних горизонтах и некоторое накопление ее в нижележащем слое.

Однократные исследования не дают полного представления о запасах и распределении влаги по профилю почв. Поэтому были организованы полустационарные наблюдения за динамикой влажности в течение трех вегетационных периодов (1958—1960 гг.) на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Припышминских боров (Талицкий район Свердловской области), расположенных у северной границы лесостепной зоны. Здесь в условиях сосняка черничникового II бонитета (кв. 158) и сосняка травяно-зеленомошникового I бонитета (кв. 55) в о осенне-зимний период 1957—1958 гг. была проведена вырубка леса с последующим сжиганием порубочных остатков в кучах[1] в марте 1958 г.

Почвы под названными типами леса существенно различаются по механическому составу, что отражается на содержании влаги в них. Почва под сосняком черничниковым представлена легким суглинком, а под сосняком травяно-зеленомошниковым в горизонте A_1 она легкосуглинистая, а в A_2 —песчаная (табл. 5).

Прежде чем перейти к рассмотрению результатов, кратко охарактеризуем погодные условия вегетационных периодов трех лет наблюдения, по данным метеостанции «Тугулым», как наиболее близко расположенной к району исследований. Вегетационные периоды были неравноценными по количеству осадков и по температурному режиму (рис. 1). В 1958 г. сумма осадков за вегетационный период (май — октябрь) составила 164 *мм* с довольно равномерным распределением их в течение сезона. Лето было устойчиво теплым, среднемесячные

[1] На почвах этих же участков одновременно велись наблюдения за изменениями биохимических и микробиологических процессов (см. статьи З. Н. Арефьевой и Г. С. Хреновой в настоящем сборнике). В статье З. Н. Арефьевой приведена характеристика почв и лесной растительности обоих участков.

Таблица 5

Механический состав дерново-подзолистых почв* (по Качинскому, % от веса абсолютно сухой почвы)

Тип леса	Генетический горизонт	Диаметр частиц, *мм*							
		1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,05—0,001	<0,001	физическая глина <0,01	физический песок >0,01
Сосняк черничниксвый . . .	A_1	17,16	25,25	30,52	10,44	7,12	9,51	27,07	72,93
	A_2	21,57	27,65	30,13	8,18	7,06	5,41	20,65	79,35
Сосняк травяно-зеленомошниковый	A_1	37,33	24,04	9,31	4,86	4,69	19,77	29,32	70,68
	A_2	49,12	35,43	6,69	2,48	1,64	4,64	8,76	91,24

* Анализы выполнены Н. Г. Киршиной.

температуры за июнь-август колебались от 18,4 до 19°. Вегетационный период 1959 г. был более влажным по сравнению с 1958 г.: осадки (238 *мм*) выпадали неравномерно с максимумом в июне и минимумом в мае. Наиболее высокие температуры воздуха наблюдались в июле, а в дальнейшем произошло резкое снижение и уже в начале октября температура стала отрицательной. Третий вегетационный период (1960 г.) характеризовался холодной и очень влажной весной и прохладным летом. Из 306 *мм* осадков, выпавших за весь вегетационный период, 101 *мм* пришелся на май. В отличие от двух предыдущих лет наиболее высокая среднемесячная температура наблюдалась в июне, а июль был более холодным и влажным.

Определение влажности проводилось по трем вариантам опыта (огнище, вырубка, нетронутый лес) в пределах толщи почвы до 15 *см*, соответствующей трем верхним генетическим горизонтам (A_0, A_1, A_2). В каждом варианте было заложено по пять пробных площадок и из смешанных образцов брались пробы на влажность из горизонтов A_0 и A_1 в десятикратной и из A_2 — в пятикратной повторности. Наблюдения были начаты в июне 1958 г. и проведены четыре раза (июнь, июль, сентябрь, октябрь), в 1959 г. — шесть раз с месячным интервалом между наблюдениями и дважды (июль, октябрь) — в 1960 г. Как видно из табл. 6, минимум содержания почвенной влаги совпадает с наиболее теплыми и сравнительно сухими месяцами вегетационных периодов (июль, август). Некоторым исключением являются данные 1960 г., когда содержание влаги в почве в июле было почти равным соответствующим величинам в октябре. Повышенная влажность в этом случае обеспечивалась большими весенними запасами влаги в почве. Расходование же их на испарение было замедленным в связи с невысокими летними температурами воздуха и за счет компенсации испарившейся влаги осадками, выпавшими в июле (около 100 *мм*). Наименьшее содержание влаги в почве в течение 3 лет наблюдений обнаружено в июле — августе 1959 г., что также тесно связано с особенностями погоды. Засушливая

весна и высокая июльская температура воздуха (наиболее высокая из трех вегетационных периодов) способствовали снижению содержания влаги в почве, продолжавшемуся и в августе. Обильные осадки, выпавшие в июне, повысили содержание влаги только в двух верхних горизонтах почвы. Осенью запасы влаги в почве увеличиваются. Наивысшее осеннее содержание ее наблюдалось в 1958 г., что соответствует более высокому количеству осадков в сентябре — октябре 1958 г. по сравнению с вегетационными периодами двух других лет.

Наибольший интерес представляет сравнение динамики влажности по вариантам опытов (огнище, вырубка, нетронутый лес) в пределах одного типа лесорастительных условий (типа леса). Такое сопоставле-

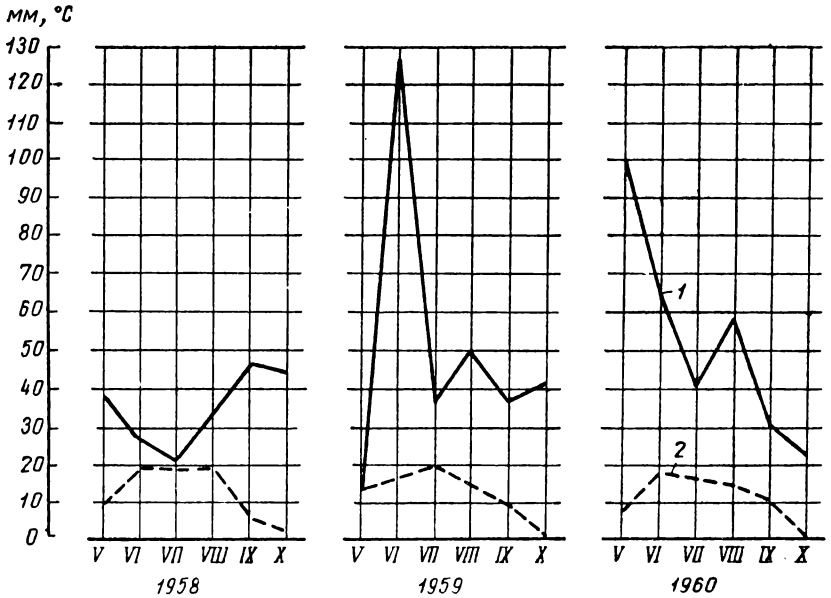


Рис. 1. Осадки и среднесуточная температура за вегетационный период 1958 — 1960 гг. по метеостанции «Тугулым»:
1 — осадки, *мм*; *2* — среднесуточная температура, °С.

ние дает возможность судить об изменениях, вызванных действием огневой очистки лесосек или вырубкой леса. В дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах наблюдается та же, описанная выше, закономерность уменьшения содержания влаги в верхнем слое почв на огнищах по сравнению с другими вариантами опытов (см. табл. 6). Причем эта закономерность устойчиво сохранялась в течение всех трех лет наблюдения. Таким образом, описанное явление можно считать более или менее закономерным и проявляющимся независимо от типа лесорастительных условий и погоды. Другая закономерность — увеличение содержания влаги на огнищах под слоем с пониженной влажностью по сравнению с аналогичными горизонтами вырубок, хотя и проявляется, но выражена далеко не везде одинаково. В сосняке черничниковом, как более влажном типе леса с более тяжелыми по механическому составу почвами, при сравнении с сосняком травяно-зеленомошниковым, это увеличение влаги более явно и значительно. Кроме того, оно сохраняется в течение всего первого года, тогда как в сосняке зеленомошниковом — лишь в первый срок наблюдения.

Таблица 6

Влажность дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Припышминских боров, % от веса абсолютно сухой почвы

Вариант опыта	Глубина взятия образца, *см*	Генетический горизонт	1958 г.				1959 г.						1960 г.	
			Июнь	Июль	Сентябрь	Октябрь	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Июль	Октябрь
Ссняк черничниковый														
Огнище . .	0—2	A_0	38,5	32,6	51,6	59,8	30,6	39,9	12,2	10,1	42,7	47,1	39,7	45,9
	5—8	A_1	41,2	34,7	19,6	28,3	21,4	25,3	16,6	14,8	24,8	37,9	24,4	25,3
	10—15	A_2	22,1	19,1	11,7	17,7	16,7	14,6	14,2	13,2	13,6	17,8	13,5	13,7
Вырубка .	0—5	A_0	48,7	46,8	58,7	58,5	39,3	45,3	33,7	32,4	61,7	66,1	57,1	63,4
	10—15	A_1	30,3	25,0	18,6	22,1	22,8	20,8	20,6	14,9	30,4	41,9	22,3	45,6
		A_2	18,7	11,7	6,0	13,0	16,6	14,8	19,1	11,0	12,7	15,2	10,9	17,6
Лес	0—5	A_0	60,3	58,6	54,7	61,0	41,6	59,8	34,8	30,2	59,0	71,7	63,1	57,0
	5-8	A_1	27,6	23,4	10,5	27,6	27,3	32,0	21,3	20,9	35,0	40,4	35,7	28,8
		A_2	17,2	8,7	6,0	12,8	18,9	14,2	12,9	11,2	11,8	12,3	13,4	12,4
Сосняк травяно-зеленомошниковый														
Огнище . .	0—3	A_0	39,8	36,8	42,3	47,7	53,0	42,6	32,3	40,7	41,3	39,2	43,?	42,2
	5—10	A_1	41,4	21,0	16,3	18,0	24,4	23,1	27,2	23,9	28,5	21,4	25,9	22,5
	10—15	A_2	12,4	13,8	11,8	11,5	16,6	14,6	13,1	10,4	12,8	13,0	13,7	11,1
Вырубка .	0—5	A_0	54,3	48,0	58,4	66,7	63,7	62,0	42,3	61,2	66,1	65,7	59,2	66,5
	5—10	A_1	20,7	21,6	23,4	28,0	39,9	29,8	27,2	20,3	30,8	28,6	28,6	23,4
	10—15	A_2	15,8	7,8	10,6	11,5	16,6	14,9	12,9	9,8	12,5	14,2	13,1	11,9
Лес	0—5	A_0	51,7	45,9	58,5	58,6	52,7	48,1	43,1	46,5	60,9	72,7	59,3	58,2
	5—10	A_1	43,7	12,6	19,8	19,5	32,6	25,3	28,2	17,5	30,1	29,1	28,6	19,3
	10—15	A_2	11,1	6,2	2,9	7,8	12,1	8,4	10,8	10,8	7,8	9,1	7,3	5,5

Остановимся на данных, характеризующих изменение влажности в зависимости от варианта опыта в пределах одного типа леса. Общим для всех вариантов в обоих типах является то, что сезонные колебания влажности наиболее значительны в подстилке и горизонте A_1. В горизонте A_2 амплитуда сезонных изменений резко уменьшается. Другой характерной особенностью распределения влаги является ее уменьшение с глубиной в пределах исследованной толщи почв. Однако эта закономерность в некоторых случаях нарушается на огнищах, на которых содержание влаги в горизонте A_0 оказывается меньше, чем в горизонте A_1. Такое явление наблюдается в теплую часть вегетационного сезона, главным образом, в условиях сосняка черничникового. Объясняется оно сильным испарением влаги с поверхности огнищ, покрытых темным слоем золы и зависит от интенсивности зарастания огнищ. В сосняке черничниковом огнища в первый год совершенно лишены растительности, а во второй степень покрытия ею едва достигает 30%; на огнищах же в сосняке травяно-зеленомошниковом зарастание начинается уже в первый год, а на второй степень покрытия достигает 100%. Аналогично зарастают и вырубки в этих двух типах леса. В сосняке травяно-зеленомошниковом на второй год они полностью покрываются злаками и разнотравьем, а в сосняке черничниковом покрыты ими менее чем на 70%. Быстрое зарастание вырубок в условиях сосняка травяно-зеленомошникового резко сокращает физическое испарение влаги с поверхности почвы и обеспечивает ей более высокую влажность по сравнению с почвами вырубок в сосняке черничниковом. Таким образом, динамика влажности почв существенно изменяется под влиянием огневой очистки лесосек, и зависят эти изменения от типа лесорастительных условий.

Проследим характер изменения некоторых физических свойств почв на огнищах. В 1960 г. в три срока на описанных площадях проведено определение объемного веса почвы (табл. 7), которое является довольно надежным показателем ее плотности. В октябре, кроме того, был

Таблица 7

Объемный вес почвы, г/см³

Тип леса	Вариант опыта	Генетический горизонт	Срок взятия образцов		
			май	июль	октябрь
Сосняк черничниковый	Огнище свежее	A_1	—	0,71	0,77
		A_2	—	1,65	1,40
	» однолетнее	A_1	0,78	1,10	0,81
		A_2	1,52	1,61	1,33
	» двухлетнее	A_1	1,15	1,36	1,10
		A_2	1,55	1,59	1,45
	Вырубка свежая	A_1	—	1,30	1,83
		A_2	—	1,53	1,59
	» однолетняя	A_1	0,93	0,95	0,78
		A_2	1,57	1,53	1,59
	» двухлетняя	A_1	1,07	0,96	0,71
		A_2	1,49	1,57	1,49
	Лес	A_1	0,81	0,85	0,63
		A_2	1,41	1,44	1,40
Сосняк травяно-зеленомошниковый	Огнище двухлетнее	A_1	0,96	1,02	0,99
		A_2	—	1,44	1,35
	Вырубка двухлетняя	A_1	0,69	0,94	0,79
		A_2	—	1,47	1,40
	Лес	A_1	1,07	0,75	1,02
		A_2	—	1,42	1,40

определен удельный вес твердой фазы (табл. 8). На основании полученных данных произведен расчет общей скважности и воздухообеспеченности почв. Эти показатели существенны для оценки почв с точки зрения возможного успеха на них лесовозобновления. Кроме того, на других, аналогичных описанному ранее, участках в сосняке черничниковом дополнительно взяты для сравнения образцы почв со свежих (непосредственно после сжигания порубочных остатков, кв. 76) и однолетних (кв. 77) огнищ. Сжигание порубочных остатков в первом случае

Таблица 8

Сравнительные показатели физических свойств почв (октябрь 1960 г.)

Тип леса	Вариант опыта	Генетический горизонт	Объемный вес, г/см³	Удельный вес	Общая скважность, %	Объемная влажность, %	Воздухообеспеченность, %
Сосняк черничниковый	Огнище свежее . . .	A_1	0,77	2,55	70,0	16,1	53,9
		A_2	1,40	2,71	48,2	13,2	25,0
	» однолетнее	A_1	0,81	2,50	67,6	24,1	43,5
		A_2	1,38	2,61	47,2	22,9	24,3
	» двухлетнее	A_1	1,10	2,56	57,1	29,6	27,5
		A_2	1,45	2,67	45,7	19,8	25,9
	Вырубка свежая . .	A_1	0,83	2,64	68,6	27,5	41,1
		A_2	1,51	2,74	44,9	21,5	23,4
	» однолетняя	A_1	0,78	2,50	68,9	28,4	40,5
		A_2	1,59	2,59	38,7	23,2	15,5
	» двухлетняя	A_1	0,71	2,67	63,6	32,3	31,3
		A_2	1,49	2,70	44,9	27,7	17,2
	Лес	A_1	0,63	2,40	73,8	18,1	55,7
		A_2	1,40	2,72	48,6	17,3	31,3
Сосняк травяно-зеленомошниковый	Огнище двухлетнее .	A_1	0,99	2,52	60,8	22,2	38,6
		A_2	1,35	2,58	47,7	14,9	32,8
	Вырубка двухлетняя	A_1	0,79	2,40	67,1	18,4	48,7
	Лес	A_1	1,02	2,55	60,0	19,6	40,4
		A_2	1,40	2,60	46,2	7,7	38,5

производилось в июле 1959 г., а во втором — в июне 1960 г. Объемный вес определялся в пятикратной повторности на образцах из горизонтов A_1 и A_2 по трем вариантам (огнище, вырубка, лес) и по «возрасту» (свежие, однолетние и двухлетние огнища). Не останавливаясь на изменении величины объемного веса (см. табл. 7) в зависимости от срока взятия образца, поскольку наши данные для этого недостаточны, рассмотрим лишь его изменение по вариантам опыта. Общей закономерностью является увеличение объемного веса с глубиной. Наиболее существенные изменения по всем вариантам наблюдаются в горизонте A_1, тогда как в горизонте A_2 они незначительны. В горизонте A_1 изменения (см. табл. 7) сводятся к тому, что на свежих и однолетних огнищах объемный вес меньше, чем на вырубке соответствующего возраста, но несколько больше, чем в лесу. С возрастом на огнищах объемный вес увеличивается, а следовательно, почва уплотняется. Эта закономерность, но менее отчетливо, выражена и на вырубках.

С изменением объемного веса изменяется общая скважность и воздухообеспеченность почв: чем больше объемный вес, тем меньше значения этих показателей (см. табл. 8). Полученные данные свидетельствуют об улучшении аэрации на свежих и однолетних огнищах, по сравнению с аналогичными вырубками, и об ухудшении—на двухлетних. Аэрация почв по всем вариантам опытов уменьшается с глубиной. Однако на двухлетних огнищах в обоих типах леса почва настолько уп-

лотняется, что воздухообеспеченность в горизонте A_1 становится почти равной ее величине в горизонте A_2.

Таким образом, физические свойства почв претерпевают существенные изменения под действием температур, возникающих при сжигании порубочных остатков. Это подтверждается данными микроагрегатного анализа почв, которые, кроме того, объясняют и причину изменений, происходящих в почве под действием сжигания порубочных остатков. Обжигу были подвергнуты пять образцов почв с вырубок (каждый с трехкратной повторностью), взятых из гумусового горизонта на лесосеке в сосняке черничниковом (кв. 77). Воздушно-сухие образцы почв, пропущенные через сито с отверстием 1 *мм*, помещались в фарфоровые тигли и прокаливались в муфельной печи в течение шести часов при температуре около 400°. Микроагрегатный состав определялся в прокаленных и непрокаленных образцах.

Полученные данные (рис. 2), в согласии с имеющимися в литературе (В. А. Ковда и Т. А. Лобанова, 1947), показывают, что в результате обжига происходит увеличение агрегатов 1—0,05 *мм* при одновременном уменьшении более мелких. Причем, чем мельче агрегаты, тем значительнее уменьшение их количества после обжига по сравнению с исходным (до прокаливания). Безусловно, обжиг, проведенный в лабораторных условиях, значительно отличается от «природного». Однако, как показало сравнение состава агрегатов (табл. 9) по вырубке (кв. 77) и на свежем огнище (кв. 158), описанная закономерность сохраняется, но в несколько ином количественном выражении. Отклонение отмечено на свежем огнище в кв. 158, где обнаружено увеличение содержания агрегатов 1—0,25 *мм* по сравнению с вырубкой. Причина заключается, очевидно, в различной интенсивности прогревания почвы при сжигании

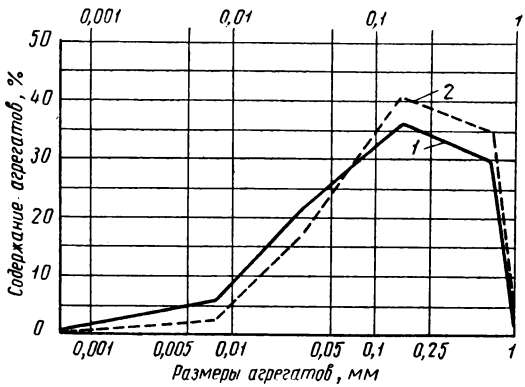


Рис. 2. Влияние обжига на микроагрегатный состав почв:

1 — образец почвы до прокаливания; *2* — то же после прокаливания.

Таблица 9

Результаты микроагрегатного анализа горизонта A_1 дерново-подзолистых почв из-под сосняка черничникового, %

Вариант опыта	Диаметр частицы, *мм*					
	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001
Кв. 77						
Вырубка . . .	31,60	36,52	20,93	5,58	4,47	0,90
Огнище свежее	33,80	37,61	21,77	4,17	2,28	0,57
Огнище двухлетнее . . .	25,39	41,86	25,13	4,61	2,28	0,73
Кв. 158						
Вырубка . . .	30,49	36,35	21,42	5,83	4,73	1,18
Огнище свежее	26,52	42,84	22,69	5,14	2,04	0,77

порубочных остатков. В этом случае сжигание проводилось весной при высокой влажности почвы и, естественно, температурное воздействие было слабее, чем в первом случае, при летнем сжигании.

Укрупнение агрегатов после обжига должно способствовать более рыхлому сложению почвы а следовательно, и улучшению аэрации. Такое улучшение почв, как отмечено выше нами, наблюдалось на свежих и, в меньшей степени, на однолетних огнищах. На двухлетних огнищах физические свойства почв ухудшаются. В полном соответствии с этим выводом находятся и ранее опубликованные об увеличении дисперсности почв с возрастом огнищ (В. П. Фирсова, 1960). Ухудшение физических свойств почв огнищ с возрастом нужно связывать с изменением водопрочности агрегатов. Как показали исследования В. А. Ковды и Т. А. Лобановой (1947), при обжиге брикетов кислого сухого суглинка при температуре 200° (то есть аналогичной нашей) водопрочность агрегатов уменьшилась. Авторы предполагают, что снижение прочности грунтов происходит за счет изменения природы и выгорания органического вещества, цементирующего грунт.

ВЫВОДЫ

1. Огневая очистка лесосек на дерново-подзолистых почвах под свежими сосняками южнотаежных и предлесостепных районов юго-востока Свердловской области приводит к существенным изменениям водного режима почвы на огнищах. Эти изменения непосредственно после сжигания выражаются в уменьшении влаги в верхних горизонтах почвы и накоплении ее в небольшом количестве на некоторой глубине.

2. На огнищах происходит быстрое расходование зимних и весенних запасов влаги, а в течение теплого времени года содержание ее подвержено резким колебаниям, что должно неблагоприятно отражаться на лесовозобновлении. По мере зарастания огнищ сезонные колебания влаги в почве под ними смягчаются, но влажность почвы в течение трех лет наблюдения оставалась ниже, чем на вырубке и под пологом леса.

3. Выявилась зависимость динамики влажности почв под огнищами от лесорастительных условий (типа леса).

4. Обжиг почв приводит к изменению состава микроагрегатов и уменьшению их водопрочности, что влечет за собой ухудшение физических свойств почв, особенно с увеличением возраста огнищ.

5. Лесокультурные работы на огнищах (или на гарях) должны проводиться в первый год после огневой очистки (или воздействия на почву огня), так как в последующем водно-физические свойства почв окажутся менее благоприятными для роста молодых древесных растений.

ЛИТЕРАТУРА

Казанский Н. А. Опыты по изучению влияния огня на возобновление сосны. Сб. «Исследования по лесоводству». М.—Л., Сельхозгиз, 1931.

Ковда В. А. и Лобанова Т. А. Закрепление почво-грунтов методом обжига и прогревания. «Почвоведение», 1947. № 5.

Колесников Б. П. Естественноисторическое районирование лесов (на примере Урала). Сб. «Вопросы лесоведения и лесоводства». М., Изд-во АН СССР, 1960.

Малков В. И. Опыт лесосечных работ в Скородумском леспромхозе. Свердлгиз, 1956.

Орфанитский Ю. А. О почвенных условиях кипрейно-паловых вырубок. Сб. «Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве». Архангельск, (Институт леса и лесохимии АН СССР). 1959.

Павловский М. А. Освоение земель нечерноземной полосы. М., Сельхозгиз, 1953

Тимофеев В. П. и Шумилина З. К. Очистка лесосек. М., Гослесбумиздат, 1936.

Фирсова В. П. Об изменении физико-химических свойств некоторых почв Урала под влиянием лесных пожаров. Лесной журнал, 1960, № 1.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 36 ТРУДЫ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 1963

З. Н. АРЕФЬЕВА

ВЛИЯНИЕ ОГНЯ НА НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

ИЗМЕНЕНИЯ В СОДЕРЖАНИИ АММИАЧНОГО АЗОТА, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ПОЧВАХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Давно установлено, что высокие температуры, вызванные лесными пожарами, выжиганием кустарников и травянистой растительности или сжиганием порубочных остатков на лесосеках, вносят существенные изменения в почвенный покров. Они заметно влияют на развитие растительности и на свойства самих почв (Н. Н. Степанов, 1925; В. З. Гулисашвили, 1931; Н. А. Казанский, 1931; М. Е. Ткаченко, 1931а, 1931б; В. М. Перштейн, 1949, 1951; И. С. Мелехов, 1944, 1947; А. Г. Трутнев и В. Н. Былинкина, 1951; А. А. Корчагин, 1954; Б. П. Колесников, 1958; М. А. Павловский, 1953; В. П. Фирсова, 1960б; и др.). В лесоводственной практике с давних времен пользуются огнем как средством очистки лесосек от порубочных остатков. В начале 1930-х годов в целях научного обоснования метода огневой очистки в нашей стране был опубликован ряд работ, посвященных изучению действия огня на физико-химические и микробиологические свойства почв, но большинство выводов имело предварительный характер и коснулось лишь некоторых сторон проблемы (Н. Н. Степанов, 1925; Н. Н. Сушкина, 1931; М. Е. Ткаченко, 1931а и 1931б). В частности, почти не был затронут вопрос о действии высоких температур на биохимические процессы в почвах. В дальнейшем такие исследования в СССР почти не проводились, и интерес к ним вновь возник лишь в самые последние годы. В результате опубликованы интересные сообщения (Ю. А. Орфанитский, 1959; В. В. Иванов, 1959; М. А. Федченко, 1959; В. П. Фирсова, 1960а), частично затрагивающие биохимические свойства почв, испытавших действие огня (изучение фракционного состава гумуса и некоторых форм азота). Среди иностранных работ заслуживают внимания исследования Р. Остина и Д. Бейсингера (R. Austin and Baisinger, 1955), Р. Бернса (R. Burns, 1952), А. Сэмпсона (A. Sampson, 1944). За рубежом, как видно из обзора В. П. Фирсовой (1960б) и К. Девиса (K. Davis, 1959), вопросы о влиянии огня на физико-химические и биохимические особенности почв разрабатываются неглубоко.

Лаборатория лесоведения Института биологии Уральского филиала АН СССР в течение 1958—1961 гг. проводила комплексное изучение

влияния огня на физико-химические, биохимические и микробиологические процессы в лесных почвах Урала и Зауралья[1]. В этих исследованиях, связанных с проблемой изучения естественного возобновления на вырубках, огонь рассматривается как почвообразующий фактор, а огневая очистка лесосек от порубочных остатков — как санитарное почвенно-лесомелиоративное мероприятие. Автором изучались биохимические процессы, происходящие в почве под действием огня, связанные с образованием CO_2, NH_3, NO_3 и гидролизуемого азота, то есть продуктов, характеризующих степень разложения органического вещества.

Существует мнение, что органическая часть почвы и подстилки под действием высоких температур при лесных пожарах и других формах воздействия огня полностью уничтожается (Н. Н. Степанов, 1925; Н. П. Ремезов, Л. Н. Быкова, К. М. Смирнова, 1959; М. А. Павловский, 1953; В. В. Иванов, 1959), в связи с чем количество азота в почве резко сокращается, а стерилизация ее, вызванная высокой температурой, временно задерживает микробный синтез азотистых соединений (Ю. А. Орфанитский, 1959; Г. Гессельман, по А. А. Корчагину, 1954). Другие исследователи утверждают, что высокие температуры повышают активность почвенной микрофлоры, вызывают бурное развитие биохимических процессов — аммонификацию, нитрификацию, денитрификацию и др (Н. Н. Сушкина, 1931; R. Burns, 1952). Наконец, высказаны соображения, что образование азотистых соединений в почве при высоких температурах, возможно, идет и без участия микроорганизмов, за счет процессов химического окисления органического вещества (М. О. Хлустикова-Дикусар, 1936). Кроме того, в литературе отсутствуют количественные показатели, характеризующие биохимическую активность почв при действии на них высоких температур. Учитывая все это, мы остановились прежде всего на изучении азотистых соединений, составляющих основу биохимических реакций в почве. Мы пытались выяснить, как складывается азотный режим в почве под влиянием высоких температур и какие изменения происходят в балансе азота в почве, подвергшейся воздействию огня. Все эти вопросы очень слабо освещены в литературе.

В настоящей статье обобщены наблюдения, касающиеся, в основном, характера изменений, происходящих под влиянием огня, в содержании аммиачного азота в почвах различного механического состава из-под разных типов леса. Аммиачный азот выделен потому, что, как известно, ему принадлежит важнейшая роль в азотном питании древесных пород в условиях дерново-подзолистой почвенной зоны. В последующем надеемся осветить влияние огня на азотный режим лесных почв в более широком плане, включая динамику содержания нитратного, гидролизуемого и общего азота.

Объекты и методика исследований

Припышминские сосновые боры, расположенные в юго-восточной части Свердловской области, на водно-континентальных наносах четвертичного возраста, сравнительно хорошо изучены в почвенном и лесоводственном отношениях (П. И. Чудников, 1931; Б. В. Надеждин, 1960; Р. С. Зубарева, 1960; С. Н. Санников, 1960, 1961). Они интенсивно эксплуатируются и нуждаются в разработке эффективных методов возобновления леса на вырубках. Исследования проводились в Талицком лесничестве в двух типах леса: сосняках черничниковом и травяно-зелено-

[1] В работе принимали участие, помимо автора, В. П. Фирсова и Г. С. Хренова, статьи которых публикуются в настоящем сборнике. Часть материалов опубликована ранее (В. П. Фирсова и З. П. Арефьева, 1960; В. П. Фирсова, 1960а) или находится в печати.

мошниковом, как наиболее распространенных в данном районе и заметно отличающихся по почвенным условиям и особенностям лесовозобновительного процесса после рубки (С. Н. Санников, 1960, 1961).

Работа выполнялась на производственных лесосеках (кв. 55 и 158), вырубленных в зиму 1957—1958 гг., на которых порубочные остатки были сожжены в больших кучах примерно за месяц до начала наших опытов, то есть поздней весной 1958 г. В каждом типе леса в июне 1958 г. были заложены пробные площади в трех вариантах: под пологом леса, смежного с вырубкой участка того же типа леса (контроль), на однолетней вырубке и на огнище той же вырубки. Известно, что биохимические процессы в почвах весьма динамичны и связаны с изменением гидротермических условий. Для учета влияния этих процессов исследования проводились в динамике (в течение 1958—1961 гг.). Почвенные образцы в 1958 г. брались четыре раза (в июне, июле, сентябре и октябре), а в 1959 г. в течение всего вегетационного периода 6 раз (с мая по октябрь) и для завершения годичного цикла наблюдений — еще дополнительно в декабре и марте. В последующие два года число летних наблюдений было сокращено до трех, а зимние наблюдения проводились в том же порядке.

Кроме того, чтобы выяснить влияние различной интенсивности обжига почвы на биохимические процессы, на вырубке в сосняке черничниковом было проведено опытное сжигание порубочных остатков в малых кучах высотой до 0,5 *м* на участке площадью 18 $м^2$ (кв. 77) и в крупных кучах высотой 1,0—1,2 *м* площадью 8 $м^2$ (кв. 76). Наконец, на вырубке в том же типе леса с помощью паяльной лампы произведен обжиг почвы двух участков (площадью 1 $м^2$ каждый) без сжигания на них порубочных остатков. При слабом обжиге (участок — пал № 1) имитировалось прохождение по вырубке беглого огня; подстилка при этом не уничтожалась огнем, а только произошло обуглизание верхней части мохового покрова. При сильном обжиге (участок — пал № 2) имитировался сильный низовой пожар; верхняя часть подстилки сгорала полностью, а нижняя обуглилась. Различная сила обжига регулировалась длительностью воздействия на подстилку пламени паяльной лампы. Дополнительно исследовались также почвы лесной гари, взятые с участка после сильного верхового и низового пожара в мае 1959 г. в насаждении типа сосняка травяно-зеленомошникового (кв. 67, участок — гарь).

Методика взятия почвенных образцов была принята следующая: в лесу и на вырубках образцы брались по генетическим горизонтам (A_0, A_1 и A_2). На огнищах, в основном, также придерживались генетических горизонтов, но слой золы вместе с обуглившейся подстилкой (образуется при сжигании порубочных остатков и подстилки) объединялся в один и условно обозначался A_0; его мощность обычно колебалась от 1 до 3—4 *см*. Лишь на участках опытного сжигания, в связи с неполным сгоранием подстилки при сжигании порубочных участков в малых кучах, дополнительно взяты также образцы из слоя слабо обуглившейся подстилки, расположенной под слоем золы (горизонт A_0). Во всех вариантах опыта образцы брали из пяти точек, тщательно перемешивали в поле, упаковывали в пергамент и доставляли в лабораторию на анализ.

Краткая морфологическая и химическая характеристика почв пробных площадей

В работах С. Н. Санникова (1960, 1961), Р. С. Зубаревой (1960) и Б. В. Надеждина (1960) дана характеристика природных и почвенных условий в изучавшихся типах леса. Поэтому приведем лишь основные данные по характеристике опорных опытных участков (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Механический состав почв опытных участков *

Почва, тип леса	Горизонт	Глубина взятия образцов, *см*	Содержание фракций,** %						Сумма фракций <0,01
			>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	
Дерново-сильноподзолистая, сосняк черничниковый (участок 1)	A_1	5—8	17,16	25,25	30,52	10,44	7,12	9,51	27,07
	A_2	10-25	21,57	27,65	30,13	8,18	7,06	5,41	20,65
	B_1	30--40	2,84	24,24	24,03	6,37	9,10	33,42	48,89
	C	105—120	0,09	30,75	32,33	8,03	8,56	20,24	36,83
Дерново-подзолистая, сосняк травяно-зеленомошниковый (участок 2)	A_1	5—10	37,33	24,04	9,31	4,86	4,69	19,77	29,32
	A_2	15—25	49,12	35,43	6,69	2,48	1,64	4,64	8,76
	B_1	45—55	44,10	27,47	4,64	3,55	6,91	13,33	23,79
	C	95—110	29,82	1,84	10,04	26,57	5,62	26,11	58,30

* Анализ выполнен А. Г. Каршиной.
** Размер частиц дан в миллиметрах

Таблица 2

Результаты химического анализа почв опытных участков

Почва, тип леса	Горизонт	Глубина взятия образца, *см*	pH солевой вытяжки	Гумус по Тюрину, %	Обменная кислотность, по Соколову			Гидролитическая кислотность, *мг · экв*	Сумма поглощенных оснований, *мг · экв*	Степень насыщения основаниями, %
					$H^{\cdot}$	$Al^{\cdots}$	$H^{\cdot}+Al^{\cdots}$			
Дерново-сильноподзолистая, сосняк черничниковый (участок 1)	A_1	5—10	5,2	3,55	0,123	0,227	0,350	5,2	6,6	55,9
	A_2	10—25	4,4	0,51	0,031	0,124	0,155	1,48	2,38	61,6
	B_1	35—50	4,8	0,65	0,082	0,206	0,288	2,8	15,1	84,3
	B_2	60—80	4,8	—	0,82	0,587	0,669	2,97	13,4	81,8
	C	100--120	5,0	—	0,072	0,381	0,453	2,31	9,62	80,8
Дерново-подзолистая, сосняк травяно-зеленомошниковый (участок 2)	A_1	6—12	5,6	5,78	0,072	0,216	0,228	8,26	14,52	63,74
	A_2	15—25	4,4	0,49	0,031	0,268	0,299	1,97	5,10	72,1
	B_1	30-45	4,6	0,38	0,041	0,330	0,371	1,27	5,92	83,4
	B_2	45—60	4,6	—	0,048	0,268	0,316	1,66	13,9	89,3
	C	95—100	5,4	—	0,072	0,134	0,206	2,64	14,34	84,5

Участок 1. Сосняк черничниковый (кв. 158) занимает пологий склон северной экспозиции. Состав древостоя 8С2Б, возраст 90—100 лет, полнота 0,8, бонитет II, рыхлый живой напочвенный покров образован зелеными мхами, черникой, лесным мелкотравьем, папортником-орляком, злаками. Почва сформировалась на двучленных наносах (легкие опесчаненные суглинки, подстилаемые средними суглинками) и относится к подтипу дерново-сильноподзолистых. Эти почвы характеризуются не всегда четко выраженным гумусовым горизонтом, имеющим небольшую мощность (3—4 *см*), рыхло-комковатую структуру, сравнительно низкое содержание органического вещества (3,5% гумуса) и хорошо выраженный мощный элювиальный горизонт (A_2), представленным опесчаненным легким суглинком. Иллювиальные горизонты с хорошо выраженной призматической структурой образованы коричнево-бурыми суглинками, они постепенно переходят в более светлоокрашенную материнскую породу. Профиль почвы нашего участка имеет следующее строение.

A_0 — 0—5 *см* — подстилка делится на два подгоризонта; верхняя часть ее состоит из зеленых мхов, опада хвои и веток, нижняя часть — полуразложившаяся аморфная масса, темно-бурого цвета, пронизана множеством грибных гиф.

A_1 — 5—8 *см* — гумусовый горизонт слабо выражен; светло-серого цвета рыхлокомковатой структуры легкий суглинок, обильно пронизанный корнями растений.

A_2 — 9—28 *см* — элювиальный горизонт белесоватого цвета, слоевато пластинчатой структуры; уплотненный легкий опесчаненный суглинок.

B_1 — 29—65 *см* — коричнево-бурый призматической структуры тяжелый суглинок.

B_2 — 65—85 *см* — желтовато-бурый суглинок с большим количеством охристых пятен, более легкий по махническому составу.

BC — 86—140 *см* — светло-палевый пылеватый суглинок, плотный, сырой.

Участок 2. Сосняк травяно-зеленомошниковый (кв. 55) расположен в верхней трети пологого склона южной экспозиции. Состав древостоя 10СедЕБ, возраст 100—120 лет, полнота 0,9, бонитет I. Живой напочвенный покров образован пятнами зеленых мхов, злаками, папоротником-орляком и лесным разнотравьем.

Под сосняками травяно-зеленомошниковыми формируются нормальные дерново-подзолистые почвы. Для них характерны: четко выраженный аккумулятивный горизонт мощностью 10—12 *см* с содержанием гумуса до 6%, легкий механический состав и растянутость бесструктурного элювиального горизонта (A_2), который постепенно переходит в более темноокрашенный иллювиальный горизонт, представленный сильно метаморфизованным легким суглинком, подстилаемым опесчаненными глинами. Профиль почвенного разреза на нашем участке имеет следующий вид.

A_0 — 0—6 *см* — подстилка, верхняя часть ее состоит из ризоид мха, хвои и листьев, нижняя часть — полуразложившаяся масса темно-коричневого цвета.

A_1 — 6—14 *см* — гумусовый горизонт хорошо выражен, темно-серого цвета, рыхлый, комковатой структуры; легкий песчаный суглинок. Обильно пронизан корнями, переход к A_2 постепенный.

A_2 — 15—35 *см* — белесовато-желтоватого цвета, бесструктурный свежий, рыхлый песок.

B_1 — 35—55 *см* — желтовато-бурый легкий опесчаненный суглинок с охристо-бурыми пятнами (окислы Fe и Mn).

B_2 — 55—75 *см* — буроватый, плотный тяжелый суглинок, с признаками оглеения, сыроватый, с большим количеством железистых пятен.

BC — 75—100 *см* — более светлый, сырой глееватый опесчаненный, тяжелый суглинок.

Морфологические различия в профиле обеих почв сводятся, в основном, к различной степени выраженности горизонтов A_1 и A_2 по окраске, мощности и механическому составу (см. табл. 1). В весенний период в сосняке зеленомошниковом наблюдается верховодка (на глубине 40—60 *см*). В химическом отношении почвы имеют более существенные различия (см. табл. 2). Под сосняком черничниковым они бедны гумусом (3,5%), обладают сравнительно высокой обменной кислотностью, обусловленной, главным образом, алюминием, бедны поглощенными основаниями. Почвы из-под сосняка травяно-зеленомошникового значительно богаче гумусом (5,7%) и, поглощенными основаниями, степень насыщенности выше. Степень оподзоленности по химическим показателям у обеих разностей почв выражена отчетливее, чем по морфологическим (см. табл. 2).

Участки, где проведено опытное сжигание порубочных остатков (кв. 77 и 76) и экспериментальное выжигание подстилки, находятся в аналогичных лесорастительных условиях с сосняком черничниковым (участок 1), а поэтому отдельные характеристики их почв не приводятся. То же относится к участку — гарь, по сосняку травяно-зеленомошниковому.

Результаты исследований

На основании исследований можно сказать, что воздействие огня на лесную почву вызывает существенные изменения в биохимических процессах во всех горизонтах, испытавших влияние высоких температур, но прежде всего верхних органогенных (A_0 и A_1). Однако содержание азота, в частности аммиачного, и его динамика в обожженных лесных почвах различаются в зависимости от характера и степени воздействия огня на почву.

При сжигании порубочных остатков большими кучами обычно происходит почти полное выгорание подстилки, а в связи с этим — потеря значительной части как общего, так и аммиачного азота. Но в гумусовом горизонте при этом наблюдается резкое увеличение аммиака[1], превышающее его содержание в почве вырубки или под пологом леса (табл. 3, рис. 1 и 2).

Таблица 3

Динамика содержания аммиака в почве на опытных участках в 1958 г.

Вариант опыта	Горизонт	Глубина взятия образца, *см*	Июнь		Июль		Сентябрь		Октябрь	
			NH_3, *мг/кг*	влажность почвы, %	NH_3, *мг/кг*	влажность почвы, %	NH_3, *мг/кг*	влажность почвы, %	NH_3, *мг/кг*	влажность почвы, %
Сосняк черничниковый										
Огнище . .	A_0	0—3(4)	94,06	38,5	110,4	32,6	245,1	46,9	168,0	59,8
	A_1	3(4)—8	418,2	41,3	341,2	34,4	322,6	19,6	235,0	28,3
	A_2	9—17	50,3	22,1	75,6	19,1	172,2	11,7	37,0	17,7
Лес	A_0	0—5	300,0	60,3	189,0	58,6	430,0	54,7	103,3	61,0
	A_1	6—10	75,9	27,6	27,25	23,4	256,7	10,5	11,9	27,6
	A_2	10—18	36	17,2	18,0	8,7	104,1	6,0	11,5	12,8

[1] Попутно заметим, что при воздействии огня на почву потерь общего азота в гумусовом горизонте также не происходит.

Таблица 3 (продолжение)

Вариант опыта	Горизонт	Глубина взятия образца, *см*	Июнь		Июль		Сентябрь		Октябрь	
			NH_3, *мк/кг*	Влажность почвы, %	NH_3, *мк/кг*	Влажность почвы, %	NH_3, *мг/кг*	Влажность почвы, %	NH_3, *мг/кг*	Влажность почвы %
Вырубка .	A_0	0—5	216,0	48,7	99,0	48,8	595,0	58,7	84,5	52,5
	A_1	6—10	54,7	40,3	44,8	25,0	259,5	18,6	16,0	22,1
	A_2	11—18	43,3	18,7	20,4	11,7	106,8	6,0	11,0	13,0
Сосняк травяно-зеленомошниковый										
Огнище . .	A_0	0—3(4)	24,52	9,8	182,5	36,8	222	42,3	90,6	47,7
	A_1	3—(4)8	98,6	41,4	226,4	21,0	131,8	16,3	109,8	18,0
	A_2	9—17	29,1	12,5	70,8	13,8	111,5	11,8	51,5	11,4
Лес	A_0	0—5	29,0	51,7	76,6	45,9	620,0	58,5	67,2	53,7
	A_1	6—11	22,4	43,7	32,2	12,6	210,8	19,8	9,0	19,5
	A_2	12—18	16,7	11,1	19,6	6,2	101,1	12,9	10,0	7,8
Вырубка .	A_0	0—5	74,2	54,3	128,1	58,4	561,7	58,0	86,7	66,7
	A_1	6—12	21,2	20,7	24,0	21,6	225,4	23,4	8,8	28,3
	A_2	12—18	31,86	15,8	17,7	7,8	100,7	10,6	6,94	11,5

Для проверки данных, полученных на огнищах, возникших после сжигания порубочных остатков в больших кучах в производственных условиях, были проведены упоминавшиеся опытные сжигания и обжиг почвы. Исследование опытных образцов почв показало, что в золе огнищ содержалось до 42,1 *мг/кг* аммиачного азота, а в гумусовом горизонте (A_1) его количество возрастало во много раз в сравнении с необожженной почвой (табл. 4). Такое, почти мгновенное, увеличение

Таблица 4

Динамика содержания аммиака (*мг/кг*) в почвах участков опытного сжигания в различных экологических условиях сосняка черничникового (кв. 77) в 1959—1960 гг.

Вариант опыта	Горизонт	Глубина взятия образца, *см*	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Огнище	A_0	0—1	42,15	41,75	123,4	84,64	96,5
	A_0A_1	2—3	359,1	109,7	322,3	189,2	213,0
	A_1	3—7	134,0	46,1	89,15	127,9	136,7
	A_2	9—15	19,63	22,1	25,36	11,25	31,0
Вырубка	A_0	0—3	—	74,35	—	48,0	101,45
	A_0A_1	3—6	189,75	59,0	114,36	92,9	28,9
	A_1	7—10	26,46	23,1	14,15	16,64	17,6
	A_2	10—17	34,8	20,6	15,86	11,5	13,3
Лес	A_0	0—3	—	—	—	—	99,1
	A_0A_1	3—5	—	47,4	140,1	55,7	16,27
	A_1	6—10	—	21,26	46,1	18,07	9,65
	A_2	10—17	—	22,2	28,5	21,7	11,4
Пал № 1 (слабый)	A_0	0—5	80,2	212,2	785,4	166,5	210,2
	A_1	5—10	35,66	122,5	373,6	175,7	57,7
	A_2	10—16	13,1	34,7	35,8	69,87	12,75
Пал № 2 (сильный)	A_0	0 - 4	56,46	233,1	663,5	127,8	171,2
	A_1	4—10	104,8	121,0	49,6	37,4	57,5
	A_2	10—16	19,43	28,1	34,0	19,3	19,7

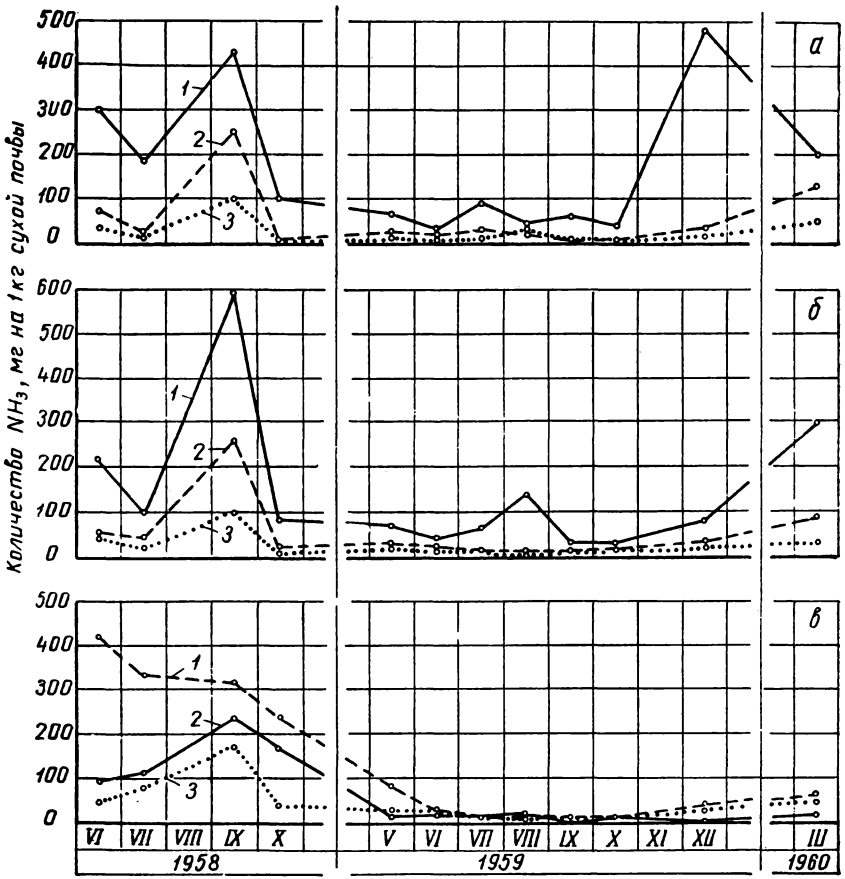


Рис. 1. Сезонные изменения содержания аммиака в почвах сосняка черничникового в различных экологических условиях за 1958—1959 гг.

а — под пологом леса; *б* — на вырубке; *в* — на огнище; *1* — A_0; *2* — A_1; *3* — A_2.

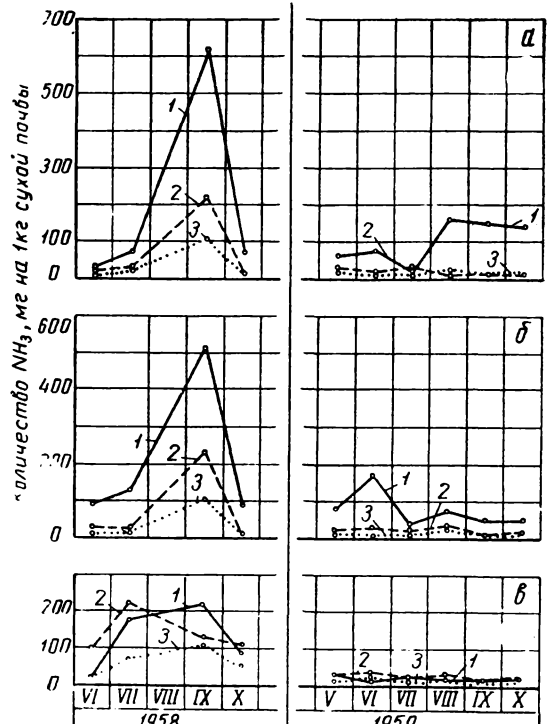


Рис. 2. Сезонные изменения содержания аммиака в почвах сосняка травяно-зеленомошникового в различных экологических условиях за 1958—1959 гг

а — под пологом леса; *б* — на вырубке; *в* — на огнище; *1* — A_0; *2* — A_1; *3* — A_2.

аммиачного азота, безусловно, нельзя объяснить усилением биохимических процессов под действием огня. Очевидно, что увеличение содержания аммиака в почве вскоре после обжига происходит не за счет возрастания количества и массы аммонифицирующих бактерий, а в результате других процессов. Только дальнейшее увеличение содержания NH_3 обязано развитию аммонифицирующих бактерий. По-видимому, следует признать, что действие высоких температур вызывает в органогенных горизонтах почвы глубокие химические превращения, в силу которых происходит разрушение аминов и амидов органического вещества подстилки и гумусового горизонта с выделением NH_3 без участия микроорганизмов.

Наблюдения на участках с различной интенсивностью обжига почвы (слабый и сильный пал) показали неодинаковую степень влияния обжига на содержание аммиака в почвах (см. табл. 4, рис. 3). На участке

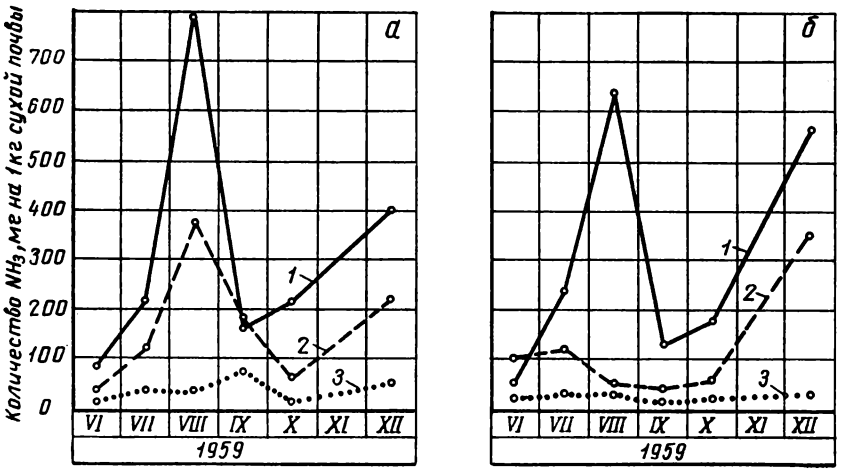


Рис. 3. Влияние различной интенсивности обжига подстилки на содержание аммиака в почве сосняка черничникового.
а — слабый пал (пал № 1); *б* — сильный пал (пал № 2);
1 — A_0; *2* — A_1; *3* — A_2.

слабого пала в слое обожженной подстилки (A_0) обнаружено значительное количество аммиака (80 *мг/кг*), тогда как в гумусовом горизонте (A_1) его много меньше, хотя и чуть больше, чем на вырубке. Наоборот, при сильном пале и на огнище содержание аммиака особенно резко возрастает в A_1 (до 104,8 *мг/кг* на сильном пале и до 359,1 *мг/кг* на огнище) в сравнении со слоем обожженной подстилки и тем более с гумусовым горизонтом на вырубке. В дальнейшем, в обоих случаях, в слое обожженной подстилки (A_0) после обжига количество аммиака очень быстро возрастает и через два месяца (август) достигает максимальной величины (663—785 *мг/кг*), в пять-шесть раз превысив значение аналогичного показателя в лесу и на вырубке (140—114 *мг/кг*). Но при сильном пале такое увеличение ограничивается только A_0, тогда как при слабом оно распространяется и на гумусовый горизонт.

На повышение плодородия почвы прогреванием, высушиванием и стерилизацией указывал еще А. Н Лебедянцев (1928, цит. по изд. 1960 г.). Он писал, что нагревание почвы до небольших температур сопровождается значительным поднятием ее плодородия, и это, по его мнению, обусловливается усилением растворимости некоторых составных частей почвы, в особенности органических азотистых веществ, и общим

изменением хода биологических процессов. А. Н. Лебедянцев отметил также чрезвычайно большое увеличение аммиачного и амидного азота и резкое снижение количества микроорганизмов в почве при ее нагревании. Прямым подтверждением соображений А. Н. Лебедянцева служат данные наших опытов, описанных выше, с искусственным обжиганием почвы в полевых условиях, и специальных лабораторных опытов с прогреванием почв в муфеле. Последние показали, что даже кратковременное (30 *мин*) прогревание различных почв при температуре 100—120° сопровождается резким увеличением содержания аммиака (табл. 5).

Таблица 5

Содержание аммиака (*мг/кг*) в почве вырубок до и после прогревания в муфеле

Вариант опыта	Горизонт	До прогревания	После прогревания
Сосняк травяно-зеленомошниковый (сентябрь 1958 г.)	A_0	561,0	951,0
	A_1	210,8	616,0
Сосняк травяно-зеленомошниковый (октябрь 1958 г.)	A_0	86,7	193,0
Сосняк черничниковый (сентябрь 1958 г.)	A_0	84,5	830,0

Аналогичные данные по увеличению аммиачного азота в почве при электрообогреве опубликованы М. О. Хлустиковой-Дикусар (1936) и Л. И. Вигоровым (1956). Кроме того, установлено, что обжиг оказывает вполне благоприятное действие на интенсификацию других биохимических процессов, вызывающих минерализацию органического вещества и способствующих обогащению почвы питательными элементами.

Как видно из табл. 6, в результате термического воздействия в почве заметно увеличивается содержание поглощенных оснований, подвижного

Таблица 6

Влияние огня на некоторые химические свойства лесных почв

Вариант опыта	Горизонт	pH солевой вытяжки	Поглощенные основания, *мг · экв*		Подвижный фосфор (по Кирсанову), *мг* на 100 *г*
			Ca	Mg	
Сосняк черничниковый					
Огнище однолетнее	A_0	7,4	93,2	10,1	200,0
	A_1	6,8	53,9	7,4	21,87
	A_2	4,4	5,4	1,4	2,5
Участок опытного обжига (пал № 2)	A_0	—	—	—	18,75
	A_1	—	20,9	1,02	3,75
	A_2	—	5,25	0,5	1,25
Лес негорелый	A_0	—	—	—	7,5
	A_1	5,4	10,2	0,97	2,5
	A_2	4,4	3,2	0,6	1,25
Сосняк травяно-зеленомошниковый					
Гарь однолетняя	A_0	—	78,3	5,5	125,0
	A_1	—	20,0	1,6	8,75
	A_2	—	4,55	0,9	6,25

фосфора, снижается кислотность. Ранее отмечено возрастание количества минерального азота. Исследования, одновременно проведенные С. Н. Санниковым (1961), по изучению развития всходов сосны в различных экологических условиях (подстилка, гарь, минерализованная почва), в том числе на наших опытных участках, показали, что наилучшие условия для возобновления и роста сеянцев наблюдались именно на гарях. Положительную роль лесных пожаров на умеренно-сухих и свежих почвах легкого механического состава в повышении их плодородия отме-

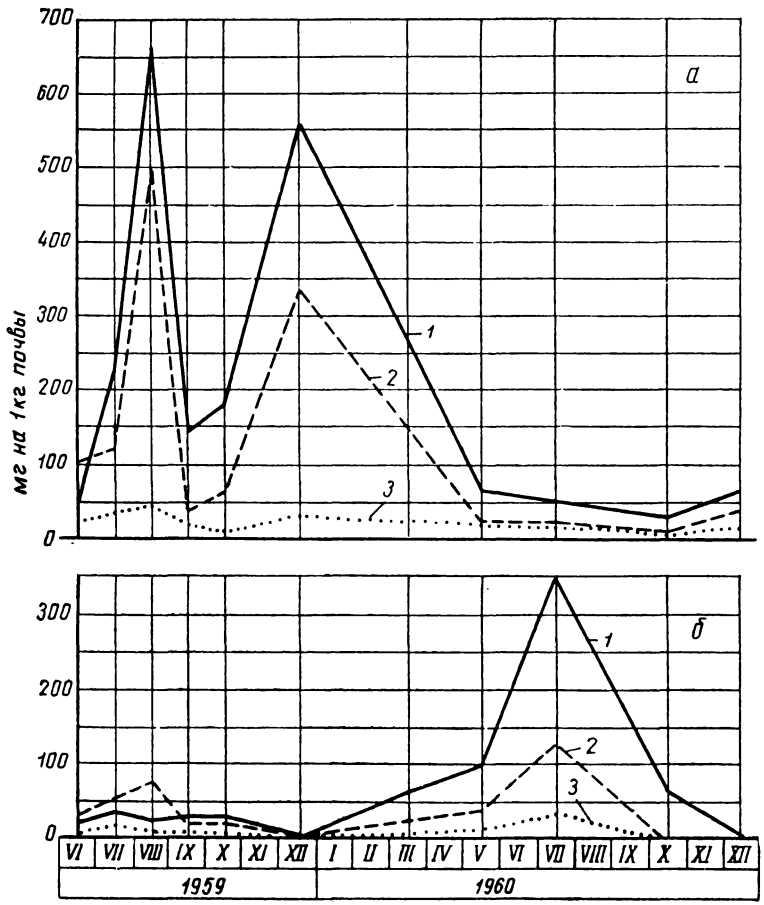


Рис. 4. Сезонные изменения содержания аммиака и нитратов в обожженной почве сосняка черничникового:

а — аммиак; *б* — нитраты;
1 — A_0; *2* — A_1; *3* — A_2.

чают и другие исследователи (И. С. Мелехов, 1944, 1947; А. В. Побединский, 1957; Б. П. Колесников, 1958; В. М. Перштейн, 1949; и др.).

Итог наблюдений за 1958—1960 гг. за динамикой биохимических процессов в почве на участках, испытавших и не испытавших воздействие огня, позволяет указать, что уже на втором году содержание аммиачного азота резко понизилось (см. рис. 1 и 2). Однако объяснить эти изменения только снижением микробиологической активности в связи с возрастом огнищ и выносом подвижного азота из верхних горизонтов было бы неверно, так как аналогичное снижение аммиака отмечено и в дру-

гих вариантах опыта (вырубка и лес), хотя и в меньшей степени. Вероятно, на содержание аммиака некоторое влияние оказали различия гидрологических и температурных режимов почвы в течение двух лет наблюдений: лето 1958 г. было сравнительно сухим и жарким, а осень — влажная, тогда как в 1959 г. лето было теплое, но влажное, особенно июнь. Несомненно, определенное значение имеют и изменения условий среды на огнище и обгоревших участках, связанных с изменением характера самих биохимических процессов. По нашим данным, в первый год происходит усиленный распад органического вещества почвы, главным образом за счет химического окисления его до аммиака, а на втором году начинается окисление свободного аммиака до нитратов нитробактериями. Об этом же убедительно свидетельствуют наши данные о динамике содержания аммиака и нитратов в почвах огнищ, гарей и участков опытного обжига за первые два года. Для примера на рис. 4 приведены такие данные по участку опытного пала без сжигания порубочных остатков в сосняке черничниковом. Поэтому отмеченное выше резкое снижение содержания аммиака в обожженных почвах (особенно на огнищах) к концу первого года после воздействия огня нельзя рассматривать как затухание биохимических процессов, стимулированных воздействием высоких температур. Биохимические процессы продолжают развиваться, но приобретают иной характер. Из рис. 4 видно, что в почве в результате температурного воздействия происходит качественная смена в характере биохимических процессов, а следовательно, и в составе азотистых соединений, накапливающихся в почве. Ослабление аммонификации к концу первого этапа этого процесса, сопровождается усилением нитрификации.

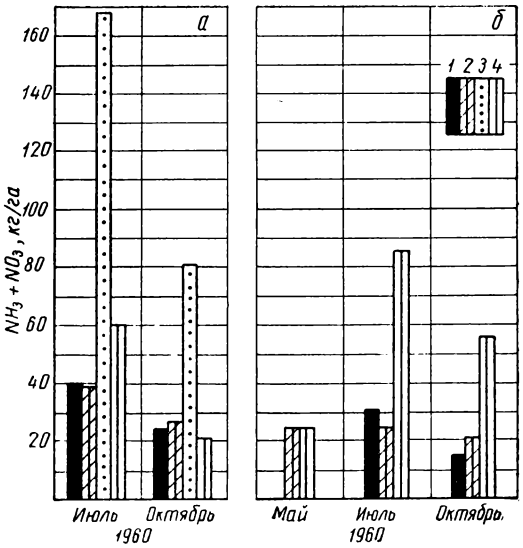


Рис. 5. Запас подвижного азота ($NH_3 + NO_3$) в минеральном слое почвы ($A_1 + A_2$) сосняков зеленомошникового (*а*) и черничникового (*б*) под пологом леса (*1*) на вырубке двухлетней (*2*), гари однолетней (3) и огнище двухлетнем (*4*) в 1960 г.

Уменьшение содержания аммиака на обожженных почвах нельзя также расценивать и как снижение плодородия почв, так как в целом содержание подвижного азота в почве ($NH_3 + NO_3$) существенно не снижается в течение длительного промежутка времени. Например, как видно из рис. 5, сумма аммиачного и нитратного азота, содержащегося в минеральном слое почвы (в слое 0—20 *см*) на огнищах в сосняке черничниковом даже на третий год после обжига (1960 г.) была выше, чем на вырубке и в лесу. Несколько иначе складывается азотный режим на супесчаных почвах огнищ в сосняке травяно-зеленомошниковом, где содержание подвижного азота на третий год (в октябре) оказалось ниже, чем на вырубке и в лесу. Вероятно, в этих условиях после воздействия огня происходит более усиленный и глубокий вынос азота с почвенными водами, чему способствует более легкий механический состав почв.

Следует отметить, что именно в этих супесчаных почвах было также отмечено резкое уменьшение содержания гумуса после обжига. Так, если до обжига его содержание в горизонте A_1 под пологом леса составляло около 6%, то на огнище оно снизилось до 4,3%. На почвах же суглинистого механического состава из-под сосняка черничникового отмечено даже увеличение гумуса (было 3,5%, оказалось 6,7%). Безусловно, с возрастом огнищ запас минерального азота и на суглинистых почвах постепенно сокращается (рис. 6), но медленнее, значительно превышая содержание его в почвах под пологом леса и на вырубке.

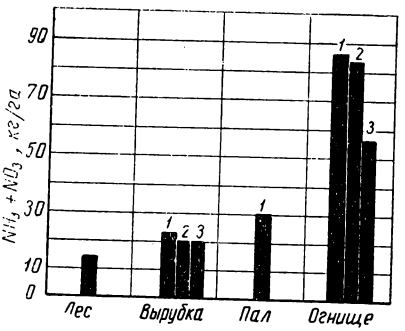


Рис. 6. Изменения в содержании подвижного азота в почвах с возрастом вырубок, гарей и огнищ (*кг/га*) в сосняке черничниковом (октябрь 1960 г.):

1 — свежие, *2* — однолетние, *3* — двухлетние вырубки и огнища.

Таким образом, подводя итог сказанному, можно утверждать, что под влиянием высоких температур азотистые соединения в почве подвергаются сложным химическим и биохимическим превращениям. В результате, после обжига создается благоприятный режим азотного питания растений на протяжении трех-четырех лет на суглинистых и двух-трех лет на супесчаных почвах.

В заключение остановимся на данных о динамике аммиачного азота в почвах в зимнее время. В литературе очень мало сведений о влиянии отрицательных температур на биохимические процессы почвы. Отмечено лишь, что зимой они ослабевают (С. А. Кравков, 1925; Е. А. Домрачева, 1925). Многие ученые считали, а некоторые считают до сих пор (А. А. Сауков, 1951), что зимний период для почв является периодом химического покоя, так как отрицательные температуры препятствуют нормальному течению физико-химических процессов. В основу этих представлений был положен закон Ван-Гоффа — Оствальда, согласно которому скорость химических реакций с понижением температуры на 10° уменьшается вдвое, а вблизи 0°, когда начинается интенсивная кристаллизация воды, химические процессы затухают. Приняв этот принцип на веру, почвоведы мало интересовались характером процессов в промерзших почвах. Вместе с тем, без учета физико-химических процессов в зимнее время трудно дать правильное объяснение сезонной динамики подвижных элементов, особенно минерального азота.

А. В. Кузнецова (1957), изучая накопление подвижных форм азота в разное время года при различных способах обработки почвы, получила интересные данные, указывающие на увеличение содержания аммиака и нитратов в почве под действием холода. Полученные данные, проверенные в лаборатории при отрицательных температурах и различной продолжительности промораживания, показали, что понижение температуры вызывает некоторое увеличение содержания аммиака даже в стерильной почве. Содержание нитратов в почве при промораживании остается почти постоянным.

Сравнительно недавно опубликованы работы И. А. Тютюнова (1959, 1960, 1962), в которых автор утверждает, что зимний период в жизни почвы не является периодом химического покоя; наоборот, при отрицательных температурах некоторые физико-химические процессы в почве могут усилиться. Промораживание почвы, по мнению И. А. Тю-

тюнова, сопровождается существенным изменением физико-химических свойств почвы, вследствие энергетической дифференциации ее вещественного состава. Автор отмечает, что исследования почв тундровой зоны показали увеличение в два-три раза плотного остатка в зимних образцах по сравнению с осенним содержанием, соответственно увеличивается и потеря при прокаливании, изменяется емкость и состав обменных катионов. Однако формулировка закона о скорости физико-химических реакций в почвах в зимнее время во многом дискуссионна.

Наши данные по содержанию аммиака и нитратов в зимнее время вполне согласуются с данными Кузнецовой, полученными в других почвенно-климатических условиях. Из табл. 7 видно, что в промерз-

Таблица 7

Содержание аммиачного азота (*мг/кг*) в дерново-подзолистых почвах в различных экологических условиях в зимнее время

Вариант опыта	Горизонт	1959 г.		1960 г.			1961 г.			1962 г.
		Октябрь	Декабрь	Март	Октябрь	Декабрь	Март	Октябрь	Декабрь	Март
Сосняк черничниковый										
Огнище 1958 г., кв. 158	A_0A_1	14,95	42,0	55,5	10,4	35,1	66,2	21,7	—	25,6
	A_1	9,73	33,3	38,2	18,8	15,4	31,8	16,4	—	21,3
	A_2	10,2	23,3	23,2	14,8	7,9	13,5	18,1	—	17,0
Вырубка 1958 г., кв. 158	A_0A_1	19,4	84,3	307,5	86,9	104,7	132,0	61,35	—	—
	A_1	13,5	36,9	90,0	10,35	39,3	31,5	18,0	—	—
	A_2	11,7	27,8	30,0	11,3	12,9	11,4	15,0	—	—
Лес, кв. 158 . . .	A_0	63,66	489,3	207,3	74,45	143,7	122,0	40,4	—	194,4
	A_1	17,56	36,9	130,1	7,4	32,7	35,0	16,8	—	25,4
	A_2	9,3	—	30,6	10,1	17,6	22,0	14,5	—	10,3
Огнище 1959 г., кв. 77	A_0A_1	213,0	193,0	213,0	30,18	37,5	69,2	11,0	—	36,6
	A_1	136,7	38,4	59,0	28,66	36,0	30,5	14,5	—	21,5
	A_2	31,0	17,0	39,0	15,94	13,7	12,23	14,3	—	10,4
Вырубка 1959 г., кв. 77	A_0	101,45	105,0	222,4	—	—	—	—	—	—
	A_0A_1	28,9	179,8	269,0	66,09	101,3	112,0	60,0	—	143,2
	A_1	17,6	32,0	134,3	10,9	26,2	41,4	14,9	—	17,3
	A_2	13,0	—	29,8	9,9	17,3	16,3	13,0	—	8,05
Лес, кв. 77 . . .	A_0A_1	16,27	76,5	121,0	71,0	202,3	233,3	49,5	—	87,3
	A_1	9,65	13,2	58,7	10,5	31,8	32,8	37,0	—	13,7
	A_2	11,4	18,7	18,2	7,9	12,5	17,6	19,6	—	10,4
Гарь 1959 г., кв. 61	A_0	67,5	222,5	380,5	44,17	139,6	—	44,1	—	80,0
	A_1	35,3	149,2	227,8	15,0	42,6	—	23,8	—	21,1
	A_2	6,25	22,4	36,0	10,5	15,1	—	15,7	—	12,0
Лес, кв. 67 . . .	A_0	23,3	101,7	116,0	60,1	213,2	—	—	—	—
	A_1	8,0	36,8	36,8	9,0	29,3	—	—	—	—
	A_2	7,3	24,6	19,3	10,5	15,3	—	—	—	—

шей почве повышается содержание аммиачного азота, исключая свежее огнище, в котором наблюдалось уменьшение аммиака в декабре и повышение — в марте, при более глубоком промерзании почвы. Нитраты ведут себя несколько иначе: прежде всего, как и в летний период, они не обнаруживаются зимой в необожженных почвах; однако на обожженных почвах их содержание непрерывно меняется: то увеличивается, то уменьшается. В 50% образцов, взятых в зимнее время, было отмечено увеличение NO_3 по сравнению с осенними образцами. Кроме того, нами было определено содержание гумуса в промерзшей почве, при этом отмечено значительное увеличение его во всех вариантах

опыта (табл. 8). Таким образом, мы можем сказать, что наши данные подтверждают выводы И. А. Тютюнова о том, что в зимнее время физико-химические процессы не затухают, а, наоборот, усиливаются. Кроме этого, усиление биохимических процессов в зимнее время, не свя-

Таблица 8

Содержание нитратного азота и гумуса в почве в различных экологических условиях в зимнее время

Вариант опыта	Горизонт	Содержание NO_3, *мг/кг*					Содержание гумуса (по Тюрину), %	
		1959 г.		1960 г.			1960 г.	
		Октябрь	Декабрь	Март	Октябрь	Декабрь	Октябрь	Декабрь
Огнище, 1953 г., кв. 158	A_0	5,16	13,1	17,3	Следы	15,1	—	—
	A_1	5,08	16,0	29,1	40,1	14,5	5,98	6,72
	A_2	20,9	9,2	22,1	Нет	Нет	0,6	0,55
Огнище, 1959 г., кв. 77	A_0	49,4	16,2	17,3	65,0	34,1	—	—
	A_1	Следы	9,6	28,8	59,3	29,9	7,74	10,8
	A_2	Нет	9,3	10,8	19,4	12,8	0,89	—
Пал сильный, кв. 77	A_0	30,8	Нет	—	66,4	18,5	—	—
	A_1	19,2	»	—	Нет	Нет	6,34	8,41
	A_2	18,8	»	—	»	»	1,22	0,9
Гарь, 1959 г., кв. 67	A_0	—	»	18,1	165,1	153,7	—	—
	A_1	—	»	21,7	83,4	107,5	5,66	8,47
	A_2	—	15,3	8,0	23,2	47,5	1,46	1,80
Лес, кв. 158 . . .	A_0	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	—	—
	A_1	»	»	»	»	»	6,92	10,1
	A_2	»	»	»	»	»	0,7	0,9
Лес, кв. 55 . . .	A_0	»	»	»	»	»	—	—
	A_1	»	»	»	»	»	4,4	6,63
	A_2	»	»	»	»	»	0,6	0,77
Лес, кв. 77 . . .	A_0	»	»	»	»	»	—	—
	A_1	»	»	»	»	»	5,45	5,84
	A_2	»	»	»	»	»	0,88	0,91

занных с активностью бактериального населения почвы (образование нитратного, аммиачного азота и гумуса), подтверждает сделанный ранее вывод, что образование азота и гумуса в почве обязано не только биогенным процессам, но также физико-химическим, идущим без участия микроорганизмов.

Действие на почву как высоких, так и низких температур, несмотря на различную их природу, вызывает изменение характера химических процессов в почве, что не может не оказать влияния на формирование генетических горизонтов почв.

ВЫВОДЫ

1. При огневой очистке лесосек на легких дерново-подзолистых почвах происходит лишь частичная потеря органического вещества подстилки, но почти не уменьшается его содержание в гумусовом горизонте.

2. Под действием высоких температур в результате сжигания порубочных остатков усиливаются химические и биохимические процессы в почве, что приводит к резкому увеличению содержания подвижного азота в ней. При этом количество аммиачного азота в почве зависит от степени и характера воздействия огня на почву.

3. Увеличение содержания NH_3 в почве в момент действия высокой температуры может происходить и без участия микроорганизмов, то

есть за счет усиления химических реакций, сопровождающихся окислением органического вещества почвы.

4. Высокое содержание минерального азота, а также увеличение подвижных соединений фосфора и калия на огнищах и гарях создает благоприятные условия для возобновления хвойных пород, особенно в первые два-три года после обжига на дерново-подзолистых легких почвах.

5. Действие на почву низких температур приводит к изменению характера физико-химических и биохимических процессов; однако механизм этого явления не вполне ясен.

ЛИТЕРАТУРА

Арефьева З. Н. Процессы нитрификации на легких дерново-подзолистых почвах под влиянием огневой очистки лесосек и лесных пожаров в Припышминских борах. Сб. материалов 3 совещания почвоведов Поволжья и Южного Урала. Куйбышев. В печати.

Вигоров Л. И. Изменения количества минерального азота при электрообогреве почвы. «Сад и огород», 1956, № 12.

Гулисашвили В. З. Опыты по изучению влияния огня на возобновление леса. Сб. «Исследования по лесоводству». М.—Л., Сельколхозгиз, 1931.

Домрачева Е. А. О физико-механических и биологических свойствах почв подзолистого типа. «Почвоведение», 1925, № 3.

Дробник Я. Изучение биологических превращений органических веществ в почве «Почвоведение», 1957, № 12.

Зубарева Р. С. Лесная растительность Припышминских боров Зауралья. Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, вып. 19. Свердловск, 1960.

Иванов В. В. Изменения некоторых физико-химических и агрохимических свойств почв при огневой очистке лесосек. Бюлл. научн.-техн. информации, № 10, М., 1959.

Казанский Н. А. Опыты по изучению влияния огня на возобновление сосны. Сб. «Исследования по лесоводству». М.—Л., Сельколхозгиз, 1931.

Ковригин С. А. Динамика нитратов, аммония и подвижных форм фосфора и калия в почвах под различными древостоями. «Почвоведение», 1952, № 7.

Колесников Б. П. К вопросу об очистке лесосек от порубочных остатков в лесах таежной зоны Свердловской области. Сб. «Рационализаторские предложения и обмен опытом на предприятиях лесного хозяйства». Свердловск, 1958. (НТО Леспром).

Корчагин А. А. Влияние пожаров на лесную растительность и восстановление ее после пожара на Европейском севере. Тр. Ботанического ин-та АН СССР, сер. 3 (геоботаника), вып. 9. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954.

Кравков С. А. Агрологические исследования в области изучения динамики биохимических процессов в почве подзолистого типа. «Почвоведение», 1925, № 2, 3 и 4.

Кузнецова А. В. Влияние холода на содержание нитратного и аммиачного азота в черноземах Челябинской области. «Вестник с.-х. наук», 1957, № 6.

Лебедянцев А. Н. Избранные труды. М., Сельхозгиз, 1960.

Мелехов И. С. О теоретических основах лесной пирологии. Архангельск, 1944. (Архангельский лесотехнический ин-т).

Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары. Архангельск, ОГИЗ, 1947.

Мишустин Е. Н. и Перцовская М. И. Микроорганизмы и самоочищение почвы. М., Изд-во АН СССР, 1954.

Надеждин Б. В. Об условиях почвообразования в Припышминских борах Свердловской области. Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, вып. 19, Свердловск, 1960.

Орфанитский Ю. А. О почвенных условиях кипрейно-паловых вырубок. Сб. «Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве». Архангельск, 1959. (Ин-т леса и лесохимии АН СССР).

Павловский М. А. Освоение земель нечерноземной полосы. М., Сельхозгиз, 1953.

Перштейн В. М. Пастбища и сенокосы в лесах и на землях, вышедших из-под леса. Сб. «Вопросы кормодобывания», вып. 2. М., 1949.

Перштейн В. М. К вопросу о дерновой стадии процесса почвообразования, Сб. статей по вопросам кормопроизводства. М., Сельхозгиз, 1951.

Побединский А. В. Очистка лесосек. М.—Л., Гослесбумиздат, 1957.

Ремезов Н. П. Условия азотного питания в сосняках. «Советская ботаника», 1938, № 6.

Ремезов Н. П., Быкова Л. Н., Смирнова К. М. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах Европейской части СССР. М., Изд-во МГУ, 1959.

Розмахов И. Г. и Юркина С. И. Содержание аммиака в лесных почвах в связи с их комплексностью. Тр. Ленинградской лесотехнической академии, вып. 19. Л., 1959.
Санников С. Н. Естественное возобновление сосны на сплошных вырубках в Припышминских борах. Сб. «Вопросы развития лесного хозяйства на Урале», вып. 1. (Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, вып. 16). Свердловск, 1960.
Санников С. Н. Естественное возобновление сосны и меры содействия ему в Припышминских борах. Свердловск, 1961 (Ин-т биологии УФАН СССР).
Сауков А. А. Геохимия, изд. 2 М., Госгеолиздат, 1951.
Смирнова К. М. Сезонные изменения почв хвойных и лиственных лесов. «Почвоведение», 1956, № 12.
Степанов Н. Н. Физико-химические особенности лесных гарей. Тр. по лесному опытному делу, вып. 2. М., Сельхозгиз, 1925.
Сушкина Н. Н. К микробиологии лесных почв в связи с действием на них огня. Сб. «Исследования по лесоводству». М.—Л., Сельколхозгиз, 1931.
Ткаченко М. Е. Предисловие к сб. «Исследования по лесоводству». М.—Л., Сельколхозгиз, 1931а.
Ткаченко М. Е. Очистка лесосек. М.—Л., Сельколхозгиз, 1931б.
Трутнев А. Г. и Былинкина В. Н. Влияние обжига на изменение свойств почвы. «Почвоведение», 1951, № 4.
Тюрин А. В. Основы хозяйства в сосновых борах. М., Гослестехиздат, 1952.
Тютюнов И. А. Взаимодействие минеральной части почвы с водой. «Почвоведение», 1959, № 2.
Тютюнов И. А. Процессы изменения и преобразования почв и горных пород при отрицательной температуре. М., Изд-во АН СССР, 1960.
Тютюнов И. А. Некоторые закономерности физико-химического изменения и дифференциации вещественного состава почвы при промерзании. Тр. Первой сибирской конференции почвоведов. Красноярск, 1962.
Федченко М. А. О групповом составе гумуса подстилки луговиковых и кипрейно-паловых вырубок. Сб. «Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве». Архангельск, 1959. (АН СССР, Ин-т леса и лесохимии).
Фирсова В. П. Об изменении физико-химических свойств некоторых почв Урала под влиянием лесных пожаров. Лесной журнал, 1960а, № 1.
Фирсова В. П. К вопросу о влиянии лесных пожаров на почву (реферативный обзор). Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, вып. 16. Свердловск, 1960б.
Фирсова В. П. и Арефьева З. Н. Сезонные изменения выделения CO_2 дерново-подзолистой почвой в зависимости от различных факторов. Сб. «Почвы Южного Урала и Поволжья», вып. 4. Уфа, 1960. (АН СССР, Башкирский филиал, Ин-т биологии).
Хлустикова-Дикусар М. О. О биохимических превращениях органического вещества в зависимости от температуры. «Микробиология», т. 5, вып. 6, 1936.
Основы геокриологии (мерзлотоведение), ч. 1. Общая геокриология. Под редакцией П. Ф. Швецова, Б. Н. Достовалова. М., Изд-во АН СССР, 1959.
Чудников П. И. Влияние пожаров на возобновление лесов Урала. М.—Л., Сельколхозгиз, 1931.
Austin R. S. and Baisinger D. H. Some effects of burning on forest soils of Western Oregon and Washington. J. of Forestry, vol. 53, No. 4, 1955.
Burns P. Y. Effect of fire on forest soils in the Pine Barren region of New Jersey. Bull. Vale. Sch. For. No. 57, 1952.
Davis K. P., Byram G. M., Krumm W. R. Forest fire: control and use. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York—Toronto—London, 1959.
Sampson A. W. Plant succession on burned chapparal lands in northern California. Calif. Agric. Exper. Sta. Bull., 1944.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 36 ТРУДЫ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 1963

Г. С. ХРЕНОВА

ВЛИЯНИЕ ОГНЯ НА МИКРОФЛОРУ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПРИПЫШМИНСКИХ БОРОВ ЗАУРАЛЬЯ

Влиянию лесных пожаров и применяемой в лесном хозяйстве огневой очистки лесосек на жизнь леса и, главным образом, на его возобновление посвящена обширная литература (М. Е. Ткаченко, 1931; В. З. Гулисашвили, 1931; И. С. Мелехов, 1944, 1947; Б. П. Колесников, 1949; В. П. Тимофеев, 1957; Е., Rohmeder, 1951; К. F. Logan, 1952; А. А. Корчагин, 1954; М. W. Glisic, 1955; Л. И. Малышев, 1957; H. J. Lutz, 1956; А. В. Побединский, 1957; E. Uggla, 1960; и др.). Однако выводы, к которым приходят различные авторы, противоречивы: одни считают, что огонь способствует возобновлению леса, другие, напротив, указывают на его вредные последствия. Эта противоречивость объясняется прежде всего тем, что вопрос о благоприятном и неблагоприятном влиянии огня изучался авторами в определенных экологических условиях, а полученные выводы затем переносились на совершенно другие условия, в которых под влиянием огня происходят иные процессы. На зависимость результатов действия огня на почву и возобновление леса от условий, в каких он применяется, указывал еще М. Е. Ткаченко (1931). По его данным, на легких суглинистых и супесчаных почвах огонь способствует возобновлению как сосны, так, отчасти, и ели; на бедных каменистых почвах и тяжелых суглинках огневая очистка оказывается крайне вредной для возобновления обеих пород. Б. П. Колесников (1949), обсуждая возможность применения огневых очисток в лесах Приморского края, также подчеркивал, что они мало эффективны на заболоченных и переувлажненных почвах и даже вредны на маломощных и каменистых. О вредном действии огня на бедных сухих почвах пишет и Е. Уггла (E. Uggla, 1960) в докладе на V мировом лесном конгрессе. На таких почвах, указывает автор, активизирующее действие огня быстро исчезает и, в результате, лесные почвы деградируют.

Таким образом, изучая вопрос о целесообразности применения огня для очистки лесосек в тех или иных экологических условиях, необходимо учитывать весь комплекс факторов, оказывающих влияние на возобновление леса: тип почвы и ее физико-химические свойства, тип леса, характер подстилки, степень ее прогорания и, наконец, биохимические и микробиологические процессы, идущие в почве и, безусловно, меняющиеся под действием высокой температуры при сжигании порубочных остатков.

Наименее изученным фактором из перечисленных является изменение под влиянием огня микробиологических процессов в почве. Из немногих работ, посвященных этому вопросу, значительный интерес представляет работа Н. Н. Сушкиной (1931) и цитируемая ею работа Г. Гессельмана (H. Hesselman, 1917). В работе Н. Н. Сушкиной приводятся данные, указывающие на зависимость от типа почвы, характера микробиологических процессов и их изменений под действием огня. Автором установлено, что в песчаных почвах из-под сосновых лесов, характеризующихся бедной микрофлорой и низким уровнем ее активности, не удалось уловить действия огня; в более богатых микрофлорой подзолисто-глеевых, суглинистых и супесчаных почвах из-под хвойных пород с примесью лиственных действие огня вызывало значительное усиление таких процессов, как денитрификация и маслянокислое брожение. Усиление масляно-кислого брожения, как указывает Н. Н. Сушкина, ускоряет минерализацию органического вещества в почве, но в то же время может быть показателем ухудшившейся аэрации. Денитрификация в лесных почвах из-под хвойных пород идет, как это видно из работы Г. Гессельмана, лишь до азотистой кислоты и аммиака. Свободный азот при этом не выделяется. Хвойные же породы, по данным Г. Фатера (H. Vater, цит. по Н. Н. Сушкиной), в качестве азотистого питания предпочитают аммиачные соединения. Кроме того, как указывает Е. Мелин (E. Melin, цит. по Н. Н. Сушкиной), они могут при помощи микориз утилизировать азот органических соединений. Таким образом, усиление под действием огня процесса денитрификации не ведет к ухудшению азотного питания древесных растений, как это наблюдается в пахотных почвах, где чаще всего идет истинная денитрификация с выделением свободного азота, недоступного для растений.

Далее в работе Н. Н. Сушкиной указывается на довольно значительное изменение под действием огня величины кислотности (pH) почвы в сторону щелочной реакции, что улучшает, как известно, физико-химические свойства почв и их микробиологическую активность.

Рассматривая возможные причины усиления некоторых биохимических процессов в почве после ее обжига, Н. Н. Сушкина останавливается, прежде всего, на непосредственном влиянии высоких температур на бактериальное население почвы. Высокие температуры, не превосходящие известных пределов, после которых наступает стерилизация почвы, могут значительно стимулировать размножение бактерий. Существенное значение для развития микроорганизмов может иметь и косвенное воздействие огня на почву, вызывающее изменение ее физических и химических свойств. Меняется плотность почвы, а следовательно, ее аэрация. Увеличивается количество воднорастворимого органического вещества и, особенно, азотистых соединений, увеличивается количество растворимой фосфорной кислоты, заметно возрастает растворимость минеральной неорганической части. Все эти изменения, несомненно, благоприятно сказываются на развитии бактериального населения почвы.

В работе А. С. Твороговой (1959) имеются данные об интенсификации развития бактериальной почвенной флоры под действием огня. На кипрейно-паловых вырубках первого года возрастает количество бактерий из таких групп, как бактерии, растущие на мясопептонном агаре (МПА), аэробные целлюлозоразлагающие и, особенно, нитрифицирующие. Количество последних в почвах кипрейно-паловых вырубок в сотни раз больше, нежели в почвах леса и луговиковой вырубки того же возраста. Об усилении процесса нитрификации в почвах под дей-

ствием огня упоминает также Е. Йян, (E. Iahn, 1959) и другие авторы [1].

Настоящая работа является первой публикацией материалов по изучению влияния огня на микрофлору почвы в различных экологических условиях лесов Урала и Зауралья. При постановке исследований имелось в виду выяснить, в каких условиях огневая очистка лесосек, как один из способов воздействия огня на лесные почвы, благоприятна для микробиологических процессов и в каких она вредна. В данном сообщении мы касаемся только изменений в биологической активности почвы и количественном содержании в ней основных групп микроорганизмов, происходящих под влиянием высокой температуры, вызываемой огневой очисткой лесосек. Данные по сезонной динамике этих показателей и по их различию в зависимости от типа леса явятся содержанием следующих сообщений.

Работа проводилась в комплексе с исследованиями группы почвоведения лаборатории лесоведения Института биологии УФАН СССР (В. П. Фирсова и З. Н. Арефьева, статьи в настоящем сборнике). На одних и тех же почвенных образцах, взятых в одно время, изучались физико-химические, биологические и микробиологические процессы и их изменения под действием огня. В качестве объектов исследования взяты почвы двух различных типов на участках соответственно двух типов леса в сосновых лесах Припышминского борового массива Зауралья (Талицкий лесхоз Свердловской области, кв. 158, 55 и 77). Характеристика лесов массива дана С. Н. Санниковым (1961). Первый тип леса — сосняк черничниковый на дерново-сильноподзолистой легко суглинистой почве (наши участки располагались: в кв. 158 и 77 [2]), Состав древостоя — 9С1Б, возраст 100—200 лет, бонитет II, полнота 0,8. Второй тип — сосняк травяно-зеленомошниковый на дерново-подзолистой супесчаной почве (кв. 55). Состав древостоя — 10СедЕ+Б, возраст 100—110 лет, бонитет I, полнота 0,9—1,0. Зимой 1957—1958 гг. часть насаждений обоих типов в кв. 158 и 55 подверглась сплошной вырубке, после которой в апреле 1958 г. порубочные остатки были сожжены в крупных кучах. На одном участке в сосняке черничниковом (кв. 77) рубка проводилась в мае 1959 г., а сжигание порубочных остатков (опытное) — в июне того же года. Более подробная характеристика почв и растительности участков дана З. Н. Арефьевой (статья в настоящем сборнике).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Почвенные образцы брались в июне, июле и сентябре 1958 г. и ежемесячно, начиная с мая и кончая октябрем, в 1959, 1960 и 1961 гг.: под пологом негорелого леса (контроль 1), на огнищах прилегающих вырубок и на вырубке, где почва не подвергалась действию огня (контроль 2). Образцы брались на глубине примерно 0—2 *см* (A_0), 2—5 *см* (A_1) и 5—15 *см* (A_2). Пробы исследовались смешанные из пяти образцов.

Учитывались следующие группы микроорганизмов: бактерии, растущие на МПА; спорообразующие бактерии — на МПА + сусло-агар

[1] После того как наша работа была закончена и сдана в печать, вышла в свет статья Е. В. Рунова и Е. Н. Жданниковой «Влияние обжига на микробиологическую деятельность в лесных почвах Вологодской области» (1962). Естественно, мы не могли использовать эту работу в наших исследованиях. Выводы, приводимые авторами полностью совпадают с нашими, хотя их исследования проводились в иных эколого-географических условиях и с иными древесными породами.

[2] По характеру травостоя и почвенным условиям этот участок несколько приближается к сосняку бруснично-черничниковому.

(1 : 1); аммонифицирующие бактерии — на пептонной воде; маслянокислые бактерии — на картофельной кашице; грибы — на подкисленном сусле-агаре; аэробные целлюлозоразлагающие бактерии — на среде Гетчинсона с фильтровальной бумагой. Микроорганизмы на твердых средах учитывались по количеству колоний, выросших на пластинке агара; на жидких средах — по титру.

«Дыхание» почвы, то есть количество выделяемой ею углекислоты, определялось по методу С. М. Маштакова (С. М. Маштаков и др., 1954). Навеска почвы в 10 *г* в марлевом мешочке помещалась над баритовой водой в замкнутом сосуде емкостью 0,75 *л*. По истечении 24 *ч* раствор барита (0,05 *N*) оттитровывался соляной кислотой. Таким образом устанавливалось количество выделившейся из почвы углекислоты, которое выражалось в миллиграммах на 1 *кг* сухой почвы в час. Инвертаза определялась по несколько видоизмененному методу В. Ф. Купревича (1951). Изменение заключалось в том, что почва бралась воздушно-сухая (5 *г*). Инвертированный сахар определялся по иодометрическому методу Иссекутца (Н. Н. Иванов, 1946). Протеаза определялась по методу Г. Гоффмана (G. Hoffmann, K. Feicher, 1957).

КОЛИЧЕСТВО МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЧВАХ

Приведенные в табл. 1, как и во всех последующих таблицах, данные показывают усредненное содержание микроорганизмов в почве за весь вегетационный сезон и суммарно по горизонтам (A_0, A_1 и A_2). Анализируя данные отдельно по месяцам, мы обнаружили те же закономерности, что и при использовании усредненных цифр за весь сезон. В последнем случае лишь сглаживаются отдельные скачки, определяемые гидротермическими условиями того или иного месяца.

Из табл. 1 видно, что в год сжигания порубочных остатков в почве огнищ возрастает количество бактерий, растущих на МПА, аммони-

Таблица 1

Влияние огня на численность различных групп микроорганизмов в год сжигания порубочных остатков, тыс. на 1 *г* сухой почвы

Группы микроорганизмов	Сосняк черничниковый				Сосняк травяно-зеленомошниковый	
	кв. 158		кв. 77		кв. 55	
	огнище	лес	огнище	лес	огнище	лес
Бактерии на МПА	129000	101000	367000	84000	29000	12000
Аммонификаторы	35000	22000	1703000	417000	22000	10000
Маслянокислые бактерии	265	700	1451	887	156	7
Целлюлозоразлагающие . . бактерии	1300	208	147	3	676	2
Грибы	9	7000	3503	1490	52	53

фицирующих и, особенно резко, аэробных целлюлозоразлагающих бактерий. Что касается маслянокислых бактерий, то их увеличение в почве огнищ в год сжигания недостаточно четко выражено; если в сосняке черничниковом из 77 кв. и сосняке травяно-зеленомошниковом (55 кв.) наблюдается увеличение, то в сосняке черничниковом из 158 кв. их больше в почве под покровом леса. Увеличение количества грибов на огнищах наблюдается только в сосняке черничниковом из 77 кв. Влажность почвы в этом случае не играет определяющей роли; из табл. 2, составленной по данным В. П. Фирсовой (статья в настоящем сборнике), видно, что она под пологом леса, как правило, выше, чем на огнищах.

В какой-то мере на количество микроорганизмов, вообще, и целлюлозоразлагающих бактерий, в частности, оказывает влияние более высокая температура почвы, наблюдаемая на огнищах. Однако, вероятнее всего, увеличение количества любых групп микроорганизмов есть ре-

Таблица 2

Влажность почвы по годам и типам леса (крайние максимальные и минимальные величины за вегетационный сезон, %)

Тип леса	1958 г.				1959 г.				1960 г.			
	огнище		лес		огнище		лес		огнище		лес	
Сосняк черничниковый, кв. 158	32,6	59,8	54,7	61,0	10,1	42,7	30,2	71,7	39,7	45,9	57,0	63,1
Сосняк травяно-зеленомошниковый, кв. 55	36,8	47,7	45,9	58,6	32,3	53,0	43,1	72,7	42,2	43,2	58,2	59,3

зультат значительного повышения в почве огнищ содержания щелочно-земельных металлов Ca и Mg, связанного с этим изменения кислотности почвы в сторону щелочной реакции и, по-видимому, увеличения количества растворимых фосфорных соединений.

По данным З. Н. Арефьевой (статья в настоящем сборнике), в почве под пологом леса в гумусовом горизонте (сосняк черничниковый, кв. 77) содержится (в *мг·экв*): Ca 10,2 и Mg 0,97, тогда как в почве на огнищах, соответственно, 53,9 и 7,4; кислотность почвы под пологом того же леса равнялась 5,4, а на огнищах 6,8; фосфора в лесу было 2,5 *мг*/%, а на огнищах 21,87 *мг*/%. На подобное же увеличение содержания кальция и фосфора в почве огнищ указывает Е. Уггла (E. Uggla, 1960). Об увеличении в почве под действием огня растворимых питательных веществ как органических, так и минеральных, упоминается в работах Н. Н. Сушкиной (1931), ссылающейся на многочисленные литературные данные, и Е. Ромедера (E. Rohmeder, 1951). Указанные авторы, а также Г. Гессельман (H. Hesselman, 1917), связывают это увеличение растворимых питательных веществ с усилением микробиологической деятельности. Р. И. Пиковская (1948) ставит в непосредственную зависимость деятельность нитрифицирующих бактерий от наличия в почве растворимой фосфорной кислоты.

Данные анализа на второй год после сжигания порубочных остатков (табл. 3) показывают уже иную картину, чем в первый год: не во всех случаях и не для всех групп микроорганизмов четко выражено увеличение численности в почве огнищ. Так, например, численность аммонифицирующих и маслянокислых бактерий в почве огнищ остается более высокой лишь в сосняке черничниковом (кв. 77); в остальных типах они более многочисленны под покровом леса. По-видимому, факторы, связанные с действием огня на почву, через год уже не являются ведущими, и их влияние осложняется действием других, влияющих, в свою очередь, на количество микроорганизмов (температура и влажность почвы, содержание питательных элементов и др.). На это же указывает тот факт, что уже через три месяца после сжигания порубочных остатков в некоторых случаях количество микроорганизмов в лесу и на вырубке, где почва не подвергалась действию огня, бывает выше, нежели на огнищах. Подобная же спутанная картина наблю-

Таблица 3

Влияние огня на численность различных групп микроорганизмов через год после сжигания порубочных остатков, тыс. на 1 г сухой почвы

Группы микроорганизмов	Сосняк черничниковый						Сосняк травяно-зеленомошниковый, кв. 55		
	кв. 158			кв. 77					
	огнище	лес	вырубка	огнище	лес	вырубка	огнище	лес	вырубка
Бактерии на МПА . .	154000	2403000	—	630000	157000	195000	443000	54000	1682000
Аммонифицирующие бактерии	100000	184000	74000	360000	172000	41000	98000	175000	1662000
Маслянокислые бактерии	75	1140	1420	95	32	46	1010	1130	1010
Целлюлозоразлагающие бактерии	200	110	400	324	13	53	16	9	12
Денитрифицирующие бактерии	—	—	—	23000	31300	25558	—	—	—
Нитрифицирующие бактерии	—	—	—	0,808	0,437	0,174	—	—	—
Грибы	1000	3200	1900	170	593	259	70	180	730

Таблица 4

Влияние огня на численность различных групп микроорганизмов через 2 года после сжигания порубочных остатков, тыс. на 1 г сухой почвы

Группы микроорганизмов	Сосняк черничниковый						Сосняк зеленомошниковый, кв. 55		
	кв. 158			кв. 77					
	огнище	лес	вырубка	огнище	лес	вырубка	огнище	лес	вырубка
Бактерии на МПА	425000	101000	805000	437000	286800	72900	69000	54000	304000
Аммонифицирующие бактерии . . .	265000	125000	28000	36600	25000	23400	21000	20000	33000
Маслянокислые бактерии	604	836	333	86	549	666	367	112	1070
Целлюлозоразлагающие бактерии .	134	96	197	58	1	13	157	94	123
Денигрифицирующие бактерии . . .	17	23	50	12	27	6	5	17	18
Нитрифицирующие бактерии	0,564	0	0,245	0,355	0,017	0,129	0,678	0,002	0,064
Грибы	101	333	295	119	175	145	68	175	734

дается и через 2 и 3 года после сжигания порубочных остатков (табл. 4 и 5).

Таблица 5

Влияние огня на численность различных групп микроорганизмов через 3 года после сжигания порубочных остатков, тыс. на 1 *г* сухой почвы

Группы микроорганизмов	Сосняк черничниковый, кв. 158		
	огнище	лес	вырубка
Бактерии на МПА	76700	109500	133700
Аммонифицирующие бактерии	93700	12700	52700
Маслянокислые бактерии	724	172	843
Целлюлозоразлагающие бактерии	138	0,6	14
Денитрифицирующие бактерии	5	9	8
Нитрифицирующие бактерии	0,3	0,014	0,09
Грибы	21	121	62

Наиболее стойко в течение всех трех лет наблюдения сохраняется действие огня на количестве целлюлозоразлагающих бактерий. Последние в почве под пологом насаждений исследуемых типов леса вообще немногочисленны, а в некоторые месяцы совершенно отсутствуют. Под влиянием же огня количество их в почве огнищ резко увеличивается, и это увеличение сохранялось в течение всего периода исследования. По-видимому, под пологом леса разложение целлюлозы идет преимущественно за счет грибов. Уменьшение же кислотности почвы под влиянием огня (подщелачивание) создает условия для развития и целлюлозоразлагающих бактерий, но неблагоприятно для грибов. Бактерии как бы частично замещают грибы, количество которых в почвах огнищ, начиная со второго года, заметно и устойчиво ниже, чем в почвах под лесом или на вырубках.

Наибольшее значение для оценки роли огня в изменении почвенных процессов имеет факт появления и длительного сохранения в почве на огнищах довольно больших количеств нитрифицирующих бактерий, тогда как в почвах под пологом леса они практически отсутствуют. Появлению их, по-видимому, способствует увеличение количества растворимых фосфатов в почве огнищ, о чем упоминалось выше. Количество же денитрифицирующих бактерий, наоборот, в почве на огнищах уменьшается по сравнению с почвами под пологом леса и на вырубке. Денитрифицирующие бактерии под пологом исследуемых типов леса всегда имеются и в значительном количестве (до 30 млн. на 1 *г* почвы). Как уже выше упоминалось, эти бактерии в лесу не играют отрицательной роли, так как денитрификация в лесу идет не до свободного азота, а лишь до азотистой кислоты и аммиака, которые используются как питательные вещества древесными растениями, особенно хвойными. Е. С. Ходзицкий (E. C. Chodzicki, 1954) указывает, что наличие денитрифицирующих бактерий в почве предполагает обязательное присутствие и нитрифицирующих. Невозможность же обнаружения последних говорит о чрезвычайно кратковременном их нахождении в почве, неуловимом обычно применяемыми методами. Надо полагать, что это явление наблюдается и в изученных почвах, тем более, что в отдельные сроки (месяцы) нитрифицирующие бактерии обнаруживались нами в образцах почвы из-под полога леса и с вырубок, но в значительно меньшем количестве, чем с огнищ.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

Поскольку количество микроорганизмов мало говорит о их функциях, характере и направлениях биохимических процессов, протекающих в почве, то наряду с количественной характеристикой основных групп микроорганизмов проводились изучения биологической активности почвы. В литературе принято характеризовать последнюю интенсивностью «дыхания» почвы. При этом необходимо иметь в виду, что продукция углекислоты — процесс, обусловленный не только жизнедеятельностью микроорганизмов, но и дыханием корней растений, а также физико-химическими процессами, идущими в почве. Таким образом, количество CO_2 может только частично характеризовать биологическую активность микроорганизмов, населяющих почву. Другим таким же показателем является содержание ферментов в почве. Мы определяли интенсивность «дыхания» почвы, а из ферментов — содержание инвертазы и протеазы (табл. 6). Анализируя полученные данные,

Таблица 6

Влияние огня на биологическую активность почвы

Год	Интенсивность «дыхания», *мг* CO_2 на 1 *кг* сухой почвы в 1 *ч*			Активность ферментов					
				Инвертаза, *мг* глюкозы на 1 *г* сухой почвы			Протеаза, *мг* аминного азота на 10 *г* почвы		
	огнище	лес	вырубка	огнище	лес	вырубка	огнище	лес	вырубка
Сосняк черничниковый (кв. 158)									
1958	—	—	—	22,97	68,1	—	—	—	—
1959	87	181	156	36,67	113,45	102,94	—	—	—
1960	77	317	251	16,22	134,30	126,44	2,71	5,71	10,21
1961	151	473	151	43,04	146,1	139,0	2,3	3,11	3,95
Сосняк черничниковый (кв. 77)									
1959	156	123	270	51,9	128,3	141,02	—	—	—
1960	106	235	138	45,71	107,5	160,3	4,11	4,77	5,70
1961	148	340	144	73,4	136,2	150,6	3,22	3,80	4,3
Сосняк травяно-зеленомошниковый (кв. 55)									
1958	—	—	—	8,51	39,2	—	—	—	—
1959	76	168	175	48,74	184,81	133,86	—	—	—
1960	61	129	129	11,99	128,5	202,9	2,94	8,38	7,25
1961	—	—	—	61,05	184,4	99,0	1,82	3,08	1,82

можно сделать вывод, что наряду с количественным увеличением микроорганизмов в почве огнищ, снижается их биологическая активность по сравнению с почвой из-под полога леса и на вырубке (в местах, где не проводилось сжигания порубочных остатков). Так, для сосняка черничникового (кв. 158) в почве огнищ в среднем за вегетационный сезон 1960 г. получены следующие показатели: интенсивность «дыхания» 77 *мг* CO_2 на 1 *кг* сухой почвы в 1 *ч*, инвертазы 16,22 *мг* глюкозы на 1 *г* сухой почвы, протеазы 2,71 *мг* аминного азота на 10 *г* почвы; в почве же под пологом леса, соответственно, было: «дыхание» 317, инвертазы 134,3 и протеазы 5,71. По-видимому, микроорганизмы как живые существа, быстро приспособляющиеся к любым новым условиям, получив в свое распоряжение с золой большое количество растворимых органических и минеральных питательных веществ, уменьшают количество вырабатываемых ими ферментов, обычно необходимых им для разложения растительных остатков, и этим самым до некоторой степени снижают уровень обмена веществ. Это снижение ведет, в свою

очередь, к уменьшению количества выделяемой почвой углекислоты. Последнее можно объяснить также и тем, что ряд групп микроорганизмов и мелких беспозвоночных, которые мы не улавливаем при помощи примененных в данном исследовании питательных сред и методик, погибают от огня и долго не появляются вновь, что ведет к снижению «дыхания» почвы.

Интересен тот факт, что отмеченные изменения в биологической активности почвы, вызванные действием огня, прочно сохраняются в течение всех лет наблюдений.

ВЫВОДЫ

1. Под действием огня (сжигание порубочных остатков) в количественном составе микрофлоры дерново-подзолистых легких по механическому составу лесных почв из-под сосняков травяно-зеленомошниковых и сосняков черничниковых в условиях Зауралья наблюдается ряд изменений:

а) увеличивается количество аммонификаторов;

б) увеличивается количество целлюлозоразлагающих бактерий, присутствующих в исследуемых почвах до воздействия на них огня в чрезвычайно малых количествах;

в) появляются нитрифицирующие бактерии, обычно почти отсутствующие до обжига в исследуемых почвах;

г) уменьшается, начиная со второго года после обжига почв, количество денитрифицирующих бактерий и грибов.

2. Огонь вызывает снижение биологической активности почвы, что выражается в количестве выделяемой ею углекислоты и содержании таких ферментов, как инвертаза и протеаза.

3. Увеличение количества целлюлозоразлагающих бактерий, появление нитрифицирующих бактерий, уменьшение количества денитрифицирующих бактерий и грибов и снижение биологической активности почвы прочно сохранялись в обожженных почвах в течение всего периода исследований.

ЛИТЕРАТУРА

Арефьева З. Н. Влияние огня на некоторые биохимические процессы в лесных почвах. Статья в настоящем сборнике.

Гулисашвили В. З. Опыты по изучению влияния огня на возобновление леса. Сб. «Исследования по лесоводству». М.—Л., Сельколхозгиз, 1931.

Иванов Н. Н. Методы физиологии и биохимии растений. М.—Л., Сельхозгиз, 1946.

Колесников Б. П. Очистка мест рубок в Приморском крае. Изд-во Дальневосточной науч.-исслед. базы АН СССР. Владивосток, 1949.

Корчагин А. А. Влияние пожаров на лесную растительность и восстановление ее после пожара на Европейском Севере. Тр. Ботанического ин-та АН СССР, сер. 3 (геоботаника), вып. 9. М—Л., Изд-во АН СССР, 1954.

Купревич В. Ф. Биологическая активность почвы и методы ее определения. ДАН СССР, нов. сер., т. 79, № 5, 1951.

Малышев Л. И. Влияние пожаров на леса северного Байкала. Тр. Восточно-Сибирского филиала АН СССР, вып. 5. Иркутск, 1957.

Маштаков С. М., Кулаковская Т. Н., Гольдина С. М. Активность ферментов и интенсивность дыхания как показатели биологической активности почвы. ДАН СССР, нов. сер., т. 98, № 1, 1954.

Мелехов И. С. О теоретических основах лесной пирологии. Изд. Архангельск, 1944. (Архангельский лесотехнический ин-т).

Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары. Архангельск, ОГИЗ, 1947.

Пиковская Р. И. Мобилизация фосфатов в почве в связи с жизнедеятельностью некоторых видов микробов. «Микробиология», 1948, т. 17, вып. 5.

Побединский А. В. Очистка лесосек. М.—Л., Гослесбумиздат, 1957.

Рунов Е. В., Ждашникова Е. Н. Влияние обжига на микробиологическую деятельность в лесных почвах Вологодской области. Тр. Ин-та леса и древесины, т. 52, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1962.
Санников С. Н. Естественное возобновление сосны и меры содействия ему в Припышминских борах. Свердловск, 1961. (Уральский филиал АН СССР, Ин-т биологии.)
Сушкина Н. Н. К микробиологии лесных почв в связи с действием на них огня. Сб. «Исследования по лесоводству». М.—Л., Сельколхозгиз, 1931.
Творогова А. С. О микрофлоре верхних горизонтов почвы луговых и кипрейно-паловых вырубок. Сб. «Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве». Архангельск, 1959 (Ин-т леса и лесохимии АН СССР).
Тимофеев В. П. Очистка мест рубок леса. М.—Л., Гослесбумиздат, 1957.
Ткаченко М. Е. Очистка лесосек. М.—Л., Сельколхозгиз, 1931.
Фирсова В. П. Влияние огневой очистки лесосек на водно-физические свойства почв сосновых лесов юго-востока Свердловской области. Статья в настоящем сборнике.
Chodzicki F. Wstepne porôwnanie wrosennej aktywnosci mikrobiologicznej gleb w nektórych ugrupowaniach typôw lasów gôrskich. «Ekologia Polska», t. 2, z. 4. Warszawa, 1954.
Glisic M. W. Problem posumljavaja sumskih pozarista. «Шумарство», 1955, № 3—4.
Hesselman H. Studier over salpeterbildningen i naturliga jordmaner och dess betydelse i växtekologiskt ovseende. Medd. fran Statens Skogsförsöksanstalt. 1917, Bd. 1.
Hesselman H. Om vara skosföryn gringsatgarders inverkan pa salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. Medd. fran Statens Skogsförsöksanstalt, 1917, Bd. 2.
Hoffmann G., Feicher K. Des Enzymsystem unserer kulturboden, 7. Proteasen, 2. Zeitschrift für Pflanzenernährung Dungung Bodenkunde, Bd. 77 (122) H 3, 1957.
Jahn E. Waldbrände in ihrer Auswirkung auf Boden, Bodentierleben und Wiederenbestandsbringung von Beständen. Allgem. Forstzeitung, 1959. Bd. 70, Nr. 3—4.
Logan K. F. Effect of seedbed treatment on white pine regeneration. «Silv. leafe. For. Br. Can.» No. 54, 1951.
Lutz H. J. Ecological effects of forest fires in the interior of Alaska. J. Techn. Bull. U. S. Dept. Agric., No. 1133, 1956.
Melin E. Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. Jena, 1925.
Rohmeder E. Beitrage zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen. Bayerischer Landwirtschaftsverlag. München, 1951.
Uggla E. Ecological effects of fire on North Swedish forests. Fifth world forestry congress. Seattle, Washington, USA, 1960.
Vater H. Bemerkung zur Stickstoffaufnahme der Waldbäume. «Tharandter Forstliches Jahrbuch», Bd. 59, 1909.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 36 ТРУДЫ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 1963

В. И. СУВОРОВ

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПИТАНИЯ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД, ПОСАЖЕННЫХ В ПЛАСТЫ И НА ДНО БОРОЗД НА СУГЛИНИСТЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ПРЕДУРАЛЬЯ

При создании лесных культур на нераскорчеванных вырубках с суглинистыми дерново-подзолистыми почвами в еловых насаждениях Западного Урала основным способом обработки почвы является минерализация. Сеянцы высаживаются на дно борозд или площадок, из пределов которых в процессе обработки почвы тракторными плугами или бульдозерами удаляются лесная подстилка и почва из перегнойно-аккумулятивного горизонта. Корневые системы деревьев при такой обработке почвы в первый период формирования искусственных насаждений сосредоточены в подзолистом горизонте. Этот способ обработки на тяжелых по механическому составу свежих и влажных почвах, по данным В. С. Голутвина (1954) и Г. А. Харитонова (1961), на Урале дает неудовлетворительные результаты. Деревья из-за недостатка в почве питательных веществ и неблагоприятного водного и воздушного режима растут очень медленно и погибают в большом количестве от выжимания корневых систем при замерзании и оттаивании почвы осенью и весной. В. В. Огиевский (1956) и В. И. Ерусалимский (1958) отмечают, что в таежной зоне европейской части СССР на супесчаных и суглинистых дерново-подзолистых свежих и влажных почвах комплекс лесорастительных свойств почвы в пластах, по сравнению с дном борозд, значительно благоприятнее для роста всходов и сеянцев хвойных пород.

Вопрос об особенностях физических свойств и химического состава почвы в посадочных местах, образующихся при подготовке почвы тракторными плугами в Предуралье, не изучался до настоящего времени, несмотря на большую важность для теории и практики искусственного восстановления хвойных пород.

ОПИСАНИЕ УЧАСТКА И МЕТОДИКА РАБОТ

В 1960—1961 гг. автор на территории Добрянского леспромхоза треста «Прикамлес» на постоянном лесокультурном опытном участке изучал лесорастительные свойства почвы в пластах и на дне борозд, нарезанных при различной глубине обработки почвы плугом ПКЛ-70. В полевых работах принимала участие младший научный сотрудник

УралЛОС М. А. Яблонская. Материалы исследований частично опубликованы (М. А. Яблонская, 1961).

Территория леспромхоза расположена в пределах Среднего Предуралья в подзоне южной тайги в Иньвенско-Очерском районе елово-пихтовых лесов с примесью липы (Е. И. Юргенсон, 1958). По лесохозяйственному районированию Пермской области, разработанному Б. П. Колесниковым (1960а и 1960б), территория Добрянского леспромхоза входит в зону влияния Камского и Воткинского водохранилищ. Для этого района характерна относительно высокая интенсивность лесного хозяйства, и восстановление хвойных пород на вырубках имеет здесь большое значение. Опытно-производственный лесокультурный участок расположен на вырубке 1959 г. в кв. 67 Кухтымского лесничества. Почва на участке суглинистая дерново-сильноподзолистая. Рельеф участка ровный (водораздельное плато). Тип леса — ельник разнотравный. Тип условий местопроизрастания — суглинистые свежие почвы (C_2). В напочвенном покрове распространены вейник лесной $_{сор}$, бор развесистый$_{сор}$, звездчатка лесная $_{р}$. Задернение почвы в 1960 г. было средним, а в 1961 г. сильным. Обработка почвы произведена во второй декаде мая 1960 г. Сеянцы сосны и ели в пласты и на дно борозд посажены под меч Колесова через три дня после обработки почвы. В течение вегетационных периодов 1960 и 1961 гг. производились наблюдения за влажностью почвы в посадочных местах. В 1960 г. в пластах и на дне борозд определен объемный вес почвы в слоях 0—5, 5—10, 10—15, 15—20 *см* и отобраны для анализов смешанные образцы, составленные из десяти отдельных образцов почвы, взятых по слоям 0—10 и 10—20 *см*. При определении химического состава почвы использовались следующие методики: азот общий и гидролизуемый — по Тюрину, сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность — по Каппену, калий — по Пейве, фосфор — по Кирсанову, обменная кислотность — по Соколову, актуальная кислотность — по Алямовскому. Удельный вес твердой фазы почвы определен пикнометрическим методом. Общая скважность, полная влагоемкость и степень насыщенности почвы основаниями вычислены по общепринятым формулам. В конце вегетационного периода в 1960 и 1961 гг. по каждому варианту посадочных мест производился учет приживаемости сеянцев, обмер, выкопка и взвешивание модельных деревьев по частям (корневые системы, стволик и хвоя).

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ПОЧВЫ В ПЛАСТАХ И НА ДНЕ БОРОЗД

Для суглинистых дерново-сильноподзолистых почв территории Добрянского леспромхоза характерна большая плотность подзолистого и иллювиального горизонтов, которые по механическому составу представляют собой тяжелые суглинки. Перегнойно-аккумулятивный горизонт имеет более легкий механический состав и представлен обычно средними суглинками. Средняя мощность генетических горизонтов на опытном лесокультурном участке характеризуется следующими величинами: лесная подстилка (A_0) 0—4 *см*; перегнойно-аккумулятивный горизонт (A_1) 4—16 *см*; подзолистый горизонт (A_2) 16—38 *см*; иллювиальный горизонт (B) 38—82 *см*; горная порода (C) глубже 82 *см*

При обработке почвы тракторными плугами характер строения вертикального профиля почвы резко изменяется (рис. 1). В пластах толщиной 25 *см* почва представлена, в основном, двойным слоем перегнойно-аккумулятивного горизонта и лесной подстилки. Дно борозд сложено почвой из подзолистого горизонта. Мощность слоев почвы из различных горизонтов в пластах и на дне борозд возможно регулиро-

вать изменением глубины обработки почвы почвообрабатывающими орудиями отвального типа. С увеличением глубины обработки с 7 до 25 *см* количество почвы из подзолистого горизонта в пластах увеличивается, а на дне борозд, соответственно, уменьшается. Физические свойства и химический состав почвы в рассматриваемых вариантах посадочных мест определяется составом включенных в них почвенных горизонтов.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Сопоставление величины объемного веса почвы в пластах и на дне борозд, нарезанных при одной глубине обработки почвы, показывает, что плотность почвы на дне борозд в 1,8—2,0 раза больше, чем в пластах (табл. 1). Общая скважность почвы в пластах в среднем в 1,4 раза

Таблица 1

Физические свойства почвы в различных вариантах опыта

Вариант опыта	Мощность пласта, глубина борозды, *см*	Мощность слоя, *см*	Генетический горизонт	Объемный вес		Общая скважность		Полная влагоемкость	
				*г/см*³	% к необработанной почве	%	% к необработанной почве	% к объемному весу	% к необработанной почве
Пласт	7	0—5	A_1A_0	0,50	139	79	94	158	68
		5—10	A_0A_1	0,58	55	77	121	145	222
		10—15	A_0A_1	0,58	51	75	131	129	258
		15—20	A_1	0,94	72	64	125	68	174
Дно борозды . . .	7	0—5	A_1	0,90	250	66	78	73	31
		5 - 10	A_1A_2	1,17	121	56	39	48	74
		10—15	A_2	1,45	127	45	79	31	62
		15—20	A_2	1,52	117	43	84	28	72
Пласт	25	0—5	A_2A_1	1,22	238	54	64	44	19
		5—10	A_1	1,11	45	88	131	75	115
		10—15	A_1	0,78	69	70	121	20	180
		15—20	A_0A_1	0,46	75	80	156	173	440
Дно борозды . .	25	0—5	A_2	1,44	400	46	60	32	14
		5—10	A_2	1,51	155	43	44	28	43
		10—15	A_2	1,62	142	39	69	24	68
		15—20	A_2B	1,44	111	46	99	32	82
Необработанная почва	—	0—5	A_0	0,36	100	84	100	233	100
		5—10	A_1	0,97	100	63	100	65	100
		10—15	A_1	1,14	100	57	100	50	100
		15—20	A_1A_2	1,30	100	51	100	39	100

больше по сравнению со скважностью почвы на дне борозд. В пластах различной мощности скважность почвы характеризуется величинами одного порядка 72—74%. На дне борозд скважность почвы, уменьшаясь с увеличением глубины борозд, колеблется в пределах 44—52%. Полная влагоемкость почвы в пластах в два-три раза превышает влагоемкость почвы на дне борозд. Изменение физических свойств почвы по вертикальному профилю в пластах различной мощности определяется глубиной залегания лесной подстилки. С увеличением глубины обработки почвы с 7 до 25 *см* объемный вес в верхней части пластов увеличивается и происходит перемещение вниз слоев с меньшей величиной объемного веса почвы (рис. 2). Нормальная заделка корневых систем сеянцев в пласты мощностью 7 *см* затруднена из-за рыхлого сложения почвы. При посадке сеянцев в пласты толщиной 25 *см* корневые системы сеянцев заделываются удовлетворительно,

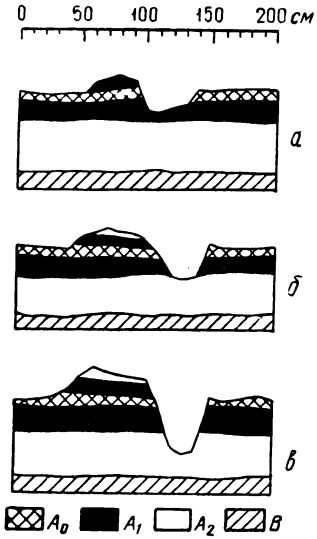


Рис. 1. Схема размещения почвенных горизонтов при обработке почвы на глубину 7 (*а*), 15 (*б*) и 25 (*в*) *см* плугом ПКБ-2-56 с одним корпусом.

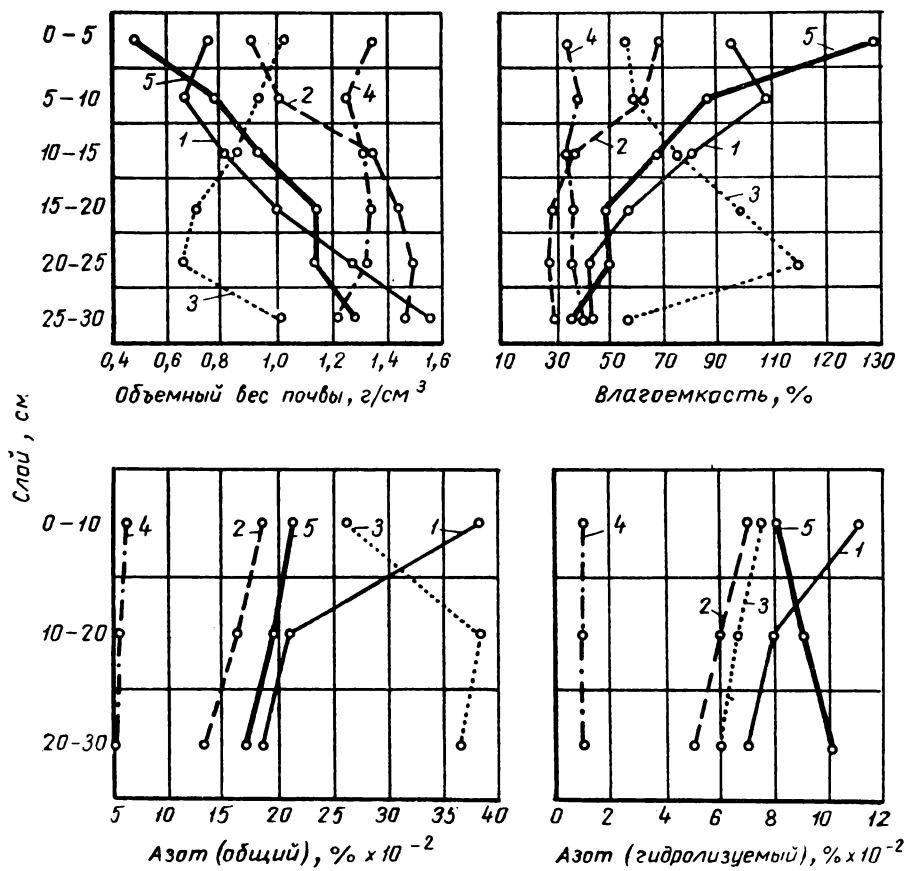


Рис. 2. Изменения лесорастительных свойств почвы по вертикальному профилю в пластах и на дне борозд, нарезанных при различной глубине обработки почвы: *1* — пласт 7 *см*; *2* — дно борозды 7 *см*; *3* — пласт 25 *см*; *4* — дно борозды 25 *см*; *5* — необработанная почва.

Цифровые показатели физических свойств почвы в слое 0—20 *см* на дне борозд колеблются в небольших пределах. Большая плотность почвы на дне борозд обусловливает уменьшение ее водопроницаемости, и в бороздах весной и осенью образуется слой воды толщиной 3—5 *см*, что резко ухудшает воздушный режим почвы.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ

Строение вертикального профиля почвы в пластах и на дне борозд предопределяют большие различия в химическом составе почвы в слое 0—20 *см* в рассматриваемых вариантах посадочных мест (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав почвы в различных вариантах опыта

Вариант опыта	Мощность пласта, глубина борозд, *см*	Мощность слоя, *см*	Генетический горизонт	Гидролизуемый азот, %	K_2O (*мг* на 100 *г* почвы)	P_2O_5 (*мг* на 100 *г* почвы)	Обменная кислотность, *мг · экв* на 100 *г* почвы	pH солевой вытяжки
Пласт	7	0 –10	A_1A_0	0,011	4,0	6,2	0,22	4,8
		10—20	A_0A_1	0,008	5,7	3,7	1,55	4,1
Дно борозды . .	7	0—10	A_1A_2	0,007	4,4	3,7	3,42	4,0
		10—20	A_2	0,006	4,2	4,5	4,28	4,2
Пласт	15	0—10	A_1A_0	0,010	8,4	5,5	1,28	4,2
		10—20	A_0A_1	0,013	6,7	5,0	2,52	4,2
Дно борозды . .	15	0 – 10	A_1A_2	0,006	4,2	3,7	8,46	4,2
		10—20	A_2	0,002	4,2	6,2	3,14	4,2
Пласт	25	0—10	A_2A_1	0,008	4,0	5,0	2,09	4,1
		10—20	A_1A_0	0,009	7,3	4,6	2,17	4,1
Дно борозды . .	25	0—10	A_2	0,001	4,0	7,5	3,14	4,0
		10—20	A_2B	0,001	4,2	8,7	5,37	4,4
Необработанная почва	—	0—10	A_0A_1	0,007	6,7	5,2	3,67	4,9
		10—20	A_1A_2	0,006	5,2	3,7	5,02	4,2

Особенностью пластов является наличие в них двух горизонтов — перегнойно-аккумулятивного (A_1) и лесной подстилки (A_0). В связи с этим, содержание общего и гидролизуемого азота в пластах в пятьдесять раз превышает количество азотистых веществ на дне борозд, где почва представлена подзолистым горизонтом (A_2). Основное количество питательных веществ сосредоточено в средней части пластов. С увеличением мощности пластов от 7 до 25 *см* содержание общего и гидролизуемого азота в слое 0—10 *см* уменьшается, а в слое 10—20 *см* возрастает. С увеличением глубины борозд количество азота в почве на дне резко уменьшается. В бороздах глубиной 25 *см* азотистых соединений в почве в три-семь раз меньше, чем в бороздах, нарезанных при глубине обработки 7 *см*.

В пластах степень насыщенности почвы основаниями и количество калия в слое 0—20 *см* выше, чем на дне борозд. Содержание фосфора в почве в бороздах глубиной 7 и 15 *см* меньше по сравнению с пластами толщиной 7 и 15 *см*. На дне борозд глубиной 25 *см*, в связи с тем, что слой 0—20 *см* представлен в глубоких бороздах почвой из иллювиального горизонта, содержащего на дерново-подзолистых почвах большее количество соединений фосфора, отмечено повышенное содержание фосфора по сравнению с другими вариантами посадочных мест. Обменная кислотность почвы в пластах в два-три раза меньше, чем

кислотность почвы на дне борозд. Актуальная кислотность почвы в пластах и на дне борозд, независимо от варианта посадочного места, колеблется в пределах 4,0—4,4.

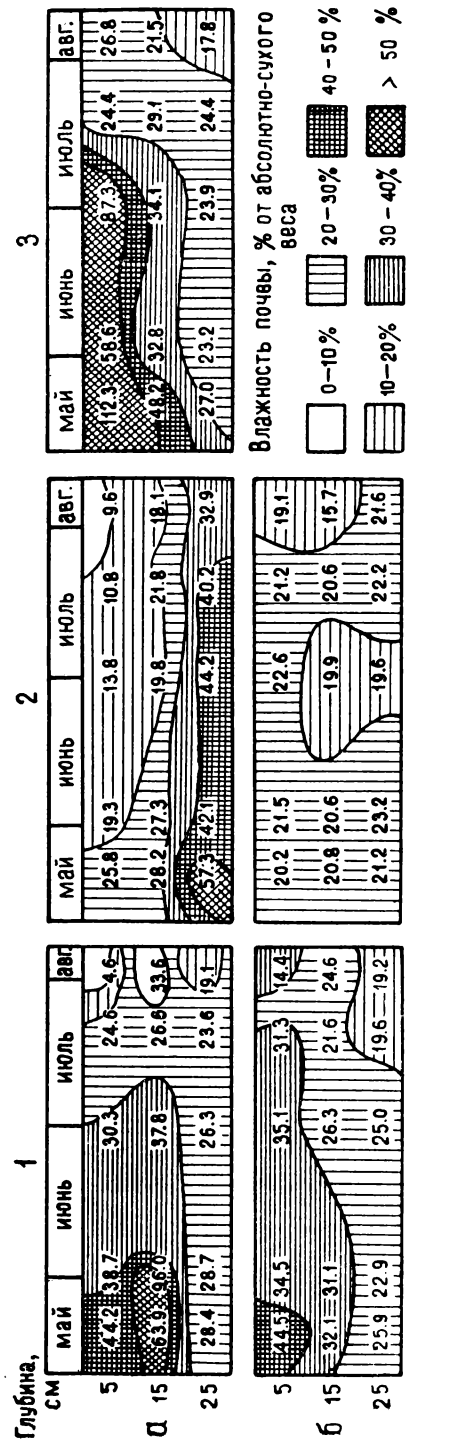


Рис. 3. Динамика влажности почвы в пластах (*а*) и на дне борозд (*б*) при обработке почвы на глубине 7 *см* (*1*), 25 *см* (2) и необработанной почвы (*3*) за вегетационный период 1960 г.

Материалы, характеризующие химический состав почвы, позволяют сделать вывод, что корневые системы сеянцев, посаженных в пласты и на дно борозд, помещаются в почве с резко различным плодородием. Наличие в пластах большого количества азотных соединений и калия, небольшая величина обменной кислотности почвы способствуют быстрому росту деревьев в лесных культурах. Двойной слой лесной подстилки (дернины) в средней части пластов, сложенный, в основном, материалами растительного происхождения, будет способствовать дальнейшему повышению содержания соединений азота в почве при разложении органического материала микроорганизмами и грибами. Недостаток в почве на дне борозд азота и повышенная обменная кислотность, свойственные для горизонта A_2, говорят о неблагоприятных условиях для почвенного питания сеянцев деревьев, посаженных в борозды. Следовательно, с точки зрения наличия в почве элементов питания растений, значительно целесообразнее высаживать сеянцы в пласты, чем на дно борозд.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

Количество воды в слое почвы, где размещаются корни сеянцев при посадке, так же как физические свойства и химический состав почвы, определяет приживаемость и интенсивность роста всходов и сеянцев деревьев, выращиваемых в лесных культурах. Наблюдения, проведенные в течение вегетационных периодов 1960 и 1961 гг., показывают,

что для дна борозд характерна равномерная влажность по вертикальному профилю (рис. 3). В пластах максимальная влажность зафиксирована в слое лесной подстилки, которая обладает большой гигроскопичностью. В пластах мощностью 7, 15 и 25 *см* слой почвы с максимальной влажностью, в зависимости от глубины слоя залегания лесной подстилки, закономерно перемещается на глубины 5—10, 10—20 и 20—30 *см*. В течение вегетационного периода влажность почвы в пластах резко меняется. Для дна борозд (A_2) влажность более постоянна. Влажность почвы, меньше двойной максимальной гигроскопичности, отмечена в пластах в периоды длительного отсутствия атмосферных осадков только в слое 0—5 *см* (двойная максимальная гигроскопичность в абсолютном выражении для почвы из подзолистого горизонта равна 8,34%, а для образца из перемешанных слоев перегнойно-аккумулятивного горизонта и лесной подстилки 18,4—22,5%). В зоне размещения основной части корней сеянцев (слой 5—15 *см*) во все сроки определения влажность почвы в пластах и на дне борозд не опускалась ниже двойной максимальной гигроскопичности.

Для характеристики влагообеспеченности сеянцев и всходов сосны и ели в период их роста определена относительная влажность почвы (вычислена влажность почвы в процентах от полной влагоемкости).

Таблица 3

Влажность почвы, % от полной влагоемкости в пластах и на дне борозд

Вариант опыта	Мощность пласта, глубина борозды, *см*	Глубина взятия образца, *см*	1960 г.				1961 г.				Коэффициент завядания
			20/V	30/VI	18/VII	2/VII I	20/V	6/VI	16/VII	31/VIII	
Пласт	7	0—5	28,0	19,2	15,6	2,9	83,7	42,8	55,0	19,4	8,9
		10—15	49,5	29,3	20,6	26,0	57,8	60,7	59,3	60,1	31,8
		25—30	86,1	79,7	71,5	57,2	85,6	92,8	74,1	62,5	23,8
Дно борозды	7	0—5	61,0	48,1	42,7	19,7	82,8	72,8	60,0	34,9	15,8
		10—15	103,5	85,0	69,7	79,3	97,9	93,0	85,8	71,0	26,2
		20—30	92,5	89,3	70,0	68,5	92,0	103,2	71,2	68,8	28,4
Пласт	25	0—5	58,7	31,4	24,6	21,8	44,9	42,3	34,0	40,4	14,6
		5—10	31,9	22,0	24,2	20,3	30,2	40,1	38,6	26,7	26,5
		25—30	31,4	25,6	23,2	19,0	74,1	44,3	54,0	36,4	17,7
Дно борозды	25	0—5	63,1	70,6	66,3	59,7	90,6	77,8	82,5	69,9	25,5
		5—10	86,8	82,9	85,8	65,5	70,4	70,4	66,4	61,9	25,4
		25—30	75,8	70,0	79,4	77,2	57,5	54,2	52,2	48,1	21,4
Необработанная почва	—	0—5	48,3	37,4	10,4	11,5	3,18	8,36	3,73	2,18	80,5
		10—15	96,5	68,2	58,2	43,0	52,7	63,2	58,9	38,4	25,8
		25—30	71,0	63,0	64,2	46,9	78,1	61,4	65,6	41,7	22,4

Примечание. Коэффициент завядания принят равным двойной максимальной гигроскопичности почвы, в процентах от полной влагоемкости почвы.

Анализ данных табл. 3 позволяет отметить, что на дне борозд глубиной 25 *см* влажность в течение всего вегетационного периода больше оптимальной влажности почвы для сосны, принимаемой равной 60%. В мелких бороздах (7 *см*) в слое 0—5 *см* отмечается падение влажности почвы ниже оптимальной величины, а в слоях 10—15 и 25—30 *см*, так же как и в глубоких бороздах, влажность почвы значительно выше оптимума. В пластах толщиной 7 *см* относительная влажность почвы в слое 10—15 *см* в 1960 г. была значительно меньше оптимальной

величины. В 1961 г. в тонких пластах влажность почвы колебалась в пределах, близких к оптимуму. В пластах, нарезанных при глубине обработки почвы 25 *см*, величина относительной влажности почвы более постоянна, чем в тонких пластах. Количество осадков, выпавших в течение летних месяцев, колебалось в пределах, близких к норме, и составило за май, июнь, июль и август, соответственно, 37,0; 46,7; 35,6 и 31,8 *мм*.

Оценивая пласты и борозды с точки зрения наличия влаги в слое почвы, где размещаются корневые системы всходов и сеянцев в первые два-три года после создания лесных культур, можно сделать вывод, что на суглинистых почвах в бороздах, независимо от их глубины, в течение большей части вегетационного периода наблюдается переувлажнение. Для пластов толщиной 7 *см* характерно сильное просыхание почвы в слое 0—5 *см* в периоды длительного отсутствия атмосферных осадков. В пластах, нарезанных при глубине обработки почвы 25 *см* в засушливые периоды в слое 0—5 *см* также отмечается сильное уменьшение влажности почвы. Однако в средней части мощных пластов в течение всего вегетационного периода сохраняется достаточное количество влаги для роста деревьев. Использование при создании лесных культур стандартных сеянцев сосны и ели, имеющих корневые системы длинее 10 *см*, позволяет практически устранить отрицательное действие недостатка воды в верхнем слое пластов, так как корни нормально развитых сеянцев при посадке размещаются в слоях с устойчивым режимом увлажнения. Посев семян сосны и ели по пластам нецелесообразен, так как недостаток воды в слое 0—5 *см* замедлит прорастание семян и затруднит условия для их роста в первые годы после создания искусственных насаждений.

ТЕМПЕРАТУРА ПОЧВЫ

Особенности физических свойств и окраски почвенных горизонтов, также неодинаковое положение по отношению к необработанной поверхности почвы в пластах (микроповышения) и на дне борозд (микропонижения) создают предпосылки для различий в температурном режиме в этих вариантах посадочных мест. Наблюдения за температурой почвы, проведенные в июне и июле 1961 г. в ясные дни при помощи электротермометров АМ-2М, показывают, что максимальный прогрев почвы в пластах и на дне борозд отмечен в конце июля (табл. 4). За весь период наблюдений температура почвы в слое 0—20 *см* в пластах была на 2—5° С выше, чем на дне борозд. В пластах толщиной 25 *см* средняя температура почвы на 1,8—5,2° С превышала температуру почвы в тонких пластах (7 *см*). В бороздах, нарезанных при глубине обработки почвы 25 *см*, температура почвы в рассматриваемом слое практически такая же, как в бороздах глубиной 7 *см*. Минимальные температуры во все дни наблюдений отмечены на участке необработанной почвы. Это явление объясняется наличием на поверхности слоя лесной подстилки, имеющего небольшую теплопроводность, и отражением большого количества энергии прямой солнечной радиации сомкнутым травостоем.

В пластах и на дне борозд незатененная поверхность почвы представлена минеральным субстратом, имеющим небольшой коэффициент отражения и большую теплопроводность. Более низкие температуры почвы в тонких пластах обусловлены рыхлым сложением и большим количеством в них органических материалов. В мощных пластах толщиной 25 *см* слой 0—20 *см* сложен минеральными частицами, что в

Таблица 4

Температура почвы в различных вариантах опыта

Вариант опыта	Мощность пласта, глубина борозды, *см*	Глубина установки термометра, *см*	Температура почвы, °С				
			6/VI	6/VII	18/VII	31/VII	средняя за все сроки
Пласт	7	5	8,1	20,3	19,3	21,8	17,6
		20	6,7	17,5	17,0	18,8	17,7
			7,8	18,4	18,2	20,3	16,1
Дно борозды	7	5	6,4	18,9	18,7	19,3	15,8
		20	8,1	15,6	15,9	17,3	15,6
			7,2	17,2	17,3	18,3	15,7
Пласт	25	5	11,7	24,2	22,6	26,1	21,1
		20	8,7	20,1	19,7	22,9	17,8
			10,2	22,2	21,2	24,5	19,4
Дно борозды	25	5	9,6	19,3	18,5	20,0	16,8
		20	7,1	15,9	15,9	17,3	14,0
			8,3	17,6	17,2	18,6	15,4
Необработанная почва	—	5	6,9	17,6	16,6	18,6	14,9
		20	5,3	15,4	15,0	16,2	12,9
			6,1	17,0	15,8	17,4	14,1

Примечание. 1. Показания термометров во все сроки записывались через каждый час с 7 до 10 *ч* включительно. 2. Для каждого варианта посадочных мест приведены данные, усредненные из 52 разовых наблюдений. 3. Под чертой — среднее для варианта опыта.

сочетании с большой плотностью почвы и отсутствием травянистой растительности обусловливает сильное прогревание почвы в пластах. Повышенная температура почвы в течение вегетационного периода в пластах, нарезанных при глубине обработки почвы в 25 *см*, способствует интенсификации деятельности корневых систем деревьев. Кроме того, положительное значение высоких температур почвы проявляется в активизации микроорганизмов, разлагающих органический материал, сосредоточенный в виде двойного слоя лесной подстилки (дернины) в средней части пластов.

Повышенная температура почвы, сочетающаяся с достаточным количеством влаги и питательных веществ, создает предпосылки для быстрого роста деревьев на пластах. Корневые системы деревьев, растущих на дне борозд, размещаются в почве, температура которой на 2—5° С ниже, чем в пластах. Неблагоприятные физические, химические и гидрологические свойства, пониженная температура почвы, замедляют рост деревьев, посаженных в борозды.

РОСТ ДЕРЕВЬЕВ В ПЛАСТАХ И НА ДНЕ БОРОЗД

Приживаемость, сохранность и интенсивность роста деревьев в лесных культурах определяются местом посадки сеянцев. В первый вегетационный период после создания лесных культур приживаемость сеянцев на пластах на 7—15% меньше, чем в бороздах (табл. 5). В конце второго вегетационного периода сохранность растений сосны и ели в пластах на 10—20% превышает количество деревьев, сохранив-

Таблица 5

Приживаемость, размеры и вес деревьев сосны и ели в различных вариантах опыта (Опытный участок № 11)

Вариант опыта	Мощность пласта, глубина борозды, *см*	Год учета	Приживаемость, %	Средние величины, *см*		Средний вес одного дерева в воздушно-сухом состоянии, *г*			
				высота	прирост	корни	стволик	хвоя	всего
Посадочный материал — сеянцы сосны двух лет									
Пласт	7	1960	50,0	21,4	9,6	0,24	0,60	1,67	2,51
		1961	48,0	25,4	4,0	0,50	1,40	2,25	4,15
Дно борозды . .	7	1960	56,3	17,9	8,3	0,32	0,38	0,50	1,20
		1961	52,4	26,0	8,1	0,45	2,02	2,55	5,02
Пласт	15	1960	84,0	23,3	8,6	0,73	1,00	1,50	3,23
		1961	77,4	43,2	19,6	1,53	6,61	8,56	16,70
Дно борозды . .	25	1960	95,4	23,0	9,8	0,42	0,90	1,30	2,62
		1961	61,6	32,2	9,2	0,33	0,82	0,99	2,14
Пласт	25	1960	64,0	23,8	8,4	0,90	0,72	1,60	3,22
		1961	54,0	39,3	15,5	1,05	4,05	6,50	10,60
Дно борозды . .	25	1960	78,4	22,7	8,3	0,48	0,50	0,70	1,70
		1961	30,4	31,7	9,0	0,26	0,78	0,68	1,72
Посадочный материал — сеянцы ели двух лет									
Пласт	7	1960	90,0	16,5	7,8	0,48	0,40	0,44	1,32
		1961	67,5	23,0	6,5	0,22	0,57	0,42	1,21
Дно борозды . .	7	1960	95,0	14,3	6,3	0,25	0,18	0,22	0,65
		1961	62,5	22,1	7,8	0,19	0,67	0,49	1,35
Пласт	15	1960	90,5	16,9	6,3	0,35	0,40	0,43	1,18
		1961	76,6	28,2	11,3	0,82	1,51	0,76	3,09
Дно борозды . .	15	1960	98,2	14,4	5,3	0,30	0,28	0,32	0,90
		1961	63,0	21,6	7,2	0,31	0,73	0,46	1,50
Пласт	25	1960	100,0	17,2	7,1	0,70	0,48	0,54	1,72
		1961	94,4	27,0	9,8	0,92	0,95	0,65	2,52
Дно борозды . .	25	1960	95,7	14,9	4,8	0,30	0,30	0,40	1,00
		1961	51,5	21,1	6,2	0,21	0,54	0,35	1,00

шихся в бороздах. Основная причина гибели сосны и ели на дне борозд заключается в выжимании корневых систем сеянцев при замерзании и оттаивании почвы. У сеянцев, посаженных в пласты, из-за большой влагоемкости почвы выжимания корневых систем практически не происходит. Сохранность растений на дне борозд с увеличением глубины борозд закономерно уменьшается, а на пластах с увеличением их толщины — возрастает.

Высота стволиков сосны и ели после окончания вегетации в 1960 г., независимо от места их роста, характеризовалась величинами одного порядка. Это объясняется тем, что при посадке использовались сеянцы одного размера, а прирост стволиков в высоту в первый вегетационный период определялся равным количеством пластических веществ, имеющихся в организмах сеянцев ко времени выкопки из питомника. Вес корней и стволиков у деревьев в пластах в первый вегетационный период превышал аналогичные характеристики деревьев, растущих в бороздах. Масса хвои после окончания вегетации сосен и елей в 1960 г. у растений на пластах на 150—250% больше количества хвои у сопоставимых деревьев на дне борозд. Образование у сеянцев на пластах в первый вегетационный период большого ассимиляционного

аппарата и разветвленной корневой системы создает предпосылки для интенсивного роста деревьев в последующие годы.

После окончания вегетации в 1961 г. у растений на пластах толщиной 15 и 25 *см* средняя высота в 1,2—1,5 раза, а прирост стволиков в высоту в 1,5—1,8 раза были больше, чем эти же характеристики сосен и елей на дне борозд, нарезанных при глубине обработки почвы 15 и 25 *см*. Средний вес деревца сосны и ели на мощных пластах в конце второго вегетационного периода в три-четыре раза превышал по весу деревья, выращенные на дне борозд глубиной 15 и 25 *см*. При увеличении мощности пластов с 7 до 25 *см* интенсивность роста сосен и елей возрастает. С увеличением глубины борозд интенсивность роста деревьев резко уменьшается. Отмеченные выше особенности роста деревьев в пластах и на дне борозд в последующие годы проявляются значительно резче (табл. 6).

Таблица 6

Влияние места посадки сеянцев на приживаемость и интенсивность роста деревьев сосны в первый период формирования искусственных насаждений

Год создания лесных культур	Тип условий	Вариант опыта	Характеристика посадочного материала		Характеристика лесной культуры, 1961 г.			
			порода	возраст, лет	Сохранность деревьев, %	средняя высота ствола, *см*	прирост в высоту, *см*	средний вес 1 дерева, *г*
Почвы дерново-сильноподзолистые супесчаные (свежие и влажные), тип леса — сосняк зеленомошниковый								
1956	B_2	Дно борозды — 25 *см*	С	2	89,6	79,1	26,7	138,3
1956	B_3	Дно борозды — 25 *см*	С	2	51,5	58,5	19,5	31,9
1956	B_3	Пласт — 25 *см*	С	2	92,5	127,1	30,3	564,1
Почвы суглинистые дерново-сильноподзолистые (свежие), тип леса — ельник разнотравный								
1958	C_2	Пласт — 25 *см*	С	2	97,0	76,5	26,9	191,6
1958	C_2	Дно борозды — 25 *см*	С	2	—	32,3	6,7	17,0
1958	C_2	Пласт — 15 *см*	С	2	86,5	61,5	18,4	69,9

Обследования искусственных лесных насаждений на территории Добрянского леспромхоза показывают, что в этом районе на площадях с частичной обработкой почвы тракторными плугами на супесчаных и суглинистых дерново-подзолистых свежих и сырых почвах через четыре-шесть лет после создания лесных культур от числа сеянцев, посаженных на пластах, сохраняется 70—90% деревьев, а на дне борозд 30—40%. В культурах сосны, созданных в 1958 г., на суглинистых свежих почвах посадкой двухлетних сеянцев в пласты и на дно борозд, нарезанных плугом ПЛ-70, при глубине обработки почвы 25 *см*, средний вес одного шестилетнего деревца в воздушно-сухом состоянии в 1961 г. на пластах равен 190 *г*, а на дне борозд 17 *г*. При увеличении влажности почвы различия в интенсивности роста деревьев в пластах и на дне борозд увеличиваются. На супесчаных свежих почвах в куль-

турах сосны, посаженных в 1956 г. двухлетними сеянцами, на пластах 25 *см* (плуг ПКБ-56) средний вес одного восьмилетнего деревца в воздушно-сухом состоянии в 1961 г. составляет 560 *г*, в то время как у сосны на дне борозд он равен 32 *г*.

Обработка при помощи вариационной статистики материалов массовых обмеров деревьев, растущих в лесных культурах, показывает, что в двух-шестилетних искусственных насаждениях высота и прирост стволиков четырех-восьмилетних деревьев на пластах и на дне борозд представляют различные вариационные ряды — значение средних величин различается на 100—200%, а коэффициенты существенности связи между сопоставимыми рядами вариантов, как правило, превышают 3, что свидетельствует о достоверности различий в средних величинах прироста и высоты.

Сопоставляя морфологические описания деревьев, растущих в пластах и на дне борозд, необходимо отметить большие различия в строении их корневых систем и ассимиляционного аппарата. Основная часть корней деревьев в культурах в возрасте трех-пяти лет сосредоточена в двойном слое лесной подстилки и перегнойно-аккумулятивного горизонта в средней части пластов. Следовательно, в первый период формирования искусственных насаждений деревья ограничиваются количеством питательных веществ, имеющимся в пластах. Выход корней сосен за пределы пластов толщиной 20—25 *см* в культурах начинается через пять-семь лет после посадки деревьев. Для сосен и елей, растущих на пластах, характерно очень сильное развитие ассимиляционного аппарата. Удлиненная хвоя (у сосны 6—8 *см*, а у ели 2—3 *см*) окрашена в темно-зеленый цвет и густо покрывает ветви и стволики. Здоровый вид деревьев на пластах свидетельствует об исключительно благоприятных условиях для их роста.

У деревьев на дне борозд глубиной 20—30 *см* корневая система увеличивается очень медленно. В течение пяти-семи лет после создания лесных культур на супесчаных и суглинистых подзолистых почвах корни у большей части деревьев сосредоточены в подзолистом горизонте. Проникновение корней из подзолистого в перегнойно-аккумулятивный горизонт, расположенный выше шейки корня деревьев, растущих на дне борозд шириной 50—70 *см*, отмечается у единичных деревьев в культурах сосны и ели старше пяти лет. Сильная переувлажненность почвы, недостаток кислорода, большая кислотность, небольшое количество питательных веществ определяют строение корневых систем деревьев, растущих в бороздах — укороченные корневые волоски (2—3 *мм*), небольшая суммарная протяженность корней, темно-бурая окраска коры корней. Хвоя у деревьев на дне борозд укорочена (у сосны 3—4 *см*, у ели 1—2 *см*) и сосредоточена преимущественно на концах побегов. Отмирание хвои у деревьев, растущих в бороздах, в культурах в возрасте двух-трех лет начинается через один-два года после ее образования (продолжительность жизни хвои у деревьев на пластах составляет три-четыре года). Особенностью сосенок и елей на дне борозд является резко выраженная светло-зеленая окраска хвои, свидетельствующая о недостатке азота в почве.

Резкие различия лесорастительных условий почвы в пластах и на дне борозд определяют не только размеры и морфологические особенности деревьев, выращиваемых в лесных культурах, но и анатомическое строение древесины. Размеры трахеид и сердцевинных лучей в ранней и поздней древесине у восьмилетних сосен, растущих на пластах, в два-три раза превышают аналогичные характеристики деревьев на дне борозд (табл. 7). Однако необходимо отметить, что толщина стенок

Таблица 7

Величина трахеид и сердцевинных лучей у восьмилетних деревьев сосны, *мк* (пробные площади № 218 и 219)

Вариант опыта	Вид древесины в годичном кольце	Поперечный срез			Тангентальный срез		
		внутренний диаметр	толщина стенок	наружный диаметр	длина трахеид	Сердцевинные лучи	
						высота	ширина
Дно борозды	Ранняя	14—20	6—8	20—30	1300—1800	50—70	30—40
»	Поздняя	8—10	8—10	15—20	—	—	—
Пласт	Ранняя	33—45	3—5	40—50	3000—4000	80—10(	40—50
»	Поздняя	20—30	5—7	30—40	—	—	—

Примечание. 1. Измерения произведены при помощи специальной мерной линейки под микроскопом при увеличении в 120 раз.

2. Для исследований у всех деревьев срезы взяты из годичного кольца, отложенного в 1961 г. на уровне шейки корня.

3. Глубина обработки почвы 25 *см*.

трахеид у деревьев на пластах в среднем в полтора раза меньше толщины стенок трахеид древесины деревьев на дне борозд.

Кроме различий в размерах трахеид и сердцевинных лучей, в древесине деревьев, растущих на пластах и в бороздах, наблюдаются и различия в количестве клеток. Годичное кольцо 1961 г. у восьмилетних сосен, растущих на пластах, имеет на уровне шейки корня ширину 6,7 *мм* и состоит из 182 рядов клеток (ранняя древесина — 124 ряда и поздняя — 58 рядов). Древесина в годичном кольце за этот же год у деревьев, растущих на дне борозд, имеет ширину 1,2 *мм* и представлена 44 рядами клеток (ранняя древесина — 36 рядов и поздняя — 9 рядов). Сердцевинные лучи у сосен, выросших на пластах, состоят из 5—7 рядов клеток, а у деревьев на дне борозд из 3—4. Материалы по характеристике анатомического строения древесины у сосен свидетельствуют о том, что физиологические процессы (скорость деления клеток, движения воды и питательных веществ) у деревьев на пластах протекают значительно интенсивнее, чем у деревьев на дне борозд.

Химический состав древесины и хвои у сосен так же, как и анатомическое строение древесины, определяется местом роста деревьев (табл. 8). Содержание золы в древесине деревьев, растущих на дне борозд, вдвое превышает количество золы в древесине деревьев на пластах. Увеличение зольности древесины у сосен на дне борозд связано с большой толщиной стенок трахеид и объясняется большим количеством кальция, железа и алюминия, содержащихся в золе древесины деревьев в бороздах. Количество азота в древесине и хвое деревьев на пластах и в бороздах свидетельствует о том, что, независимо от места роста, сосны содержат практически одинаковое количество азота. Следовательно, содержание азота у сеянцев, выращенных в пластах и на дне борозд, характеризуется определенным типом обмена веществ. Но так как азот является составной частью протоплазмы клеток и без него невозможен рост растительных организмов, количество образующегося органического материала у деревьев на пластах и в бороздах определяется содержанием азота в почве. Интенсивность роста деревьев на пластах превышает в первые пять-семь лет в восемь-десять раз рост

Таблица 8

Химический состав древесины и хвои у деревьев сосны в различных вариантах опыта

Вариант опыта	Мощность пласта, глубина борозды, *см*	Возраст деревьев, лет	Вид растительного материала	Зольность	Азот общий	CaO	P_2O_5	R_2O_3
				% на абсолютно сухое вещество		% на воздушно-сухое вещество		
Почвы суглинистые свежие, тип леса — ельник разнотравный (пробная площадь № 223)								
Пласт . . .	25	6	Хвоя	2,21	1,54	0,21	0,19	0,63
	25	6	Древесина	1,12	0,58	0,12	0,15	0,07
Дно борозды . . .	25	6	Хвоя	2,34	1,49	0,28	0,16	0,68
	25	6	Древесина	2,09	0,41	0,24	0,18	0,15
Почвы супесчаные влажные, тип леса — сосняк зеленомошниковый (пробные площади № 218, 219)								
Пласт . . .	25	8	Хвоя	2,63	1,48	0,15	0,28	0,77
	25	8	Древесина	0,72	0,49	0,13	0,12	0,06
Дно борозды . . .	25	8	Хвоя	2,30	1,40	0,29	0,33	0,65
	25	8	Древесина	1,71	0,43	0,18	0,14	0,13

Примечание. Древесина для анализа взята из выпила ствола на уровне шейки корня; хвоя — с боковых ветвей и стволика с приростов за последние три года.

деревьев в бороздах и находится в прямой связи с количеством азота в этих вариантах посадочных мест.

Изучение особенностей роста деревьев в лесных культурах на супесчаных и суглинистых дерново-подзолистых свежих почвах позволяет сделать вывод, что в подзоне южной тайги при обработке почвы под лесные культуры на нераскорчеванных вырубках основной задачей должно быть создание посадочных мест, в которых почва содержит большое количество питательных веществ и обеспечивается благоприятный для приживаемости и роста хвойных пород водный, воздушный и температурный режим почвы. Основным критерием химического плодородия следует считать содержание в почве азота в том слое, где размещаются корни сеянцев.

ВЫВОДЫ

1. При частичной обработке почвы под лесные культуры тракторными плугами ПЛ-70, ПКЛ-70 и ПЛП-135 образующиеся варианты посадочных мест (пласт, дно борозды) на суглинистых дерново-сильноподзолистых почвах сложены различными генетическими почвенными горизонтами. Пласты в слое 0—50 *см* представлены двойным слоем лесной подстилки и перегнойно-аккумулятивного горизонта. Дно борозд сложено, в основном, почвой из подзолистого иллювиального горизонтов.

2. Особенностями физических свойств и химического состава пласта мощностью до 20 *см* являются хорошая аэрация, большое содержание азота, калия, фосфора и достаточное количество влаги.

3. Физические свойства и химический состав почвы на дне борозд определяются свойствами подзолистого горизонта: плохой аэрацией,

недостатком азотистых веществ, избыточным увлажнением почвы весной и осенью.

4. Физические свойства и химический состав почвы, определяющие условия для роста сосны и ели в лесных культурах, с увеличением глубины обработки почвы плугами с 7 до 25 *см* в пластах улучшаются, а на дне борозд ухудшаются.

5. Приживаемость сеянцев и интенсивность роста сосны и ели в пластах и на дне борозд определяются физическими свойствами и химическим составом почвы в корнезаселенном слое. Деревья, посаженные на пласты толщиной 20—30 *см*, в течение четырех-шести лет после создания лесных культур сохраняются в два-три раза лучше и растут в семь-десять раз быстрее, чем деревья на дне борозд. Сохранность и быстрота роста деревьев при увеличении глубины обработки почвы с 7 до 25 *см* при посадке сеянцев в пласты увеличиваются, а при посадке сеянцев на дно борозд уменьшаются.

6. Анатомическое строение и химический состав древесины пяти-восьмилетних деревьев сосны определяются местом роста деревьев. У сосен на пластах размер трахеид в два-три раза больше, чем у сосен на дне борозд. Зольность древесины у сосен на пластах, за счет небольшого содержания кальция, железа и алюминия, приблизительно в два раза меньше по сравнению с содержанием золы у деревьев, растущих в бороздах.

7. Для повышения эффективности работ по искусственному восстановлению сосны и ели на площадях нераскорчеванных вырубок в Предуралье на суглинистых дерново-подзолистых свежих и сырых почвах посадку стандартных сеянцев сосны и ели нужно производить в пласты, нарезанные тракторными плугами при глубине обработки почвы 25—30 *см* в течение второй половины вегетационного периода, предшествующего году создания лесных культур.

ЛИТЕРАТУРА

Голутвин В. С. Обследование лесных культур в Красноуфимском и Артинском лесхозах Свердловской области. Сб. трудов по лесному хозяйству УЛТИ, вып. 2. Свердловск, 1954.

Ерусалимский В. И. Опыт создания культур сосны на нераскорчеванных вырубках в Ветлужско-Унженском лесхозе. Сб. работ по лесному хозяйству ВНИИЛМ, вып. 37. М.—Л., Гослесбумиздат, 1958.

Колесников Б. П. Основные итоги изучения естественного возобновления на концентрированных вырубках в лесах Свердловской области. Сб. «Проблемы флоры и фауны Урала». Свердловск, 1960а (Ин-т биологии УФАН СССР).

Колесников Б. П. Пути повышения продуктивности лесов Западного Урала. Тезисы докладов объединенной сессии Совета УФАН СССР и СНХ Пермского экономического района (секция лесного х-ва и лесной промышленности). Пермь, 1960б.

Огиевский В. В. Особенности роста культур сосны при обработке почвы плугами ПЛ-70 и ПКБ-56. «Лесное хозяйство», 1956, № 3.

Харитонов Г. А. К вопросу о культуре сосны обыкновенной на средних и тяжелых суглинках Урала. Сб. аннотаций докладов. Свердловск, 1961. (УЛТИ).

Юргенсон Е. И., Ельники Прикамья и проблема их возобновления, Пермь, 1958.

Яблонская М. А. Лесорастительные свойства почвы в посадочных местах под лесные культуры на вырубках в ельниках Предуралья. Докл. второй науч-техн. конференции молодых специалистов лесного производства Урала по итогам работ 1961 года. Свердловск, 1961.

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 36 ТРУДЫ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 1963

Е. П. СМОЛОНОГОВ

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СНЕЖНОГО РЕЖИМА В НАСАЖДЕНИЯХ ВОДООХРАННО-ЗАЩИТНОЙ ПОЛОСЫ РЕКИ УФЫ

Снежный покров, как известно, оказывает существенное влияние почти на все природные процессы, протекающие на земной поверхности, особенно в северных и умеренных широтах (Г. Д. Рихтер, 1948 и др.). От величины снежного покрова и его динамики в зимне-весенний период в значительной степени зависит накопление влаги в почве, режим и размер стока талых вод, формирование весенних паводков, а также пополнение грунтовых вод. Понятно, что изучение снежного покрова с этой точки зрения имеет важное теоретическое и практическое значение, поскольку выявленные закономерности могут служить одной из основ разработки комплекса мероприятий по регулированию водного режима местности.

Не останавливаясь на характеристике работ многочисленных исследователей, изучавших снежный режим в лесах и на других категориях земельных площадей за пределами Урала (Г. Ф. Морозов, 1913; Н. С. Нестеров, 1933; М. И. Сахаров, 1939; Г. Р. Эйтинген, 1939; В. И. Рутковский и З. Н. Кузнецова, 1940; Г. Д. Рихтер, 1945, 1948, 1951, 1953, 1955, и многие другие), отметим, что по основным вопросам выводы авторов сходны. Совпадают они и с результатами исследований, проведенных на Среднем Урале (А. М. Шебалов, 1956; В. М. Ионин, 1956). В общих чертах для равнинных районов умеренной полосы европейской части СССР эти выводы сводятся к следующему.

1. Характер накопления и таяния снега в лесу в одинаковых природно-географических условиях зависит от местоположения участков, типов леса, состава насаждений, их строения, сомкнутости полога, возраста древостоев.

2. Наибольшая мощность снежного покрова и запасы воды в снеге отмечаются на небольших полянах среди леса или узких лесосеках (ширина не более 100 *м*). Затем эти показатели убывают в следующем порядке: лиственные, смешанные хвойно-лиственные, сосновые, еловые насаждения, не защищенные от ветра пространства и сельскохозяйственные угодья. Запасы снежной воды под пологом леса в ельниках, например, составляют всего 40—60% от запаса на небольших полянах или узких лесосеках.

3. Продолжительность периода таяния снега возрастает в следующем порядке: незащищенные от ветра пространства, узкие лесосеки, лиственные насаждения, сосновые насаждения, небольшие поляны среди леса, смешанные хвойно-лиственные насаждения, еловые насаждения. Период таяния снега в ельниках почти в два раза больше, чем на небольших полянах или узких лесосеках.

Наши наблюдения за ходом накопления и таяния снега в зимне-весенние периоды 1951—1952 и 1952—1953 гг. охватывают различные категории покрытой и не покрытой лесом площади в водоохранно-защитной полосе р. Уфы на территории Михайловского лесничества Нижне-Сергинского леспромхоза и Саранинского лесничества Красноуфимского леспромхоза Свердловской области[1].

Наблюдения за динамикой снежного покрова показали, что в районе наших работ его максимальная глубина устанавливается в конце марта. Данные о максимальной глубине снежного покрова в период наибольшего снегонакопления (с показателями точности измерений) и запасы воды в снеге приведены в табл. 1, 2, 3, 4 и 5. Анализируя данные этих таблиц, можно отметить следующее.

1. Наибольшее накопление снега наблюдается на узких лесосеках, а также на небольших безлесных участках среди насаждений.

2. Наименьшая глубина снега отмечена в молодняках сосны и на открытых пространствах, не защищенных от ветра.

3. Елово-пихтовые насаждения с участием липы, ильма, березы и осины накапливают почти равные количества снега с лиственными молодняками и больше, чем спелые и средневозрастные сосновые насаждения.

4. В елово-пихтовых насаждениях с примесью лиственных пород накопление снега зависит от сомкнутости полога и состава древостоев. При большей сомкнутости полога и меньшем участии лиственных пород снега накапливается меньше. Уменьшение сомкнутости и увеличение доли участия лиственных пород в составе ведет к возрастанию глубины снежного покрова.

5. В спелых сосновых насаждениях снега накапливается больше, чем в средневозрастных сосновых же насаждениях и молодняках. Чистые культуры сосны до десятилетнего возраста накапливают снега примерно в одинаковых количествах с лиственными молодняками и небольшими полянами среди леса. Культуры сосны старшего возраста после смыкания полога по характеру накопления снега приближаются к сосновым молоднякам.

6. Аналогичные закономерности наблюдаются и в распределении запасов снежной воды.

Наблюдения за распределением снежного покрова в различных условиях снегонакопления и данные кратковременных снегомерных съемок позволили подметить следующие закономерности.

Основная масса снега выпадает при ветрах западных и юго-западных румбов. Поэтому склоны, обращенные на юг, юго-запад и запад, обычно снегосдуваемы, противоположные — снегозаносимы. Толщина снежного покрова увеличивается от подножья снегосдуваемого склона вверх до водораздела и далее вниз по снегозаносимому склону. Наибольшая глубина снега наблюдается на снегозаносимых склонах ложбин, лощин, логов и речных долин. Много снега скапливается также в оврагах. Эта закономерность особенно хорошо заметна на обезлесенных участках.

[1] При проведении снегомерных наблюдений использовалась методика ВНИИЛХ (С. И. Мурашев и З. И. Кузнецова, 1939).

Таблица 1

Максимальные глубины снежного покрова (наблюдения в конце марта 1952 г.)

Характеристика участков	Насаждения	Лиственно-елово-пихтовые								Сосновые								Лиственные		Участки, не покрытые лесом				
	№ участков	26	25	9	10	8	28	27	24	31	13а	11	6	5	12	21	7	1	2	13б	30	32	22	23
	Состав древостоя	3П2Е2Б2Л1К	5П3Е2Л	4Е4П2Л ед*И*	6П2Е1Б1Ос	5Е3П2Л ед*И*	2П1Е1С3Ос3Л	7П2Е1Л	6Е4П ед*Л*	6С4Е	1ОС	1ОС	1ОС ед*Е*	1ОС	1ОС	Культуры сосны в возрасте 3 лет	Культуры сосны в возрасте 13 лет	10 Ос	10 Ос	Лесосека шириной 100 *м*	Лесосека шириной 300 × 500 *м*	Лесосека 200 × 300 *м*	Поляна, не защищенная от ветра, 0,2 *га*	Поляна, не защищенная от ветра, 0,4 *га*
	Класс возраста	III	IV	VIII	IV	VI I	III	IV	IV	IV	VII	VI	II	II	III			II	II					
	Сомкнутость полога	0,7	0,6	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,2	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7			0,7	0,6					
	Экспозиция и крутизна склона	в. 10°	з. 20°	в. 4°	Ровный участок	3—4°	ю.-в. 4°	Ровный участок	ю.-в. 20°	3—4°	с.-з. 4°	ю.-з. 12°	в. 7°	з. 10°	ю.-з. 5°	ю.-в. 2°	с. 2°	с. 12°	ю. 3°	с.-з. 4°	с.-з. 9°	Ровный участок	с.-з. 4°	с.-з. 4°
Средняя глубина, *см*		80,0	77,0	75,6	73,6	72,0	72,0	66,0	60,0	75,0	73,4	62,8	50,4	49,3	45,5	87,0	59,0	77,7	62,0	94,0	85,0	69,0	64,0	57,0
Количество измерений на участке		25	26	25	25	25	36	43	40	38	17	25	22	22	26	43	24	25	22	19	27	34	40	45
Среднее квадратическое отклонение, ±		11,1	11,3	7,0	10,4	9,1	7,2	9,8	8,3	13,0	6,8	3,8	4,7	8,3	3,1	6,5	15,8	3,5	5,9	2,4	6,8	17,1	17,4	8,8
Коэффициент вариации, ± %		13,8	14,8	9,2	14,1	15,4	10,0	14,8	13,8	17,3	9,2	6,0	9,3	16,8	6,8	7,4	6,7	4,5	9,6	2,5	8,0	24,7	27,2	15,4
Ошибка среднего, ±		2,2	2,2	1,5	2,2	1,9	1,2	1,5	1,3	2,1	1,7	0,7	1,0	1,7	0,6	1,0	3,2	0,6	1,3	0,5	1,3	2,9	2,7	1,3
Точность наблюдения, %		2,7	2,8	1,9	2,9	2,5	1,6	2,3	2,1	2,5	2,3	1,1	2,0	3,5	1,3	1,1	5,4	0,8	2,1	0,5	1,5	4,2	4,2	2,3

Таблица 2

Максимальные глубины снежного покрова (наблюдения в конце марта 1953 г.)

Насаждения		Лиственно-елово-пихтовые							Сосновые		Лиственные		Участки, не покрытые лесом							
№ участков		16	39	43	17	25	38	26	3	4	36	35	14	42	44	41	40	37	15	34
Характеристика участков	Состав древостоя	8П2Е едЛ	5Е2П3Л	7Е2П1Б едЛ	6П3Е1Л едИ	5П3Е2Л	5Е4П1Б	3П2Е2Б2Л1К	7С2Е1П	7С3Е	10Б	10Б	Залежь, защищенная от ветра (3,0 *га*)	Прогалина с редкой порослью березы	Лог, шириной 200 *м*	Прогалина с редкими группами березы и сосны	Поляна среди соснового насаждения (1,5 *га*)	Лесосека с редкими группами березы и сосны	Залежь среди елово-пихтовых насаждений (30 *га*)	Пашня у подножья южного склона
	Класс возраста	V	II	VI	VI	IV	II	III	II	II	I	I								
	Сомкнутость полога	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,5	0,6	0,8	0,8								
	Экспозиция и крутизна склона	ю. 5°	с.-в. 10°	ю.-з. 12°	ю. 3°	ю.-в. 20°	с. 7°	в. 10°	в. 10°	з. 8°	ю. 15°	с. 15°	ю. 5°	з. 3°	Ровный участок	с. 3°	з. 3°	с.-в. 2°	в. 15°	Ровный участок
Средняя глубина, *см*		107,0	96,0	95,0	90,0	89,0	88,0	84,0	80,0	69,0	102,0	97,0	105,0	102,0	102,0	100,0	97,0	96,0	90,0	77,0
Количество измерений на участке		32	27	30	30	28	30	28	30	30	10	10	31	28	30	28	30	30	30	10
Среднее квадратическое отклонение ±		11,5	9,2	8,6	7,8	14,7	10,8	16,4	8,8	7,8	4,2	13,7	5,0	4,8	7,0	4,3	8,7	4,6	3,8	9,2
Коэффициент вариации, ±%		10,7	9,5	9,0	8,6	16,5	12,2	19,5	11,0	11,3	4,1	14,1	4,7	4,7	6,8	4,3	8,9	4,8	4,2	11,9
Ошибка среднего, ±		2,0	1,6	1,6	1,4	2,7	2,1	3,1	1,6	1,4	1,2	4,1	0,9	0,9	1,3	0,8	1,4	0,8	0,8	2,7
Точность наблюдения, %		1,9	1,7	1,6	1,5	3,0	2,3	3,7	2,0	2,0	1,1	4,2	0,8	0,8	1,2	0,8	1,4	0,8	0,9	3,5

Таблица 3

Глубина снежного покрова и запасы воды в снеге (наблюдения в марте 1952 г.)

Насаждения	№ участка	2—8 марта			16—19 марта		
		Средняя глубина, *см*	Плотность	Запас воды, *мм*	Средняя глубина, *см*	Плотность	Запас воды, *мм*
Лиственно-елово-пихтовые	26	—	—	—	59,0 ± 2,8	0,232 ± 0,009	136,8 ± 7,5
	25	—	—	—	60,0 ± 1,9	0,226 ± 0,004	135,6 ± 4,8
	9	45,5 ± 1,3	0,192 ± 0,011	87,3 ± 5,4	—	—	—
	10	52,0 ± 1,5	0,197 ± 0,021	102,4 ± 11,2	—	—	—
	8	43,2 ± 1,2	0,180 ± 0,018	77,7 ± 8,0	—	—	—
	28	52,0 ± 2,1	0,180 ± 0,006	93,6 ± 4,8	—	—	—
	27	42,0 ± 1,3	0,210 ± 0,009	88,2 ± 4,6	48,0 ± 0,9	0,240 ± 0,010	115,2 ± 5,1
	24	—	—	—	43,0 ± 1,2	0,290 ± 0,009	111,8 ± 4,9
Сосновые	31	50,0 ± 1,8	0,181 ± 0,008	90,5 ± 5,0	49,0 ± 2,3	0,228 ± 0,002	137,2 ± 6,2
	13а	56,6 ± 0,7	0,185 ± 0,009	104,7 ± 4,6	—	—	—
	11	39,9 ± 0,7	0,169 ± 0,007	67,4 ± 2,8	—	—	—
	6	39,0 ± 0,6	0,166 ± 0,008	65,0 ± 3,2	32,0 ± 0,9	0,224 ± 0,011	80,0 ± 4,1
	5	—	—	—	25,7 ± 4,5	0,225 ± 0,005	58,3 ± 10,2
	12	36,0 ± 0,4	0,167 ± 0,010	60,0 ± 3,6	34,5 ± 1,0	0,256 ± 0,007	82,0 ± 5,1
	7	48,0 ± 1,0	0,197 ± 0,015	94,5 ± 7,3	—	—	—
Лиственные . . .	1	59,6 ± 0,6	0,195 ± 0,013	116,0 ± 2,6	63,5 ± 0,8	0,234 ± 0,010	148,5 ± 6,4
	2	—	—	—	39,3 ± 1,0	0,234 ± 0,003	127,3 ± 3,4
Участки, не покрытые лесом	13б	42,8 ± 0,8	0,172 ± 0,012	73,6 ± 5,2	—	—	—
	30	—	—	—	53,0 ± 1,4	0,268 ± 0,007	142,0 ± 5,2
	32	51,0 ± 2,3	0,222 ± 0,003	113,2 ± 5,3	49,0 ± 2,8	0,280 ± 0,010	137,2 ± 8,2
	22	45,0 ± 1,7	0,195 ± 0,004	87,7 ± 5,7	—	—	—
	23	41,0 ± 1,3	0,182 ± 0,003	75,0 ± 2,6	17,0 ± 0,8	0,311 ± 0,013	52,8 ± 3,3

Таблица 4

Глубина снежного покрова и запасы воды в снеге, по наблюдениям 28—30 марта 1953 г.

Насаждения	№ участка	Средняя глубина, *см*	Плотность	Запас воды, *мм*
Лиственно-елово-пихтовые	16	107,0 ± 2,0	0,200 ± 0,007	214,0 ± 4,3
	39	92,0 ± 1,4	0,091 ± 0,005	175,7 ± 5,2
	43	95,0 ± 1,5	0,211 ± 0,004	200,0 ± 5,4
	25	89,0 ± 2,7	0,215 ± 0,004	191,3 ± 6,7
	38	87,0 ± 2,1	0,209 ± 0,005	181,8 ± 5,6
	26	84,0 ± 3,1	0,194 ± 0,013	162,9 ± 12,3
Сосновые	3	76,0 ± 1,2	0,22 ± 0,007	174,0 ± 5,9
	4	68,0 ± 1,4	0,21 ± 0,005	146,2 ± 5,1
Лиственные	36	99,0 ± 0,7	0,220 ± 0,004	217,8 ± 0,4
	35	89,0 ± 1,9	0,223 ± 0,005	198,4 ± 5,9
Участки, не покрытые лесом	14	105,0 ± 0,9	0,192 ± 0,004	201,6 ± 4,2
	42	96,0 ± 1,3	0,224 ± 0,007	215,0 ± 7,0
	44	102,0 ± 1,3	0,217 ± 0,007	221,0 ± 7,5
	41	98,0 ± 1,0	0,236 ± 0,001	231,2 ± 2,3
	40	87,0 ± 2,4	0,220 ± 0,005	191,4 ± 6,6
	37	96,0 ± 0,8	0,238 ± 0,002	228,4 ± 3,2
	34	73,0 ± 1,9	0,234 ± 0,005	170,8 ± 5,6

Таблица 5

Изменение глубины снежного покрова и запаса снежной воды (23 марта 1953 г.) при подъеме к вершине горы Кургашки от дер. Комарово (Михайловское лесничество Нижне-Сергинского леспромхоза)

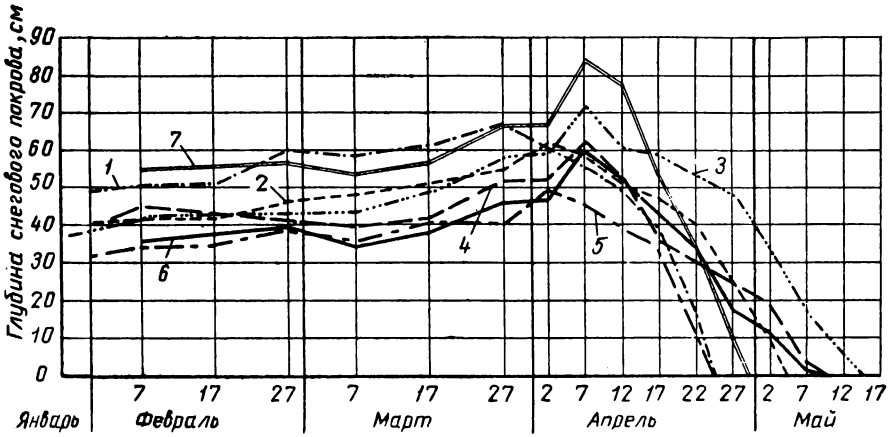
№ участка	Характеристика участка наблюдения	№ квартала	Относительная высота, *м*	Средняя глубина снежного покрова, *см*	Запас снежной воды, *мм*
1	9П1ЛедЕ, VI класс возраста, сомкнутость полога 0,7 . . .	36	0	106,0 ± 2,0	224,7 ± 4,0
2	8П2ЕедЛ, VI класс возраста, сомкнутость полога 0,7 . . .	21	50	109,0 ± 1,9	231,0 ± 5,0
3	8П1Е10с, VI класс возраста, сомкнутость полога 0,7 . . .	7	100	113,0 ± 1,9	251,9 ± 4,7
4	7П2К10с, VI класс возраста, сомкнутость полога 0,7 . . .	7	150	119,0 ± 1,1	237,7 ± 3,8
5	Старая лесосека шириной 50 *м* возобновилась липой, возраст 20—30 лет	21	0	124,0 ± 1,1	280,0 ± 4,5
6	Старая лесосека шириной 50 *м* возобновилась липой, возраст 20—30 лет	7	100	134,0 ± 1,4	331,5 ± 4,3
7	Редина из перестойной осины, сомкнутость полога 0,2—0,3	7	150	124,0 ± 1,0	293,0 ± 6,7

На склонах крутизной до 8—10° при наличии лесной растительности указанные различия в накоплении снега менее заметны.

С повышением абсолютной и относительной высоты местности накопление снега увеличивается. Наиболее отчетливо эта особенность проявляется в лесных насаждениях (см. табл. 5). В «окнах» или про-

светах полога, а также на небольших полянах снега накапливается больше, чем под пологом окружающих насаждений. Так, в Михайловском лесничестве (кв. 162) под пологом чистого сосняка III класса возраста с сомкнутостью полога 0,7 глубина снежного покрова 18 марта 1953 г. была $59,4 \pm 1,0$ *см*, запас воды $120,8 \pm 3,0$ *мм*. Рядом на поляне площадью 0,3 *га* соответствующие показатели равнялись $75,1 \pm 1,3$ *см* и $160,2 \pm 3,4$ *мм*. В «окне» пихтово-елового насаждения размером 10×10 *м* глубина снежного покрова была $115,0 \pm 3,0$ *см* и запас воды $247,3 \pm 9,3$ *мм*, а соответствующие показатели под пологом леса $106,0 \pm 2,0$ *см* и $224,7 \pm 4,0$ *мм*.

Весеннее снеготаяние в районе наблюдений на открытых пространствах начинается в последней декаде марта и заканчивается в конце апреля. В лесу более или менее заметное таяние снега наблюдается в первых числах апреля, конец — в первой декаде мая. Снег в сугробах на опушках леса, в оврагах, понижениях рельефа, просветах и «окнах» полога смешанных лиственно-елово-пихтовых насаждений и у теневых сторон лесосек залеживается до середины, а часто и до конца мая.



Динамика накопления и таяния снега в зимне-весенний период 1952 г.:

1 — лиственный молодняк (участок 1); *2* — культура сосны (участок 7); *3* — спелое смешанное лиственно-елово-пихтовое насаждение (участок 8); *4* — спелое сосновое насаждение (участок 11); *5* — средневозрастное сосновое насаждение (участок 12); *6* — средневозрастное сосновое насаждение (участок 24); *7* — лесосека (участок 30).

Рассматривая рисунок, видим, что время окончания весеннего снеготаяния, а следовательно, и продолжительность таяния снежного покрова в различных условиях не одинаковы. По сравнению с узкой открытой лесосекой *7* снег сошел позднее в культурах сосны *2* на пять дней, в спелом сосняке *4* и срадневозрастном ельнике *6* — на десять дней, в смешанных лиственно-елово-пихтовых насаждениях *3* — на пятнадцать дней, а в лиственных молодняках *1* и средневозрастном сосняке *5* раньше на пять дней.

В елово-пихтовых насаждениях с примесью лиственных пород время окончания таяния, так же как и при накоплении снега, зависит от состава древостоев, их возраста и сомкнутости полога. Эти же факторы влияют на ход таяния снега и в сосняках.

Время начала таяния, определяемое по стоку снежной воды, на что *особое внимание обращал А. Д. Дубах (1936, 1951), нами не фиксировалось*. Поэтому продолжительность и интенсивность в конкретных показателях мы выразить не можем. Тем не менее, разница в сроках схода снега вполне определенно говорит о различии этих показателей,

что несомненно положительно влияет на формирование и продолжительность весенних паводков.

Наблюдения за процессом таяния снега в различных условиях показывают, что, чем больше относительная и абсолютная высота участков, тем оно проходит слабее и медленнее. На южных, юго-восточных и юго-западных склонах интенсивность таяния выше, чем на противоположных. В последнюю очередь снег сходит с северных склонов. Снеготаяние в нижних звеньях гидрогеографической сети идет быстрее, чем на верхних. На участках берегов рек в теневых и на снегозаносимых экспозициях снег тает медленнее по сравнению с ветросдуваемыми и инсолируемыми.

Приведенные данные далеко не полностью исчерпывают все разнообразие процессов накопления и, особенно, таяния снега, так как последнее зависит еще и от типа весны (С. И. Небольсин и П. П. Надеев, 1937). Тем не менее, эти данные дают возможность отметить для смешанных лиственно-елово-пихтовых насаждений, наиболее распространенных в защитной полосе р. Уфы, ряд преимуществ в характере режима снежного покрова в сравнении с другими участками и типами леса. Смешанный темнохвойно-лиственный состав их древостоев обеспечивает накопление относительно большого количества снега в зимнее время и замедленное таяние его весной. Почвы в период таяния снега обычно полностью оттаивают, а наличие рыхлой умеренной мощности и хорошо водопроницаемой подстилки способствует наиболее полному поглощению снежных вод и препятствует развитию эрозионных процессов.

Смешанные лиственно-елово-пихтовые насаждения вполне соответствуют в бассейне р. Уфы основной задаче водоохранно-защитных лесов, заключающейся в том, чтобы в максимальной степени снизить поверхностный сток весенних талых и дождевых вод, направить их внутрипочвенным стоком в грунтовые и тем самым предупредить возможность образования кратковременных и высоких паводков и вынос продуктов эрозии в реки. Однако их сравнительно высокие водоохранно-защитные качества проявляются только в комплексе с другими категориями лесных участков. Поэтому при проведении мероприятий по повышению гидрологического и защитного значения лесов в защитной полосе р. Уфы серьезное внимание необходимо уделить также и другим насаждениям и категориям лесных площадей. Что же касается смешанных лиственно-елово-пихтовых насаждений, то они должны быть средневозрастными или приспевающими, умеренной сомкнутости (0,7—0,8), с участием лиственных пород в древостоях не менее 0,3—0,4 состава. Особенности возрастной структуры, строения, динамики древостоев указывают на полную возможность создать такие насаждения в процессе лесовосстановительных или реконструктивных рубок (Е. П. Смолоногов, 1956).

ЛИТЕРАТУРА

Дубах А. Д. Водорегулирующее размещение леса по бассейну реки. «Лесное хозяйство и лесоэксплуатация», 1936, № 3, 4.

Дубах А. Д. Лес как гидрологический фактор. М.—Л., Гослесбумиздат, 1951.

Ионин В. М. Лесорастительные условия непродуцирующих площадей в запретной полосе среднего течения р. Уфы и основные принципы их облесения. Автореферат диссертации. Фонды УЛТИ. Свердловск, 1956.

Морозов Г. Ф. Лесоводственное значение вопроса о задержании осадков кронами леса. Лесной журнал, № 5. Спб, 1913.

Мурашев С. И. и Кузнецова З. Н. Руководство по изучению снегового режима в лесах. Тр. ВНИИЛХ, вып. 4. Пушкино, 1939.

Небольсин С. И. и Надеев П. П. Элементарный поверхностный сток. М., 1937.
Нестеров Н. С. Очерки по лесоведению. М., Гослесбумиздат, 1933.
Рихтер Г. Д. Снежный покров, его формирование и свойства. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1945.
Рихтер Г. Д. Роль снежного покрова в физико-географическом процессе. Тр. Ин-та географии АН СССР, вып. 40. М.—Л., 1948.
Рихтер Г. Д. Снежный покров и полезащитное лесонасаждение. «Проблемы физической географии», т. 16. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1951.
Рихтер Г. Д. Использование снега и снежного покрова в целях борьбы за высокий и устойчивый урожай. Сб. «Роль снежного покрова в земледелии». М., 1953. (Ин-т географии АН СССР).
Рихтер Г. Д. Использование снега в народном хозяйстве и задачи его изучения. Сб. «Вопросы изучения снега и использование его в народном хозяйстве». Изд-во АН СССР, М., 1955.
Рутковский В. И. и Кузнецова З. Н. Влияние насаждений на снеговой режим. Сб. «Водоохранная роль леса». Тр. ВНИИЛХ, вып. 18, Пушкино, 1940.
Сахаров М. И. Влияние лесных фитоценозов на снеговой покров. «Лесное хозяйство», 1939, № 5.
Смолоногов Е. П. Лесовозобновительные мероприятия в елово-пихтовых лесах защитной полосы р. Уфы. Сб. трудов по лесному хозяйству, вып. 3. Свердловск, 1956. (УЛТИ).
Шебалов А. М. Снегонакопление в сосновых водоохранно-защитных лесах бассейна р. Чусовой. Сб. трудов по лесному хозяйству, вып. 3. Свердловск, 1956. (УЛТИ).
Эйтинген Г. Р. Снеговой покров в лесу и поле. «Лесное хозяйство», 1939, № 2

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ВЫП. 36 ТРУДЫ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 1963

Б. А. МИРОНОВ

О ВОДООХРАННО-ЗАЩИТНОМ ЗНАЧЕНИИ ГОРНЫХ ЛЕСОВ ИЛЬМЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА

Планирование и проведение мероприятий по освоению, реконструкции и рациональному хозяйственному использованию территории и природных ресурсов в пределах лесной зоны требуют полного учета водоохранно-защитной (гидрологической) роли лесов. В связи с этим классификация лесных площадей по водоохранно-защитной роли является необходимым условием общей организации территории. Она должна лежать в основе проведения лесохозяйственных, водохозяйственных, санитарно-гигиенических и других мероприятий. Существующие классификации делят лесные площади по двум основным признакам: по характеру (основному виду) и по степени проявления ими водоохранно-защитных функций. Так, классификации Г. А. Харитонова (1940), В. А. Троицкого (1939), Д. Г. Смарагдова (1939) и А. С. Козменко (1947) выделяют категории лесных площадей по основному виду проявления ими водоохранно-защитной роли. В классификациях В. И. Рутковского (1949), Б. Д. Жилкина (1940), А. В. Тюрина (1949), А. А. Молчанова (1958, 1960) и других лесные площади подразделяются уже не только по характеру, но и по степени их водоохранно-защитного значения. Впервые на обширном экспериментальном материале А. А. Молчановым (1952) было доказано, что характер и степень проявления лесными площадями водоохранно-защитной роли зависят не только от почвенно-климатических и зонально-географических условий, но и от состава, строения, возраста и полноты насаждений, покрывающих эти площади. Отсюда вытекает, что при изучении и классификации мелиоративных свойств лесов необходимо строго учитывать особенности их древостоев.

На равнинных территориях, где работало большинство исследователей, почвенные и климатические условия на сравнительно больших площадях существенно не меняются. Следовательно, более или менее постоянным остается и характер водоохранно-защитных свойств лесов в той части, которая зависит от их растительных условий. Тем не менее, первым этапом работы по лесной гидрологии и в равнинных районах было установление характера водоохранно-защитного значения леса в зависимости от особенностей лесорастительных условий. Лишь сейчас, уже на втором этапе, основное внимание уделяется выяснению степени проявления лесом водоохранно-защитных функций.

Иные условия наблюдаются в горных районах. Здесь на протяжении нескольких сотен метров могут существенно меняться мощность почв, крутизна склона, мезоклиматические показатели. Характер водоохранно-защитной роли лесных площадей в горах может быть самым разнообразным, даже в пределах сравнительно небольшого по площади района, иногда порядка всего сотен квадратных километров.

Если в равнинных районах вопрос о характере мелиоративных функций лесных площадей в зависимости от почвенных, климатических, геоморфологических и геологических условий разработан достаточно полно, то для горных местностей он только начинает разрабатываться (В. З. Гулисашвили, 1956).

Перед нами стояла задача выяснить в первом приближении характер водоохранно-защитной роли лесных площадей применительно к полным спелым сосновым и березовым насаждениям Ильменского заповедника, территория которого относится к Вишневогорско-Ильменскому лесорастительному округу Восточно-Уральской провинции предгорных березово-сосновых лесов (Б. П. Колесников, 1961). Для этого района такая работа имеет большое значение как вследствие его горных условий, так и, особенно, в связи с остротой проблемы водоснабжения в соседних промышленных центрах Челябинской области (В. В. Ивакин и Э. Т. Москвина, 1958). Лесное хозяйство в Вишневогорско-Ильменском лесорастительном округе должно иметь защитное направление и развиваться в соответствии с нормами горного лесоводства (Б. П. Колесников, 1961). В настоящее время большая часть его лесов выделяется в категорию горных и переводится в первую группу.

Данная работа является обобщением наших материалов по изучению водно-физических свойств почв и условий формирования стока в горных лесах Ильменского заповедника, частично опубликованных ранее (Б. А. Миронов, 1959, 1961).

Указания на водоохранно-защитную роль горных лесов Урала имеются в работах ряда авторов (И. И. Урбан и Н. М. Никифоров, 1936; М. Е. Ткаченко, 1952; А. В. Тюрин, 1949; П. Л. Горчаковский, 1950, 1954, 1959 и др.). П. Л. Горчаковским (1952) предложена классификация высокогорных лесов Урала по их водоохранному и почвозащитному значению. Но для исследуемого района нет даже сравнительной качественной оценки гидрологической и почвозащитной роли лесов, произрастающих в различных лесорастительных условиях.

Как указывалось, характер проявления лесом водоохранно-защитных свойств определяется многими факторами. Из них важнейшие в условиях изучаемого района зависят преимущественно от топографического положения лесного участка. Такие свойства почв, как мощность, влагоемкость, пористость, тесно связаны с принадлежностью лесного участка к тому или иному типу лесорастительных условий. Последние же определяются, в основном, положением участка на рельефе (Е. М. Фильрозе, 1958; Б. А. Миронов, 1961). Например, данные по механическому составу почв (табл. 1) показывают очень тесную зависимость его от типа лесорастительных условий. Чем суше почва, тем меньше мелкозема и физической глины содержится в ней. Весьма важно, что различие в составе насаждений (например, смена сосны на березу) сказывается на гидрологических особенностях в гораздо меньшей степени, чем различие в типе лесорастительных условий, а следовательно, и в положении на рельефе. Производительность древостоев также зависит от топографического положения участка, крутизны и ориентировки склона (Б. А. Миронов, 1961; Ю. Д. Абатуров, 1961).

Таблица 1

Механический состав почв различных типов леса

№ пробной площади	Тип леса. Тип лесорастительных условий	Глубина взятия образца, *см*	Горизонт	Скелет, %		Мелкозем (частицы, *мм*), %							Физическая глина	Физический песок	Название по механическому составу
				камни > 3 *мм*	камни < 3 *мм*	3—1	1,00—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001			
79	Сосняк мертвопокровный. Сухой	0—10	A_1	63,5	36,5	9,6	23,7	40,9	11,0	4,3	7,4	3,1	14,8	85,2	Супесь
		10—20	A_1BC	71,3	28,7	10,0	29,3	39,2	10,5	3,4	5,1	2,5	11,0	89,0	»
		20—30	BC	81,1	18,9	6,3	30,0	44,2	10,2	2,6	4,4	2,3	9,3	90,7	Песок
76	Сосняк папоротниково-злаковый. Периодически сухой	0—10	$A_дA_1$	5,9	94,1	13,2	21,5	31,9	18,9	3,7	6,4	4,4	14,5	85,5	Супесь
		10—20	AC	17,3	82,7	18,5	28,9	22,7	14,1	4,9	7,8	3,1	15,8	84,2	»
		20—30	AC	18,0	82,0	21,2	33,3	18,0	15,2	3,6	5,8	2,9	12,3	87,7	»
		30—40	СД	19,7	80,3	20,6	34,1	18,8	16,4	2,9	4,7	2,5	10,1	89,9	»
		40—50	СД	22,3	77,7	22,8	35,4	17,2	14,9	3,0	4,3	2,4	9,7	90,3	Песок
72	Сосняк разнотравно-папоротниковый. . .	0—10	$A_д$	7,7	92,3	11,2	21,2	24,1	20,0	5,7	9,5	8,3	23,5	76,5	Легкий суглинок
	Свежий	10—20	A_2B	7,9	92,1	11,9	22,3	26,7	20,4	5,5	7,0	6,2	18,7	81,3	Супесь
		20—30	$A_2BД_1$	11,8	88,2	27,9	30,3	20,1	9,2	2,8	6,3	3,4	12,5	87,5	»
		30—40	$Д_1$	9,8	90,2	18,1	24,8	26,8	20,1	2,0	5,0	3,2	10,2	89,8	»
		40—50	$Д_1$	9,4	90,6	17,5	24,3	25,1	23,6	2,1	4,3	3,1	9,5	90,5	Песок
		50—60	$Д_2$	10,1	98,9	21,7	23,4	24,3	22,3	1,6	3,8	3,0	8,4	91,6	»
24	Сосняк разнотравно-папоротниковый. . .	0—10	$A_д$	3,1	96,9	6,3	21,1	17,6	13,8	10,4	13,9	16,9	41,2	58,8	Суглинок средний
	Свежий	10—20	A_1	4,3	95,7	9,9	27,3	19,2	12,4	9,8	11,3	10,1	31,2	68,8	»
		20—30	A_2	11,9	88,1	14,3	19,8	16,0	12,2	9,6	11,2	16,9	37,7	62,3	»
		30—40	B_1	10,4	89,6	16,6	12,2	10,8	10,0	6,4	10,4	33,6	50,4	49,6	Суглинок тяжелый
		40—50	B_2	11,5	88,5	17,5	21,6	17,4	13,4	6,3	10,1	13,7	30,1	69,9	Суглинок средний
		50—60	B_2	11,6	88,4	18,2	24,2	18,1	14,0	5,8	9,3	10,4	25,5	74,5	Суглинок легкий

Таблица 1 (продолжение)

№ пробной площади	Тип леса. Тип лесорастительных условий	Глубина взятия образца, *см*	Горизонт	Скелет, %		Мелкозем (частицы, *мм*), %							Физическая глина	Физический песок	Название по механическому составу
				камни > 3 *мм*	камни < 3 *мм*	3—1	1,00—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001			
77	Березняк виковый. . .	0—10	A_0A_2	27,2	72,8	21,6	16,4	29,2	13,4	6,3	6,2	6,9	19,4	80,6	Супесь
	Близок к сухому . .	10—20	A_1A_2	43,1	56,9	21,8	18,7	31,4	10,4	5,8	6,8	6,0	18,0	82,0	»
		20—30	A_2B	45,4	54,6	12,6	31,1	30,5	7,1	14,2	1,5	3,0	18,7	81,3	»
74	Березняк папоротниково-злаковый. . . .	0—10	$A_дA_1$	7,0	93,0	12,4	14,7	31,1	17,2	7,4	12,7	4,5	24,6	75,4	Суглинок легкий
	Периодически сухой	10—20	A_1A_2	9,2	90,8	17,8	14,0	26,2	17,2	7,5	12,8	4,5	24,8	75,2	»
		20—30	A_2B_1	10,1	89,9	22,1	18,3	20,9	17,6	6,0	10,9	4,2	21,1	78,9	»
		30—40	$Д_1$	10,6	89,4	22,5	23,4	22,6	15,7	3,9	2,5	9,4	15,8	84,2	Супесь
		40—50	B_2	11,1	88,9	23,1	15,8	25,2	16,5	4,1	7,0	8,3	19,4	80,6	»
		50—60	B_2	12,5	87,5	16,6	8,0	35,2	18,1	4,0	10,2	7,9	22,1	77,9	»
78	Березняк широкотравно-папоротниковый.	0—10	$A_дA_1$	2,1	97,9	8,2	17,5	28,3	11,2	11,7	12,9	10,2	34,8	65,2	Суглинок средний
	Свежий	10—20	A_1	3,3	96,7	8,8	16,1	21,3	18,3	11,7	13,1	11,1	35,9	64,1	»
		20—30	A_2B_1	7,5	92,5	13,9	17,5	16,8	16,0	10,9	14,0	10,9	35,8	64,2	»
		30—40	B_2	7,4	92,6	10,1	19,8	15,4	17,9	12,4	13,5	10,9	36,8	63,2	»
		40—50	B_2	8,5	91,5	15,7	17,8	16,0	19,5	10,8	11,3	8,9	31,0	69,0	»
		50—60	B_2	9,1	90,9	17,0	18,2	15,2	19,8	11,4	10,1	8,3	29,8	70,2	Суглинок легкий
25	Березняк разнотравно-папоротниковый. . .	0—10	$A_д$	3,1	96,9	6,4	20,9	17,9	14,6	10,3	13,5	16,4	40,2	59,8	Суглинок средний
	Свежий	10—20	A_1	4,1	95,9	9,9	26,9	18,6	12,5	10,0	11,1	11,0	32,1	67,9	»
		20—30	A_2	11,7	88,3	14,2	20,7	15,8	12,8	9,7	10,9	15,9	36,5	63,5	»
		30—40	B_1	10,3	89,7	16,8	12,7	10,5	10,1	7,0	10,3	34,2	51,5	48,5	Суглинок тяжелый
		40—50	B_2	11,4	88,6	17,1	21,1	16,8	12,7	6,2	9,9	16,2	32,3	67,7	Суглинок средний
		50—60	B_2	11,6	88,4	18,6	22,1	17,6	14,1	6,1	9,5	12,0	27,6	72,4	Суглинок легкий

К условиям заповедника полностью применим вывод Н. В. Родникова (1940, стр. 3) о том, что «водоохранные свойства леса, зависящие от состава, строения и местоположения насаждения, сводятся в основном к свойствам почвы перераспределять влагу осадков между поверхностным и внутрипочвенным стоком». Эти свойства почвы, помимо топографического положения участка, определяются тем, какая растительность на нем произрастает: лес, кустарник, луговые фитоценозы и т. п. Для определения водоохранно-защитных свойств той или иной растительности важнейшим показателем служит водопроницаемость почв, формирующихся под ней, так как она определяет способность почв поглощать влагу осадков и поверхностного стока. Нами определялась водопроницаемость почв под различными лесными и безлесными участками Ильменского заповедника. Результаты приведены в табл. 2. Из

Таблица 2

Водопроницаемость почв под различными типами растительности

№ пробной площади	Тип леса. Тип лесорастительных условий	Водопроницаемость, *мм/мин*	
		в состоянии естественной влажности	после полного насыщения влагой
79	Сосняк мертвопокровный. Сухой . . .	0,9 ± 0,2	2,0 ± 0,4
80	Сосняк ягодниковый. Периодически сухой	4,0 ± 0,5	6,0 ± 0,7
76	Сосняк папоротниково-злаковый. Периодически сухой	2,5 ± 0,3	7,0 ± 1,3
72	Сосняк разнотравно-папоротниковый. Свежий	17,0 ± 2,2	21,0 ± 3,1
24	То же	17,0 ± 2,2	19,0 ± 3,4
77	Березняк виковый. Близок к сухому	1,0 ± 0,2	3,0 ± 0,4
74	Березняк папоротниково-злаковый. Периодически сухой	6,0 ± 0,7	10,0 ± 1,2
73	Березняк разнотравно-папоротниковый. Свежий	10,0 ± 1,7	16,0 ± 3,4
78	Березняк широкотравно-папоротниковый. Свежий	15,0 ± 2,7	17,0 ± 3,4
25	Березняк разнотравно-папоротниковый. Свежий	16,0 ± 2,8	18,0 ± 2,9
—	Влажный луг по логу. Близок к свежему	0,3 ± 0,05	0,2 ± 0,03
—	Лесная поляна с разнотравьем. Периодически сухая	0,3 ± 0,06	0,3 ± 0,05

нее видно, что наиболее значительные различия имеются между категориями лесных и безлесных площадей. Лесные почвы в периодически сухих лесорастительных условиях обладают в 12—15 раз большей водопроницаемостью, чем безлесные, в группе свежих типов лесорастительных условий — в 50—100 раз.

В пределах лесных почв водопроницаемость колеблется очень сильно: от 0,9 *мм/мин* в сухих сосняках до 17,0 *мм/мин* в свежих. Однако везде она достаточно высока, чтобы обеспечить поглощение осадков максимально возможной в данных условиях интенсивности. Результаты искусственного дождевания микроплощадок также показывают, что летний поверхностный сток в лесах заповедника практически отсутствует (Б. А. Миронов, 1961). Об этом же говорят и непосредственные наблюдения на стоковых площадках. Также весьма мал коэффициент весеннего поверхностного стока (табл. 3). Таким образом, под лесной растительностью формируются почвы с высокой водопроницаемостью, обес-

Таблица 3

Весенний поверхностный сток в различных типах леса по данным стоковых площадок

Тип леса. Тип лесорастительных условий	Коэффициент стока по годам		
	1959 г.	1960 г.	1961 г.
Сосняк злаково-широкотравный. Свежий	0,004	0,003	0,000
Сосняк ягодниковый. Периодически сухой	—	0,005	0,000
Сосняк брусничниковый. Близок к сухому	—	0,008	0,001

печивающей поглощение почти любого, возможного в данных условиях, количества осадков.

Количество твердых осадков в заповеднике, по данным метеостанции «Миассово» и нашим снегомерным съемкам, составляет не более 90 *мм* в год, что равно 20% среднегодового количества. Несмотря на это, весенний паводковый сток р. Миасса, протекающей вблизи заповедника, по данным В. В. Ивакина и Э. Т. Москвиной (1958), составляет около 50% объема годового стока. Это говорит о том, что питание реки идет преимущественно в весенний период. В этих условиях облесенность водосбора особенно способствует более равномерному внутригодовому распределению стока.

Данные по летним осадкам, приведенные в табл. 4, показывают, что

Таблица 4

Осадки в различных типах леса за вегетационный период 1958 г.

№ пробной площади	Тип леса. Тип лесорастительных условий	Выпало осадков на открытом месте (поляна)		Проникло осадков до поверхности почвы, *мм*	Задержано осадков, %
		мм	% от данных метеостанции		
79	Сосняк мертвопокровный. Сухой .	209	127	175 ± 5	16,7
80	Сосняк ягодниковый. Периодически сухой	191	116	155 ± 5	18,8
76	Сосняк папоротниково-злаковый. Периодически сухой	183	111	150 ± 6	18,0
72	Сосняк разнотравно-папоротниковый. Свежий	172	104	127 ± 7	26,3
24	Сосняк разнотравно-папоротниковый. Свежий	170	103	127 ± 7	25,3
77	Березняк виковый. Близок к сухому	195	118	172 ± 4	11,8
74	Березняк папоротниково-злаковый. Периодически сухой	183	111	139 ± 6	24,0
73	Березняк разнотравно-папоротниковый. Свежий	172	104	127 ± 5	25,0
78	Березняк широкотравно-папоротниковый. Свежий	178	108	130 ± 7	26,9
25	Березняк разнотравно-папоротниковый. Свежий	170	103	132 ± 8	22,4
	Площадка метеостанции «Миассово»	165	100	—	—

существует две особенности их выпадения в лесах заповедника. Первая заключается в закономерном возрастании количества выпадающих осадков от свежих типов леса к сухим, вторая — в увеличении количе-

ства задержанных растительностью осадков от сухих типов к свежим. Обе особенности повышают количество проникших в почву осадков в сухих типах по сравнению с периодически сухими и свежими.

По данным, приведенным в отчете по лесоустройству заповедника (Проект., 1958), модули стока с облесенных бассейнов горных речек Урала на 30—40% превышают модули соседних менее облесенных территорий, то есть лес не только способствует зарегулированию стока, но и увеличивает его объем.

Все эти данные говорят о большом комплексном водоохранно-водорегулирующем и почвозащитном значении лесов заповедника. Тем не менее, приуроченность лесных участков к тому или иному элементу рельефа вызывает существенные различия в характере проявления ими различных сторон такого комплексного значения.

Леса на верхних частях склонов, где преобладают маломощные (около 30 *см*) почвы, полевая влагоемкость которых, по нашим данным, колеблется около 40—60 *мм*, имеют преимущественно водоохранное значение. Площади распространения этих лесов служат важнейшей областью питания подземных вод. Невысокая влагоемкость почв и их большая водопроницаемость, быстро увеличивающаяся к тому же с глубиной, позволяет влаге сверх полевой влагоемкости буквально проваливаться в глубь трещиноватой породы, где она безвозвратно теряется для испарения и транспирации на этом участке. Одновременно эти леса выполняют водорегулирующую роль, переводя поверхностный сток во внутрипочвенный. Имеют они и немаловажное почвозащитное значение, особенно благодаря наличию мощной подстилки, достигающей здесь 7—8 *см*.

Для насаждений на нижних частях склонов и по берегам водотоков и водоемов характерно преимущественно водорегулирующее значение. В связи с большой влагоемкостью почв (около 200 *мм*) и наличием прерывистых суглинистых и глинистых прослоек в пределах почвенного профиля, их роль в питании подземных и грунтовых вод не столь существенна. Но, переводя поверхностный сток во внутрипочвенный, они способствуют более равномерному питанию водотоков и озер и предохраняют их от заиления.

Также ярко выделяется преимущественно почвозащитное значение лесов на крутых склонах, особенно южных экспозиций, где наиболее возможно проявление процессов эрозии. Последние энергично развиваются немедленно после сведения леса, быстро превращая продуктивные площади в каменистые бесплодные россыпи. Ярким примером могут служить расположенные непосредственно к югу от границ заповедника Чашковские горы, где вырубка леса в годы Отечественной войны привела к полному разрушению почвы. Надо отметить, что травянистая растительность, которая на южных склонах особенно успешно конкурирует с лесом, в условиях заповедника защищает почву от эрозии гораздо менее эффективно, чем лес. Так, если в пробах воды, взятых во время весеннего снеготаяния 1958 г. из временных водотоков на безлесном южном склоне, содержалось в среднем взвешенных частиц *7 г* на литр, то в пробах, взятых на соседнем южном, но облесенном склоне, взвешенных частиц практически не было (0,04 *г/л*). Гораздо более низкая водопроницаемость луговых почв (см. табл. 2), по сравнению с лесными, способствует развитию на них поверхностного стока. На облесенных же участках склонового поверхностного стока вообще не наблюдается; вода стекает только по временным и постоянным водотокам, дренирующим поверхность. Устранению поверхностного стока в лесу способствует также более сильно выраженный микрорельеф.

Леса средних частей склонов при средней крутизне имеют преимущественно водоохранно-почвозащитное значение, если они относятся к группе периодически сухих типов лесорастительных условий, и водоохранно-водорегулирующее, если принадлежат к свежим условиям.

Для составления детальной классификации лесов по водоохранно-защитной роли необходимо знать полный водный баланс различных лесных и безлесных площадей (А. А. Молчанов, 1958; А. В. Тюрин, 1949). Мы такими данными для заповедника не располагаем. Но знание отдельных статей водного баланса и водно-физических свойств почв, а также отмеченной выше зависимости важнейших водоохранно-защитных свойств лесных участков от их топографического положения позволяют предложить предварительную классификацию типов лесорастительных условий по характеру их водоохранно-защитной роли в облесенном состоянии.

При составлении классификации, помимо наших данных, использована классификация лесорастительных условий заповедника, составленная Е. М. Фильрозе (1958). Принцип построения нашей классификационной схемы (табл. 5) таков. Пять групп типов лесорастительных

Таблица 5

Классификация лесных площадей Ильменского заповедника по водоохранно-защитной роли

Типы лесорастительных условий	Экспозиция склонов	Классы водоохранно-защитного значения при уклонах в *град.*			
		0—5	5—10	10—20	20
Сухие	Северная	1	1	2	2
	Южная	1	2	2	2
Периодически сухие	Северная	1	2	2	2
	Южная	1	2	2	2
Свежие	Северная	3	3	2	—
	Южная	3	3	—	—
Периодически сырые	Северная	4	4	—	—
	Южная	4	4	—	—
Сырые и мокрые . .	Северная	5	5	—	—
	Южная	5	—	—	—

условий (сухие, периодически сухие, свежие, периодически сырые, сырые и мокрые) подразделяются формально на классы в зависимости от крутизны и экспозиции склона, а фактически по характеру водоохранно-защитной роли леса на этих участках, поскольку она определяется топографическим положением.

Названия классов построены так, что в сложном названии последнее слово является определяющим. Всего выделено пять классов лесных площадей, на которых лес имеет значение:

1) почвозащитно-водоохранное,
2) водоохранно-почвозащитное,
3) водоохранно-водорегулирующее,
4) водорегулирующее,
5) берегозащитное и водорегулирующее.

Чтобы отнести конкретный участок покрытой лесом площади в тот или иной класс, необходимо, определив по таксационному описанию

или на местности, к какой группе типов лесорастительных условии он принадлежит, и установив (также по плановым материалам или на местности) средний уклон и экспозицию, найти по таблице его класс водоохранно-защитного значения. Табл. 5 можно пользоваться при характеристике лесных площадей в пределах Вишневогорско-Ильменского лесорастительного округа.

Следует еще раз подчеркнуть, что лесные площади в приведенной таблице классифицируются не по степени влияния леса на гидрологический режим территории, а лишь по характеру, направлению этого влияния и защитным свойствам. Схема несомненно нуждается в уточнении и детализации, что будет возможно сделать после получения полных данных по водному балансу. Знание водного баланса в связи с возрастом, строением, полнотой и составом насаждений позволит в дальнейшем составить классификацию лесов собственно по характеру и степени их водоохранно-защитной роли.

ЛИТЕРАТУРА

Абатуров Ю. Д. Зависимость производительности сосняков от некоторых свойств почвы в условиях Ильменского заповедника. Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, вып. 25. Свердловск, 1961.

Горчаковский П. Л. Высокогорная растительность заповедника «Денежкин Камень». Свердлгиз, 1950.

Горчаковский П. Л. Водоохранное и почвозащитное значение высокогорных лесов Урала. «Лесное хозяйство», 1952, № 4.

Горчаковский П. Л. Лесная растительность подгольцового пояса Урала. Сб. тр. по лесному хозяйству Урала, вып. 2. Свердловск, 1954. (УЛТИ).

Горчаковский П. Л. К ботанико-географической характеристике высокогорной растительности Урала. Сб. «Материалы по классификации растительности Урала. Тезисы докладов». Свердловск, 1959.

Гулисашвили В. З. Горное лесоводство. М.—Л., Гослесбумиздат, 1956.

Жилкин Б. Д. Опыт оценки влияния леса на водный баланс. Тр. Брянского лесного ин-та, т. 4. Брянск, 1940.

Ивакин В. В. и Москвина Э. Т. К методике исследования стока малых рек Урала. Вопросы гидрологии и водного хозяйства. Тр. отдела экономических исследований УФАН СССР, вып. 3. Свердловск, 1958.

Козменко А. С. Принципы выдела мелиоративных лесов в равнинных районах Европейской части СССР, Сб. «Итоги работ ВНИИ агролесомелиорации за 1944—1945 гг.» М.—Л., Гослестехиздат, 1947.

Колесников Б. П. Лесорастительные условия и лесохозяйственное районирование Челябинской области. Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, вып. 26. Свердловск, 1961.

Миронов Б. А. Гидрологические особенности лесов Ильменского заповедника. Науч.-производ. совещание по вопросам развития лесного хозяйства Челябинской области. Тезисы докладов. Челябинск, 1959.

Миронов Б. А. Гидрологические особенности лесов Ильменского заповедника. Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, вып. 25. Свердловск, 1961.

Молчанов А. А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. М., Изд-во АН СССР, 1952.

Молчанов А. А. Классификация лесных площадей по их водоохранно-защитному значению М., 1958. (Ин-т леса АН СССР).

Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса. М., Изд-во АН СССР, 1960.

Проект организации лесного хозяйства в Ильменском государственном заповеднике имени В. И. Ленина (Свердловская экспедиция Всесоюзного объединения «Леспроект»). Рукопись. Фонды Ин-та биологии УФАН СССР, Свердловск, 1958.

Родников Н. В. О водном режиме подзолистых почв под лесом и лугом в связи с водоохранными свойствами леса. М.—Л., Гослесбумиздат, 1940.

Рутковский В. И. Гидрологическая роль леса. М.—Л., Гослесбумиздат, 1949.

Смарагдов Д. Г. Водоохранная роль леса. Сб. «Водный режим в лесах». М., 1939. (ВНИИЛХ).

Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.—Л., Гослесбумиздат, 1952.

Троицкий В. А. Размещение лесов на территории водоохранной зоны. «Лесное хозяйство», 1939, № 10.

Тюрин А. В. Опыт классификации лесных площадей водоохранной зоны по их водоохранно-защитной роли. Исследования по лесному хозяйству. Сб. ВНИИЛХ, вып. 6. М.—Л., 1949.

Харитонов Г. А. Водоохранно-почвозащитные свойства леса в условиях лесостепи. Тр. Воронежской лесной опытной станции, т. 5, 1940.

Урбан И. И. и Никифоров Н. М. Гидрологические экспедиционные исследования на Южном Урале. Сб. «Южно-Уральская комплексная экспедиция», вып. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1936.

Фильрозе Е. М. Типы леса Ильменского государственного заповедника и их динамика. Тр. по лесному хозяйству Сибири, вып. 4. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1958.

СОДЕРЖАНИЕ

От редакции 3
Р. С. Зубарева и В. П. Фирсова. К характеристике почв еловых лесов горной полосы Среднего Урала 5
В. П. Фирсова. Влияние огневой очистки лесосек на водно-физические свойства почв сосновых лесов юго-востока Свердловской области 29
З. Н. Арефьева. Влияние огня на некоторые биохимические процессы в лесных почвах 39
Г. С. Хренова. Влияние огня на микрофлору лесных почв Припышминских боров Зауралья 57
В. И. Суворов. Особенности почвенного питания сеянцев хвойных пород, посаженных в пласты и на дно борозд на суглинистых дерново-подзолистых почвах Предуралья 67
Е. П. Смолоногов. Основные особенности снежного режима в насаждениях водоохранно-защитной полосы реки Уфы 83
Б. А. Миронов. О водоохранно-защитном значении горных лесов Ильменского государственного заповедника 93

ПОЧВЫ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ
ЛЕСОВ УРАЛА

Редактор издательства *И. А. Кучерова.*

Технический редактор *Н. Ф. Тамкова.* Корректор *Н. В. Семенова.*

РИСО УФАН СССР № 41/2 (27) Сдано в набор 9/V 1963 г.
Подписано к печати 7/IX 1963 г. Формат 70 × 108$^{1}/_{16}$. Печ. л. 6,5. Уч.-Изд. л. 8,3
НС17155 Тираж 800 Цена 58 коп. Заказ 2211

Свердловская типография № 1 Облполиграфиздата Свердловск, Дом промышленности