

В. Н. Данилик

**О ВЛИЯНИИ РУБОК ГЛАВНОГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО
ПОЛЬЗОВАНИЯ НА ВОДООХРАННО-ЗАЩИТНУЮ
РОЛЬ ГОРНЫХ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ
СРЕДНЕГО УРАЛА**

История человечества насчитывает немало катастроф, происшедших в результате вырубki лесов и уничтожения растительности. Нередко они достигали размеров национальных бедствий. Исследованиями А. Д. Дубаха (1945, 1951), А. А. Молчанова (1952, 1960), В. В. Рахманова (1962), Л. К. Позднякова (1963) и работами многих других авторов доказана исключительно важная водоохранная, водорегулирующая и почвозащитная роль леса. Водорегулирующее значение лесов подтверждено исследованиями А. И. Субботина (1963, 1966).

Однако при детальном изучении в различных районах ряда частных вопросов проблемы влияния леса на среду наиболее распространенные и вероятные закономерности или не обнаруживаются или исследования дают противоречивые результаты. Это объясняется тем, что во влиянии леса и проводимых в нем хозяйственных мероприятий на почву, осадки и сток участвуют многие недостаточно изученные факторы, которые по-разному сочетаются и проявляются на обширных территориях с различными физико-географическими, лесорастительными условиями в разнообразных по таксационным признакам насаждениях. Очень сильное влияние на динамику снегового покрова, промерзание, оттаивание почвы и сток оказывают погодные условия. Поэтому, для того, чтобы сделать достоверные выводы и заключения о влиянии леса на среду необходимы не только приуроченность исследований с учетом зональных особенностей территории и таксационных признаков насаждений, но и продолжительность их

в течение ряда лет, с тем чтобы наиболее полно охватить возможное разнообразие погодных условий.

Изучение водоохранной, водорегулирующей и почвозащитной роли лесов, влияние на нее рубок леса, лесовосстановления и разработка наиболее эффективных, экономически приемлемых способов их особенно важны и необходимы в горных лесах Урала. Во-первых, в них находятся истоки многочисленных речек и рек, питающих исключительно важные водные артерии страны. Во-вторых, в хвойных лесах проводятся интенсивные сплошные рубки. Наряду с этим в лесах I группы накопились значительные запасы спелой и перестойной древесины. Взять эту весьма необходимую для народного хозяйства древесину нужно так, чтобы в наибольшей степени сохранить защитные свойства леса. В третьих, несмотря на то, что исключительно важное водоохранное значение горных лесов Урала было отмечено еще Д. И. Менделеевым, комплексные, длительные, стационарные исследования в них практически не проводились, поэтому водоохранная и водорегулирующая роль их изучена недостаточно.

Изучение влияния леса и хозяйственных мероприятий, проводимых в нем, на среду с целью совершенствования способов рубок и лесовосстановления было начато Уральской лесной опытной станцией под методическим руководством проф. А. В. Побединского в 1967 г. и продолжается в настоящее время. В программу исследований включено изучение динамики снегового покрова, промерзания, оттаивания и изменения водно-физических свойств почвы, поверхностного, внутрипочвенного, логового стоков и эрозионных процессов на различных категориях лесных площадей. Работы проведены в лесхозах Свердловской области. По лесорастительному районированию (Б. П. Колесников, 1969) они находятся в подзонах южной (лесхозы—Ревдинский, Висимский, Нижне-Тагильский) и средней (Кушвинский) тайги Уральской горно-лесной области, а также в Уфимско-Вишерской предгорной провинции Восточно-Европейской лесной области (Староуткинский).

Снеговой покров и его динамика на различных категориях лесных площадей

Литературные сведения по мощности снегового покрова и запасам воды в нем под пологом леса и на открытых площадях довольно противоречивы.

По данным А. А. Молчанова (1960), полученным в зоне смешанных лесов Московской области, наибольшая мощность снегового покрова наблюдается на прогалинах, защищенных от ветра, меньшая — в редицах и чистых сосновых 150-летних древостоях, спелых сосновых с густым еловым ярусом и на обширных всхолмленных полях; березовые и осиновые древостои по толщине снегового покрова приближаются к прогалинам. В этих же условиях, как отмечает А. А. Молчанов, наименьшие запасы воды содержит снег в еловых и сосновых древостоях с густым еловым ярусом. На обширных полях запасы воды в снеге заметно меньше, чем в чистом сосновом древостое любого возраста, даже при сомкнутости 1,0.

В. В. Рахманов (1962) на основании анализа массовых данных снегосъемок пришел к выводу о большей аккумуляции снега в лесах по сравнению с открытыми угодьями как в западных, так и восточных областях страны. По его мнению в этом проявляется еще одна из сторон водоохранной роли лесов. В. В. Рахманов отмечает, что в вопросе влияния леса на накопление снега до настоящего времени нет единого мнения. Одним из важных факторов, влияющих на накопление воды в снеге, он считает погодные условия, а также размеры полян. По мнению В. В. Рахманова вопрос о накоплении снега на разных лесных полянах подлежит еще изучению.

А. И. Субботин (1966), также на основании анализа массового материала, полученного в различных районах страны, пришел к выводу о том, что соотношения в накоплении снегозапасов в лесу и на открытых площадях зависят от зоны. В таежной зоне, где проводились наши исследования, под пологом леса накапливаются меньшие снегозапасы, чем на обширных открытых пространствах.

В работах отмеченных выше авторов помещены обзоры результатов многочисленных противоречивых наблюдений многих исследователей, согласно которым снегозапасы в лесу могут быть и меньшими и большими, чем на открытых площадях или равными им.

Наблюдения за влиянием леса на снегонакопление проводились и на Урале. По данным А. М. Шебалова (1956) в сосновых лесах на сплошных вырубках шириной до 50 м снега накапливается больше, чем под пологом леса. Сосновые молодняки I—II классов возраста полнотой 0,7—0,8 по характеру снегонакопления незначительно уступают приспе-

вающим и спелым сосновым насаждениям, причем примесь березы в их составе, также как и «окна», диаметр которых не превышает высоты древостоя, способствуют большему накоплению снега.

Наши исследования влияния рубок на снегонакопление и снеготаяние проведены на 3 опытных участках, каждый из которых включал смежные участки различных категорий лесных площадей (табл. 1). Высоту снегового покрова измеряли стандартной снегомерной рейкой по ходовым линиям в 60 точках с расстояниями между ними 2—3 м. Наблюдения проводили в период максимального накопления снега, в конце марта — начале апреля, и в течение всего периода снеготаяния с интервалами 5—7 дней в начале снеготаяния и до 1—3 дней в конце его. Плотность снега и запасы воды в нем определяли в 14 точках в те же сроки весовыми походными снегомерами.

Прежде чем перейти к анализу материалов снегомерных съемок, необходимо охарактеризовать основные особенности погодных условий 1967—1970 гг. Для этого использованы обзоры Свердловского бюро погоды.

В целом зима 1967—1968 гг. была довольно многоснежной, а весна — холодной и затяжной. В марте наблюдалась крайне неустойчивая погода, а апрель был холоднее обычного и влажным. В марте и апреле имели место резкие похолодания, которые довольно обычны на Урале в этот период. Холодная затяжная весна вызвала замедленное таяние снега. Теплая и влажная погода наступила в начале мая. Температура воздуха в I декаде мая была на 3—4° выше нормы.

Зима 1968—1969 года отличалась исключительной суровостью. По сравнению со средней многолетней эта зима по сумме отрицательных температур оказалась на 700—1000° холоднее, а с зимой 1967—1968 гг. — в два раза. Такой суровой зимы не было за весь многолетний ряд наблюдений. Устойчивый снежный покров установился в конце октября, на полторы-две недели раньше обычного. Весна 1969 года, как и предыдущего, носила затяжной характер и была значительно холоднее весны 1968 года. Весенний период обычно характеризуется резкими контрастами погоды. В апреле же 1969 г., особенно во второй и третьей декадах, перепады среднесуточной температуры воздуха составляли 8—10°. Май выдался на редкость холодным и дождливым. Июнь так же отличался холодной погодой. На протяжении всех трех декад температура воздуха была на 2—5° ниже нормы. Июль, в от-

Таблица 1

Краткая характеристика опытных участков по снегомерным съемкам

№ варианта	Категории лесных площадей	Состав	Полнонога	Класс возраста; возраст, лет	Экспозиция, крутизна склонов	Примечание
1	2	3	4	5	6	7

Опытный участок 1. Ревдинский л-з, Маринское л-во, кв. 19, 27.

Почвы дерново-подзолистые, суглинистые, свежие, щебнистые

1	Сплошная концентрированная вырубка шириной 500 м летней рубки 1963 г.	60с1ЕЗПх1Е	0,6—1,0	1; 4—6	Восточная, 7	Вырубка возобновилась порослевой березой, осинной. Имеется подрост ели и пихты.
2	Лесосека постепенной рубки после 1 приема	4Е1Пх4Б 10с+Лп	0,4	VI; 120	То же	Рубка проведена летом 1964 г.
3	Древостой	5ЕЗПх 2Б+Ос, С	0,7	VI; 120	То же	—

Опытный участок 2. Староуткинский л-з, Сабиковское л-во, кв. 44—45.

Почвы дерново-подзолистые, суглинистые, влажные.

4	Сплошная концентрированная вырубка шириной 500 м зимней рубки 1966—1967 гг.	—	—	—	Северная, 2—3	Сохранены единичные экз. и куртины Е, Пх, Б, Р.
5	Древостой	6ЕЗПх1Лд	0,5	VII; 130	То же	—

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
6	Древостой	4Е1Пх5Б, ед. Лп	0,6	Е, Пх, V— VI; 120 Б, VII; 65 VII; 130	То же	—
7	Древостой	7Е2Пх1Б+Лп	0,7		То же	—
Опытный участок 3. Староуткинский л-з, Сабиковское л-во, кв. 60.						
Почвы дерново-подзолистые, суглинистые, влажные						
8	Сплошная вырубка шириной 500 м летней рубки 1968 г.	—	—	—	Юго-за- падная, 1—2	Оставлен единственный под- рост Е, Пх, Б, Лп
9	Древостой	7Е2Пх1Лп+Б	0,7	VI; 120	То же	—
10	Еловый молодняк	8Е2Пх ед. Б, Лп	1,0	II; 35—40	То же	—
11	Елово-осиновый молодняк	80с1Е1Пх	0,8— 1,0	II; 15—18	То же	—
12	Елово-березовый молодняк	8Б2Е+Пх, Р	0,8— 1,0	II; 15—18	То же	—
13	Елово-березовый молодняк, пройденный рубками ухода	4Е1Пх3Б2 Лп	0,4	Е, Пх, I— II; 15—30 Б, II; 15— 18	То же	Интенсивность рубки 50% по числу деревьев

личие от всего предшествующего периода, был теплым, но исключительно дождливым. Но то отставание в накоплении тепла, которое отмечалось на конец июня, не было восполнено и в июле. Сумма же осадков за июнь—июль составила полторы—две нормы. В первых двух декадах августа отмечалась холодная погода. Температура воздуха была на 2—5° ниже нормы. Уже в конце первой декады августа в районе исследований отмечались заморозки на почве.

Зима 1969—1970 года была значительно мягче предыдущей, но по сравнению с многолетними данными лишь немного теплее. Март выдался очень теплым с частыми оттепелями. Средняя температура его составляла -3° , -5° , что на 2—5° выше многолетней. Средняя температура весны (апрель, май) составляла 5,5—7,0°, вместо 3—4,3° в прошлом году. Как и в предыдущие два года, наблюдались свойственные Уралу возвраты холодов в апреле и мае. Июнь, в целом, характеризовался прохладной погодой. Июль был несколько теплее обычного, но с очень неравномерным выпадением дождей. Жаркая погода установилась в 3 декаде июля, когда средняя декадная температура превысила норму на Среднем Урале на 2—4°. Осадков в июле выпало в пределах нормы, что значительно меньше, чем в 1969 году. Конец лета и конец осени 1970 г. отличались в районе исследований обилием теплых и солнечных дней. Такие особенности погодных условий 1970 года вызвали с одной стороны, раннее снеготаяние, с другой — быстрое прекращение логового стока на водосливах.

В итоге обзора погоды за период наблюдений можно заключить, что она оказалась благоприятной для исследований, так как они проводились в годы резко отличающиеся по погодным условиям. Так, если колебания температуры и количества осадков в 1968 году были близки к многолетним, то зима 1969 года была исключительно холодной, лето прохладным с обилием дождей, зима же 1969—1970 гг. была сравнительно мягкой, весна ранней, а лето отличалось обилием теплых и даже сравнительно жарких для Урала дней с ясной солнечной погодой.

Наиболее глубокий снеговой покров, как под пологом леса, так и на вырубках, образовался в 1969 году (табл. 2). На всех опытных участках, в годы с резко отличающимися погодными условиями, наблюдалась одинаковая закономерность — наибольшая мощность снегового покрова на сплошных концентрированных вырубках и наименьшая — под поло-

гом леса. Разница в глубине снега на вырубках и в лесу в отдельные годы и в насаждениях различного состава и сомкнутости составляет от 11 до 25 см, или 9—30%. В среднем, на всех участках за период наблюдений глубина снегового покрова на вырубках оказалась на 14 см, или на 16%, большей, чем под пологом леса.

Таблица 2

Мощность снегового покрова на различных категориях лесных площадей в 1968—1970 гг.

№ варианта	Категория лесных площадей	Мощность по годам, см		
		1968	1969	1970
Опытный участок 1				
1	Сплошная вырубка	72±0,7	—	84±0,9
2	Лесосека постепенной рубки	55±0,5	—	71±0,9
3	Спелый еловый древостой	50±0,5	—	59±0,7
Опытный участок 2				
4	Сплошная вырубка	—	122±1,6	87±1,0
5	Спелый елово-березовый древостой	—	108±0,8	70±0,75
6	Спелый елово-пихтовый древостой	—	111±1,2	73±0,75
7	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	65±2,0
Опытный участок 3				
8	Сплошная вырубка	—	—	76±0,74
9	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	54±0,90
10	Сомкнутый еловый молодняк	—	—	57±0,42
11	Сомкнутый елово-осиновый молодняк	—	—	72±0,60
12	Сомкнутый елово-березовый молодняк	—	—	76±0,43
13	Елово-березовый молодняк, пройденный рубками ухода	—	—	80±0,64

Примечание. Здесь и далее прочерк означает, что наблюдения не проводились.

Увеличение в составе темнохвойных древостоев лиственных пород или снижение их полноты уменьшает различия в высоте снегового покрова под пологом леса и на вырубках (варианты 5,6). Снижение полноты насаждений при несплошных постепенных и выборочных рубках также приводит к уменьшению различий в мощности снегового покрова по сравнению со сплошными вырубками (вариант 2). Лесосеки несплошных рубок по их влиянию на высоту снегового покрова занимают промежуточное положение между сплошными концентрированными вырубками и нетронутыми рубкой древостоями.

Высота снегового покрова в молодняках зависит от их состава и сомкнутости. В темнохвойных высокополнотных молодняках высота его почти такая же, как и в спелом елово-пихтовом древостое. В смешанных сомкнутых елово-березовых и елово-осиновых молодняках, со значительным преобладанием лиственных пород в составе, высота снегового покрова близка или равна высоте его на вырубках. Изреживание таких молодняков рубками ухода вызывает увеличение высоты снегового покрова, которая существенно превышает высоту покрова на смежных сплошных концентрированных вырубках.

Таким образом, рубки главного и промежуточного пользования в горных темнохвойных лесах Урала оказывают существенное влияние на высоту снегового покрова на вырубаемых площадях. Применение сплошных концентрированных рубок вызывает значительное увеличение мощности снегового покрова. Несплошные постепенные рубки сравнительно незначительно повышают высоту снегового покрова, которая больше чем под пологом леса, но меньше, чем на сплошных вырубках. Рубки ухода в смешанных елово-лиственных молодняках вызывают существенное увеличение мощности снегового покрова.

Каких-либо определенных существенных влияний рубок на плотность снегового покрова установить не удалось (табл. 3). Плотность снега в период максимального накопления его на сплошных вырубках может быть такой же, как и под пологом леса (опытный участок 1), меньшей (опытный участок 2) или большей (опытный участок 3), чем в лесу. Это, по-видимому, объясняется резкими колебаниями погодных условий, которые вообще свойственны Уралу, а его горным районам в особенности. По нашим данным наблюдается

Таблица 3

**Плотность снегового покрова на различных категориях
лесных площадей в 1968—1970 гг.**

№ варианта	Категории лесных площадей	Плотность по годам, г/см ³		
		1968	1969	1970
	Опытный участок 1			
1	Сплошная вырубка	0,208±0,006	—	0,249±0,004
2	Лесосека постепенной рубки	0,231±0,004	—	0,235±0,005
3	Спелый еловый древостой	0,213±0,005	—	0,253±0,004
	Опытный участок 2			
4	Сплошная вырубка	—	0,174±0,003	0,249±0,004
5	Спелый елово-березовый древостой	—	0,200±0,004	0,266±0,002
6	Спелый елово-пихтовый древостой	—	0,206±0,003	0,261±0,004
7	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	0,205±0,005
	Опытный участок 3			
8	Сплошная вырубка	—	—	0,290±0,004
9	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	0,265±0,005
10	Сомкнутый еловый молодняк	—	—	0,259±0,004
11	Сомкнутый елово-осиновый молодняк	—	—	0,269±0,004
12	Сомкнутый елово-березовый молодняк	—	—	0,285±0,005
13	Елово-березовый молодняк, пройденный рубками ухода	—	—	0,288±0,005

увеличение плотности снега по мере его таяния и насыщения водой с 0,174 до 0,392 г/см³.

Довольно четкая зависимость прослеживается между запасами воды в снеге, рубками и категориями лесных площадей, которые в ряде случаев являются следствием применения различных способов рубок (табл. 4). На всех стационарах в 1968 и 1970 гг. наибольшие запасы выявлены на сплошных вырубках, где они на 20—75 мм, или на 10—36%, были большими, чем в лесу. Исключение составляют лишь

данные на стационаре 2, полученные в 1969 г. Согласно им запасы воды в снеге, или сокращенно снегозапасы, на сплошной вырубке были меньшими, чем в лесу. Эти колебания могли быть вызваны изменениями влагоемкости снега, которая, как отмечает А. И. Субботин (1966), в зависимости от погоды и состояния снегового покрова может существенно меняться. Он отмечает также еще очень малую изученность водно-физических свойств снегового покрова, в том числе и влагоемкости (молекулярной, капиллярной, полной). Ссы-

Таблица 4

**Запасы воды в снеге на различных категориях
лесных площадей в 1968—1970 гг.**

№ варианта	Категории лесных площадей	Запасы воды по годам, мм		
		1968	1969	1970
	Опытный участок 1			
1	Сплошная вырубка	146±3,8	—	215±4,5
2	Лесосека постепенной рубки	124±2,1	—	167±3,8
3	Спелый еловый древостой	107±3,2	—	147±5,4
	Опытный участок 2			
4	Сплошная вырубка	—	204±5,7	208±3,6
5	Спелый елово-березовый древостой	—	216±5,0	182±2,7
6	Спелый елово-пихтовый древостой	—	228±5,6	188±4,7
7	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	133±3,6
	Опытный участок 3			
8	Сплошная вырубка	—	—	211±2,4
9	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	142±2,6
10	Сомкнутый еловый молодняк	—	—	134±5,7
11	Сомкнутый елово-осиновый молодняк	—	—	189±3,0
12	Сомкнутый елово-березовый молодняк	—	—	217±3,4
13	Елово-березовый молодняк, пройденный рубками ухода	—	—	230±3,9

лаясь на Дармана (1957), А. И. Субботин указывает, что в процессе таяния снег перекристаллизовывается и его влагоемкость снижается до 10—15%. Наличие сложных процессов кристаллизации, сублимации и режеляции в снеге отмечает А. А. Молчанов (1960). Следовательно, отмеченный выше частный случай больших снегозапасов под пологом леса, является, по-видимому, следствием изменения погоды и не отвергает выявленной закономерности о накоплении больших снегозапасов на сплошных концентрированных вырубках.

Так же как и мощность снегового покрова, снегозапасы на лесосеках несплошных рубок меньше, чем на сплошных вырубках и больше, чем в лесу (опытный участок 1, вариант 2). В смешанных елово-березовых и елово-пихтовых древостоях сравнительно невысокой полноты снегозапасы больше, чем в более сомкнутых насаждениях, но значительно меньше, чем на сплошных вырубках (опытный участок 1970 г.). Запасы воды в снеге в молодняках зависят от их состава и сомкнутости. Наименьшие снегозапасы установлены в еловых молодняках, где запасы воды в снеге примерно такие же, как и под пологом спелых елово-пихтовых древостоев. Сомкнутые елово-лиственные молодняки по снегозапасам близки к сплошным вырубкам, а изреживание их рубками ухода способствует тому, что в них накапливаются значительно большие запасы воды в снеге, чем на сплошных вырубках (опытный участок 3).

Водоохранная, водорегулирующая роль леса проявляется не только во влиянии на снегонакопление, но и на интенсивность, продолжительность снеготаяния. Более быстрое таяние снега, выраженное как среднее за сутки уменьшение высоты снегового покрова, на всех стационарах различных экспозиций наблюдалось на сплошных вырубках, где интенсивность его была в 1,7—2,3 раза большей, чем под пологом леса (табл. 5). Снижение полноты насаждений, увеличение доли участия в их составе лиственных пород увеличивают интенсивность снеготаяния. Она становится значительно большей, чем под пологом леса, но не превышает интенсивность снеготаяния на смежных сплошных вырубках.

Интенсивность снеготаяния в молодняках зависит от их состава и полноты. Наименьшая интенсивность наблюдается в сомкнутых еловых молодняках, наибольшая — в елово-лиственных. Проведение рубок ухода в них вызывает увеличение интенсивности снеготаяния.

Таблица Б

**Интенсивность и продолжительность снеготаяния
на различных категориях лесных площадей в 1968—1970 гг.**

№ варианта	Категории лесных площадей	Интенсивность — продолжительность снеготаяния по годам, см/сутки-суток		
		1968	1969	1970
	Опытный участок 1			
1	Сплошная вырубка	2,12—34	—	3,00—28
2	Лесосека постепенной рубки	1,35—41	—	2,14—33
3	Спелый еловый древостой	1,22—41	—	1,78—33
	Опытный участок 2			
4	Сплошная вырубка	—	4,35—28	3,12—28
5	Спелый елово-березовый древостой	—	2,24—48	1,63—43
6	Спелый елово-пихтовый древостой	—	2,29—48	1,52—48
7	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	1,36—48
	Опытный участок 3			
8	Сплошная вырубка	—	—	3,17—24
9	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	1,69—32
10	Сомкнутый еловый молодняк	—	—	1,39—41
11	Сомкнутый елово-осиновый молодняк	—	—	2,00—36
12	Сомкнутый елово-березовый молодняк	—	—	2,00—38
13	Елово-березовый молодняк, пройденный рубками ухода	—	—	2,22—36

Резкие различия наблюдаются и в продолжительности снеготаяния на различных категориях лесных площадей. На сплошных вырубках в зависимости от погодных условий и экспозиции склонов снег стает на 5—20 дней раньше, чем под пологом леса.

Прямым показателем, характеризующим водорегулирующую роль различных категорий лесных площадей, является скорость водоотдачи тающим снегом. Средние значения ее

определены делением максимальных запасов воды в снеге перед его таянием на продолжительность снеготаяния. Наибольшая интенсивность водоотдачи наблюдалась на всех стационарах и во все годы наблюдений на сплошных вырубках, которая была в 1,5—2,6 раза большей, чем под пологом леса (табл. 6). Снижение полноты при сплошных рубках (опытный участок 1, вариант 2), естественная невысокая полнота насаждений (опытный участок 2, вариант 6) или

Таблица 6

Интенсивность водоотдачи тающим снегом на различных категориях лесных площадей в 1968—1970 гг.

№ варианта	Категория лесных площадей	Интенсивность водоотдачи по годам, мм/сутки		
		1968	1969	1970
	Опытный участок 1			
1	Сплошная рубка	4,3	—	7,7
2	Лесосека постепенной рубки	3,3	—	5,1
3	Спелый еловый древостой	2,6	—	4,4
	Опытный участок 2			
4	Сплошная рубка	—	7,3	7,4
5	Спелый елово-березовый древостой	—	4,4	4,2
6	Спелый елово-пихтовый древостой	—	4,7	3,9
7	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	2,8
	Опытный участок 3			
8	Сплошная рубка	—	—	8,8
9	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	4,4
10	Сомкнутый еловый молодняк	—	—	3,3
11	Сомкнутый елово-осиновый молодняк	—	—	5,3
12	Сомкнутый елово-березовый молодняк	—	—	5,7
13	Елово-березовый молодняк, пройденный рубками ухода	—	—	6,4

значительное участие в составе смешанных древостоев лиственных пород (опытный участок, 2, вариант 5), способствуют увеличению интенсивности водоотдачи.

Водоотдача в молодняках, так же как и другие рассмотренные выше показатели динамики снегового покрова, зависит от соотношения в их составе хвойных и лиственных пород и сомкнутости. В хвойных молодняках водоотдача может быть даже меньшей, чем в спелых древостоях, а в лиственных сомкнутых молодняках она увеличивается в 1,6—1,7 раза. Изреживание хвойно-лиственных молодняков рубками ухода увеличивает интенсивность водоотдачи.

При сравнении интенсивности водоотдачи на различных категориях лесных площадей мы оперировали средними величинами. В связи с резкими колебаниями погодных условий в период снеготаяния интенсивность водоотдачи колеблется в значительных пределах от полного прекращения ее в периоды возврата холодов и до максимальных значений в дни с продолжительной, теплой погодой. В такие дни максимальная водоотдача достигала на вырубке и в лесу 49 и 20 мм в сутки.

Для непосредственного измерения величины водоотдачи была применена методика А. И. Субботина (1963). Поступающая из тающего снега вода улавливалась переносными стоковыми площадками из кровельного железа размером 30×50 см с загнутыми по трем сторонам бортиками. У поверхности почвы, на дне выкопанной в снегу траншеи, площадку стороной без бортика вдавливали в снег с небольшим наклоном к поверхности почвы. Талая вода стекала с площадки через патрубок в ее дне и по резиновой трубке попадала в сосуд для последующего определения объема воды с учетом времени ее накопления. Водоотдачу таким методом измеряли одновременно под пологом леса и на сплошной вырубке. Установлено, что водоотдача на сплошной вырубке в 2,21 раза больше, чем под пологом леса. Таким образом, соотношения между водоотдачей на сплошных вырубках и под пологом леса, определенные расчетным путем и непосредственными измерениями, довольно близки, соответственно, 1,9—2,2 и 2,21 раза.

Разница в снегозапасах на различных категориях лесных площадей и неодинаковая интенсивность снеготаяния и водоотдачи на них, наряду с другими факторами, которые рассматриваются ниже, вызывают колебания в размерах, интенсивности и характере стока.

Промерзание и оттаивание почвы

Литературные данные о влиянии леса на промерзание и оттаивание почвы так же, как и данные о влиянии его на снегозапасы, довольно противоречивы. Наиболее широко распространено мнение о том, что в лесу почва зимой промерзает на значительно меньшую глубину или не замерзает совсем. По данным ВНИИЛХ (1940) почва в лесах промерзает меньше, чем на открытых пространствах. Однако, если снеговой покров установился раньше наступления сильных морозов, то в еловых насаждениях, в которых снеговой покров меньше, почва промерзает более глубоко, чем в лиственных насаждениях и на полянах. По исследованиям А. А. Молчанова (1960) «глубина промерзания почвы зависит от морозности зимы, мощности и плотности снега, условий промачивания почвы осенью, близости грунтовых вод, мощности мха и подстилки (в лесу) и торфа (на болотах)». Менее сильное и менее глубокое промерзание и более быстрое оттаивание почвы в лесу, за исключением темнохвойных насаждений, отмечает А. А. Роде (1970).

Наши наблюдения за глубиной промерзания и скоростью оттаивания почвы проводились в те же сроки и на тех же опытных участках, где изучалась динамика снегового покрова. На каждом участке глубину промерзания почвы измеряли в 5-кратной повторности. Толщину промерзшего слоя почвы определяли шурфованием стальными трубами. Опыты показали, что применение при шурфовании труб в 2 раза увеличивает производительность труда и обеспечивает большую точность определения толщины промерзшего слоя почвы. Для работы наиболее удобны отрезки труб длиной 1,3—1,5 м диаметром 4—6 см с толщиной стенок 4—5 мм. Кромка нижнего конца трубы, который будет заглубляться в почву затачивается под углом 45° и по всей окружности напильником или на наждачном круге вырезаются зубцы высотой около 5 мм. Для определения глубины промерзания каменистых почв такие зубцы делать не следует, так как они сминаются при попадании на камни. На таких почвах лучше применять трубы только с заточкой кромки. На верхний конец трубы, для его укрепления желательно надеть и приварить короткий (10—15) см отрезок более толстой трубы, внутренний диаметр которой равен или чуть больше внешнего диаметра основной трубы. У верхнего конца трубы, на расстоянии 10—12 см от него, желательно приварить две рукоятки из прут-

кового железа диаметром 0,8—1,5 мм для поворачивания трубы во время бурения. При отсутствии сварки рукоятку можно вставлять в просверленные в трубе отверстия диаметром 0,8—1,2 см.

Для определения глубины промерзания почвы трубу, подерживая ее за рукоятки, устанавливали на дно откопанной в снеге траншеи. Ударами кувалдой по верхнему концу при поворачивании трубы на небольшой угол после каждого удара заглубляли ее на 5—7 см. Затем трубу выбирали из почвы, определяли состояние почвы в ней и после этого почва из трубы извлекалась широкой отверткой или стамеской. Так, постепенно углубляясь, доходили до слоя непромерзшей почвы, который очень хорошо ощущается по усилию, с которым заглубляется труба. Для точного определения границы промерзшей почвы осторожно извлекали из трубы непромерзшую почву и линейкой измеряли расстояние от нижнего конца трубы до находящейся в ней пробки из промерзшей почвы. Общую толщину промерзшего слоя почвы определяли как разность между глубиной скважины и этим расстоянием.

Полученные нами данные о глубине промерзания почвы на различных категориях лесных площадей, довольно противоречивы (табл. 7). На опытном участке 1, где грунтовые воды залегают глубоко, наибольшее промерзание почвы наблюдалось на сплошных вырубках. В смежном еловом древостое оно было на 6—7 см меньшим. Лесосека постепенной рубки по глубине промерзания почвы занимала промежуточное положение между древостоем и сплошной вырубкой.

Противоположные соотношения в глубине промерзания почвы наблюдались на опытных участках 2 и 3, где грунтовые воды даже осенью обнаруживаются на глубине около 1 м. В этих условиях всегда, даже в исключительно суровую зиму 1968—1969 гг., глубина промерзания почвы на сплошных вырубках значительно меньше, чем под пологом леса. Участие в составе насаждения лиственных пород или его невысокая полнота уменьшают глубину промерзания почвы (варианты 5, 6, 7 опытного участка 2 в 1970 г.).

В молодняках на опытном участке 3 почва промерзла на меньшую глубину, чем на сплошной вырубке, причем состав их не оказал существенного влияния на глубину промерзания. Изреживание же молодняков рубками ухода несколько уменьшило глубину промерзания.

Обобщая данные по глубине промерзания почвы на всех стационарах можно заключить, что влияние леса на умень-

Таблица 7

**Глубина промерзания и продолжительность оттаивания почвы
на различных категориях лесных площадей в 1968—1970 гг.**

№ вари-анта	Категории лесных площадей	Глубина промерзания (см) — продолжительность оттаивания почвы (дней) по годам		
		1968	1969	1970
	Опытный участок 1			
1	Сплошная вырубка	29,6—35	—	35,2—36
2	Лесосека постепенной рубки	25,4—43	—	32,0—36
3	Спелый еловый древостой	22,6—43	—	29,2—36
	Опытный участок 2			
4	Сплошная вырубка	—	15,4—15	18,0—26
5	Спелый елово-березовый древостой	—	35,0—48	25,0—59
6	Спелый елово-пихтовый древостой	—	36,0—48	32,0—59
7	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	35,0—61
	Опытный участок 3			
8	Сплошная вырубка	—	—	29,0—38
9	Спелый елово-пихтовый древостой	—	—	41,0—52
10	Сомкнутый еловый молодняк	—	—	21,0—58
11	Сомкнутый елово-осиновый молодняк	—	—	29,0—43
12	Сомкнутый елово-березовый молодняк	—	—	20,0—47
13	Елово-березовый молодняк, пройденный рубками ухода	—	—	18,0—43

шение глубины промерзания почвы проявляется на участках с глубоким залеганием грунтовых вод. На участках с близким расположением грунтовых вод почва на сплошных вырубках промерзает на значительно меньшую глубину, чем под пологом леса. Отсюда можно сделать вывод о том, что из перечисленных выше многих факторов, влияющих на глубину промерзания почвы, одним из решающих является глубина залегания грунтовых вод.

Важным показателем, определяющим водоохранную, водорегулирующую и почвозащитную роль различных категорий лесных площадей, является также скорость оттаивания почвы. Наиболее быстрое оттаивание ее происходит на открытых площадях вырубок. Увеличение в составе древостоев лиственных пород или снижение их полноты на опытном участке 2 несколько уменьшили продолжительность снеготаяния. На опытном же участке 1 снижение полноты постепенными рубками не сократило продолжительность снеготаяния, повидимому, из-за наличия на нем густого темнохвойного подраста.

Продолжительность оттаивания почвы в молодняках зависит от их состава. Дольше всего оно происходило в сомкнутых еловых молодняках. В лиственных молодняках почва оттаивает значительно быстрее, чем в хвойных, но продолжительнее, чем на сплошных вырубках.

Изменение водно-физических свойств почвы при различных способах рубок

Мощные механизмы, применяемые при современных лесозаготовках, вызывают сильные повреждения поверхности почвы, в результате которых происходит ее уплотнение и уменьшение водопроницаемости. Это в значительной степени снижает водоохранную, водорегулирующую и защитную роль лесных площадей.

В задачу наших исследований входило изучение влияния различных технологий лесосечных работ и способов рубок на изменения водно-физических свойств почв лесосек. Здесь помещены средние, максимальные и минимальные значения изменений основных водно-физических свойств лесных почв под влиянием лесозаготовок. Более подробно результаты наших работ по этому вопросу в 4 лесхозах опубликованы ранее (Мураева, 1968, 1969, 1970).

Размеры и степень влияния лесозаготовок на почву определялись по методике А. В. Побединского (1966). При изучении водно-физических свойств почв применялась общепринятая методика.

В результате исследований установлено, что способы рубок и технологии лесосечных работ оказывают существенное влияние на размеры и степень изменений поверхности почвы (табл. 8). Наиболее сильные ее изменения наблюдаются на участках с нарушениями технологии лесосечных работ или

Таблица 8

**Изменения поверхности почвы при различных способах рубок
и технологиях лесосечных работ**

(в числителе — средние, в знаменателе — минимальные —
максимальные значения, %)

Технология разработки лесосек	Категория изменения поверхности почвы				Площадь с неизмен- ной поверх- ностью почвы
	волок с по- рубочными остатками	сильная миннерали- зация	слабая миннерали- зация	всего	

Сплошные концентрированные рубки

Рубка с нарушени- ем техноло- гии лесос- сечных ра- бот, бессис- темная руб- ка	13,8	37,4	—	51,2	48,8
	5,25—22,5	21,7—53,0		44,2—58,2	41,8—55,8
Скоро- думская	19,9	11,7	—	31,6	68,4
	18,7—21,2	11,2—12,1		30,8—32,4	67,6—69,2
Тагильская	23,0	4,2	5,4	32,6	67,4
	21,2—26,2	1,1—9,3	3,7—8,4	27,2—38,2	61,8—72,8
Костром- ская	18,4	18,6	—	37	63
	6,3—30,5	13,2—24,0		30,3—43,7	56,3—69,7

Выборочные и постепенные рубки

Техноло- гия посте- пенных и выбороч- ных рубок	13,5	2,7	7,6	23,8	76,2
	11,6—16,7	0,4—4,2	3,2—10,6	20,3—25,8	74,2—79,7

при бессистемных рубках. Большая часть поверхности таких участков оказывается измененной в результате трелевки древесины и очистки лесосек, причем преобладают наиболее отрицательные повреждения — глубокая минерализация и сильное уплотнение почвы в этих местах. Упорядочение лесозаготовок путем применения технологии лесосечных работ уменьшает размеры участков с измененной поверхностью почвы примерно до одной трети площади лесосек.

По размерам или площади с неизменной поверхностью почвы все рассматриваемые технологии лесосечных работ примерно одинаковы, но они резко отличаются по характеру или степени изменений и повреждений почвы.

Водоохранная, водорегулирующая и почвозащитная роль лесных площадей при сплошных рубках наиболее полно сохраняется при тагильской технологии лесосечных работ, при которой площадь с сильно минерализованной поверхностью минимальна. При других технологиях (скородумской, костромской) эта площадь в 3—4 раза больше. Следует особо подчеркнуть, что соблюдение технологий лесосечных работ и их дальнейшее совершенствование должно быть направлено не только на решение вопросов наиболее эффективного лесовосстановления, но и на максимальное сохранение водоохранно-защитной роли лесных площадей. Отсюда очевидно, что соблюдение наиболее перспективных технологий лесосечных работ необходимо не только на участках с подростом, но и на площадях без него.

Различные способы рубок по-разному влияют на изменение поверхности лесных почв и, следовательно, их водоохранно-защитную роль. В минимальных размерах повреждается почва при несплошных постепенных и выборочных рубках, при которых размеры участков с измененной поверхностью почвы составляют примерно четвертую часть от общей площади лесосеки, причем половина этой части находится под порубочными остатками. Размеры же участков с сильной минерализацией не превышают 5%.

Лесозаготовки вызывают значительное ухудшение водно-физических свойств почвы (табл. 9), в особенности в местах наиболее сильного воздействия на нее механизмов (минерализованные магистральные волокна). По сравнению с неповрежденной почвой под пологом смежного леса плотность почвы на волокнах увеличивается почти в 2 раза, скважность снижается на 18—22%, а водопроницаемость уменьшается в сотни раз.

В значительно меньшей степени изменяются водно-физические свойства лесных почв при трелевке древесины по волокам, укрепленным порубочными остатками. На таких волоках плотность почвы увеличивается в 1,2 раза, скважность уменьшается в среднем на 7—10%, а водопроницаемость уменьшается не в сотни раз, как на минерализованных волокнах, а примерно в 7—10 раз.

При сплошных рубках некоторое ухудшение водно-физи-

Таблица 9

Основные показатели водно-физических свойств почвы на сплошных концентрированных вырубках и лесосеках постепенных, выборочных рубок

(в числителе — средние показатели, в знаменателе — минимальные — максимальные)

Место взятия образца	Плотность, г/см ³	Сквашность, %	Водопроницаемость, см/мин.
Сплошные концентрированные рубки			
Магистральный волок	<u>1,09</u> 0,74—1,46	<u>53,0</u> 43,0—56,0	<u>0,0139</u> 0,0003—0,0300
Пасечный волок минерализованный	<u>1,07</u> 0,85—1,14	<u>57,5</u> 55,0—62,0	<u>0,0080</u> 0,001—0,0300
Пасечный волок с порубочными остатками	<u>0,71</u> 0,47—1,19	<u>67,8</u> 53,0—74,0	<u>0,183</u> 0,031—0,354
Неповрежденная поверхность почвы вырубki	<u>0,64</u> 0,43—0,95	<u>70,2</u> 62,0—80,0	<u>0,490</u> 0,080—1,310
Древостой	<u>0,58</u> 0,29—0,75	<u>75,0</u> 63,0—85,0	<u>1,202</u> 0,080—3,690
Лесосеки постепенных и выборочных рубок			
Пасечный волок минерализованный	<u>1,03</u> 0,82—1,32	<u>59,2</u> 50,0—67,0	<u>0,037</u> 0,001—0,090
Пасечный волок с порубочными остатками	<u>0,74</u> 0,56—1,11	<u>68,0</u> 58,0—74,0	<u>0,199</u> 0,003—0,74
Неповрежденная поверхность почвы лесосеки	<u>0,55</u> 0,29—0,71	<u>75,0</u> 70—84	<u>0,670</u> 0,37—2,15
Древостой	<u>0,56</u> 0,29—0,75	<u>75,0</u> 69—84	<u>1,230</u> 0,49—1,71

ческих свойств почвы происходит даже на участках пазек с неповрежденной поверхностью почвы. Размеры и степень повреждений поверхности почвы и ухудшения водно-физических свойств почвы при сплошных рубках по нашим данным очень близки к ранее опубликованным результатам исследований по этому вопросу А. В. Побединского (1970) и В. И. Исаева (1970), проведенным в Пермской области в

подзонах южной тайги предгорий Среднего Урала и средней тайги горной части Урала.

Исследования изменений водно-физических свойств почвы были проведены и на лесосеках опытно-производственных выборочных и постепенных рубок, заложенных Уральской ЛОС (В. Н. Данилик) совместно со Свердловским объединением лесной промышленности и Свердловским областным управлением лесного хозяйства в 1964, 1965 и 1967 гг. в Ревдинском, Висимском и Кушвинском лесхозах. Установлено, что применение трелевки по волокам, укрепленным порубочными остатками, которая предусматривается этими способами рубок, способствует лучшему сохранению водно-физических свойств почвы. На отдельных, очень небольших участках пасечных волоков с порубочными остатками, где сучья по различным причинам были несколько сдвинуты в сторону, произошли сильная минерализация почвы и значительное ухудшение водно-физических свойств ее. На пасеках постепенных и выборочных рубок водно-физические свойства почв практически не изменились. Таким образом, водоохранная, водорегулирующая и почвозащитная роль сплошных и несплошных способов рубок проявляется не только в том, что при последних сохраняется часть древостоя с присущими ему защитными функциями, но и в том, что при несплошных рубках в меньших размерах и в меньшей степени нарушается поверхность лесной почвы и ее водно-физические свойства.

Рубки леса и сток

Влияние различных способов рубок на поверхностный и внутрипочвенный сток изучалось на малых водосборах и микроплощадках в 1968—1970 гг. Наблюдения за склоновым стоком проводились в Староуткинском лесхозе, на территории которого встречаются многочисленные лога и балки различной величины. Были подобраны 4 наиболее сходных и сравнительно близко друг от друга расположенных лога. Один из них находится на сплошной вырубке, на трех других растет лес. В будущем лес на одном из логов намечено вырубать. Для измерения стока с водосборов логов, ежегодно перед снеготаянием измеряли запасы воды в снеге и количество осадков, выпадающих в период наблюдений за стоком. Расход воды, стекающей по логам учитывался с помощью самописцев, установленных на плотинах с треугольными водосливами.

Наиболее рано и в значительно больших размерах в 1969 году сток начался на сплошной вырубке. В логах, покрытых лесом, вода начала поступать на водосливы на 6—9 дней позже. Сток происходил очень неравномерно. В период с 17 апреля, когда начался сток, и по 15 августа наблюдались 4 пика и спада его значений. Эта неравномерность стока в весенний период произошла из-за резких колебаний температуры воздуха. Летние колебания были вызваны частыми дождями различной интенсивности.

В 1970 году наблюдалось более раннее прекращение стока на всех водосборах и особенно на сплошной вырубке, где сток прекратился на 68 дней раньше, чем в прошлом году. На лесных водосборах он прекратился на 11—14 дней позже, чем на сплошной вырубке и на 57 дней раньше по сравнению с окончанием стока на этих же водосборах в прошлом году.

Максимальные значения коэффициента и модуля стока в 1970 году, так же как и в предшествующем, зарегистрированы на сплошной вырубке, где коэффициент стока в 1,7—6,0, а средний модуль стока в 2,4—3,8 больше, чем под пологом леса (табл. 10).

Таблица 10

Весенне-летний сток с водосборов в лесу и на вырубке
в Староуткинском лесхозе в 1969—1970 гг.

Показатели	Вырубка (водо- слив 3)	Лес 4Е1П5Б ед. Лп (водо- слив 1)	Лес 6ЕЗП1Лп (водо- слив 2)	Лес 7Е2П1Б (водо- слив 4)
Площадь водосбора, га	4,27	11,13	10,98	5,43
Продолжительность стока, дней				
1969	121	32	104	22
1970	80	21	85	74
Коэффициент стока, %				
1969	0,89	0,28	0,26	—
1970	0,84	0,14	0,49	0,29
Максимальный суточный модуль стока, л/сек/га				
1969	2,69	0,87	0,62	—
1970	4,65	0,74	1,23	1,72
Средний модуль за весь период стока, л/сек/га				
1969	0,43	0,26	0,12	—
1970	0,53	0,19	0,22	0,14

Наиболее значительное сокращение периода стока на сплошной вырубке в 1970 году, по-видимому, наряду с другими факторами (более мягкая зима, сравнительно теплая и ранняя весна), можно объяснить усиленным испарением на открытой солнцу и ветрам обширной площади концентрированной вырубки. Отсюда можно предположить, что положительное влияние леса на уменьшение колебаний стока и увеличение его продолжительности проявляется более четко в годы с ранней дружной весной и сравнительно жарким, засушливым для Урала летом. Это предположение не лишено основания, так как влияние леса на микроклимат (температуру, влажность воздуха и почвы, испарение, освещенность) наиболее резко проявляется в дни с ясной, жаркой погодой.

Резкое уменьшение стока на водосборах, покрытых лесом, отмечалось ранее в работах А. Д. Дубаха (1945, 1951), Г. А. Харитонова (1950), А. А. Молчанова (1960), В. В. Рахманова (1962), А. И. Субботина (1966), Пенмана (1968) и многих других.

В своих трудах они помещают также обзоры исследований других авторов, согласно которым коэффициент стока с водосборов, покрытых лесом, колеблется от 0 до 0,65, а на безлесных площадях — 0,18—0,91, причем наибольшие значения коэффициента стока — 0,90 — зарегистрированы на выгонах, лугах. Высокое значение коэффициента стока в наших исследованиях на сплошной вырубке зимней заготовки может быть объяснено высокой насыщенностью почвы влагой в связи с близким к поверхности залеганием водоупорных горизонтов и значительным выклиниванием грунтовых вод в логовой сток. Справедливость этого объяснения подтверждается наблюдениями за колебаниями уровня воды в почве в период снеготаяния на всех водосборах, согласно которым вода в смотровых колодцах на сплошной вырубке находилась в период максимального снеготаяния на глубине 0—9 см и 77 см в конце его. На лесных водосборах вода в период максимального стока находилась на глубине 33—36 см, а в конце его или не обнаруживалась в смотровых колодцах или находилась в них на глубине 72—92 см от поверхности почвы.

По исследованиям А. И. Субботина (1970) коэффициент стока с открытых участков может превышать 1. Это происходит в годы, когда верхний мерзлый слой почвы вообще

не способен впитывать влагу или впитывает ее очень медленно.

Влияние различных способов рубок на поверхностный и внутрипочвенный сток изучалось в Ревдинском лесхозе. При исследованиях применялось искусственное дождевание на микроплощадку по методу А. А. Молчанова, которое производилось на сплошной вырубке, лесосеке выборочной рубки и под пологом леса на смежных участках. Повторность опытов пятикратная.

Для определения возможных максимальных осадков в районе исследований мы воспользовались данными Уральского управления гидрометслужбы, согласно которым максимально возможное количество осадков за один дождь зависит от его продолжительности и интенсивности. В опытах при искусственном дождевании мы применяли значительно большие интенсивности поступления воды с тем, чтобы получить сравнительные данные по стоку под пологом леса и на участках различных способов рубок. Как будет видно дальше, при соблюдении максимально возможной для данного района интенсивности выпадения осадков при искусственном дождевании, мы могли бы получить под пологом леса и на пасаках различных способов рубок одинаковые результаты — отсутствие поверхностного стока. Поэтому мы не ограничились максимальной нормой дождевания и продолжали его до появления поверхностного стока, учитывая при этом расход воды за единицу времени.

На всех участках как под пологом леса, так и на лесосеках различных способов рубок микроплощадки размером 1×2 м закладывались в местах с неповрежденной при лесозаготовках поверхностью почвы, которые на сплошных вырубках и лесосеках выборочной рубки находятся между трелевочными волоками на пасаках. Это было сделано для того, чтобы выявить существует ли разница в стоке на неповрежденной поверхности почвы при различных способах рубок. Как было отмечено выше, такие участки занимают большую часть площади лесосек. На магистральных, пасечных волоках, а также в других местах с уплотненной почвой, водопроницаемость на которых уменьшается в десятки и сотни раз, поверхностный сток наблюдается даже при сравнительно небольших дождях. По исследованиям В. И. Исаева (1970) на Среднем Урале коэффициенты поверхностного стока на минерализованных пасечных и магистральных волоках равны, соответственно, в среднем 0,320 и 0,799. Сток

на пасечных волоках с порубочными остатками по его данным был незначительным и коэффициент его в среднем составил 0,018.

Трехлетними опытными работами на пасеках различных способов рубок и под пологом леса в местах с неповрежденной поверхностью дерново-подзолистых, свежих средне-суглинистых щебенчатых почв установлено, что поверхностный сток на них не наблюдается даже при максимальных ливневых осадках (табл. 11). В этих условиях он происходит лишь в том случае, когда искусственное дождевание в 2—3 раза превышает максимально возможное в данном районе количество осадков за один дождь. Лишь в этом случае проявляются существенные различия в стоке при различных способах рубок на участках с неповрежденной поверхностью почвы. Максимальный поверхностный сток наблюдался на сплошных вырубках, где он был в 7—32 раза большим, чем на лесосеке выборочной рубки и под пологом леса.

Сравнение поверхностного стока в 1969 и 1968 гг. на сплошных вырубках показывает значительное увеличение его в 1969 году. Это объясняется исключительно дождливой и продолжительной прохладной погодой, в результате которой почва на сплошной вырубке была почти полностью насыщена водой (табл. 12). Сорокасантиметровый слой почвы на сплошной вырубке поглотил всего лишь менее 2% воды от общего количества ее, затраченной на дождевание. Поглощение воды почвой на лесосеке выборочной рубки было в 14, а в лесу в 33 раза большим, чем на сплошной вырубке.

Высокое содержание воды в почве уменьшило соотношение между максимально возможным в данном районе количеством осадков и фактическим расходом воды при искусственном дождевании, при котором происходит поверхностный сток. На лесосеках сплошной рубки это соотношение уменьшилось в 1,6 раза, а на лесосеке выборочной рубки и под пологом леса — в 1,3 и 1,5 раза. Отсюда можно заключить, что при любых погодных условиях поверхностный сток при искусственном дождевании на сплошных вырубках всегда больше, чем на лесосеках выборочной рубки и тем более под пологом смежного леса. В годы с продолжительной дождливой, прохладной погодой сток начинается при значительно меньших превышениях объемов воды, затрачиваемой на искусственное дождевание по сравнению с максимально возможным в данном районе количеством осадков.

Обобщая экспериментальные данные по воздействию руб-

Таблица 11

Влияние способов рубок на сток в 1968—1970 гг. в Ревдинском лесхозе

Место наблюдения	Продолжительность наблюдения, количество дождей, мм	Максимальное возможное количество осадков, мм	Фактический расход воды при дождевании, мм	Соотношение между фактическим расходом воды на дождевание и максимальными возможными осадками, раз	Коэффициенты стока	
					поверхностного	внутрипочвенного
Сплошная вырубка	11	33,2	98,0	2,9	0,0071	0,0386
	4	13,8	25,4	1,8	0,0580	0,0260
	6	20,5	57,5	2,8	0,0122	0,0142
Среднее за 3 года	7	22,5	63,0	2,5	0,0258	0,0263
	18	42,0	142,0	3,4	0,0027	0,0064
Лесосека выборочной рубки	11	33,5	87,8	2,6	0,0018	0,0216
	9	27,8	72,4	2,6	0,0069	0,0089
Среднее за 3 года	13	34,4	101,0	2,9	0,0038	0,0123
	16	39,5	155,0	3,9	0,0012	0,0612
Лес	24	45,1	113,9	2,6	0,0001	0,0378
	18	41,1	144,3	3,5	0,0012	0,0111
Среднее за 3 года	19	41,8	138,0	3,3	0,0008	0,0370

Таблица 12

Динамика запасов воды в почве при искусственном дождевании

Место наблюдения	Расход воды на дождевание, мм	Мощность слоя почвы, см	Запас воды в слое почвы, мм		Увеличение запасов воды в почве после дождевания, %
			до дождевания	после дождевания	
Сплошная вырубка	45,21	40	160,60	163,96	2,09
	12,71	40	132,62	134,98	1,87
	18,37	40	154,62	156,89	1,47
	59,35	20	51,74	50,89	(-1,67)*
	79,10	40	148,95	132,16	(-4,55)*
Среднее	25,43	40	149,15	151,94	1,87
Лесосека выборочной рубки	114,40	30	106,10	159,00	49,80
	125,75	30	106,10	121,69	14,75
	48,05	40	124,53	124,53	(-0,18)*
	115,35	40	129,63	186,75	44,25
	35,30	40	148,67	155,08	4,31
Среднее	97,45	35	122,75	155,50	26,6
Лес	15,55	40	165,77	176,91	(6,70)*
	65,00	30	82,10	160,06	96,20
	163,85	30	80,42	122,22	52,08
	136,65	40	117,57	171,59	46,05
	90,40	40	145,09	123,12	(-15,10)*
Среднее	121,95	33	93,32	151,29	62,23

Примечание: Звездочкой отмечены забракованные данные.

ки леса на изменения стока, можно заключить, что рубка леса и ее способы оказывают существенное влияние на распределение, величину и интенсивность стока.

Рубки и эрозия лесных почв

Почвозащитная роль лесов Урала по сравнению с водоохраным и водорегулирующим значением их изучена значительно полнее. Возможность развития эрозионных процессов в результате сплошных рубок в горных лесах Урала отмечалась в работах П. Л. Горчаковского (1954), Г. Г. Камен-

ского (1956), Б. П. Колесникова (1963, 1965, 1968, 1969), В. И. Терентьева (1967, 1968), Л. В. Гончарова (1968, 1970а, 1970б), В. Н. Данилика (1969), М. К. Мурзаевой (1969, 1970), А. В. Побединского (1970), В. И. Исаева (1970), Б. П. Колесникова, Р. С. Зубаревой, Е. П. Смолоногова, Е. М. Фильрозе (1970); и др.

Большинство из авторов, занимавшихся изучением лесов Урала и защитной роли их, рекомендуют упорядочить сплошно-лесосечные рубки путем строгого соблюдения наиболее совершенных с лесохозяйственной точки зрения технологий лесосечных работ или применять в этих целях постепенные и выборочные рубки, исходя из результата применения их в горных лесах Кавказа и Карпат. Практическая проверка и лесоводственное обоснование последнего предложения в горных лесах Урала оказалась возможной после закладки Уральской ЛОС опытно-производственных участков различных вариантов рубок на смежных сопоставимых участках в 1962—1967 гг.

Эрозионные процессы при различных способах рубок изучались на магистральных и пасечных волоках, неповрежденной при лесозаготовках поверхности почвы пазух, а также под пологом смежных древостоев по методике А. В. Побединского (1966) и А. Ф. Полякова (1966) путем ежегодного учета смыва и намыва почвы на постоянных, закрепленных кольями профилях и площадках.

Визуальными рекогносцировочными наблюдениями, проведенными в 8 лесхозах Среднего и Южного Урала, установлено, что наиболее выражены процессы линейной эрозии на магистральных волоках в нижней части склонов с глубоким залеганием слоя щебенки или при его отсутствии. В таких местах в течение 2—3 лет колеи магистрального волока размываются на глубину 1,5—1,8 м и волок практически становится непроезжим для любых видов наземного транспорта. При значительном содержании в почве щебенки волок размывается на глубину 20—40 см, причем в последующие годы дальнейший размыв волоков прекращается, поскольку вода стекает по слою щебенки. Такая же закономерность наблюдается в значительно меньших размерах и на пасечных минерализованных волоках. На пасечных волоках, укрепленных порубочными остатками при разрубке волоков, и в процессе лесозаготовок, эрозионные процессы практически отсутствуют и существенные различия в смыве и намыве почвы на таких волоках постепенных и выборочных ру-

Таблица 13

Смыв почвы на лесосоках различных способов рубок в ельнике
мшисто-разнотравном на однолетних лесосоках

Вариант	Часть склона вырубки	Показатели смыва, см		Достоверность различия	
		М	т	сравниваемые варианты	коэффициент различия
Лесосоки выборочной рубки					
1. Пасечный волок минера- лизованный	а) верхняя	0,52	0,04	1а и 2	11,6
	б) средняя	0,50	0,04	1б и 2	11,2
	в) нижняя	0,70	0,04	1в и 2	16,1
2. Неповрежденная поверх- ность почвы пасек	—	0,04	0,008	—	—
	Лесосока сплошной рубки				
3. Пасечный волок минера- лизованный	г) верхняя	1,12	0,10	3г и 4; 3г и 1а	9,4; 5,6
	д) средняя	0,86	0,05	3д и 4; 3д и 1б	13,0; 5,6
	е) нижняя	0,78	0,04	3е и 4; 3е и 1в	13,9; 1,4
4. Неповрежденная поверх- ность почвы	—	0,16	0,02	4 и 2	5,7
	5. Полог леса	0,05	0,01	2 и 5; 4 и 5; 3е и 5; 3д и 5; 3г и 5; 1а и 5; 1б и 5	0,8; 4,9; 17,7; 15,9; 10,7; 11,4; 10,9; 15,7;

бок не обнаружены, как на глаз, так и точными измерениями на постоянных профилях и площадках. По-видимому, это объясняется очень близкими изменениями водно-физических свойств почвы на волоках с порубочными остатками на лесосеках сплошных и несплошных рубок (табл. 9).

Существенные различия в линейной и плоскостной эрозии по данным Уральской ЛОС (Мурзаева, 1970а, 1970б) при сплошных и выборочных рубках наблюдаются на сравнительно небольших минерализованных участках волоков, укрепленных порубочными остатками, и на неповрежденной лесозаготовками поверхности пасек (табл. 13).

Смыв почвы на минерализованных участках пасечных волоков с порубочными остатками в 1,1—2,0 раза больше на сплошных вырубках, по сравнению с теми же участками на лесосеках выборочной рубки. Плоскостная эрозия на пасеках в местах с неизменной трельевой поверхностью почвы на глаз незаметна ни при сплошных, ни при выборочных рубках. При точных измерениях в одних и тех же местах на сплошных вырубках обнаруживается 3—4-кратное понижение поверхности почвы по сравнению с понижением на лесосеках выборочной рубки и участках под пологом леса. Это объясняется вымывом частиц мелкозема почвы в расположенные ниже горизонты. На лесосеках выборочной рубки этот процесс протекает значительно слабее или совсем отсутствует, так как различия в снижении поверхности почвы в лесу и на лесосеках выборочной рубки незначительны и находятся в пределах точности измерений.

Заключение

Исследованиями гидрологической роли горных темных хвойных лесов Среднего Урала, проведенными Уральской ЛОС ВНИИЛМ в 1967—1970 гг., установлено, что рубка леса оказывает существенное влияние на мощность снегового покрова. Наибольшая глубина снега наблюдалась на сплошных вырубках, которая на 17—25 см была больше, чем в еловом лесу. Эти различия прослеживаются и в малоснежные, и многоснежные зимы. На сплошных вырубках накапливаются значительно большие запасы воды в снеге, чем под пологом елового леса. В отдельные годы эти различия достигают 9—37%. Наиболее быстро стаивает снег на сплошных вырубках. Под пологом елового леса снег в зависимости от погодных условий стаивает на 6—20 дней позже. Средняя интенсивность снеготаяния за весь его период, выраженная

через скорость таяния снега в сантиметрах за один день, на сплошной вырубке была в различные годы в 1,6—2,2 раза больше, чем под пологом елового леса.

Динамика снегового покрова в значительной мере зависит от способа рубок. Высота снежного покрова на лесосеках постепенной рубки в ельниках на 13—17 см ниже, запас воды в снеге в 1,2—1,5 раза меньше, снеготаяние продолжается на 5—7 дней дольше, а интенсивность его в 1,4—1,6 раза ниже, чем на сплошных концентрированных вырубках.

Водорегулирующая роль молодняков, формирующихся на сплошных концентрированных вырубках горных темнохвойных лесов, различна и зависит от их возраста, состава, сомкнутости. В высокополнотных пихтово-еловых молодняках, сформировавшихся из оставленного куртинного тонкомера и подростка через 15—18 лет после рубки, влияние леса на снеговой покров выражено даже сильнее, чем в спелом темнохвойном насаждении средней полноты. В таких молодняках снеговой покров и запасы воды в нем меньше, снеготаяние дольше, а интенсивность его меньше, чем в темнохвойном спелом лесу. Высокополнотные елово-березовые и елово-осиновые молодняки 15—18-летнего возраста по влиянию на динамику снегового покрова близки друг к другу. По снегозапасам они находятся ближе к сплошным вырубкам, а по интенсивности поступления воды из тающего снега занимают промежуточное положение между спелыми темнохвойными древостоями и свежими сплошными вырубками без подростка или со сравнительно незначительным количеством его (до 2 тыс. экз. на га). Проведение рубок ухода в елово-березовых молодняках с выборкой 50% по числу стволов уменьшает их водорегулирующую роль, приближая эти участки по влиянию на динамику снегового покрова к сплошным вырубкам. После рубок ухода увеличивается мощность снегового покрова и запасы воды в нем, уменьшается продолжительность снеготаяния и на 10% увеличивается его интенсивность по сравнению с участками, на которых рубки ухода не проводились.

По интенсивности водоотдачи тающим снегом, которая в значительной мере определяет водорегулирующую роль, изучаемые категории лесных площадей горных ельников распределяются следующим образом (начиная с категорий, оказывающих наиболее выраженное положительное влияние на ближайшие и удаленные территории и акватории):

- а) высокополнотные темнохвойные молодняки;
- б) спелые средней полноты темнохвойные древостои;
- в) древостой, пройденные постепенными и выборочными рубками с разреженными верхним и нижним ярусами;
- г) высокополнотные темнохвойно-лиственные молодняки;
- д) темнохвойно-лиственные молодняки, разреженные рубками ухода до сомкнутости 0,4 и, по-видимому, участки с сохраненным подростом невысокой сомкнутости;
- е) сплошные концентрированные вырубki без подраста или с незначительным количеством его.

Трехлетними наблюдениями за глубиной промерзания и оттаивания почвы на различных категориях лесных площадей в годы резко отличающиеся по погодным условиям зимы и весны установлена очень резкая изменчивость этих показателей на одном и том же участке в один и тот же срок наблюдений. Распространенное ранее мнение о том, что в лесу почва промерзает на меньшую, чем на безлесных участках глубину, на наших опытных участках подтвердилась лишь отчасти, в одну из трех зим и на одном из трех опытных участков. В большинстве случаев под пологом темнохвойных древостоев почва промерзает на большую глубину, чем на смежных сплошных вырубках.

Наиболее раннее оттаивание почвы происходит на сплошных вырубках. В насаждениях различного состава и возраста почва оттаивает на 4—21 день позже, чем на вырубках. Наименьшие различия в скорости оттаивания почвы наблюдаются между сплошной вырубкой и хвойно-лиственными молодняками. Чем больше в составе спелых насаждений и молодняков темнохвойных пород (ели, пихты), тем глубже промерзает и медленнее оттаивает в них почва. Рубки ухода в сомкнутых молодняках с интенсивностью выборки 50% по числу деревьев уменьшают глубину промерзания почвы и ускоряют ее оттаивание.

Способ рубки и технология лесосечных работ влияют на изменения водно-физических свойств почвы. Наиболее сильно по площади, глубине минерализации и уплотнению она изменяется на участках с нарушениями технологии лесосечных работ. Повреждения поверхности почвы вызывают увеличение ее плотности, уменьшение скважности и водопроницаемости. На лесосеках несплошных рубок эти показатели изменяются в значительно меньшей степени, чем на сплошных вырубках.

Ухудшение водно-физических свойств почвы при лесозаго-

товках вызывает увеличение стока на сплошных вырубках, где склоновый сток в зависимости от погодных условий года начинается на 5—9 дней раньше, чем в лесу. Наибольший сток при значительной его неравномерности (пики и спады) наблюдается на сплошных вырубках. Коэффициент стока на них в 3—6 раз больше, чем на покрытых лесом участках. Интенсивность стока на вырубке за весь его период в 3—4 раза больше, чем в лесу. Максимальный суточный модуль стока отмечен также на сплошной вырубке, где он в 3—6 раз выше, чем на лесных водосборах. Сток на безлесном водосборе прекращается на 11—14 дней раньше по сравнению с водосборами, на которых растет лес. Водоохранная и водорегулирующая роль леса наиболее четко проявляется в годы со сравнительно жарким и сухим летом.

Наибольшие запасы воды в снеге, усиленное снеготаяние, пониженная водопроницаемость почвы на сплошных вырубках и, как следствие этого, увеличение поверхностного стока, способствует развитию процессов водной эрозии почв. Наибольших размеров они достигают на минерализованных волоках, где водно-физические свойства почвы изменены особенно сильно. На лесосеках выборочной рубки смыв почвы на пасечных минерализованных волоках на второй год после рубки в полтора раза меньше, чем на лесосеке сплошной рубки.

Изложенные материалы позволяют заключить, что рубки леса, их способы и технологии лесосечных работ оказывают сильное влияние на снегоотложение, снеготаяние, промерзание и оттаивание почвы, ее водно-физические свойства, сток и эрозионные процессы. Поэтому при разработке и совершенствовании способов рубок необходимо учитывать не только влияние их на лесовосстановительные процессы, но и на сохранение водоохранно-защитной роли лесов.