

79-18
324

А. В. ПОБЕДИНСКИЙ

ВОДООХРАННАЯ
И
ПОЧВОЗАЩИТНАЯ
РОЛЬ
ЛЕСОВ



МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»
1979



Побединский А. В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 174 с.

В книге дается всесторонняя характеристика средообразующей, водорегулирующей и почвозащитной роли лесов различного строения, состава и происхождения. Показано влияние рубок и других мероприятий, направленных на изменение водоохранной и почвозащитной роли лесов.

Книга рассчитана на научных работников и специалистов лесного хозяйства.

Табл. 81, ил. 22, библиогр. — 144 назв.

40505—034
П 037(01)—79 137—79 © Издательство «Лесная промышленность», 1979

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лес является не только источником древесины и другого важного сырья, применяемого для промышленной переработки в различных отраслях народного хозяйства. Он выполняет огромные водоохранные, водорегулирующие, почвозащитные, рекреационные и другие полезные функции. В лесу собирают лекарственные травы, грибы, ягоды, орехи, заготавливают пушнину, мясо диких зверей и птиц.

Велика роль лесов и в развитии сельского хозяйства. Полезащитные леса, к которым относят полезащитные полосы, государственные лесные полосы, участки леса, расположенные среди полей и др., предохраняют почву от ветровой и водной эрозии. Эти леса защищают поля от суховеев, пыльных и черных бурь, способствуют снегозадержанию и накоплению влаги в почве, уменьшают возможность образования оврагов, повышают урожайность полей.

Проблемы комплексного, рационального использования природных ресурсов и охраны природы находятся в центре внимания Коммунистической партии и Советского государства и решаются они последовательно и целеустремленно. В новой Конституции СССР нашли дальнейшее развитие ленинские положения рационального использования природных, в том числе и лесных богатств страны.

В 1977 г. VI сессия Верховного Совета СССР девятого созыва утвердила «Основы лесного законодательства Союза ССР и союзных республик». В этом документе четко определено, что основным требованием, предъявляемым к ведению лесного хозяйства, является усиление водоохранных, защитных, климаторегулирующих, оздоровительных и иных полезных природных свойств леса в интересах охраны здоровья людей, улучшения окружающей среды и развития народного хозяйства. При этом охрана и защита лесов, комплексное и рациональное использование лесных ресурсов, их своевременное воспроизводство, повышение продуктивности, усиление полезных свойств лесов признаны одной из важнейших государственных задач.

В данной работе не ставится задача рассмотреть большие, сложные и специфичные вопросы, связанные с созданием,

выращиванием полезащитных лесов и ведением хозяйства в них. Эти вопросы рассматриваются в специальной литературе. В книге основное внимание уделяется водоохранной, водорегулирующей и почвозащитной роли леса. Эта роль весьма многогранна и в разных физико-географических условиях проявляется по-разному.

Леса способствуют превращению поверхностного стока во внутриводосборный, предохраняют почву от разрушений, препятствуют возникновению эрозионных процессов, разрушительных паводков, селей, лавин; они регулируют гидрологический режим рек, ослабляя резкие колебания в подъеме воды и обмелении водоемов в меженный период, защищают водоемы от загрязнения и заиления, способствуют улучшению качества воды, оберегают источники минеральных вод — важный резерв сохранения и улучшения здоровья людей. Однако под влиянием различных лесохозяйственных мероприятий и в первую очередь рубок водоохранно-защитные свойства лесов могут существенно изменяться. Часто в результате нерациональных рубок и проведения лесосечных работ без соблюдения лесоводственных требований отмечается ухудшение водно-физических свойств лесных почв, снижение их инфильтрационной способности. Это в свою очередь ухудшает плодородие лесных почв, снижает продуктивность тех древостоев, которые создаются взамен вырубаемых. Следует подчеркнуть, что эти изменения имеют не только локальный характер, но и общегидрологическое значение.

В пределах каждого лесного массива не все участки в одинаковой степени выполняют водоохранно-защитные функции. Одни из них (например, опушки леса по границам с безлесными пространствами, полосы вдоль оврагов, осыпей, берегов рек, леса на крутых склонах и у истоков ручьев, речек) играют исключительно большую стокорегулирующую и защитную роль, другие (участки леса на ровных местах и пологих склонах) имеют меньшее защитное значение. Поэтому способы рубок, техника и технология лесосечных работ, лесовосстановительные и другие мероприятия на различных участках должны быть дифференцированы.

Особенно велика водоохранно-защитная роль горных лесов, которые в нашей стране занимают огромные пространства — около 40% лесопокрытой площади. Как показали исследования последних лет, в таких лесах необходимо не только тщательно соблюдать лесоводственные требования при проведении рубок и лесовосстановительных мероприятий, но также планировать и осуществлять их с учетом границ элементарных водосборных бассейнов, т. е. вести хозяйство по водосборам. Только при соблюдении этого условия можно избежать резкого увеличения весенних паводков и пересыхания ручьев и речек в летний период.

Наряду с водорегулирующей ролью, которую выполняют все лесные насаждения, произрастающие в пределах бассейнов, леса, расположенные по берегам и в поймах рек, ручьев, выполняют дополнительную, весьма важную защитно-аккумулятивную роль. Они предохраняют меженные берега от разрушений, аккумулируют песчаный аллювий в поймах, защищают крутые склоны долин от эрозии и оползней, предотвращая тем самым заполнение продуктами эрозии и заиление водоемов, водохранилищ, русел рек и каналов. Эти леса способствуют также превращению поверхностного стока с вышерасположенных безлесных участков во внутриводосборный. Указанные свойства лесов благотворно влияют на водный транспорт, работу гидроэлектростанций.

Большое санитарно-гигиеническое значение имеют также приречные леса, которые резко улучшают качество воды по всем ее показателям. Одновременно они являются местами отдыха населения. Рекреационная их роль ежегодно возрастает.

Состоявшиеся в 1970 г. в г. Москве международный и в 1976 г. в г. Таллине всесоюзный симпозиумы по влиянию леса на внешнюю среду убедительно показали, что во всех странах мира лесоводственная наука и практика уделяют большое внимание изучению водоохранной, водорегулирующей, почвозащитной функций лесов и разработке основных рекомендаций, направленных на сохранение и усиление этих функций при проведении лесохозяйственных мероприятий. Вместе с тем следует отметить, что в лесоводственной и гидрологической литературе еще нет единого мнения по ряду вопросов, в том числе и терминологического порядка. Ученными всех стран мира признается водорегулирующая роль леса, под которой понимается уменьшение лесом, по сравнению с другими угодьями, поверхностного стока и перевод его в почвенно-грунтовый, в результате чего обеспечивается более равномерное поступление воды в источники, уменьшаются паводки в период снеготаяния и ливней, а также предотвращается возникновение водной эрозии почвы. По мнению М. Е. Ткаченко (1952), водорегулирующая роль леса проявляется также в предотвращении заболачивания, которое имеет место в ряде районов после проведения сплошных и особенно концентрированных рубок.

Наиболее спорным является вопрос о водоохранной роли леса. Это обусловлено тем, что к настоящему времени накоплено еще сравнительно мало экспериментальных данных о влиянии леса на суммарный сток, включающий поверхностную и подземную составляющие.

Ряд зарубежных авторов (Андерсон, 1970; Хьюлет, 1970; Лалл, 1970 и др.) и советских ученых (Львович, 1963; Субботин, 1966; Шпак, 1968 и др.) считают, что вследствие боль-

шого расхода на транспирацию лес, по сравнению с другими угодьями, уменьшает поступление воды в гидрологическую сеть. Противоположной точки зрения придерживаются М. Е. Ткаченко (1952), В. В. Рахманов (1971), А. В. Лебедев (1964) и др., считая, что с увеличением процента лесистости водосборных бассейнов речной сток возрастает. Это увеличение, по мнению названных авторов, обусловлено тем, что в многолесных районах выпадает больше вертикальных и особенно горизонтальных осадков, чем в безлесных и малолесных, а также тем, что в лесных районах увеличивается подземная составляющая стока и уменьшается величина годичного суммарного испарения. Исследования А. А. Молчанова (1966), А. И. Миховича (1976) и др. показали, что наилучший гидрологический режим рек возникает при оптимальной лесистости речных водосборов. В условиях Украины, например, при увеличении лесистости до оптимальной водоохранной подземная составляющая речного стока резко возрастает, однако по мере дальнейшего увеличения лесистости речной сток начинает уменьшаться.

Водоохранную роль леса, как справедливо отмечает М. Е. Ткаченко (1952), нельзя сводить только к его влиянию на гидрологический режим рек. Необходимо также учитывать, что леса, особенно произрастающие по берегам рек, естественных и искусственных водоемов, выполняют водозащитные функции, предохраняя воды от химического, бактериологического, физического засорения и т. д. Эта роль лесов становится особенно важной в связи с освоением пойменных земель, широким применением в сельском хозяйстве удобрений, химических средств борьбы с нежелательной растительностью и т. д. Леса оказывают большое влияние на качество воды, а также на ее температуру, что особенно важно для рек, являющихся местом нереста лососевых и осетровых рыб. Таким образом, М. Е. Ткаченко совершенно справедливо понимал водоохранную роль леса в более широком смысле и не сводил ее лишь к количественной оценке стока.

Благотворное влияние леса проявляется не только на поверхностные воды (реки, озера, водохранилища), но и на подземные, которые часто являются основным источником водобеспечения городов, населенных пунктов, промышленных предприятий, орошения сельскохозяйственных земель. Уменьшая поверхностный сток и увеличивая подземную его составляющую, лес тем самым способствует восполнению ресурсов подземных вод.

Кроме водорегулирующей и водоохранной, леса выполняют огромную почвозащитную роль. К почвозащитным относят леса, которые предохраняют почву от водной и ветровой эрозии, а леса, выполняющие одновременно водоохранную и

защитные функции, называют водоохранно-защитными (Ткаченко, 1952).

В эту категорию включают леса, произрастающие вдоль оврагов и балок, на коренных и межженных берегах рек, вокруг озер и водохранилищ, ленточные боры и степные колки, полезащитные полосы, леса на крутых склонах и др.

В различных физико-географических условиях водоохранно-защитные функции леса и их трансформация под влиянием лесохозяйственных мероприятий проявляются по-разному. Особенно это заметно в горных районах, где на средообразующую роль леса существенно влияют крутизна и экспозиция склона, а также расположение участков в зависимости от высоты над уровнем моря. Высокогорные леса и прежде всего находящиеся на границе с тундрово-гольцовым комплексом, альпийскими и субальпийскими лугами обычно выполняют значительно большую водоохранно-защитную роль, чем ниже-расположенные.

Познание указанных особенностей средообразующей роли леса и ее изменение под влиянием антропогенных воздействий необходимо для разработки региональных научно обоснованных рекомендаций по ведению лесного хозяйства. Практическое осуществление их позволит не только удовлетворять потребности страны в древесине и другой лесной продукции, но и усилить водоохранную, защитную, климаторегулирующую, оздоровительные и иные полезные природные свойства леса в интересах охраны здоровья людей, улучшения окружающей среды и развития народного хозяйства.

В данной книге на основе анализа и обобщения литературных источников, а также исследований автора дается характеристика средообразующей, водоохранной и почвозащитной роли лесов различного строения, состава и происхождения. Большое внимание уделяется влиянию рубок и других лесохозяйственных мероприятий на изменение водоохранно-защитной роли леса и на гидрологический режим рек.

СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ ЛЕСА

Средообразующая роль леса велика и многогранна. Она проявляется не только на той территории, где произрастает лес, но и за его пределами. Например, на гидрологический режим реки на всем ее протяжении существенно влияют леса, расположенные в верхней части водосборного бассейна и в верховьях ее притоков. Без изучения и анализа средообразующей роли леса невозможно познать механизм водоохранной, водорегулирующей и почвозащитной его роли, а следовательно, разработать научно обоснованную систему мероприятий, направленную на сохранение и усиление тех исключительно важных и полезных функций, которые выполняют леса. Рассмотрим средообразующую роль леса применительно к той территории, на которой он произрастает.

СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСА

Солнечная радиация — основной фактор фотосинтеза и транспирации древесных растений, поэтому видовой состав и производительность лесов, а также возобновление древесных пород, развитие напочвенного покрова и подлеска во многом зависят от ее интенсивности. Это в свою очередь существенно сказывается на водоохранно-защитных свойствах лесных насаждений.

Интенсивность солнечной радиации и ее состав зависят от высоты солнцестояния, физических свойств атмосферы, типа погоды, рельефа и других условий. Проходя через древесный полог, радиационный режим существенно трансформируется, что приводит к изменению ряда других факторов среды и в первую очередь ее термических условий, влияющих на растительность.

Изменение интенсивности солнечной радиации, проникающей под полог древостоя, зависит от состава, строения, возраста, густоты, фенологического состояния древостоя, от сомкнутости полога, его ажурности, а также от проводимых в лесу тех или иных лесохозяйственных мероприятий.

Наиболее сильной трансформирующей способностью солнечной радиации обладают буковые и темнохвойные леса (ель, кедр) и менее значительной — лиственничные, сосновые

и березовые. Интенсивность солнечной радиации под пологом буковых и темнохвойных лесов нередко составляет 3—4% открытого пространства; здесь преобладает рассеянный свет, а световой режим характеризуется относительным пространственным постоянством, в то время как под пологом светлохвойных и особенно лиственных древостоев имеется большое количество бликов со значительно занятой под ними площадью. Величина светового потока, поступающего под полог древостоя, зависит от его возраста. В молодняках число участков с повышенной интенсивностью освещения больше. По мере увеличения возраста древостоев освещенность под их пологом уменьшается. Наименьшее количество радиации проникает под полог леса в стадии жердняка и спелом возрасте.

По мере снижения сомкнутости полога и полноты древостоев интенсивность солнечной радиации постепенно возрастает. Однако при одной и той же сомкнутости древостоев разного состава пропускают неодинаковое количество радиации, что обусловлено различиями в ажурности крон деревьев. По данным Ю. Л. Цельникер (1975), доля просветов в кронах составляет, %: осины 38, сосны обыкновенной 32, лиственницы европейской 31, березы бородавчатой 30, липы мелколистной и клена остролистного 7, ели 5. В листопадных лесах интенсивность лучистой энергии зависит от фенологического состояния древесных растений. Данные об изменении солнечной радиации в зависимости от возраста и полноты еловых и кедровых древостоев приведены в табл. 1.

1. Средние показатели интенсивности света, в % освещенности открытого места, в темнохвойных лесах (Протопопов, 1975)

Тип леса	Характеристика участка		Суммарная радиация (облачность не более 3 баллов) на высоте, см		Рассеянная радиация (сплошная облачность) на высоте, см	
	Возраст	Полнота	5	130	5	130
Ельник травяно-зелено-зеленомошный	7	1,0	9,4	18,2	12,0	24,1
То же	18	1,1	5,1	12,6	10,8	16,8
„	37	1,1	3,8	8,3	6,2	11,4
„	105	0,8	1,8	4,8	2,5	6,3
„	130	0,7	2,4	5,3	4,0	7,0
Кедровник щитовниково-зелеомошный	150	0,6	3,2	8,2	6,1	10,4
Кедровник бруснично-осочково-зелеомошный	40	0,5	6,3	17,1	11,0	19,3

Согласно данным табл. 1, средняя освещенность уменьшается от молодняков к спелым древостоям, а в перестойных древостоях несколько возрастает. В кедровых насаждениях

освещенность выше, чем в еловых. При рассеянной радиации под полог древостоя поступает больше света.

По мере продвижения с севера на юг поглощение солнечной радиации древостоями одного и того же состава возрастает. По данным В. А. Алексеева (1975), северные ельники-зеленомошники поглощают 65—70% ФАР (фотосинтетическая активность радиации), среднетаежные — 80, южнотаежные — 85% ФАР. В переводе на абсолютные единицы это составляет, ккал/см² в сезон: для северной тайги 13—16 (приход к пологу 20—23 ккал), для средней тайги 21,6 (приход к пологу 27 ккал) и для южной 25,5 (приход к пологу 30 ккал). Указанные изменения обусловлены увеличением высоты и сомкнутости древесного яруса в средне- и южнотаежных лесах.

На изменение интенсивности солнечной радиации огромное влияние оказывают лесохозяйственные мероприятия. После сплошных рубок солнечная радиация может достигать максимальной величины, характерной для данного географического района, исключение составляют лишь участки вырубок, занятые подростом, подростом или густым травяным покровом. Заметно влияют на изменение режима солнечной радиации на вырубках стены леса. По данным В. В. Протопопова (1975), южная стена древостоя ельника-черничника высотой 25 м уменьшает интенсивность света на вырубке на расстоянии до 30 м от опушки к центру лесосеки, а северная только на 5 м. По мере появления и роста древесных пород интенсивность света на вырубке уменьшается. С момента смыкания молодняка она может достичь под пологом 80—90% открытого пространства. С помощью рубок ухода, а также выборочных и постепенных рубок интенсивность солнечной радиации можно регулировать, а следовательно, можно изменять и другие факторы среды, в том числе и термические условия в лесу.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСА НА ТЕМПЕРАТУРУ ВОЗДУХА

Сильное влияние на распределение лесов по поверхности земли оказывают климатические условия и в первую очередь температура воздуха. В свою очередь леса влияют на термический режим воздуха как под пологом древостоя, так и на прилегающих участках, что вызывает изменения не только в характере и направлении лесовосстановительных процессов, но и в процессах снеготаяния, формирования стока; при этом изменяются и водоохранно-защитные функции леса.

Известно, что на участках, лишенных растительности, деятельной поверхностью является верхний слой почвы, где происходит трансформация световых лучей в тепловые. В результате этого в дневные часы поверхность почвы и при-

легающий к ней воздух нагреваются, с увеличением высоты температура воздуха понижается, а в ночное время наблюдается обратная картина: поверхность почвы, лишенная растительности, теряет тепло и охлаждается, при этом охлаждаются и приземные слои воздуха. Вследствие указанного явления самая низкая температура воздуха ночью наблюдается в приземном слое, с высотой она возрастает. На покрытых лесом участках деятельной поверхностью являются кроны деревьев, поэтому распределение температуры воздуха в лесу имеет существенное отличие по сравнению с таковым на открытых пространствах.

В летнее время днем температура воздуха под пологом древостоя ниже, чем на не покрытых лесом участках, причем при более высокой летней температуре эта разница наиболее существенна. В зимнее время средняя температура воздуха в хвойном лесу выше, чем вне леса; в лиственных лесах это различие менее выражено. Обычно разница в температуре воздуха между открытым пространством и древостоем до распускания листьев не превышает 0,1°C, а после распускания листьев она увеличивается до 1—4°C.

Исследования М. И. Сахарова (1940, 1948) в лесах Брянской обл. показали, что на характер изменений температуры воздуха существенное влияние оказывают состав, высота, возраст, ярусность, полнота древостоев, а также рельеф и почвенно-грунтовые условия.

По данным А. А. Молчанова (1960), в Архангельской обл. температура воздуха под пологом хвойных древостоев ниже, чем на открытых участках. Наиболее существенная разница в температурных условиях между лесом и полем наблюдается в ельниках, менее значительная в сосняках, смешанные древостои занимают среднее положение. Снижение температуры воздуха под пологом леса ведет к уменьшению прогревания почвы и сокращению вегетационного периода растений, особенно под его пологом.

Наблюдения на Истринском опорном пункте (Московская обл.) показали, что существенной разницы в среднемесячной температуре воздуха в древостоях разного состава не отмечается (табл. 2).

В чистых сосновых древостоях Брянской обл., по данным М. И. Сахарова (1940), средняя температура воздуха весьма близка к температуре воздуха безлесного пространства.

Несколько иная картина наблюдается в лесостепной и степной зонах. В летний период под пологом сосновых древостоев температура несколько ниже, чем в поле (Молчанов, 1960). Это благоприятно сказывается на климате местности, так как лес оказывает влияние на изменение температурных условий и на прилегающем к нему участке (табл. 3).

2. Среднемесячная температура воздуха, °С, за 1964—1972 гг. в древостоях разного состава (Воронков и др., 1976)

Объект наблюдений	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Средняя за год
Древостои:						
еловый (10Е)	11,1	14,9	14,6	14,6	10,1	3,4
смешанный (4Ос2Б4Е)	11,5	15,2	16,7	15,6	10,0	3,7
лиственный (6Б4Ос едЕ)	11,6	15,0	16,6	15,6	10,1	3,7
Приопушечный луг	11,7	15,6	17,6	16,6	10,8	4,1

3. Изменение температуры воздуха в лесу и степи при различном удалении от стены леса, °С, в Теллермановском лесничестве Воронежской обл. (Молчанов, 1960)

Время суток, ч	В лесу	В степи на расстоянии от леса, м						
		у стены леса	5	10	20	50	240	300
9	29,6	29,6	30,8	31,6	30,6	30,2	30,1	30,1
11	35,0	34,4	37,0	37,0	35,6	35,1	34,7	34,8
13	37,2	37,8	40,0	32,2	37,8	37,7	37,5	37,6
15	35,8	35,8	36,0	37,2	36,9	36,5	36,2	36,4
17	35,9	36,6	37,0	37,6	37,0	36,8	36,6	36,5
19	32,8	33,5	33,8	34,4	34,0	33,7	33,4	34,4
21	31,4	32,4	32,3	34,2	32,8	32,1	32,0	32,0
23	30,1	30,9	29,1	27,9	26,8	26,3	25,8	25,8

Влияние леса на изменение температуры воздуха проявляется не только на участках, расположенных вблизи него, но и на значительном расстоянии. По данным С. И. Костина (1948), на участках, прилегающих к Шипову лесу (Воронежская обл.), за период с мая по сентябрь температура понижается в среднем на 0,3—1,0°С, а в июле на 0,6—1,4°С. На основании анализа многолетних данных ряда метеостанций, расположенных в лесостепных районах Красноярского края, В. И. Зюбина и В. В. Протопопов (1975) сделали вывод, что в этом регионе на каждые 10% увеличения лесистости температура воздуха на открытых пространствах снижается в летний период на 0,2°С.

Существенное влияние на температуру воздуха в лесу оказывает строение древостоев. В 65-летнем сосновом древостое (Орехово-Зуевский лесхоз Московской обл.) с полнотой 0,9 с наличием подлеска средней густоты температура воздуха снижается на 1,7°С против открытого пространства и на 0,5°С против соснового древостоя такого же возраста и пол-

ноты, но без подлеска. При наличии густого елового яруса температура под пологом соснового древостоя понижается на 2,5°С по сравнению с открытым пространством (Молчанов, 1961). По данным А. П. Клинцева (1973), по мере увеличения возраста древостоя разница между температурой воздуха в лесу одного и того же состава и на открытом участке возрастает.

В пределах одного и того же района температура воздуха в разных типах леса неодинакова. По данным М. И. Сахарова (1940), в сосняках Брянской обл. по мере перехода от типов леса на сухих почвах к типам леса на свежих и влажных почвах температура воздуха в лесу становится заметно ниже, чем на открытом месте.

Между лесом и открытым пространством имеется существенная разница в распределении температуры воздуха и по вертикали. Если на открытом участке температура воздуха в дневные часы снижается по мере удаления от поверхности почвы, а в ночные часы, наоборот, возрастает, то в лесу самая высокая температура бывает среди крон вследствие того, что листья поглощают значительное количество солнечной радиации. В ночные же часы кроны становятся источниками излучения тепла, поэтому температура здесь оказывается ниже, чем на поверхности почвы.

На вертикальное распределение температуры в лесу влияет также полнота древостоя. В низкополнотных древостоях поглощение и излучение тепла происходят как с поверхности почвы и напочвенного покрова, так и с крон деревьев. Поэтому днем в таких древостоях наблюдаются два максимума температуры, приуроченные к поверхности почвы и к кронам, а ночью, наоборот, два минимума.

При анализе влияния леса на трансформацию температуры воздуха нельзя пользоваться только средними, даже многолетними данными температуры за год или вегетационный период. На растения, а также на изменение водоохранно-защитной роли леса большое влияние оказывают как крайне низкие, так и крайне высокие температуры. Поэтому во многих случаях температуру воздуха целесообразнее рассматривать не по средним показателям, а по данным отдельных сроков наблюдений. На рис. 1 показан суточный ход температуры воздуха за август на высоте 50 см от поверхности почвы на открытом месте (сплошная вырубка) и под пологом кедрового древостоя (Западный Саян, Красноярский край).

В ночные часы температура под пологом древостоя была значительно выше, чем на открытом месте, а в дневные часы, наоборот, ниже. Особенно существенно трансформирующая роль леса проявляется в период наступления абсолютных минимальных (перед восходом солнца) и максимальных (в полуденные часы) температур. Обычно при радиационном

типе погоды минимальная температура воздуха в лесу на 3—4°C выше, а максимальная на 4—6°C ниже, чем на открытом участке, поэтому и амплитуда температурных колебаний в лесу значительно ниже. При пасмурной погоде эта амплитуда менее выражена.

Исследования в сосняках Забайкалья показали, что в течение вегетационного периода 1962 г. температура воздуха на высоте 5 см от поверхности почвы на открытом месте опускалась ниже 0°C в ночные часы 45 дней, а под пологом леса 28. Это различие обусловлено тем, что лесной полог уменьшает величину излучения тепла от поверхности почвы.

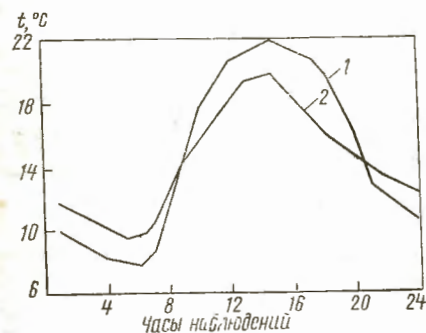


Рис. 1. Суточный ход температуры воздуха (по В. В. Протопопову, 1975):

1 — на вырубке; 2 под пологом древостоя

Кроме того, более высокие температуры воздуха под пологом леса в ночные часы обуславливаются тем, что деревья отдают воздуху тепло, накопленное ими за летний день. На аккумуляцию тепла древесным пологом указывают М. Н. Сахаров (1940), А. А. Молчанов (1961), Л. К. Поздняков (1963). По данным А. А. Молчанова (1961), температура ствола в зависимости от степени развития листьев к вечеру может быть на 2—4°C выше, чем температура воздуха.

Под пологом древостоев даже на одной и той же высоте температура воздуха неоднородна. Значительное разнообразие в температурный режим вносят подлесок и подрост. В биогруппах подроста создаются специфические условия температурного режима, которые проявляются не только в самой биогруппе, но распространяются и на окружающее пространство в радиусе до 1,5 м. По мере приближения к биогруппам эта разница усиливается.

На микроклимат леса оказывают влияние не только состав и строение древостоев, но и рельеф, а также экспозиция того участка, на котором произрастает лес. Исследования В. В. Протопопова (1975) в кедровых лесах Западного Саяна показали, что наиболее контрастно специфика термического режима воздуха проявляется в горных лесах, особенно в периоды наступления максимальных и минимальных темпе-

ратур. Здесь различие в температуре воздуха между лесом и безлесными участками, особенно на склонах северной экспозиции, возрастает. Температурный режим под пологом леса изменяется при различных лесохозяйственных мероприятиях (рубках ухода, содействии естественному возобновлению путем разреживания подлеска и подготовки почвы). В процессе рубок ухода сомкнутость древостоя снижается. В тех случаях, когда она становится ниже 0,5, разница между температурой воздуха под пологом леса и на открытом участке бывает менее существенной.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСА НА ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

Рост и развитие растений во многом зависят от влажности воздуха. Недостаток влажности приводит к нарушению работы транспирационного аппарата растений, а при сочетании с высокой температурой — к их увяданию. В свою очередь растительный покров, особенно древесные насаждения, оказывают влияние на влажность воздуха, а следовательно, и на экологические условия под пологом леса, а также на изменение процессов, определяющих водоохранно-защитную роль леса.

Исследования, проведенные в различных районах нашей страны, свидетельствуют о том, что под пологом леса относительная влажность воздуха выше по сравнению с открытыми участками в среднем на 4—5, а абсолютная — на 0,2%; дефицит влажности колеблется в пределах от 0,6 до 1,4 мб.

Даже при очень высокой влажности воздуха на Сахалине (в среднем 80—90% за месяц) под пологом древостоев бывает более влажно, чем на открытых участках. Наиболее значительные различия между влажностью воздуха в лесу и на открытых участках отмечаются в вегетационный период, в холодное время года они менее значительны.

Влажность воздуха резко меняется не только в течение года, но и на протяжении суток. Минимальные ее показатели наблюдаются в полуденные часы. В спелом лесу в течение суток бывает более влажно, чем в молодняках. В пасмурные дни различия между влажностью воздуха в лесу и на открытых участках менее выражены.

Под пологом древостоев режим влажности неоднороден как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях. Наибольшая влажность воздуха наблюдается у поверхности почвы (рис. 2), особенно в тех типах леса, где хорошо развит травяной покров. По мере поднятия от поверхности почвы влажность воздуха постепенно уменьшается, затем в кронах деревьев увеличивается и, наконец, у верхней границы полога вновь плавно уменьшается. Нижний максимум влажности обусловлен поступлением водяного пара из почвы и

транспирацией травянистой растительности, а верхний — транспирацией деревьев.

Разнообразие в напочвенном покрове и подлеске, а также в составе и строении верхнего полога вызывает неоднородность влажности воздуха в лесу на одной и той же высоте (табл. 4).

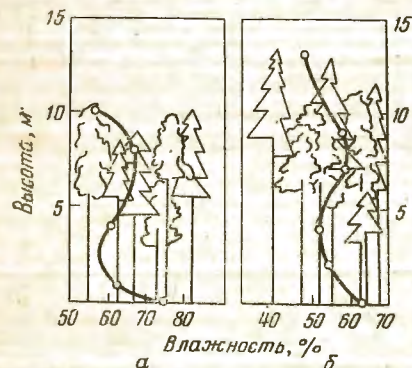


Рис. 2. Распределение относительной влажности воздуха в 13 ч (июль—август 1963 г.) в молодняках при радиационном типе погоды (по В. В. Протопопову, 1975): а — елово-лиственничных; б — кедрово-лиственничных

4. Относительная влажность воздуха, %, на высоте 1,5 м в кедрово-лиственничном древостое (Западный Саян, Красноярский край) за 18 дней июня—июля 1969 г. (Протопопов, 1975)

Объект наблюдений	Время наблюдения, ч			Минимальная влажность воздуха	Максимальная влажность воздуха
	7	13	19		
Группа кедра (высота 10 м, сомкнутость 1,0)	75	41	70	30	82
Группа березы (высота 12 м, сомкнутость 1,0)	75	38	68	27	80
Окно (диаметр 10 м)	73	36	67	25	78

На влажность воздуха в лесу влияют и различные лесохозяйственные мероприятия. С увеличением интенсивности рубок ухода, например, содержание влаги в атмосфере обычно уменьшается. В тех случаях, когда в целях содействия возобновлению удаляется подлесок и травяной покров, влажность приземного слоя воздуха по сравнению с участками, где не проводилось это мероприятие, становится также меньше.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСА НА ТЕМПЕРАТУРУ ПОЧВЫ

Лучистая энергия солнца — основной источник тепла в почве. (Тепло, образующееся в результате разложения органических остатков или поступающее из более глубоких слоев

земной коры, не имеет существенного влияния на тепловой баланс почвы и им можно пренебречь.) Поверхностный слой почвы служит источником тепла для остальной толщи почвы и воздуха; вверх и вниз от него температура быстро убывает.

На температуру почвы влияют широта местности, рельеф, высота над уровнем моря, механический состав, водно-физические свойства почвы (плотность, порозность), растительный покров и т. д. Рассмотрим влияние леса на изменение температурного режима почвы, от которого в значительной мере зависит не только плодородие, но и протекающие в ней гидрологические процессы.

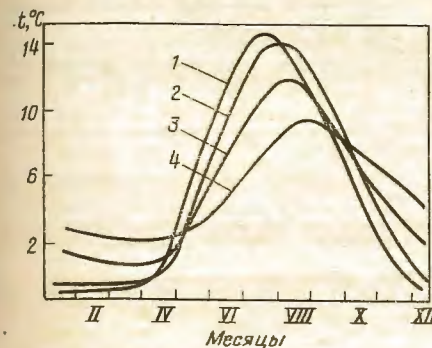


Рис. 3. Годовой ход температуры почвы в еловом лесу в 1967 г. (по А. Я. Орлову, 1974) на глубине: 1 — 5 см; 2 — 20 см; 3 — 120 см; 4 — 240 см

По данным В. В. Протопопова (1975), в ельнике травяно-зеленомошном на торфянисто-перегнойной суглинистой почве (Вологодская обл.) годовая температура почвы на глубине 40—160 см на 1—1,7°C меньше, чем на открытом участке. Годовой ход температуры почвы на различных глубинах в еловых лесах южной тайги европейской части РСФСР показан на рис. 3. Сезонные различия температуры с глубиной заметно убывают.

Исследованиями установлено, что в летние месяцы лес, задерживая часть солнечной радиации, понижает температуру почвы, а зимой, наоборот, почва в лесу значительно теплее, чем на открытых участках. Однако это положение нельзя распространить на все районы страны. По данным А. П. Клинова (1969), в равнинных темнохвойных лесах Сахалина температура торфянисто-гумусо-иллювиальной тяжелосуглинистой почвы на глубине 40—320 см в течение года бывает ниже, чем на поляне, в среднем на 1,5—1,8°C. В верхнем горизонте температура почвы заметно колеблется по сезонам года, в более глубоких слоях эти колебания не столь ощутимы.

Трансформирующее влияние леса на температуру почвы зависит от состава, строения, возраста, густоты и других лесоводственно-таксационных показателей фитоценозов. Иссле-

дования, проведенные на Истринском опорном пункте ВНИИЛМа (Воронков и др., 1976), показали, что весной (до пуска лиственных деревьев) температура поверхности почвы под пологом лиственных древостоев была на 3,7°C выше, чем под пологом ельников. В середине лета эта разница не превышала 0,6°C. Среднегодовая амплитуда температурных колебаний, °С, достигала: на открытом участке 40,7, под пологом лиственного леса 29,2, а в ельнике 28,8. В более глубоких слоях разница в температуре почвы под пологом древостоев разного состава менее выражена.

Большое влияние на температуру почвы оказывают строение и возраст древостоев, а также тип леса (табл. 5, 6, 7).

5. Температура почвы с 15 июня по 15 июля 1946 г. в древостоях разного строения Орехово-Зуевского лесхоза Московской обл., °С (Молчанов, 1961)

Объект наблюдений	Глубина установки термометров, см			
	5	10	20	30
10С, 150 лет, сомкнутость 0,8	17,9	16,9	15,6	14,7
10С, 150 лет, с густым еловым ярусом	12,8	11,4	10,5	10,0
Открытое место	19,6	18,0	16,8	16,1

6. Температура почвы в сосняке-брусничнике Орехово-Зуевского лесхоза Московской обл., °С (Молчанов, 1961)

Объект наблюдений	Глубина установки термометров, см			
	5	10	20	30
10С, 33 года, сомкнутость 1,0	12,6	12,3	11,9	10,9
10С, 65 лет, сомкнутость 0,9	16,6	16,0	14,8	14,0
10С, 150 лет, сомкнутость 0,8	17,9	16,9	15,6	14,7
Открытое место	19,6	18,0	16,8	16,1

Данные табл. 7 свидетельствуют о том, что при одинаковом составе и сомкнутости древостоя температура почвы понижается с увеличением ее влажности. В сосняках мшистых почва прогревается больше, чем в черничниках и ольшаниках.

Изменения температуры почвы в двух распространенных типах леса подзоны южной тайги европейской части РСФСР показаны на рис. 4. В сосняке мшисто-лишайниковом прогрев почвы в верхних горизонтах начинается раньше, чем в ельнике чернично-кисличном на суглинках, и достигает в

7. Температура почвы в разных типах леса Орехово-Зуевского лесхоза Московской обл., °С

Объект наблюдений	Глубина установки термометров, см			
	5	10	20	30
Лесосека, поросшая вейником	19,6	18,0	16,8	16,1
Сосняк мшистый 10С, 65 лет, сомкнутость 0,9	16,6	16,0	14,8	14,0
Сосняк-черничник 10С, 65 лет, сомкнутость 0,9	13,0	12,3	10,9	10,2
Ольшаник 10Ол, 30 лет, сомкнутость 0,9	13,3	12,3	10,9	9,8
Сосняк мшистый 10С, 33 года, сомкнутость 1,0	12,6	12,3	11,9	10,9
Сосняк мшистый 10С, 150 лет, сомкнутость 0,8	17,9	16,9	15,6	14,7
Сосняк мшистый 10С, 150 лет, сомкнутость 1,0, второй ярус еловый, густой	12,8	11,4	10,5	10,0

верхней полуметровой толще больших значений (термоизоплета со значением 14 в сосняке охватывает гораздо большую площадь, чем в ельнике). Это объясняется главным образом тем, что полог соснового древостоя пропускает к поверхности почвы большее количество солнечной радиации, чем полог елового леса.

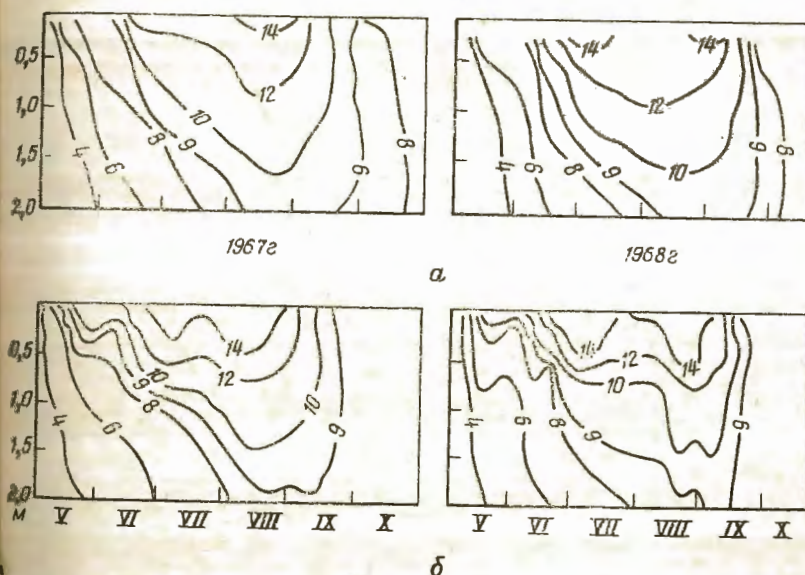


Рис. 4. Динамика температуры почвы (по А. Я. Орлову и др., 1974): а — в ельнике кислично-черничном; б — в сосняке мшисто-лишайниковом

Термический режим почвы зависит от мощности подстилки. По данным А. Я. Орлова и В. Н. Мина (1962), в условиях Вологодской обл., например, в ельнике на торфянисто-перегнод-глеевой почве с мощным (до 20 см) торфянистым слоем температура была значительно ниже, чем в ельнике такого же возраста на подзолистой почве с менее мощной (до 6 см) подстилкой. Температура почвы под пологом леса определяется также парцеллярным составом фитоценозов. Под биогруппами подроста ели она ниже как летом, так и зимой.

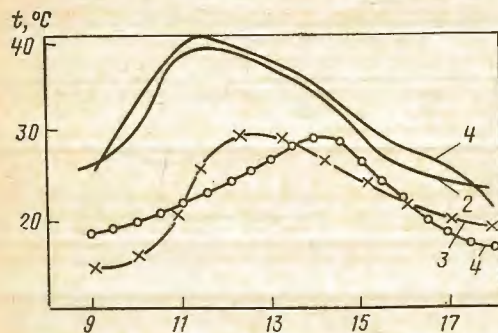


Рис. 5. Дневной ход температуры поверхности почвы (13 июля 1961 г.) в сосняке орляково-крупнотравном при различных способах ее подготовки:

1 — на пласту; 2 — при снятии дернины; 3 — на контроле; 4 — в борозде

Велико значение леса как регулятора максимальной и минимальной температуры почвы. В Вологодской обл., например, в спелых древостоях за четыре года верхние слои почвы не прогревались выше 26°C, тогда как в елово-лиственном древостое температура поверхности почвы иногда была выше 28°C. За вегетационный период количество дней с температурой почвы ниже 0°C в елово-лиственных молодняках было в 3—4 раза, а в спелых в 5 раз меньше, чем на открытых участках (Протопопов, 1975).

Большое влияние на изменение температуры почвы оказывают различные лесохозяйственные мероприятия. Например, на участках, пройденных рубками ухода, температура почвы на протяжении суток выше, чем на участках, не затронутых рубками, и максимальные ее различия отмечаются в дневные часы. Температура почвы изменяется и в результате ее обработки при проведении лесовосстановительных мероприятий. Дневной ход температуры поверхности почвы при различных способах ее обработки на вырубке сосняка орляково-крупнотравного с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами (Больше-Муртинский лесхоз Красноярского края) показан на рис. 5. Самая высокая температура зарегистрирована на пласту. Это, по-видимому, результат понижения влажности верхнего слоя почвы из-за повышенного дренажа. Затем следуют участки, где удалена дернина. Повышение

температуры обусловлено здесь темной поверхностью гумусового слоя. Из рис. 5 следует, что на участках с различными способами подготовки почвы максимальные температуры почвы отмечаются в разные часы.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСА НА ВЕТЕР

Ветер способствует повышению транспирации древостоев, усиливает испарение с почвы, изменяет температуру воздуха и влажность, оказывает существенное влияние на жизнь леса и его гидрологический режим. Скорость ветра в лесу по сравнению с открытыми пространствами резко уменьшается, а в некоторых насаждениях совсем затухает. Данные четырехлетних наблюдений за скоростью ветра в пихтово-еловом лесу и в 70 м от его опушки приведены в табл. 8.

8. Среднемесячная и годовая скорость ветра, м/с, в лесу и на открытом месте на высоте 1,5 м в равнинных условиях Сахалина за период 1958—1961 гг. (Клинецов, 1969)

Объект наблюдений	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годовая
Лес 8П2Е+Ол, 180 лет, полнота 0,7, Н—18 м	0,2	0,3	0,7	0,7	0,6	0,4	0,2	0,3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4
Открытое место	1,7	2,0	2,5	2,8	2,7	2,1	1,6	1,6	1,6	2,5	2,2	1,9	2,0

Под пологом пихтово-елового древостоя среднемесячная скорость ветра в 3—8, а годовая в 5 раз меньше, чем на открытом месте. При максимальной скорости ветра на открытом пространстве в 8—10 м/с скорость в лесу не превышает 4,2 м/с.

По данным В. В. Протопопова (1975), в равнинной части Вологодской обл. наименьшая скорость ветра отмечается в спелых еловых древостоях по сравнению с открытыми участками. При скорости свободного ветра от 6,8 до 1,8 м/с в спелых еловых древостоях на высоте 2 м она уменьшается в 7—17, а в елово-лиственном молодняке только в 2—5 раз.

Трансформирующее влияние леса на ветер зависит от ряда других лесоводственно-таксационных показателей древостоя. В сложных высокополнотных древостоях скорость ветра значительно меньше по сравнению с таковой в других древостоях (табл. 9).

В лесу скорость ветра неоднородна. Наименьшая наблюдается на поверхности почвы, по мере же поднятия к кронам она неравномерно увеличивается (табл. 10).

9. Скорость ветра в сосновых древостоях Орехово-Зуевского лесхоза Московской обл., % скорости на открытом месте (Молчанов, 1961)

Древостой	Скорость ветра на открытом месте, м/с						
	1,2	2,2	2,7	3,5	5,2	6,2	7,0
10С, 150 лет, полнота 1,0, второй ярус еловый, густой	0	2	4	8	15	17	19
10С, 65 лет, полнота 0,9	8	10	12	17	28	33	46
10С, 65 лет, полнота 0,5	12	18	20	29	44	61	—

10. Скорость ветра в спелом дубовом лесу Теллермановского лесничества (Воронежская обл.) на различной высоте от поверхности почвы при скорости ветра в степи и над кронами 2,4 м/с (Молчанов, 1961)

Высота над поверхностью почвы, м	21 апреля		15 мая		21 мая		15 июня	
	м/с	%	м/с	%	м/с	%	м/с	%
1,5	0,59	100	0,56	100	0,35	100	0,21	100
5,0	0,83	141	0,63	113	0,52	148	0,31	148
10,0	0,93	189	0,90	159	0,78	211	0,51	241
18,0	1,15	195	1,09	196	1,15	328	0,65	307

Из данных табл. 10 видно, что при одной и той же скорости ветра в степи, в лесу она в разные дни имеет существенные различия. Эти различия обусловлены различными фенологическими фазами развития насаждений. Наибольшая скорость ветра в лесу была 21 апреля, когда деревья и кустарники были без листьев, а наименьшая 15 июня, когда растения покрылись листвой. Если скорость ветра 21 апреля принять за 100, то получится, что 15 мая она составила 77,5%, 21 мая 62,5 и 15 июня 35,8%.

По данным В. В. Протопопова (1975), в горных районах Западного Саяна трансформирующая роль леса несколько ослабевает по сравнению с равнинными участками. Это обусловлено комплексом факторов, в результате которых происходит образование зон вихреобразного движения воздуха, изменение линии тока и возникновение местных склоновых и дополнительных ветров. Низкобонитетные леса у верхних границ леса оказывают на ветер слабое влияние, уменьшая его скорость на 45—76%.

Трансформирующая роль леса проявляется не только на той территории, где он произрастает, но и за его пределами (табл. 11).

11. Скорость ветра, м/с, в поле и спелом сосновом лесу высотой 20 м и полнотой 0,9

Скорость ветра в поле	Расстояние от опушки, м					
	50	100	150	200	300	500
2,1	0,8	1,2	1,6	1,8	2,0	2,0
3,5	1,0	1,7	2,1	2,8	3,3	3,5
6,2	2,1	3,2	5,7	6,0	6,1	6,2

Из табл. 11 видно, что ветрозащитные свойства леса наиболее ощутимы на расстоянии не более 100 м от стены леса. По данным В. М. Зюбиной и А. В. Лебедева (1975), на территории Тобольской лесостепи (Западная Сибирь) с увеличением лесистости на каждые 10% скорость ветра снижается на 0,2—0,3 м/с.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСА НА ОСАДКИ

Гидрологическая роль леса во многом зависит от количества выпадающих осадков и распределения их по сезонам года. Как известно, осадки являются одной из важнейших составных частей водного баланса. При выпадении над лесом они перераспределяются: часть их задерживается кронами деревьев, подлеском, подростом и травяным покровом и испаряется, не достигая поверхности почвы, другая, незначительная их часть, стекает по стволам. Большее же количество осадков достигает поверхности почвы и просачивается в нее.

Трансформирующее влияние леса на осадки зависит от породного состава древостоев, лесоводственно-таксационных особенностей фитоценозов, сезона года, интенсивности осадков и других факторов. В данном разделе основное внимание будет уделено жидким осадкам; вопросы, связанные со снегоотложением и снеготаянием, будут рассмотрены в следующем разделе.

Многочисленные исследования, выполненные разными авторами в различных природных условиях, свидетельствуют о том, что наибольшее количество осадков задерживается еловыми лесами. Так, 12-летние наблюдения на Истринском опорном пункте ВНИИЛМа (Московская обл.) показали, что леса в среднем за год задерживают осадков, %: еловые 38, смешанные (из ели и лиственных пород) 18, лиственные (осина, береза) 15. В летний период ельники перехватывают 42, а лиственные и смешанные древостои 19—20% осадков, в зимний же период лиственные — 9, а ельники — 39% осадков (Воронков, 1976). Данные за 1968—1972 гг. о количестве осадков, проникающих под полог насаждений различного состава в разные сезоны года, приведены в табл. 12.

12. Количество осадков, выпадающее в горных лесах Карпат (Дьяков, 1976)

Период наблюдений	Единица измерения	Открытое место	Состав древостоя		
			10 Бк	10 Е	6Б4Е
Декабрь—февраль	мм	110,5	93,5	54,8	72,6
	%	100,0	84,6	49,6	65,7
Март—май	мм	244,8	193,2	138,5	171,3
	%	100,0	78,9	56,6	70,0
Июнь—август	мм	469,0	400,1	272,8	385,0
	%	100,0	85,3	58,2	82,3
Сентябрь—ноябрь	мм	136,4	115,4	60,5	93,2
	%	100,0	84,6	44,4	68,3
Всего за год	мм	960,7	802,2	526,6	722,9
	%	100,0	83,5	54,8	75,8

В зимний период в условиях Карпат лес задерживает значительно большее количество осадков, чем в Подмосковье. Так, еловые леса Карпат задерживают около 50, а смешанные 34,3% осадков. Несколько иные данные получены А. П. Клиновым (1973) на Сахалине. Там в летний период пологом пихтово-елового спелого древостоя с сомкнутостью крон 0,6 и густым подлеском из курильского бамбука задерживается в среднем 26,1% осадков, елово-пихтовым черничниковым типом леса 16,2, а березовым 60-летним насаждением с густым подлеском из курильского бамбука 10,8% осадков. Эти различия в распределении осадков на Сахалине, по сравнению с другими районами, обусловлены, по мнению А. П. Клинова, высокой влажностью воздуха, частыми и обильными туманами.

Сосновые и лиственничные леса по количеству осадков, поступающих к поверхности почвы, занимают среднее положение между еловыми и лиственными. На основании многолетних исследований и обобщения литературных данных А. А. Молчанов (1953) пришел к выводу, что сосновые леса задерживают 24—27% жидких осадков. Данные о количестве дождевых осадков, проникающих под полог сосновых и ли-

ственничных древостоев Центральной Якутии, приведены в табл. 13.

13. Количество дождевых осадков, % к осадкам на открытом месте, проникающих под полог леса (Поздняков, 1963)

Породы	Возраст, лет	Годы наблюдений								В среднем за год
		1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	
Лиственница	50	81	76	84	91	87	86	86	90	85
То же	100	85	81	82	86	86	84	—	86	83
”	130	85	73	86	92	92	89	91	—	88
”	170	—	—	—	—	—	93	95	93	93
Сосна	115	76	68	82	80	94	86	92	92	88
То же	150	—	—	—	84	98	92	96	84	93
Береза	30	85	76	84	82	88	83	87	90	86

Из данных табл. 13 следует, что в условиях Центральной Якутии разница в степени задержания осадков лиственничными разного возраста невелика, что объясняется лесоводственно-биологическими отличиями этих древесных пород и относительно небольшой сомкнутостью древостоев.

Лиственничные и сосновые леса Центральной Якутии задерживают значительно меньше осадков, чем сосновые леса европейской части РСФСР. Это различие обусловлено менее интенсивными осадками, более сухим климатом Якутии, меньшей сомкнутостью произрастающих здесь древостоев и отсутствием развитого подлеска.

В пределах одного и того же района древостой одинакового состава, но отличающиеся полнотой и сомкнутостью, пропускают неодинаковое количество осадков. Зависимость между осадками, проникающими под полог древостоя, и полнотой, а также возрастом сосновых древостоев показана на рис. 6.

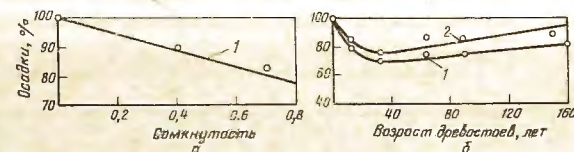


Рис. 6. Проникновение осадков под полог сосновых древостоев (по А. А. Молчанову, 1960) в зависимости:

а — от сомкнутости; б — от возраста; 1 — дождь; 2 — снег

Проникновение осадков к поверхности почвы зависит и от строения древостоев. Сложные и разновозрастные древостои задерживают большее количество осадков, чем простые и одновозрастные.

На количество осадков, достигающих почвы, большое влияние оказывает интенсивность дождя. В Воронежской обл., например, сквозь полог дубовых древостоев разных типов леса проникает осадков, %: при интенсивности дождя 1,1—2,0 мм 58—86, при 5,1—10 мм 74—91 и при 25—30 мм 88—98. Данные о проникновении осадков под полог лесов Дальнего Востока разного состава при различной интенсивности дождя приведены в табл. 14.

14. Проникновение осадков, %, сквозь полог древостоев в зависимости от интенсивности дождя (Таранков, 1970)

Породы	Интенсивность дождя, мм						
	0,1—1,0	1,1—2,0	2,1—5,0	5,1—10,0	10,1—20,0	20,1—50,0	50,1—100
Ясень	60	69	84	85	92	97	97
Кедр	20	56	56	79	80	95	97
Пихта	5	31	50	69	76	92	94

В различных частях даже однородного леса под полог древостоя поступает неодинаковое количество осадков. Постепенное увеличение проникновения осадков на площади, занятой проекцией крон, наблюдается к периферии (рис. 7).

Поступление влаги в почву под пологом леса несколько увеличивается за счет стекания части осадков по стволам. Данные о стоке осадков по стволам деревьев разных пород различного возраста в лесах Воронежской и Московской областей приведены в табл. 15.

15. Зависимость между интенсивностью осадков и стоком по стволам, % (Молчанов, 1962)

Порода	Возраст, лет	Интенсивность осадков, мм								60
		0,1—1,0	1,1—2,0	2,1—5,0	5,1—10,0	10,1—15,0	15,1—20,0	20,1—25,0	25—30	
Дуб	25	0,04	0,24	1,98	4,9	6,5	8,5	—	—	15,3
	65	0,02	0,04	0,14	0,41	0,59	0,73	—	—	2,1
	220	0,01	0,03	0,04	0,06	0,25	0,48	—	—	1,3
Ясень	40	0,09	0,08	0,18	0,29	0,54	1,40	—	—	6,1
	70	0,03	0,06	0,13	0,20	0,39	0,71	—	—	4,0
Сосна	95	0,02	0,03	0,05	0,09	0,6	1,1	1,5	—	—
Ель	60	0	0	0	0	0,01	0,01	0,02	0,04	—
	90	0,08	0,01	0,03	0,06	0,08	0,11	0,29	0,43	—
Осина	50	0,3	0,8	2,2	3,2	4,8	6,4	8,1	9,4	—
Береза	65	0,2	0,7	2,1	2,8	3,9	5,6	7,3	8,5	—

Наименьший сток наблюдается по стволам хвойных деревьев (ели и сосны), поэтому в лесах из этих пород его можно не принимать во внимание при изучении водного баланса лесных почв. В лиственных древостоях при осадках высокой интенсивности по стволам стекает значительное количество воды.

Различный сток по стволам отдельных пород обусловлен неодинаковым углом прикрепления к стволу сучьев. У лиственных пород сучья прикреплены под более острым углом, чем у хвойных. Чем меньше угол между стволом и ветвями,

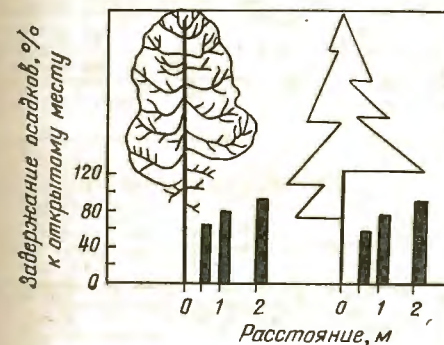


Рис. 7. Проникновение жидких осадков (средние величины за период с 1 июля по 31 августа 1961 г.) через кроны кедров (слева) и пихты на различных расстояниях от центра ствола (по В. В. Протопопову)

тем с больших частей кроны вода может попадать на ствол и стекать по нему. В тех же случаях, когда большинство ветвей образует со стволом прямой или близкий к нему угол, по стволу может стекать лишь небольшая часть осадков, улавливаемых кронами.

На снижение величины стока по стволам существенно влияют также шероховатость и трещиноватость коры, которые увеличиваются с возрастом дерева и толщиной его ствола. Например, у молодых деревьев дуба с гладкой корой при интенсивности дождя 15,1—20,0 мм по стволам стекает 8,5% осадков, у 65-летнего 0,73, а у 220-летнего только 0,48%. Вода начинает стекать по стволам деревьев лишь после того, как дождь смочит кору и те части крон, с которых вода попадает затем на ствол. Абсолютная величина стока по стволам зависит от силы осадков. В еловых лесах сток по стволам практически начинается при интенсивности дождя более 5 мм, в сосновых при 2 мм, а в лиственных даже при слабом дожде. На проникновение осадков к поверхности почвы заметно влияют различные лесоводственные мероприятия и в первую очередь рубки ухода. Данные о проникновении осадков в молодых дубовых древостоях Теллермановского лесничества (Воронежская обл.) после проведения рубок ухода разной интенсивности приведены в табл. 16.

16. Проникновение осадков под полог дубового древостоя, % к открытому месту (Молчанов, 1961)

Интенсивность рубки	Периоды после рубки, лет		
	до 2	3-4	5-6
Контроль, сомкнутость 1,0	89	89	91
Удалено 25% запаса	93	94	94
Удалено 50% запаса	97	94	89
Проголина	100	100	100

Из табл. 16 видно, что в первые два года после проведения рубок ухода приход осадков к поверхности почвы увеличился. Затем по мере разрастания подлеска, особенно на площади, пройденной рубками сильной интенсивности, количество осадков, поступающих к поверхности почвы, уменьшилось.

Осадки, просачивающиеся через кроны деревьев и стекающие по стволам, значительно изменяют свой химический состав по сравнению с осадками, выпадающими на открытых местах. Это обусловлено тем, что на поверхности хвои, листьев, ветвей и стволов деревьев происходит постепенное накопление растворимых веществ как в процессе жизнедеятельности самих растений и микроорганизмов, поселяющихся на них, так и в результате разрушения отмерших тканей. Во время дождя эти продукты в той или иной мере растворяются и переносятся с водой к поверхности почвы.

Состав воды, поступающей к поверхности почвы, зависит от состава насаждения и его производительности. Наиболее кислыми являются осадки, поступающие под полог ели. Средние величины актуальной кислотности осадков в лиственных, сосновых и березовых древостоях центральной части Якутии приведены в табл. 17.

17. Актуальная кислотность осадков (Поздняков, 1963)

Осадки	Лиственный, лет			Сосняк	Березняк
	50	100	130		
Проникшие сквозь кроны	6,1	5,7	5,9	5,5	6,2
Стекающие по столам	4,6	4,4	4,6	3,9	5,1

Как показывают данные табл. 17, осадки, стекающие по стволам, имеют более кислую реакцию по сравнению с осадками, просачивающимися через кроны. Установлено, что об-

щее количество веществ, поступающих с осадками под полог леса, почти втрое больше, чем в осадках на открытом месте.

В Центральной Якутии за летний период с дождями поступает в почву до 100 кг сухого вещества на 1 га, из которого на долю золы приходится до 20—25% (Поздняков, 1963). Большую часть этих веществ, особенно органических, составляют такие, которые смываются дождями с поверхности ветвей, листьев, стволов, и меньшую — атмосферная пыль. В воде, стекающей по стволам деревьев, концентрация органических и зольных веществ выше, чем в воде, проникающей сквозь кроны, однако абсолютное количество этих веществ, как указывалось выше, невелико. В других районах, например в дубравах Воронежской обл., в почву поступает с осадками больше сухого вещества. Количество поступающих в почву азота, углерода и некоторых минеральных веществ, кг/га, для типов дубраво-осочково-снытьевой группы выражается следующими цифрами (Молчанов, 1962):

	N	P	K	Ca	Mg	Na	C
В осадках над кронами	9,38	0,41	2,93	7,29	4,59	12,63	51,18
В осадках под кронами	8,79	1,35	27,64	16,98	9,8	21,58	225,89

Породный состав древостоя влияет не только на количество осадков, поступающих под полог древостоя, но и на распределение отдельных зольных элементов, вымываемых осадками. Так, в дубраво-осочково-снытьевой группе типов леса количество поступающих веществ с осадками оказалось значительно больше, чем в темнохвойных (Молчанов, 1960). Следует отметить, что под пологом древостоя изменяется также химический состав снеговой воды. Установлено, что лес оказывает не только существенное трансформирующее влияние на поступление осадков к поверхности почвы, но и на количество осадков, выпадающих над лесом и на некотором расстоянии от него.

В текущем столетии для исследования влияния леса на осадки в различных районах земного шара были использованы многочисленные данные наблюдений метеорологических станций в районах с различной лесистостью. Эти исследования позволили получить более или менее согласованные выводы об увеличении количества осадков под влиянием леса, а для ряда районов выявить зависимость между количеством осадков и лесистостью местности. Установлено, что в условиях Московской обл. и прилегающих к ней областей в лесных районах осадков выпадает примерно на 10% больше по сравнению с малолесными (Калинин, 1950). По данным Л. П. Кузнецовой (1957), в Татарской и Марийской автономных республиках с увеличением лесистости на каждые 10% количество осадков возрастает примерно на 2%.

Обстоятельный анализ многочисленных данных (свыше 200 метеостанций) выполнен В. В. Рахмановым (1962). Чтобы исключить влияние рельефа на осадки, им выбрано три района на равнинной территории европейской части СССР, в которых изменение лесистости сочетается со сравнительно небольшим изменением местности.

Первый район — Московский, расположенный на территории Московской и частично Смоленской, Калининской, Ивановской, Владимирской, Рязанской и Калужской областей. Территория покрыта смешанными лесами, чередующимися с пахотными угодьями и лугами. В западной половине преобладают березняки, в восточной — сосняки. Всюду встречаются ельники и осинники. Второй район — Кировский, расположенный на территории Кировской и частично Горьковской областей, Удмуртской, Чувашской и Марийской автономных республик. Здесь преобладают еловые леса, встречаются также березняки, сосняки, а на юге широколиственные леса. Третий район — Куйбышевский, в него входят Куйбышевская, частично Пензенская и Ульяновская области, Мордовская и Татарская автономные республики. Процент лесистости здесь небольшой; встречаются дубравы и другие широколиственные леса, а также сосняки, березняки и осинники. Данные по этим трем районам об изменении количества осадков в зависимости от лесистости приведены в табл. 18.

18. Изменение количества осадков в зависимости от лесистости в 1945—1950 г. (Рахманов, 1962)

Показатели	Лесистость, %				
	0—20	21—40	41—60	61—80	81—100
Московский р-н					
Количество метеостанций	13	30	19	9	—
Годовая сумма осадков, мм	486	518	534	541	—
Сумма осадков за теплый период (апрель—октябрь), мм	368	402	404	419	—
Сумма осадков за холодный период (ноябрь—март), мм	120	130	139	138	—
Кировский р-н					
Количество метеостанций	18	33	17	10	11
Годовая сумма осадков, мм	488	497	515	537	544
Сумма осадков за теплый период (апрель—октябрь), мм	378	378	390	406	413
Сумма осадков за холодный период (ноябрь—март), мм	108	109	122	144	128

Куйбышевский р-н

Количество метеостанций	21	13	—	—	—
Годовая сумма осадков, мм	414	440	—	—	—
Сумма осадков за теплый период (апрель—октябрь), мм	320	326	—	—	—
Сумма осадков за холодный период (ноябрь—март), мм	92	107	—	—	—

Данные табл. 18 свидетельствуют о том, что с увеличением лесистости на каждые 10% количество осадков возрастает в среднем на 5 мм. Еще большее увеличение количества осадков под влиянием леса наблюдается в Сибири. В лесостепных районах Западной и Восточной Сибири на каждые 10% увеличения лесистости количество осадков возрастает на 3—4%, т. е. почти в 2 раза больше, чем над европейской частью РСФСР (Лебедев, 1964).

Увеличение количества осадков под влиянием леса обусловлено тем, что лес, создавая дополнительную шероховатость поверхности, замедляет движение воздуха и вызывает возникновение вертикальных токов, в которых происходит понижение температуры, способствующее выпадению осадков. Безусловно, не все леса в одинаковой мере обладают этой способностью. По многолетним данным (1957—1967) Валдайской научно-исследовательской гидрологической лаборатории, над еловым лесом выпадает осадков на 13%, а над лиственным на 11% больше, чем над лугом (Федоров, 1970).

Лес способствует не только увеличению вертикальных осадков, но и конденсации влаги в виде росы, инея, изморози на ветвях деревьев, подлеска, на живом напочвенном покрове. Большое количество конденсационных осадков выпадает в приморских и горных районах. В туманную погоду горизонтальные осадки в приморских районах могут достигать 2—3 мм в сутки и в целом за год превышать вертикальные осадки в 1,5—2 раза (Китредж, 1961; Пенман, 1968). На Крымском нагорье в буковых лесах 40—60-летнего возраста за счет конденсационных осадков накапливается около 250 мм влаги в год, из которых около 100 мм составляют твердые отложения (Ведь, Поляков, 1971). Общее количество осадков в горных районах за счет конденсационной влаги увеличивается на 25—40%, в равнинных лесах этот процент значительно ниже, 4—5 (Рахманов, 1962). Данные о количестве влаги, поступающей под полог насаждений за счет инея и изморози на Истринском опорном пункте ВНИИЛМа (Московская обл.), приведены в табл. 19.

Итак, приведенные выше данные свидетельствуют о том, что лес способствует увеличению как вертикальных, так и горизонтальных осадков, что в свою очередь усиливает его водоохранно-защитную роль.

19. Количество влаги, поступающей под полог насаждений в Подмоскowie (Воронков, 1970)

Годы наблюдений	Еловые насаждения		Лиственные насаждения		Смешанные насаждения (осина, береза, ель)	
	мм	% к общему количеству твердых осадков	мм	% к общему количеству твердых осадков	мм	% к общему количеству твердых осадков
1964—1965	8,3	11	13,6	9,5	12,8	11
1965—1966	23,2	14	16,4	8,0	21,0	11
1966—1967	8,2	8	11,0	7,0	9,5	7
1967—1968	24,0	19	24,0	13,0	22,5	17
В среднем	15,9	13	16,2	9,2	16,4	14

СНЕГООТЛОЖЕНИЕ И СНЕГОТАЯНИЕ В ЛЕСУ

В большинстве районов нашей страны значительный удельный вес составляют осадки в виде снега. Они оказывают существенное влияние на промерзание и оттаивание почвы, накопление в ней влаги, режим и размер стока талых вод, формирование весенних паводков, гидрологический режим рек и т. д.

Несмотря на то, что исследования снегоотложения и снеготаяния в лесу и на открытых местах осуществляются почти 100 лет, в литературе по этому вопросу до сих пор высказываются противоположные точки зрения. По данным одних авторов (Н. А. Воронков, 1976; В. Н. Дьяков, 1976 и др.), под полог как хвойных, так и лиственных древостоев проникает лишь часть осадков. Согласно А. А. Молчанову (1960), все насаждения, кроме еловых, способствуют большему накоплению снега по сравнению с безлесными участками. В. В. Рахманов (1962), Л. К. Поздняков (1963), А. И. Субботин (1966) и др. считают; что в среднем во всех лесах накапливается за зиму в снежном покрове воды больше, чем в поле. Эти противоречия обусловлены различными методическими подходами при изучении этих вопросов. Одни исследователи снегоотложение в лесу сравнивают с таковым на небольших вырубках и полянах, где перенос снега ветрами незначительный, другие — с большими открытыми пространствами (поляны, сплошными концентрированными рубками и т. д.), где снег под влиянием ветра переносится с более возвышенных мест в пониженные и заветренные участки (на опушки леса, в кустарники и т. д.). В первом случае мы имеем дело с данными, позволяющими судить о проникновении осадков под полог древостоя различного состава, строения, полноты и других таксационных признаков. Однако эти данные не дают четкой картины снегонакопления в разных ландшафтах

20. Высота снежного покрова и максимальные запасы воды в снеге на открытых участках и под пологом древостоев разного состава и строения

Пункт наблюдений	Объект наблюдений	Период наблюдений	Высота снежного покрова, см	Максимальный запас воды, мм
Дивьянский стационар Пермской обл. (предгорная часть)	Лес 4Е3П2Лп1Б, полнота 0,8	1968—1975	73,4	160,4
	Открытый участок	„	81,0	174,5
Усьвинский стационар Пермской обл. (горный район)	Лес 5Е1П4Б, полнота 0,8	„	102,6	259,6
	Открытый участок	„	104,9	289,0
Староуткинский лесхоз Свердловской обл.	Лес 4Е1П5Б, полнота 0,6	1971—1974	79,0	177,0
Свердловской обл.	Лес 5Е3П2Лп, полнота 0,5	„	78,2	190,0
	Лес 7Е2П1Б, полнота 0,7	„	74,8	176,9
	Открытый участок	1971—1974	100,0	250
Красноключевский лесхоз Башкирской АССР	Лес 5Кл5Ил+Лп, полнота 0,7	1972—1974	—	316,8
	Открытый участок	„	—	317,5
Авзянский лесхоз Башкирской АССР	Лес 8С2Б, полнота 0,7	1971—1974	—	182,2
	Открытый участок	„	—	179,5

той или иной территории. Кроме того, указанные выше расхождения обусловлены и тем, что исследования осуществлялись в разных климатических и погодных условиях. В одних районах в зимний период наблюдаются частые оттепели, что приводит к уменьшению высоты снежного покрова и снижению в нем запаса воды на открытых участках. По наблюдениям А. А. Молчанова (1961), например, оттепели под Москвой снижают запас воды в снеге на 34—76 мм. В других местах, например в Восточной Сибири, подобные явления наблюдаются крайне редко.

Чтобы иметь четкое представление о снегонакоплении и снеготаянии в лесу и на открытых местах того или иного природного района, необходимо располагать данными о проникновении снега под полог лесов различного состава, строения, полноты, возраста, об испарении с его поверхности, а также о переносе снега на открытых местах и в лесу. Материалы 12-летних наблюдений на Истринском опорном пункте ВНИИЛМа (Московская обл.) показали, что если на откры-

том месте и под пологом лиственного леса выпадает 117 мм твердых осадков, то под пологом смешанного 103, а чистого елового только 89 мм (Воронков, 1976). В лесах Карпат под пологом букowego древостоя выпадает 84,6% зимних осадков по сравнению со сплошной вырубкой, а под пологом ели — только 49,6%. На Среднем и Южном Урале в спелых еловых лесах высота снежного покрова и максимального запаса воды в снеге меньше, чем на открытых участках, а в сосновых и широколиственных лесах запасы воды в снеге по существу не отличаются от таковых на открытых участках (табл. 20).

Данные табл. 20 показывают, что под полог еловых лесов Урала поступает от 70 до 93% зимних осадков, т. е. значительно больше, чем в Подмосковье и в Карпатах. Эти различия объясняются зональными особенностями. В Подмосковье и Карпатах обильные снегопады часто выпадают при температуре воздуха близкой к 0°С. При такой температуре большое количество осадков задерживается на кронах, так как снег прилипает к ветвям и хвое деревьев. На Урале осадки в виде снега выпадают обычно при более низких температурах. В этом случае снег мельче и суше, поэтому в больших количествах он проникает сквозь кроны деревьев к поверхности почвы.

На проникновение снега к поверхности почвы существенно влияет и возраст древостоя. По данным ВНИИЛМ, на Урале высота и максимальные запасы снега в молодняках значительно больше, чем в спелом лесу, а высота снежного покрова в лиственных молодняках выше, чем на открытых участках (табл. 21).

21. Высота снежного покрова, см, и максимальный запас воды в снеге, мм, в молодняках разного состава и возраста по данным за 1971—1974 гг.

Показатели	Категории площадей			
	Открытое место	Березняк 20 лет	Сосняк 18 лет	Сосняк 40 лет
Высота снега	52,9	56,1	45,4	41,1
	100	106	86	78
Запас воды	131,6	127,5	107,2	89,9
	100	97	82	68

Примечание. В числителе показаны абсолютные величины, в знаменателе — процентное отношение к открытому месту.

Данные табл. 21 свидетельствуют о том, что с увеличением возраста молодняка запасы воды в снеге под его пологом

уменьшаются. Наименьших величин они достигают в стадии жердняка, по мере увеличения возраста и уменьшения полноты и сомкнутости древостоев они возрастают.

Проведение лесохозяйственных мероприятий в лесу и в первую очередь рубок главного и промежуточного пользования существенно сказывается на снегоотложении (табл. 22). С увеличением интенсивности рубок ухода высота снежного покрова и запасы воды в снеге увеличиваются.

22. Высота снежного покрова, см, и запасы воды в снеге, мм, в сосновых молодняках (Свердловская обл.)

Показатели	Интенсивность изреживания, %			
	контроль	57	42	24
Высота снега	55,3	62,8	59,6	57,1
Запас воды	129,5	146,9	143,3	134,7

Приведенные выше данные дают в основном представление о проникновении снега под полог древостоя, но не могут с достаточной полнотой характеризовать снегонакопление в лесу и на открытых площадях, так как на последних имеет место перенос снега ветром, уменьшение его вследствие таяния в период оттепели, а также более интенсивного испарения на открытых участках. Так, за январь — апрель 1960 г. в Подмосковье с поля испарилось 19,6 мм, а в густом смешанном лесу всего 8,5 мм осадков (Субботин, 1966).

Запасы воды в снеге на различном расстоянии от леса (по исследованиям в Теллермановском лесхозе Воронежской обл.) показаны на рис. 8. Наибольшая высота снежного покрова и наибольший запас воды в нем наблюдается на расстоянии 50 м от опушки.

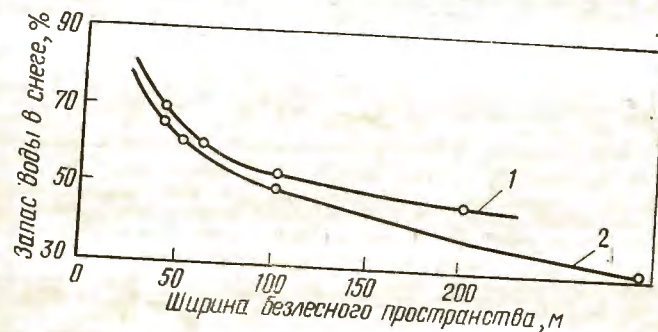


Рис. 8. Запас воды в снеге на безлесных площадях, % запаса на прогалинах, при ширине безлесного пространства: 1 — 500 м; 2 — 1000 м

Влияние древесно-кустарниковой растительности на формирование снежного покрова особенно сильно проявляется в условиях горного рельефа и при интенсивной ветровой деятельности. По данным И. И. Котлярова (1977), обширные безлесные участки Охотского побережья даже при большой сумме твердых осадков в течение всей зимы остаются бесснежными: снег сдувается в лес и заросли кедрового стланика.

Если высокогорные низкобонитетные малосомкнутые древостой не имеют особого значения для перераспределения жидких осадков, то в аккумуляции твердых осадков они играют огромную роль. В таких лесах по границам с альпийскими и субальпийскими лугами Западного Саяна высота снежного покрова достигает 2,5 м с запасом воды более 900 мм (Протопопов, 1975). П. Л. Горчаковский (1952) отмечает, что на Северном Урале высота снежного покрова в лесах, расположенных на границе с гольцами и альпийскими лугами, достигает 4—5 м. Благодаря наличию даже редкого леса снежный покров здесь содержит огромное количество воды и тает медленно, способствуя поддержанию высокого уровня воды в реках в меженный период.

23. Запасы воды в снеге в средней полосе европейской части СССР

Районы	Число пунктов	Средние запасы воды в снеге, мм				Среднее превышение запасов в лесу над запасами в поле, мм		
		Поле	Лес			лес разного состава	лес лиственный	лес хвойный
			разного состава	лиственный	хвойный			
Западный	63	63	74	77	72	11	14	9
Центральный	40	102	114	118	109	12	16	7
Восточный	22	111	131	144	128	20	33	17
По всем районам	125	85	99	105	95	14	20	10

Интересные материалы о запасах воды в снеге в конце зимы на открытых местах и в лесах приведены в работе В. В. Рахманова (1962), полученные им на основании анализа снегосъемок 125 гидрометеорологических станций средней полосы европейской части СССР и частично Западной Сибири (табл. 23). В. В. Рахманов исследовал на этой территории три района. Западный включает Белоруссию, Украину, Латвию, а также западные и некоторые северо-западные области РСФСР; центральный — Московскую, Калининскую, Ярославскую, Ивановскую, Калужскую, Тульскую, Рязанскую, Владимирскую, Горьковскую, Пензенскую об-

ласти, Татарскую, Чувашскую и Мордовскую автономные республики; восточный — Свердловскую, Пермскую, Кировскую, Оренбургскую, Курганскую области и Башкирию.

Данные табл. 23 свидетельствуют о том, что на территории всех трех районов к концу зимы в снежном покрове лесов, особенно лиственных, создаются большие по сравнению с открытой местностью запасы воды. За период наблюдений (1947—1954 гг.) дополнительное снегонакопление в среднем составило 14 мм, или 16,8% максимальных снегозапасов в поле.

Сходные данные о максимальных запасах воды в снежном покрове в поле и в лесу приведены в работе А. И. Субботина (1966), которые получены по материалам 135 метеорологических станций и постов.

Довольно часто максимумы снегозапасов в поле и в лесу наступают неодинаково. Данные о фактических максимальных запасах воды в снежном покрове леса и поля приведены в табл. 24.

24. Максимальные запасы воды в снеге в поле, лесу и на лесной поляне

Район	Поле	Лес						Поляна в лесу	
		еловый		сосновый		лиственный		фактически	на дату максимума в поле
		фактически	на дату максимума в поле	фактически	на дату максимума в поле	фактически	на дату максимума в поле		
Северный (Архангельская, Вологодская обл., Карельская и Коми автономные республики)	144	179	169	178	169	189	177	171	—
	100	124	117	123	117	131	123	119	—
Центральный (Ярославская, Калининская, Московская, Владимирская, Смоленская, Калужская, Рязанская, Тульская области)	113	124	114	124	117	147	139	135	129
	100	110	101	110	103	130	123	120	114

Примечание. В числителе — запасы воды в лесу в мм, в знаменателе — в % к открытому месту.

В табл. 24 обращает на себя внимание более существенная разница между максимальными запасами воды в снежном покрове лиственных лесов и поля.

Лес оказывает существенное влияние не только на снеготаяние, но и на снеготаяние. Под пологом леса снеготаяние продолжается дольше, чем на открытых участках. Это объясняется понижением солнечной радиации, а также малой

скоростью ветра в лесу. Обычно снег начинает таять в лесу и на открытом участке одновременно, но в отдельные годы в лесу снеготаяние начинается на 10—15 дней позже, чем на открытых участках. По данным В. И. Таранкова (1970), в Приморском крае на открытых участках склонов южной экспозиции снег исчезает на 20—40 дней раньше, чем в лесу. Данные о продолжительности и интенсивности снеготаяния на малых водосборах о. Сахалин приведены в табл. 25.

25. Продолжительность и интенсивность снеготаяния на водосборах с различной лесистостью (Клинецов, 1973)

Лесистость водосбора, %	№ участка	Характеристика участка	Продолжительность таяния, дней	Интенсивность таяния, мм/сут
100	1	Елово-пихтовый с березой, склон Ю, 15°	36	6,0
	2	Елово-пихтовый с березой, склон С, 15°	42	4,0
20	1	Луг, склон ЮЮ-З, 6—8°	18	11,4
	2	Луг, склон С, 6—8°	20	10,5
	3	Елово-пихтовый с березой, склон ЮВ, 8°	31	5,7

Продолжительность и интенсивность снеготаяния под пологом леса зависит от состава, сомкнутости и возраста древостоев. По данным А. А. Молчанова (1960), в Московской обл. продолжительность таяния снега составляет на полях 6—12 дней, в основных лесах — 15—20, в еловых 35—40 дней. В березняках Подмоскovieя снег в среднем сходит на неделю позже, чем в поле (Субботин, 1966). В Якутской АССР разница во времени схода снежного покрова на открытых местах и под пологом лиственничного леса составляет 5—7 дней.

Состав древостоя влияет не только на продолжительность, но и на интенсивность снеготаяния. Многолетние наблюдения (1964—1972) на Истринском опорном пункте (Московская обл.) показали, что если на открытом участке средняя интенсивность снеготаяния составляет 9,1 мм/сут, то в лиственном лесу 5,1, в смешанном 4,5, а в чистом еловом 4,1 мм/сут. Примесь ели к лиственным лесам уменьшает интенсивность и увеличивает продолжительность снеготаяния. Такая же картина наблюдается и в сосняках. В смешанных сосново-еловых древостоях, в том числе со вторым ярусом ели, таяние снега проходит в 1,5—2 раза медленнее. Наиболее существенная разница в продолжительности и интенсивности снеготаяния в сравнении с открытым местом наблюдается в темнохвойных лесах. По данным А. П. Клинецова (1973), на

Сахалине продолжительность снеготаяния под пологом темнохвойных лесов на равнине на 20—30 дней больше, чем на открытых участках, а интенсивность снеготаяния на последних в 2—9 раз больше, чем в лесу. На северных склонах влияние леса на продолжительность снеготаяния проявляется меньше, чем на южных. В одинаковых по составу древостоях интенсивность снеготаяния возрастает, а продолжительность уменьшается по мере снижения их сомкнутости. Большое значение имеет при этом и возраст древостоя. В темнохвойных лесах Уфимского плато в 20—25-летних хвойных молодняках интенсивность снеготаяния на 30% выше, чем в спелом лесу. Большая интенсивность снеготаяния отмечена в лиственных молодняках. На Среднем Урале продолжительность таяния в таких молодняках по существу не отличается от таковой на открытых местах. В жердняках и приспевающих древостоях, которые, как правило, отличаются большой сомкнутостью, продолжительность снеготаяния больше, чем в молодняках и спелом лесу.

Итак, вышеприведенные данные свидетельствуют о том, что смена темнохвойных лесов на лиственные и лиственничные увеличивает интенсивность и снижает продолжительность снеготаяния, что в ряде случаев отрицательно сказывается на стокорегулирующей роли леса.

ПРОМЕРЗАНИЕ И ОТТАИВАНИЕ ПОЧВЫ В ЛЕСУ

Лес оказывает трансформирующее влияние не только на солнечную радиацию, температуру и влажность воздуха и почвы, твердые и жидкие осадки, но и на замерзание и оттаивание почвы.

Глубина и степень промерзания почвы, а также динамика ее оттаивания имеет большое гидрологическое значение. Мерзлые почвы обычно отличаются плохой водопроницаемостью, что способствует резкому возрастанию поверхностного стока. Ниже приведены данные о водопроницаемости, мм/мин, дерново-подзолистых среднесуглинистых почв под пологом леса и на вырубках (почвенные горизонты А, В).

Темнохвойный лес:	А	В
мерзлая почва	1,7	0,3
талая почва	183	22
Вырубки 10 лет:		
мерзлая почва	0	0,3
талая почва	17	11

Щебнистые почвы, для которых характерна высокая водопроницаемость, в замерзшем состоянии снижают ее в де-

сятки и сотни раз. Исключительно плохой водопроницаемостью обладают бесструктурные и малоструктурные, сильно насыщенные влагой почвы, широко распространенные в таежной зоне. Такие почвы в замерзшем состоянии часто становятся по существу водонепроницаемыми. Замерзание воды в почве начинается обычно при температуре несколько ниже 0°C, так как вода, находящаяся в почве, содержит растворимые соли.

Глубина промерзания почвы колеблется в зависимости от метеорологических условий, мощности снежного покрова, влажности почвы, уровня грунтовых вод, состава и строения почвы, произрастающей на ней растительности и от ряда других факторов. В тех случаях, когда выпадению снега предшествуют сильные морозы, почва промерзает на значительную глубину и, наоборот, если снег выпадает до наступления морозов, почва, особенно под пологом леса, часто не промерзает. Данные о температуре почвы под снегом и на открытом участке приведены в табл. 26 (Молчанов, 1960).

26. Температура почвы под снегом и на открытом участке, °C

Объект наблюдений	Глубина от поверхности почвы, см			
	0	20	40	80
Под снегом на глубине 47 см	-1,7	+0,2	+0,8	+1,7
Обнаженная почва	-16,6	-14,1	-10,6	-3,8
Разница	14,9	14,3	11,4	5,5

Глубина и степень промерзания почвы зависят от ее влажности и уровня грунтовых вод (табл. 27). Чем ниже уровень грунтовых вод, тем больше промерзание почвы. При уровне грунтовых вод на глубине 0,8 м значительное промерзание почвы наблюдается только в очень холодные зимы.

27. Глубина промерзания почвы в зависимости от уровня грунтовых вод (Молчанов, 1960)

Глубина залегания грунтовых вод, м	Глубина промерзания почвы, см, по годам				
	1946	1947	1948	1949	1950
5 и более	67	118	12	152	69
3,5	68	87	23	113	61
2,5	61	75	15	100	—
1,8	49	46	10	82	50
1,2	18	29	3	70	38
0,8	0	10	0	60	12

А. И. Субботин (1966), ссылаясь на исследования Л. А. Раумовой, указывает, что торфяные почвы вследствие большого запаса в них влаги промерзают гораздо слабее минеральных.

На глубину промерзания почвы влияет и рельеф. На Южном Урале в нижней части склонов почва промерзает на большую глубину, чем в средней и верхней частях.

Степени промерзания почвы под пологом леса и на открытых участках различаются. На открытых участках, особенно на сельскохозяйственных угодьях, почва промерзает, как правило, на большую глубину. Это обусловлено тем, что на таких участках мощность снежного покрова меньше, чем в лесу. Кроме того, меньшему промерзанию почвы в лесу способствует лесная подстилка, которая защищает почву от охлаждения. Однако этот вывод нельзя распространить на все условия. Например, на Среднем Урале на тех сплошных вырубках, где не наблюдается сдувание снега, почва промерзает на такую же глубину, как и в лесу. По данным А. П. Клишцова (1973), на Сахалине почва на полянах промерзает в два раза меньше, чем в темнохвойном лесу, так как на полянах мощность снежного покрова больше. Наибольшая глубина промерзания почвы наблюдается у опушки, по мере передвижения в глубь леса она уменьшается (табл. 28).

28. Глубина промерзания почвы, см, в дубовом древостое на различном расстоянии от стены леса (Молчанов, 1960)

Год	В поле	У стены леса	В лесу на расстоянии от стены леса, м				
			5	10	20	30	40
1952	75	68	64	52	48	46	46
1953	15	11	9	7	4	2	2
1954	110	95	81	75	59	50	50
1955	30	25	12	10	0	0	0
1956	10	4	0	0	0	0	0

Глубина промерзания почвы во многом зависит от состава, строения, возраста, полноты древостоя, а также от типа леса. Многолетние наблюдения (1964—1974 гг.) на Истринском опорном пункте ВНИИЛМа показали, что средняя глубина промерзания почвы составляет, см: в лиственных древостоях 25,5, в смешанных 43,9, а в ельниках 59,1. Максимальная глубина промерзания соответственно составляла 106, 125, 139 см. За период наблюдений (11 лет) в лиственном древостое почва оставалась талой или промерзала на

глубину 10 см в течение четырех лет, а в ельнике только в течение одного сезона (Воронков, 1976).

Данные о промерзании почвы в молодняках разного состава приведены в табл. 29.

29. Глубина промерзания почвы в молодняках разного состава (Староуткинский лесхоз Свердловской обл.)

Объект наблюдений	Глубина промерзания, см					В среднем
	1970	1971	1972	1973	1974	
8Е2Пед.Б, II класс возраста, сомкнутость 1,0	21	13	34	16	21	21
8Ос1Б1Е, II класс возраста, сомкнутость 1,0	29	6	19	8	8	14
8Б2Е, II класс возраста, сомкнутость 1,0	20	11	24	8	17	16

Более сильное промерзание почвы как в спелых, так и в молодых еловых древостоях, по сравнению с другими лесами, обусловлено меньшей мощностью снежного покрова. В сосновых древостоях со вторым ярусом ели почва промерзает на большую глубину, чем в чистых сосняках. С уменьшением полноты древостоя промерзание почвы уменьшается в связи с возрастанием мощности снежного покрова.

В древостоях одного и того же состава, но разного возраста промерзание почвы неодинаково. Наибольшая глубина промерзания отмечена в древостоях в стадии жердняка и средневозрастных, так как в последних высота снежного покрова меньше, чем в молодняке и спелых древостоях.

Глубина промерзания почвы во многом зависит и от типа леса (табл. 30).

30. Промерзание почвы в различных типах леса Архангельской обл. (Молчанов, 1961)

Тип леса	Мощность снежного покрова, см, по годам		Глубина промерзания почвы, см, по годам	
	1939—1940	1940—1941	1939—1940	1940—1941
Сосняк-брусничник	51	61	95	59
Сосняк-черничник	46	58	99	61
Ельник-кисличник	39	50	71	49

Данные табл. 30 показывают, что в ельнике-кисличнике, несмотря на меньшую высоту снежного покрова, почва промерзла на меньшую глубину, чем в сосняке, что в данном

случае обусловлено иным механическим составом почвы в еловом лесу и большей ее влажностью.

В древостоях одинакового строения, состава и принадлежащих к одному и тому же типу леса степень промерзания почвы также различна. Под кронами почва промерзает на большую глубину, чем в прогалинах.

Глубину и скорость промерзания почвы можно регулировать различными лесохозяйственными мероприятиями (рубками главного и промежуточного пользования, созданием смешанных древостоев, очисткой мест рубок и т. д.). Данные Уральской ЛОС о влиянии рубок ухода в молодняках на промерзание почвы приведены в табл. 31.

31. Глубина промерзания почвы в молодняках, пройденных рубками ухода, и на контроле

Объект наблюдений	Глубина промерзания, см, по годам					В среднем
	1970	1971	1972	1973	1974	
8Б2Е, II класс возраста, сомкнутость 1,0 (контроль)	20	11	24	8	17	16
4Е1ПЗБ2Лп, сомкнутость 0,5 (после рубок ухода)	18	8	15	2	0	9

Из табл. 31 видно, что снижение сомкнутости древостоя до 0,5 увеличило поступление снега к поверхности почвы и уменьшило ее промерзание.

На сток талых вод большое влияние оказывают не только глубина и степень промерзания почвы, но и быстрота ее оттаивания. В конце зимы, когда снежный покров имеет еще большую высоту или даже нарастает, глубина промерзания почвы начинает постепенно уменьшаться вследствие оттаивания почвы снизу. Это происходит за счет тепла, поступающего из нижних горизонтов почвы. Поступление тепла идет и в зимний период. В конце зимы, когда температура воздуха становится выше, а снежный покров толще, потеря тепла верхними слоями почвы уменьшается, и тепло, поступающее из нижних слоев, вызывает оттаивание почвы снизу. Н. А. Качинский (1970) выделяет два типа оттаивания почвы. Оттаивание, идущее снизу, заканчивается до того, как сойдет снег. Мерзлотная прослойка исчезает у самой поверхности почвы. Этот случай имеет место при мощном снежном покрове и неглубоком промерзании почвы.

Снеговой покров сходит до того, как полностью оттает почва. Оттаивание почвы начинается снизу, мерзлая прослойка исчезает на той или иной глубине.

В районах с вечной мерзлотой выделяют и третий тип оттаивания почвы — сверху. В глубоких слоях таких почв отсутствует тепло, которое могло бы вызвать оттаивание почвы снизу.

Несмотря на то, что на открытых участках почва промерзает на большую глубину, оттаивает она несколько раньше, чем в лесу. По многолетним (1950—1962 гг.) данным А. И. Субботина (1966), в Подмоскowie почва в лесу оттаивает в среднем на три дня позже, чем в поле, а в отдельные годы (1952 и 1961 гг.) даже несколько раньше. Среднесуточная скорость оттаивания почвы в поле в 2—3 раза больше, чем в лесу.

На скорость и тип оттаивания почвы в лесу существенно влияют состав, строение, полнота древостоя, тип леса, а также лесохозяйственные мероприятия. В лесах Среднего Урала (Свердловская обл.), например, в сомкнутых еловых молодняках II класса возраста почва оттаивает за 49 дней, в сомкнутых елово-осиновых молодняках того же класса возраста — за 31, а в елово-березовых — за 28 дней. При снижении сомкнутости елово-березовых молодняков рубками ухода до 0,5 продолжительность оттаивания почвы сокращается до 23 дней. В сосновых лесах Подмоскowie, произрастающих на суглинках, почва оттаивает медленнее, чем на песчаных, и заканчивается через 10—15 дней после исчезновения снега (Молчанов, 1960). При наличии в сосновых древостоях второго яруса из ели почва оттаивает на 5—8 дней позже, чем в чистых древостоях. Как уже отмечалось, в районах с вечной мерзлотой оттаивание почвы происходит только сверху.

В разных типах леса глубина оттаивания почвы неодинакова. По данным Л. К. Позднякова (1975), в подзоне северной тайги Якутии под пологом спелых брусничных и кустарниково-лишайниковых лиственничников максимальная глубина оттаивания почвы (в сентябре) достигает 60—80 см. В типах леса с развитым моховым покровом почва оттаивает на глубину 25—40 см. В подзоне средней тайги (Центральная Якутия) в спелых брусничных лиственничниках мощность оттаявшего слоя достигает 140—180, а в лиственничниках мшистой группы типов леса — 50—80 см. На заболоченных участках мерзлота залегает к концу лета на глубине 30—50 см. Оттаивание почвы протекает очень медленно, во второй половине июля глубина оттаивания почвы достигает в лиственничных насаждениях 60—70% максимальной. Следует отметить, что на открытых участках, особенно на гарях, где удален моховой покров, глубина оттаивания почвы в 1,5—2 раза больше, чем под пологом леса.

Итак, лес оказывает огромное трансформирующее влияние на солнечную радиацию, температуру, влажность воздуха и почвы, на осадки, снегоотложение и снеготаяние, про-

мерзание и оттаивание почвы, а следовательно, на водный баланс, формирование стока и гидрологический режим рек. Трансформирующее влияние леса в различных природных условиях проявляется по-разному. В пределах одного и того же района оно зависит от состава, строения, сомкнутости, возраста древостоев, типа леса. Трансформирующее влияние леса на его средообразующую роль можно усилить или ослабить различными лесохозяйственными мероприятиями.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСА НА СТОК

Не все атмосферные осадки, выпадающие над лесом, поступают в почву. Часть их задерживается кронами деревьев, испаряется и возвращается в атмосферу, другая часть расходуется на испарение с поверхности травяного покрова, почвы и также возвращается в атмосферу, третья стекает по поверхности почвы. Поступившая в почву вода расходуется на транспирацию древесной и травянистой растительности, часть ее стекает внутрпочвенным и грунтовым стоком, поступая в гидрографическую сеть или пополняет подземные воды. Наиболее полно все перечисленные выше статьи расхода воды, поступающей в виде осадков, представлены в таежной зоне на подзолистых почвах. Ориентировочные величины расхода воды по отдельным статьям, % суммы осад-

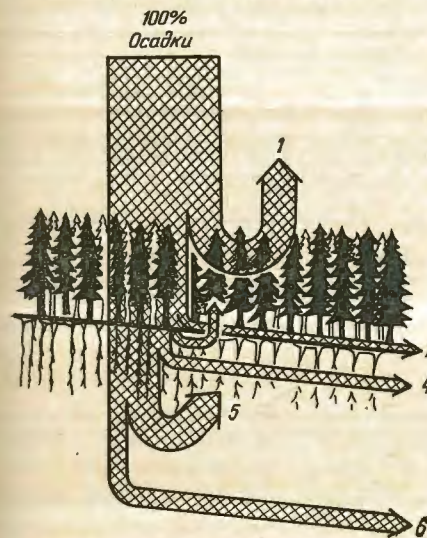


Рис. 9. Схема водного баланса почвы при водном режиме промывного типа (численные характеристики расходных статей баланса):

- 1 — задерживается кронами (30%);
- 2 — поверхностный сток (5%);
- 3 — физическое испарение и десукция напочвенным растительным покровом (10%);
- 4 — почвенный сток (10%);
- 5 — десукция древесным пологом (30%);
- 6 — грунтовой сток (15%).

ков (Роде, Смирнов, 1972), показаны на рис. 9. Внутрпочвенный и особенно поверхностный сток обычно наблюдается весной и осенью при перенасыщении почвы влагой. Рассмотрим особенности формирования стока в лесу и на не покрытых лесом площадях.

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА
В ЛЕСУ И НА БЕЗЛЕСНЫХ УЧАСТКАХ**

Формирование стока в лесу и на безлесных участках существенно различается. Это обусловлено не только трансформирующим влиянием леса на осадки, температуру воздуха и почвы, ее промерзание и оттаивание, но и различиями в строении и свойствах лесных почв. Одной из отличительных особенностей лесных почв, особенно таежной зоны, является наличие на ее поверхности особого горизонта — лесной подстилки. Этот слой оказывает большое влияние на водный режим почв и формирование стока. От мощности и сложения подстилки во многом зависят заморозание и оттаивание почвы. Под защитой подстилки лесные почвы промерзают менее глубоко, чем полевые, она сохраняет их пористость и способность впитывать воду. Подстилка значительно сокращает испарение воды с поверхности почвы. По данным Б. Д. Зайцева (1949), испарение с поверхности лесных почв, имеющих подстилку, на 39—69% ниже, чем с почв без подстилки. В более сухих условиях лесная подстилка уменьшает расход воды на испарение, а в увлажненных может усилить заболачивание почв. Лесная подстилка обладает высокой влагоемкостью и задерживает большое количество осадков (табл. 32).

**32. Влагоемкость лесной подстилки в разных типах сосновых лесов
Московской обл. (Молчанов, 1960)**

Тип леса	Мощность подстилки, см	Абсолютно сухой вес подстилки, кг/м ²	Поглощено влаги, мм		
			после 10-минутного дождя	после 20-часового намачивания	после 40-часового намачивания
Лишайниково-мшистый	1,5	1,46	2,10	2,89	3,93
Мшистый	3,0	1,87	2,60	5,01	6,59
Черничник	5,0	3,10	3,28	7,24	10,18
Долгомошник	10,0	4,02	5,93	15,62	20,80

В течение вегетационного периода влажность подстилки в лесу существенно изменяется. Весной подстилка обычно насыщена до состояния полной влагоемкости. Затем вследствие расхода воды на транспирацию растениями и на испарение влажность подстилки убывает и в летний период она бывает наименьшая.

Лесная подстилка имеет огромное значение в сохранении водопроницаемости почвы. Данные о водопроницаемости подзолистых почв с подстилкой, без нее и при различных способах обработки почвы приведены в табл. 33. Из табл. 33 вид-

но, что в тех случаях, когда с поверхности почвы удаляется подстилка, водопроницаемость почвы резко ухудшается.

**33. Изменение водопроницаемости подзолистой почвы в лесах
Подмосковья при удалении с нее подстилки**

Объект наблюдений	Количество впитываемой воды, мм/г, в опытах			
	первом	втором	третьем	четвертом
Почва с подстилкой	474,7	284,0	189,6	176,8
Почва без подстилки	—	81,1	74,7	68,1
Вспаханная почва без оборота пласта	—	124,5	46,0	37,7
Вспаханная почва с оборотом пласта	—	—	37,7	34,6

Лесная растительность большое влияние оказывает и на формирование свойств почвы. Развитие мощной корневой системы растений способствует улучшению аэрации и структуры верхних слоев лесных почв. Положительное влияние леса на водно-физические свойства проявляется не только на подзолистых, но и на темно-серых почвах, а также на черноземах. Вместе с тем лесная растительность способствует ухудшению физических свойств горизонта В. У подзолистых почв эти изменения приводят к накоплению влаги в поверхностных горизонтах и усилению внутрипочвенного стока по поверхности горизонта В. У темно-серых и черноземных почв уплотнение горизонта В следует рассматривать как положительное явление, так как это способствует улучшению водного режима верхних слоев почвы.

Даже в мерзлом состоянии лесные почвы обладают значительной водопроницаемостью, тогда как нелесные обычно не пропускают воду. Водопроницаемость дерново-подзолистых суглинистых лесных почв Урала, например, в замерзшем состоянии составляет 2,4 мм/мин, тогда как водопроницаемость почвы на старой вырубке, используемой под сенокос, равняется нулю.

Как было сказано выше, на открытых участках почва промерзает на большую по сравнению с лесом глубину и в замерзшем состоянии практически является водонепроницаемой. Под пологом лиственных и особенно смешанных древостоев она промерзает на меньшую глубину и даже в замерзшем состоянии пропускает в нижележащие горизонты значительное количество воды. В лесу и на открытых участках снег начинает таять почти одновременно, но интенсивность таяния в лесу меньше, а продолжительность значительно больше. Поэтому при таянии снега на открытых участках

значительная часть талой воды, особенно в первый период снеготаяния, стекает в гидрографическую сеть по поверхности почвы (поверхностный сток).

Исследования П. А. Урываева (1953), проведенные на скрытоподзолистых песчаных почвах, показали, что коэффициенты поверхностного стока составили на мерзлой почве луга 0,92 и 0,88, на частично мерзлой 0,65 и на талой 0,01. Максимальные модули стока для мерзлой и частично мерзлой почв были близки и составляли около 10—12 л.с/га, тогда как на талой почве модуль стока не превышал 0,2 л.с/га.

На слой и коэффициент весеннего стока существенно влияет глубина промерзания почвы. По многолетним данным, полученным в условиях Придеснянской возвышенности (Черниговская обл.), на серых лесных среднеподзоленных почвах в годы с промерзанием почвы на глубину 50—60 см коэффициент стока составлял 0,7—0,8, а в годы с незначительным промерзанием (менее 10 см) — меньше 0,1 (Колесов, Юрковский, 1975).

Во вторую половину периода снеготаяния, когда почва оттаивает, часть талой воды просачивается в нее, достигая водонепроницаемого горизонта В или, на пахотных почвах, так называемой плужной подошвы. В этом случае образуется внутрипочвенная верховодка, которая стекает по уклону и выклинивается в логах и других участках гидрографической сети (внутрипочвенный сток). Суммарный сток, состоящий из поверхностного и внутрипочвенного, называют склоновым, а чаще логовым. Наблюдения А. И. Субботина (1966) за внутрипочвенной верховодкой на полевых участках Подмосковной стоковой станции показали, что здесь верховодка формируется не ежегодно. В годы с переувлажненной промерзшей почвой, не пропускающей талую воду, верховодка не образуется или образуется только после окончания снеготаяния. Следовательно, на не покрытых лесом участках преобладает поверхностный сток. В годы, когда сильно увлажненная почва промерзает глубоко, внутрипочвенный сток отсутствует. Но даже и в годы с влажной, и в годы с сухой почвой внутрипочвенный сток в поле играет подчиненную роль, так как при том соотношении интенсивности снеготаяния и просачивания воды в почву, которая обычно наблюдается в поле, преобладающая часть талых и дождевых вод успевает стечь в гидрографическую сеть по поверхности почвы. По данным М. И. Львовича (1963), на луговой площадке Тосненской стоковой станции (Ленинградская обл.) за 1935—1940 гг. внутрипочвенный сток весной составлял всего 10% суммарного. Примерно такие же данные применительно к полевым почвам Московской обл. приводит А. А. Молчанов (1962).

По иному протекает формирование стока в лесу. Здесь, как уже отмечалось, почва промерзает обычно на меньшую

глубину, но даже и промерзшая почва сохраняет значительную водопропускную способность. Благодаря этому, а также более медленному и более продолжительному снеготаянию талая вода поступает в почву. Лишь в еловых лесах в отдельные годы наблюдается поверхностный сток, который обусловлен здесь относительно небольшой высотой снежного покрова и значительным промерзанием почвы в суровые зимы.

Верхние горизонты почвы в лесах обладают, как уже отмечалось, значительно большей водопроницаемостью, чем иллювиальный горизонт В. В период интенсивного поступления влаги в почву она быстро и легко просачивается через гумусовый и подзолистый горизонты и, дойдя до иллювиального горизонта, задерживается на его поверхности ввиду малой водопроницаемости. Вследствие этого подзолистый и гумусовый горизонты, а нередко и подстилка насыщаются влагой до полной влагоемкости. Эта влага называется почвенной верховодкой. На склонах она в большинстве случаев не имеет связи с постоянным горизонтом грунтовых вод. В ложбинах эти водонасыщенные горизонты могут смыкаться. На ровных местах, особенно в микропонижениях, верховодка нередко выступает на поверхность, при наличии даже незначительного уклона местности она начинает стекать в толще подстилки, гумусового и подзолистого горизонтов. Почвенный сток наблюдается в почвах лесной зоны каждую весну (во время снеготаяния), иногда осенью и реже летом. Особенно рельефно внутрипочвенный сток проявляется в горах.

В почве вода перемещается неравномерным слоем, часто, особенно на крутых склонах, она образует отдельные внутрипочвенные потоки, по которым стекает в гидрографическую сеть. Исследования А. И. Субботина (1966) на Подмосковной стоковой станции показали, что внутрипочвенная верховодка может перемещаться на значительные расстояния. Скорость внутрипочвенного стока достигает таких значений: на пашне при уклоне 2—3° — 50—60 м/сут; на многолетней залежи при уклоне 5—6° — 10—12, а при уклоне 20—22° — до 38 м/сут; в лесу на склонах 3—4° — до 20 м/сут. В горных темнохвойных лесах Среднего Урала на дерново-подзолистых почвах скорость внутрипочвенного стока в лесу составляет от 8 до 90 м/сут, т. е. здесь она выше, чем в Подмосковье. В этом районе на покрытых лесом площадях почти везде наблюдается внутрипочвенный сток, поверхностный сток редок и составляет незначительную величину. В горных лесах Среднего Урала сток в логах возникает только после появления верховодки. Динамика верховодки весной 1970 г. на четвертом и пятом профилях Усвинского стационара ВНИИЛМа, расположенных в покрытых лесом участках с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами, показана на рис. 10. Наиболее

высокий уровень верховодки на Среднем Урале наблюдается в мае, в это же время на всех водосливах отмечается и максимальный сток. Уровень верховодки резко снижается ко времени окончания стока (в июне). Полностью верховодка исчезает в июле-августе, но в эти месяцы сток в логах отсутствует. Уровень верховодки в скважинах начинает подниматься осенью после обильных дождей, в этот период иногда наблюдается и сток в логах.

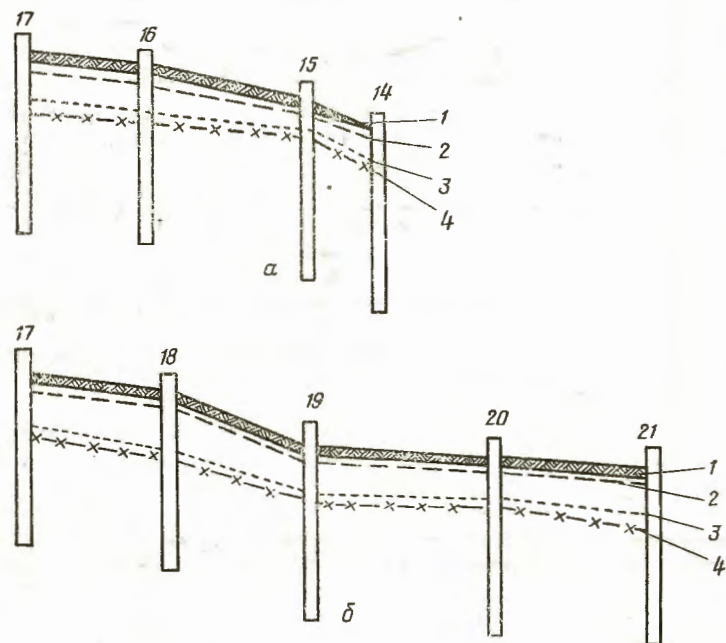


Рис. 10. Динамика верховодки на профилях Устьинского стационара (Пермская обл.) при уровнях верховодки:

а — на 4-м; б — на 5-м; 1 — 27 апреля; 2 — 25 мая; 3 — 28 июня; 4 — 15 июля; 14—21 — номера скважин

Наблюдения на Красноключевском стационаре (Башкирской ЛОС) показали, что уровень верховодки на горно-лесных тяжелосуглинистых почвах почти точно копирует гидрограф весеннего стока, фиксируемого на водосливе (рис. 11). Это обусловлено, по-видимому, тем, что относительный водоупор расположен здесь на небольшой (30—40 см) глубине. Иная картина наблюдается на песчаных и щебнистых почвах без водоупора. Здесь верховодка не образуется и, как правило, отсутствуют поверхностный и внутрипочвенный стоки. На таких почвах талая и дождевая вода пополняет запасы подземных вод, что имеет место и на других почвах, так как

часть воды просачивается и через иллювиальный горизонт. Установлено, что поверхностные и подземные воды, особенно расположенные в верхних горизонтах, тесно связаны. Умень-

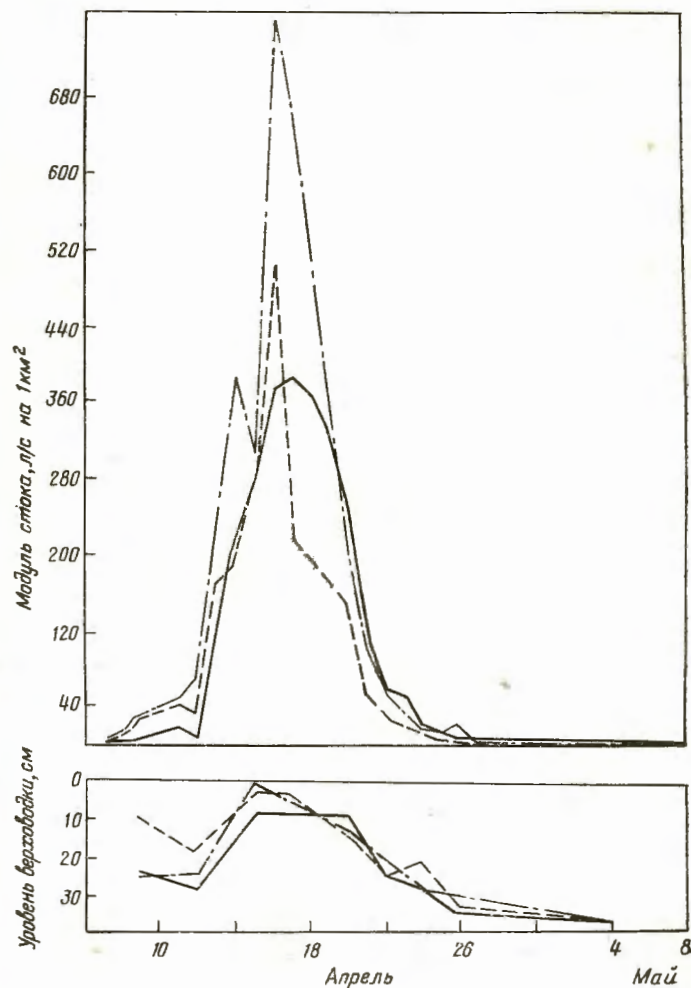


Рис. 11. Уровень верховодки и модуль весеннего стока в 1973 г. на Красноключевском стационаре (Башкирская АССР):

— на 7-м водосборе; --- на 3-м; - · - · - на 12-м

шая поверхностный сток и перевода его в грунтовый, лес тем самым способствует поддержанию уровня воды в реках в меженные периоды, а также восстановлению запасов подземных вод, которые во все возрастающих размерах расходуют-

ся на водообеспечение городов, населенных пунктов, промышленных предприятий и на орошение сельскохозяйственных земель.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСА НА СТОК РЕК

До сих пор в лесоводственной и гидрологической литературе нет единого мнения о влиянии леса на общий объем речного стока.

Некоторые зарубежные (Андерсон, 1970; Хьюлет, 1970; Лалл, 1970 и др.) и отечественные ученые (Львович, 1963; Субботин, 1966; Шпак, 1968 и др.) считают, что лес в результате большего по сравнению с другими угодьями расхода воды на испарение и транспирацию уменьшает речной сток. Противоположной точки зрения придерживаются В. В. Рахманов (1962, 1973), А. В. Лебедев (1964) и другие авторы, полагая, что с увеличением лесистости водосборных бассейнов речной сток возрастает. Такие противоречия в вопросе о влиянии леса на сток рек можно объяснить большим разнообразием физико-географических условий (осадки и их распределение по сезонам года, механический состав и генетическое строение почвы, особенности формирования стока и т. д.), в которых проводились исследования, неоднородным составом и строением лесов, выбранных в качестве объектов наблюдений, а также различиями в методических подходах к решению этой важной проблемы. Как уже отмечалось, сторонники мнения о том, что лес уменьшает речной сток, исходят из того, что с покрытых лесом участков больше, чем с других угодий, расходуется влаги на суммарное испарение. Однако по этому вопросу в литературе также высказываются разные точки зрения. По наблюдениям в Валдайской научно-исследовательской гидрологической лаборатории (Федоров, 1970), суммарное испарение с экспериментального водосбора, занятого лесом, оказалось лишь на 4% больше суммарного испарения с поля. Однако В. В. Осипов (1970) считает, что в том же районе (подзона южной тайги) суммарное испарение леса значительно выше луга и поля.

По данным А. А. Молчанова (1970), в подзоне хвойно-широколиственных лесов (Московская обл.) расходуют при осадках в 560 мм на суммарное испарение, мм: еловый лес в возрасте 120 лет 460, сосновый лес 90 лет 440, клевер 560, овес 480, озимая пшеница 570, т. е. между лесом и полем существенной разницы в суммарном испарении нет. К подобному выводу этот же автор приходит применительно к лесостепной зоне.

По данным Н. А. Воронкова (1976), в Бузулукском бору в местах с благоприятным увлажнением (понижения с высокостоящими грунтовыми водами) лес расходует влаги мень-

ше, а в местах недостаточного увлажнения больше, чем травянистые сообщества. Итак, в одних случаях лес может расходовать влаги больше, чем иные угодья, в других меньше.

Часто влияние леса на сток определяют с помощью уравнения водного баланса территории водосборов, покрытых различной растительностью. В упрощенном виде это уравнение имеет вид:

$$X = V_{\text{п}} + V_{\text{гр}} + \varepsilon,$$

где X — атмосферные осадки, мм; $V_{\text{п}}$ — поверхностный (склоновый) сток; $V_{\text{гр}}$ — грунтовый сток; ε — испарение.

Однако такой метод определения влияния леса на сток не всегда приемлем. Прежде всего следует отметить, что в настоящее время отсутствуют надежные методы определения испарения и особенно транспирации растений. Кроме того, не всегда можно получить точные данные и о приходной составляющей водного баланса, так как методы определения конденсационных осадков (росы, иней, изморози и т. д.) несовершенны, а как известно, такие осадки в ряде районов составляют значительные величины.

Анализ многочисленных литературных данных показывает, что наиболее надежные данные о влиянии леса на сток можно получить путем непосредственных наблюдений. В настоящее время имеется несколько методов изучения влияния леса на сток, но наиболее часто применяются следующие. Исследования на стоковых площадях, покрытых лесом, и на соседних безлесных участках. На этих площадях определяется поступление осадков над растительностью и поверхностью почвы, поверхностный и внутрипочвенный сток. Чтобы изолировать стоковую площадку от поступления воды из соседних участков, по боковым ее сторонам прорывают канавки до горизонта В. Образовавшиеся траншеи засыпают тяжелым суглинком, который тщательно утрамбовывают. Из суглинка устраивают также утрамбованный бортик. Иногда такой бортик делают из бетона или просмоленных досок. У верхнего конца площадки, с ее внешней стороны, устраивают канаву для отвода воды, поступающей с вышерасположенных участков. В нижней стороне площадки выкапывают траншею. Для улавливания поверхностного и внутрипочвенного стока в стенке траншеи монтируют металлические водосливные лотки. Их устанавливают в два ряда: верхний для перехвата поверхностного стока, нижний — в зависимости от залегания водоупорного горизонта В, на глубине 40—60 см. Вода из лотков поступает в приемный бак, имеющий водосливное устройство. Расход воды определяется с помощью самописца «Валдай» или отгарированными емкостями.

Для изучения не только поверхностного, но и грунтового

стока, а также испарения устраивают водно-балансовые площадки. Строительство таких площадок должно осуществляться после составления рабочих и технических проектов с детальными расчетами.

Наблюдения за стоком с малых водосборов. Обычно подбирается несколько водосборов примерно одинаковой площади, но имеющих разный процент лесистости, а иногда несколько водосборов, покрытых лесом. В этом случае после нескольких лет наблюдений за стоком на части водосборов лес вырубает сплошь или частично, и наблюдения за стоком продолжаются как с лесопокрытых, так и с вырубленных участков. Подобные наблюдения позволяют определить не только различия стока в лесу и в поле, но также выявить влияние на сток лесов различного состава, строения, возраста и типов леса. Исследования на малых водосборах позволяют также установить влияние способов рубок, механизированных лесозаготовок, различных способов подготовки почвы на изменение стокорегулирующей роли леса. На полях с помощью таких исследований можно выявить влияние на сток разных типов почв, агротехнических мероприятий, разных видов культур и способов их выращивания.

Для учета стока, поступающего с водосборных бассейнов, в нижней их части строят плотины с вмонтированными в них водосливами. Расход воды, поступающей через водослив, определяют с помощью самописцев.

Анализ массовых многолетних данных гидрологических и метеорологических наблюдений за стоком рек, имеющих различную лесистость водосборных бассейнов.

Следует отметить, однако, что каждый из названных трех основных методов имеет свои достоинства и недостатки. Данные о стоке, получаемые со стоковых площадок и малых водосборов, характеризуют в основном поверхностный и склоновый стоки; при этом учитывается лишь часть грунтового стока. Общий сток с малых водосборов можно определить лишь в том случае, когда почва подстилается водонепроницаемыми скальными породами. Такие водосборы, даже малых размеров, встречаются крайне редко. Вместе с тем наблюдение за стоком с малых водосборов позволяет получить четкое представление об особенностях формирования стока в различных условиях произрастания леса, а также в лесах разного состава и строения и на различных безлесных участках. Подобные наблюдения дают надежные данные о стокорегулирующей роли лесов различного состава, строения, возраста, о влиянии пространственного расположения лесов по водосбору на сток, а также о влиянии различных лесохозяйственных мероприятий, проводимых в лесу (рубки, возобновление, механизированные заготовки), на изменение повер-

хностного и внутрипочвенного стоков. Кроме того, исследования А. И. Субботина (1966), Н. Л. Братцевой (1976), Н. А. Воронкова и др. (1976) показали, что в ряде случаев данные о стоке, полученные в период весеннего половодья с малых речных водосборов (около нескольких десятков квадратных километров), вполне сопоставимы со стоком крупных рек, бассейны которых расположены в тех же физико-географических условиях, а следовательно, могут быть использованы для прогнозов весенних паводков.

Анализ данных многолетних стандартных наблюдений гидрологических станций и постов позволяет получить сведения о влиянии леса на суммарный сток с крупных речных бассейнов. Установлено, что в районах с интенсивным подземным питанием рек среднегодовой сток возрастает с увеличением площади водосборных бассейнов. Это происходит благодаря увеличению вреза русел и большему вскрытию водоносных горизонтов, а следовательно, большему поступлению грунтовых вод в реки (Рахманов, 1962; Субботин, 1966 и др.). Однако и этот метод не лишен существенных недостатков. Основной из них в том, что практически невозможно подобрать реки, имеющие бассейны с одинаковыми условиями. В пределах каждого природно-географического района гидрологическую роль леса необходимо рассматривать в комплексе с геологическим и геоморфологическим строением местности. Часто при одинаковой лесистости и одинаковых свойствах почвы подземное питание рек может существенно меняться в зависимости от наклона водных горизонтов и положения их относительно местных базисов эрозии.

В сходных физико-географических условиях влияние леса на речной сток во многом зависит от состава, строения, сомкнутости, возраста древостоев, типов леса и других лесоводственно-таксационных показателей. На практике очень трудно подобрать водосборы, которые бы не имели существенных различий в строении лесов по вышеназванным лесоводственно-таксационным показателям. Кроме того, рассмотренный метод исследования влияния леса на сток не позволяет получить надежные данные о влиянии рубок и других лесохозяйственных мероприятий на изменение стокорегулирующей роли леса. Чтобы получить достоверные данные, необходимо сочетание всех трех вышеперечисленных методов исследования. Обобщенные данные, характеризующие поверхностный и внутрипочвенный стоки на стоковых площадках равнинных водно-балансовых станций различных организаций и ведомств, расположенных в южной части лесной, в лесостепной и степной зонах СССР, приведены в табл. 34. В таблицу включены результаты экспериментов, полученные на объектах с почвами, наиболее характерными соответствующим зональ-

34. Характеристика весеннего поперх

Название водно-балансовой станции	Почвы	Период наблюдений, годы
Загорский стационар института географии АН СССР	Дерново-подзолистые на суглинках и легких глинах	1958—1961
Подмосковная	Дерново-подзолистые суглинки	1966—1969
Новосильская агролесомелиоративная	Серые лесные среднеподзолистые	1959—1966
Придеснянская	Серые лесные суглинистые	1930—1967 (с перерывами)
Курский стационар института географии АН СССР	Черноземы мощные тяжело-суглинистые на лессовидных суглинках	1966—1971 1959—1971
Гидрометеорологическая обсерватория (Каменная степь)	Черноземы обыкновенные суглинистые	1955—1956 1958—1960

ным условиям. Приведенные в табл. 34 данные свидетельствуют об огромной стокорегулирующей роли лесов по сравнению с сельскохозяйственными угодьями, особенно рельефно эта роль проявляется в лесостепных и степных районах и черноземными почвами.

На величину стока существенно влияет состав древостоя. По данным В. Н. Дьякова (1974), в спелом еловом лесу Карпат коэффициент стока в 2 раза выше, чем в буковом. Участие 20% бука в составе 30-летнего елового насаждения уменьшает сток в 3 раза по сравнению с чистыми еловыми культурами того же возраста.

Исследования на стоковых площадках в Прокудином бору (Московская обл.) показали, что в разных типах леса существенные различия имеет величина весеннего стока (табл. 35). Наименьший сток и коэффициент стока наблюдался в сосняке лишайниковом с песчаными почвами, а наибольший — в сосняках сфагновых и ольшаниках, где в период снеготаяния мощный слой торфа (около 50 см) не успел оттаять.

На летний сток различное влияние оказывают древостои разного возраста и состава, что подтверждается данными, приведенными в табл. 36. Эти данные получены методом искусственного дождевания элементарных площадок размером 20 м² по методике Бефани (1966). Дождевание на участках

ностного стока (Коронкевич, 1976)

Площадь, га	Поле			Лес		
	снегозапасы и осадки за период снеготаяния, мм	сток, мм	коэффициент стока	снегозапасы и осадки за период снеготаяния, мм	сток, мм	коэффициент стока
0,26—0,58	190	96	0,50	200	23	0,12
0,09—0,12	176	78	0,44	176	28	0,16
0,2—0,3	90	58	0,65	137	11	0,08
0,05—0,22	104	51	0,49	142	10	0,07
0,38—0,77	146	86	0,59	185	8	0,04
0,38—0,77	122	72	0,58	160	6	0,04
0,25	100	55	0,55	—	—	—
0,01	—	—	—	112	7	0,06

проводилось мотопомпой ПМП-Л. Количество осадков, поступающих на площадку, определялось по 10—15 равномерно расставленным осадкомерам. Средняя интенсивность составила 2,4 мм/мин, что соответствует интенсивности ливневых осадков 10%-ной обеспеченности в районе исследований (Краноключевский лесхоз Башкирской АССР). С площадки вода стекает в лотки, врезанные на глубину 5 см в вертикальную стенку траншей в нижней части площадки. Площадки закладывали в лесах-зеленомошниках с бурями горнолесными слабоподзолистыми суглинистыми щебнистыми почвами, которые отличаются хорошими водно-физическими свойствами: низким объемным весом верхнего 20-сантиметрового слоя почвы (0,7—1,2 г/см³), высокой порозностью (61—73%) и водопроницаемостью (8,0 мм/мин).

Как в нашей стране, так и в зарубежных странах (США, Швейцария, Англия, ФРГ, Япония) при изучении вопроса о влиянии леса на сток чаще всего используют метод наблюдений на малых экспериментальных водосборах. Впервые такие наблюдения были начаты в 1900 г. в Швейцарии. Для этой цели были выбраны два лога — Шпербель площадью 55,8 га и лесистостью 97% и Реппен площадью 69,7 га и лесистостью 35%. Наблюдения, проводимые до 1926 г., показали, что годичный сток под влиянием леса увеличивается незначительно. Однако в последующие годы (1927—1952)

35. Весенний сток в сосняках лишайниковых и сфагновых (Молчанов, 1973)

Год наблюдений	Сосняк лишайниковый			Сосняк сфагновый		
	снегозапасы и осадки за период снеготаяния, мм	сток, мм	коэффициент стока	снегозапасы и осадки за период снеготаяния, мм	сток, мм	коэффициент стока
1946	143	0,0	0,0	—	—	—
1947	152	6,2	0,04	184	104	0,57
1948	148	0,0	0,0	157	108	0,68
1949	75	1,6	0,01	—	—	—

36. Влияние состава и возраста древостоев на поверхностный сток (Ханбеков, Письмеров, 1973)

Характеристика древостоя							
Возраст, лет	Состав	Сомкнутость	Напочвенный покров	Кривизна склона, град	Слой лодж, мм	Интенсивность дождя, мм/мин	Слой стока, мм
Разновозрастный А _{ср} 150 л	6ЕЗП1Б	0,7	Зеленомошно-кисличный	22	61,5	3,08	"
5	10 Ос	0,8	Густой широколиственный	13	76,0	2,53	0,38
5	10 Ос	0,8	То же	13	54,0	1,80	0,07
5	10 Ос	0,8	"	13	65,1	3,25	0,23
10	10 Ос	0,5	Крупнотравный	15	89,5	2,98	Нет
10	10 Ос	0,5	То же	15	30,0	3,00	"
10	10 Ос	1,0	"	15	48,5	2,42	"
10	10 Ос	1,0	"	15	45,0	2,25	"

было установлено, что среднегодовой сток с малозаселенного водосбора Реппен превышал соответствующий сток с лесного лога Шпербель на 10—12%. На основании анализа стока за указанные периоды В. В. Рахманов (1962) сделал вывод, что многолетние данные с двух швейцарских логов являются противоречивыми и непригодны для суждения о влиянии леса на объем стока.

В нашей стране одним из старейших объектов, где проводятся исследования стока с водосборов различной лесистости, является Истринский опорный пункт ВНИИЛМа. Наблюдения здесь ведутся непрерывно с 1937 г. Истринский пункт расположен в южной части лесной зоны (Московская

обл.), имеет три водосбора, лесистость которых колеблется от 13 до 90%. Почвы водосборов суглинистые, средне- и сильноподзолистые, сформированные на покрытых делювиальных суглинках, подстилаемых с глубины 2—2,5 м морской. В районе Истринского пункта среднегодовая сумма осадков составляет 570 мм, с колебаниями по годам от 340 мм (1964) до 730 мм (1966). Среднегодовая температура воздуха 3,7°С. Характеристика водосборов Истринского опорного пункта приведена в табл. 37.

37. Характеристика водосборов

Название водосборов	Площадь, га	Таксационная характеристика древостоев			
		состав	класс возраста	полнота	бонитет
Лесной (лесистость 90%)	23,6	8Е1В1Ос	IV	0,7	Ia
Полулесной (лесистость 70%)	19,4	8Е2БедСс	IV	0,6	Ia
Полевой (лесистость 13%)	30,9	Сельскохозяйственное поле и куртины лиственного леса			

По данным Воронкова (1976), средняя за 1964—1974 гг. глубина промерзания почвы составила, см: на открытом участке 35,8, в смешанном лесу 43,9, а максимальная соответственно 96 (1972 г.) и 125 (1969 г.). За 19 лет наблюдений (1951—1970 гг.) запас снеговой воды на полевом водосборе составил 134 мм, а в лесном 122 мм (Воронков и др., 1972). Это вызвано расчлененностью рельефа. На полевых водосборах имеются лога, где накапливается много снега, сдуваемого с возвышенных участков. Запас снеговой воды в логах составляет 150, а на остальных участках 129 мм. В отдельные годы запас снеговой воды в лесу был на 2—15 мм больше, чем в поле. Обычно это бывает в годы, когда снежный покров сохраняется в лесу от первых осенних снегопадов, в то время как на открытых местах первый снег часто стает. Наблюдения показали, что с полевого бассейна сток начинается на 5—6 дней раньше, чем с лесного: в отдельные годы этот разрыв увеличивается на 10—15 (1966 г.) или уменьшается до 2 дней (1970 г.). Окончание стока в лесном бассейне происходит позже, чем в полевом, в среднем на 5—6, а в отдельные годы на 12 дней.

Средний весенний слой стока с полевого водосбора составляет 114, а с лесного 41 мм, т. е. в 2,8 раза меньше. В отдельные годы (1950, 1956, 1969) эти соотношения возрастают в 4—6 раз. В лесном бассейне среднегодовой коэффициент стока равен 0,24, в полевом 0,64. Средний максимальный

модуль стока с лесного водосбора 1,23 л/с, а с полевого — 6,3 л/с с 1 га, или в 5 раз больше. В отдельные годы (1960, 1964, 1969) эта разница увеличивается в 10—11 раз (Ворожков и др., 1976).

Данные о стоке и коэффициенте стока, полученные на стоковых станциях Гидрометцентра СССР, приведены в табл. 38. Согласно данным табл. 38, во всех случаях сток талых вод как с полностью, так и с частично покрытых лесом водосборов в 1,5—3 раза меньше, чем с открытых участков. Однако, по данным А. И. Субботина (1966), в отдельные годы в лесостепной и степной зонах сток с частично залесенных водосборов может быть даже несколько больше, чем с безлесных. Это объясняется тем, что в результате сдувания снега и оттепелей снеготопивые запасы на открытых водосборах в этих районах бывают меньше, чем на частично залесенных.

В северных районах на подзолистых почвах леговый сток выше, чем на черноземах и серых лесных почвах, что обусловлено не только большими снеготопивыми запасами, но и строением почвы. На подзолистых почвах наличие иллювиального горизонта затрудняет просачивание воды в нижележащий слой и способствует образованию внутрипочвенного стока, который выклинивается в логах. В северных лесах на увеличении стока с лесных водосборов большое влияние оказывает также наличие заболоченных пониженных участков. По данным А. А. Молчанова (1973), полученным в Прокудином бору Московской обл., коэффициент стока в сфагновом сосняке в 1947 г. составил 0,57, в 1948 г. 0,68, а в ольшанике соответственно 0,88 и 0,99, т. е. значительно больше, чем в других типах леса. Как видно из табл. 38, в логу Таежном (Валдайская научно-исследовательская гидрологическая лаборатория), где заболоченные участки составляют 22% всей площади лесного водосбора, коэффициент стока равен 0,5. На Истринском опорном пункте и Подмосковной стоковой станции коэффициенты стока с лесных водосборов составляют соответственно 0,24 и 0,21. На этих водосборах заболоченные участки отсутствуют. Наличие заболоченных мест способствует не только увеличению коэффициента стока, но и более равномерному питанию ручьев и рек в течение всего года. Это, по мнению В. Н. Поджарова (1969), обусловлено тем, что на заболоченных участках скапливаются снеговые и ливневые воды, которые вследствие очень низкой скорости внутрипочвенного стока (8—12 см в сутки) постепенно отдаю воду в гидрографическую сеть.

В ряде районов тайги, особенно европейской части, в значительных объемах ведутся осушительные работы. В связи с этим возникает вопрос — как они сказываются на гидрографическом режиме рек? На основании немногочисленных лите-

38. Сток и коэффициент стока талых вод с лесных и полевых водосборов

Название стоковой станции	Название водосбора	Площадь водосбора, км ²	Лесистость, %	Почва	Период наблюдений, годы	Слой стока, мм	Коэффициент стока
Придеснянская гоской обл.	Вороний яр	1,10	90	Серые лесные суглинки	1948—1959	33	0,25
	Подяло Лицино	0,11 0,12	45 0	То же Лесовидные суглинки	" 1948—1950	62 67	0,41 0,57
Нижедевицкая нежской обл.	Медвежий Ивкнн	2,55 0,55	41 35	Черноземы То же	1949—1959 "	44 38	0,30 0,24
	Татьянкин	0,18	0	"	"	74	0,69
	Усодовский	0,36	2	Слабоподзолистые суглинки	1950—1959	185	0,84
Валдайская Новгород- ской обл.	Таежный	0,45	100	То же	"	114	0,50
	Лесной	0,42	85	Подзолистые суглинки	1953—1959	64	0,33
Горетовская Московской обл.	Школьный	0,88	5	То же	"	117	0,65
	Лесной	0,07	100	Дерново-подзолистые суглинки	"	40	0,21
Подмосковная	Полевой	0,11	0		"	113	0,68

ратурных источников можно сделать предварительный вывод, что осушение заболоченных лесных площадей в большинстве случаев не вызовет, по-видимому, изменений в сложившемся суммарном годовом стоке рек, однако в ряде случаев приведет к его перераспределению по сезонам года. Весной с осушенных площадей, особенно при частом расположении осушительных канав, сток может возрасти, а затем уменьшиться в меженный период. Исследования в Латвийской ССР показали, что практикуемое в настоящее время осушение лесных

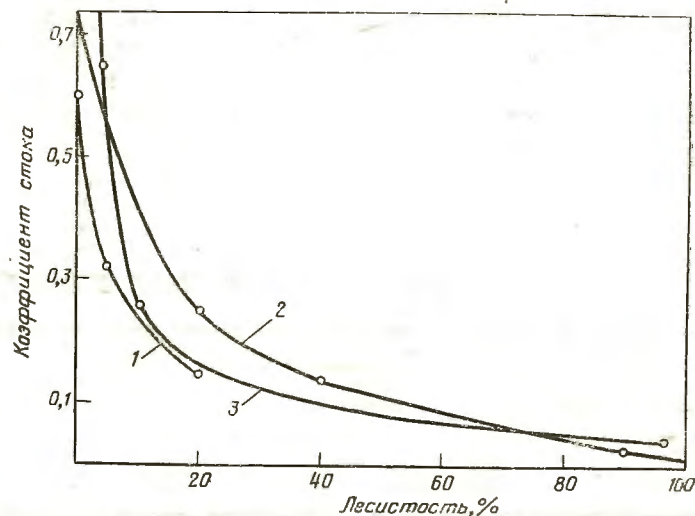


Рис. 12. Изменение поверхностного стока в зависимости от лесистости территории:
- 1 — Деркул; 2 — Теллерман; 3 — Каменная степь

торфянистых почв с относительно редкой (60—200 м) сетью неглубоких (0,8—1,0 м) осушителей не вызывает неблагоприятных изменений в речном стоке. На гидроморфных минеральных почвах, наоборот, наблюдается более интенсивный сброс избыточной воды, а устойчивый меженный сток отсутствует (Айре, 1977).

В степных и лесостепных зонах даже при небольшом проценте лесистости весенний сток резко сокращается (рис. 12). Судя по многочисленным данным (Молчанов, 1960, 1973; Львович, 1963; Китредж, 1951; Субботин, 1966), в степной и лесостепной зонах весеннего стока из леса практически не бывает. Основная причина этого — более медленное таяние снега в лесу и усиленное просачивание талой воды в почву. Благодаря высокой водопроницаемости почв леса в этих районах обеспечивают перевод поверхностного стока, посту-

пающего с вышележащих безлесных пространств, во внутригрунтовый.

39. Поверхностный сток в лесах со светло-серыми лесными суглинистыми почвами (Молчанов, 1973)

Характеристика водосбора	Площадь, км ²	Лесистость водосбора, %	Слой стока, мм	Коэффициент стока
Лес 10С+Б, возраст 30 л., полнота 1,0	0,98	49	85	0,43
Лес 8С2Б, возраст 34 года, сомкнутость 1,0	1,13	56	73	0,41
Лес 10С, возраст 73 года, сомкнутость 0,9	1,03	100	13	0,07
Лес 8С2Б, возраст 60 лет, сомкнутость 1,0	0,54	100	15	0,08
Пашня	1,25	0	161	0,75
То же	1,25	10	157	0,73

Еще большее влияние на сток оказывают горные леса. Данные трехлетних (1955—1957) наблюдений на водосборах Южного Урала, имеющих различный процент лесистости, приведены в табл. 39. Водосборы, сплошь покрытые лесом, имеют очень низкие слои и коэффициент стока. Если в равнинных лесах Подмосковья весенний сток в лесу начинается обычно на 5—6 дней позже и продолжительность его сравнительно мало отличается от безлесных водосборов, то этого нельзя сказать о горных лесах Среднего Урала. Там сток с лесных водосборов начинается на 10—12, а заканчивается на 10—20 дней позднее, чем в безлесных. Средние основные параметры стока с покрытых лесом и безлесных водосборов Среднего Урала, по данным за 1969—1974 гг., приведены в табл. 40.

40. Весенний сток водосборов на слабоподзолистых суглинистых почвах (Свердловская обл.)

Характеристика водосбора	Площадь, га	Слой стока, мм	Коэффициент стока	Максимальный суточный модуль стока
Лес 6ЕЗП10с	10,93	104	0,28	0,68
Лес 7Е2П1Б	5,43	59	0,20	0,85
Старая невозобновившаяся вырубка	4,27	314	0,75	3,91

В табл. 40 обращает на себя внимание резкое увеличение слоя стока, а также максимального суточного стока на не-

покрытом лесом водосборе. Следует отметить, что в течение суток сток с покрытых лесом водосборов не имеет больших колебаний, тогда как с безлесных они значительны.

Наблюдения Л. С. Азмайпарашвили и Р. Г. Чагелишвили (1971) в горных районах Грузии на участках с различной лесистостью показали, что на водосборах с высокой, до 70%, лесистостью поверхностный сток и сильные колебания амплитуды весеннего и ливневого стока отсутствуют, в то время как при лесистости водосборов до 30—40% наблюдается резкое повышение паводков и возникают эрозионные процессы. В горных районах коэффициент стока в большей мере зависит от крутизны склонов (табл. 41).

41. Коэффициент стока в горах Болгарии (Молчанов, 1961)

Объект наблюдений	Уклон местности, град				
	5	10	20	30	40
Выгон	0,78	0,82	0,93	0,95	—
Еловый древостой с хорошо развитым покровом и мощной подстилкой	0,02	0,03	0,05	0,08	0,34
Редкостойный еловый древостой с тонким слоем подстилки	0,28	0,34	0,53	0,77	—
Буковый древостой с ненарушенными покровом и подстилкой	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

Все вышеприведенные данные характеризуют особенности формирования и величину поверхностного и внутрипочвенного стока талых вод.

В летний период и особенно осенью иногда наблюдается логовый сток и на пересыхающих водотоках. Обычно это происходит только после достаточного увлажнения верхнего слоя почвы и образования верховодки. На песчаных почвах верховодка образуется только в тех случаях, когда в почве имеются глинистые прослойки или почвенно-грунтовая вода, расположенная на небольшой глубине. Чаще всего летний и осенний сток наблюдается на водосборах, где значительную долю всей площади составляют лога и тальвеги. В них уровень почвенно-грунтовых вод находится обычно недалеко от поверхности. В период дождей он поднимается, что создает условия для образования внутрипочвенного и поверхностного стока, в том числе и с прилегающих к тальвегам и логам участкам, где уровень верховодки также недалек от поверхности почвы. Кроме того, благоприятные условия для возникновения поверхностного стока создаются на участках, с ко-

торых смыты верхние более пористые слои почвы и иллювиальный горизонт выходит на поверхность.

Итак, наблюдения на стоковых площадках и небольших экспериментальных водосборах позволяют выявить влияние различных почв, а также лесов разного состава, строения и возраста на особенности формирования и величину поверхностного и внутрипочвенного стока. Однако этих данных явно недостаточно для того, чтобы судить о влиянии лесов на величину суммарного годового речного стока, который складывается не только из поверхностного и внутрипочвенного стока, но и из грунтовых вод, выклинивающихся в водотоки. В настоящее время в нашей стране и за рубежом накоплены достоверные данные расходов воды на многочисленных реках. Анализ этих данных позволяет сделать ряд важных выводов об изменении режима стока рек в зависимости от изменения лесистости водосборных бассейнов. В нашей стране наиболее длительные наблюдения проводились по Неману, у его устья (с 1812 г.), по Дону (с 1831 г.), Днепру, у Лощманской Каменки (с 1852 г.), Волге, у Ярославля (с 1877 г.), а также у Куйбышева (с 1878 г.) и Чебоксар (с 1876 г.). Анализ этих данных показал, что уменьшение процента лесистости водосборных бассейнов не привело к уменьшению общей водности рек, но на отдельных реках вызвало некоторое перераспределение стока по сезонам года, а также существенное изменение в них руслового режима (Дубах, 1951). Значительно снизился летне-осенний минимум стока по р. Москве, в нижнем течении Волги и по Неману. На всех реках отмечено ухудшение руслового режима, характеризующегося изменением поперечных и продольных профилей русла, вызываемых размывами берега и отложениями наносов. Однако не все эти изменения можно отнести за счет сокращения лесистости. По данным П. Ф. Идзона и О. Д. Матвеевой (1973), с конца XIX в. лесистость снизилась не во всех бассейнах рек, которые А. А. Дубах брал для анализа. В бассейне верхней Волги, например, она уменьшилась на 5, а в бассейне Днепра на 15%; в бассейне Немана изменения лесистости не отмечалось. Несколько иные данные о влиянии лесистости на сток рек приводит М. Х. Абдулов (1971). На р. Белой у створа «Арский Камень» (Белорецкий р-н Башкирской АССР) за 1936—1949 гг. средний годовой расход воды составлял 16 м³/с при средней сумме осадков 580 мм в год. В период с 1950 по 1965 г. после значительного снижения лесистости в результате рубок расход воды составил лишь 11 м³/с при осадках в 610 мм. Следует, однако, отметить, что указанный метод определения изменения режима рек имеет существенные недостатки. При этом методе нельзя, например, установить, какие изменения за период исследования претерпел сток в результате колебаний климата. Ссылаясь на исследования ряда уче-

ных (Тортуэна, Улига и др.), В. В. Рахманов (1962) указывает, что колебания средней годовой температуры только в 1°C приводят к изменению испарения при одинаковой сумме осадков и стока на 25—30 мм.

Наиболее надежные данные о влиянии леса на сток можно получить путем сопоставления стока с лесистостью бассейнов большого количества рек за один и тот же период, т. е. в одинаковых по времени климатических условиях. При таком сопоставлении площадь водосборных бассейнов, по мнению В. В. Рахманова (1962), должна иметь средние размеры, от нескольких сотен до нескольких тысяч квадратных километров. Нельзя в качестве объекта брать большие водосборы, так как разные их части будут находиться во время наблюдений в неодинаковых климатических и почвенно-геологических условиях. Бассейны же небольших размеров не могут в достаточной мере характеризовать грунтовую составляющую речного стока. В целях получения более объективных данных анализ стока необходимо проводить по районам, внутри которых климатические и почвенно-геологические условия сравнительно одинаковы. Учитывая, что лес, по мнению ряда ученых, расходует большее, чем другая растительность, количество влаги на испарение и транспирацию, В. В. Рахманов (1962) проанализировал данные о стоке за 1936—1940 гг., относящиеся к одному из засушливых периодов времени. При этом он исходил из того, что в засушливые годы лес должен израсходовать большое количество почвенно-грунтовых вод, а это в свою очередь должно особенно рельефно отразиться на стоке рек с наибольшим процентом лесистости водосборных бассейнов. Для анализа В. В. Рахманов (1962) отобрал около 35 с разной лесистостью бассейнов в двух сравнительно небольших районах европейской части СССР, один из них — в верховьях Днепра и Оки, другой — в бассейне Вятки. Анализ показал, что в первом районе с ростом лесистости на каждые 10% средний годовой сток увеличился на 18, а во втором на 12 мм (рис. 13). Для про-

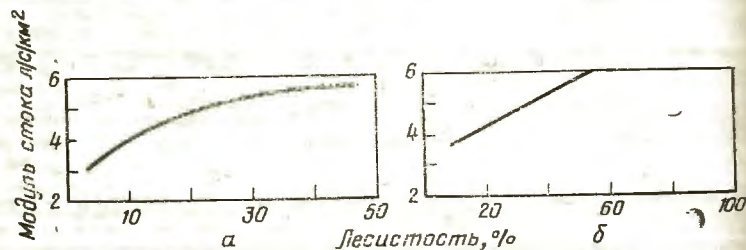


Рис. 13. График зависимости годового стока рек от лесистости бассейнов: а — верхнего Днепра и Оки 1936—1940 гг.; б — Вятки (1936—1939 гг.)

верки этого вывода в другой, более влажный период (1949—1955 гг.) В. В. Рахманов (1962) проанализировал данные речного стока в трех районах европейской части СССР, различающихся физико-географическими условиями. Во всех трех районах с увеличением лесистости бассейнов средний годовой сток возрос и во влажный период. Наибольшее увеличение наблюдалось в западной части зоны избыточного увлажнения. Анализ данных за 1952—1965 гг., полученных на 44 гидрометеорологических створах 35 рек (притоков верхней Волги) с естественным водным режимом, подтвердил вывод об увеличении годового стока при возрастании лесистости водосборов (Рахманов, 1975). Анализ данных стока 15 рек Припятского бассейна (Белорусская ССР) показал, что среднегодовой модуль стока с 1 км^2 площади водосборных бассейнов составляет, л/с: при лесистости бассейна 17—23% — 3,67, при 23—32% — 4,26 и при 30—50% — 4,52. Особенно интенсивно сток увеличивается при возрастании лесистости до 25—30% (Будыко, 1956). Близкие данные о влиянии леса на сток были получены для европейской части СССР и другими учеными (Соколовский, 1959; Сидоркина, 1956; Бочков, 1954 и др.).

Исследования А. В. Лебедева (1964) в пяти лесостепных районах бассейна рек Оби и Енисея также показали достаточно четкую зависимость годового речного стока от лесистости водосборных бассейнов. По мнению А. В. Лебедева, увеличение стока в лесных бассейнах обусловлено увеличением осадков и снижением коэффициента испарения. Наиболее значительно это влияние сказывается в районах с недостаточным увлажнением, менее выражено оно в районах достаточного и избыточного увлажнения. По данным Р. В. Опристовой (1966), на Суйфуно-Ханкайской равнине Приморского края общий годовой сток с облесенных водосборов также значительно возрастает по сравнению с безлесными или малооблесенными.

Большой научный и практический интерес представляют результаты сопоставления годового и минимального стока рек с различной облесенностью водосборных бассейнов, полученные в лаборатории лесоведения АН СССР по массовым данным сети гидрометеорологических станций (Идзон, Пименова, 1975). Для этого в пределах европейской части СССР было отобрано 300 пар водосборных бассейнов. Вся территория, где расположены бассейны, была разделена на девять отличающихся друг от друга по физико-географическим условиям районов; по три района, расположенных в подзоне южной тайги, в зоне хвойно-широколиственных лесов и в зоне широколиственных лесов и лесостепи. В пределах районов пары бассейнов рек с различной лесистостью подбирались на небольшом (до 150 км) расстоянии друг от друга. Кроме того,

если безлесный бассейн сравнивался с лесным, расположенным на север от него, то сток с безлесного бассейна в этом случае сравнивался с другим лесным, расположенным южнее. Расчеты выполнялись по нескольким вариантам. При первом варианте — по всем парам бассейнов; при втором не учитывались те пары рек, в которых разница в средней высоте бассейнов превышала 60 м; при третьем помимо пар с разницей в высоте 60 м исключались водосборы, где лесистость малооблесенных водосборов составляла более 30—40%; при четвертом были исключены, кроме перечисленных, бассейны, где разница в заболоченности превышала 10% или имелись карстовые явления. Данные о соотношении годового стока по всем четырем вариантам подсчета для всей исследуемой территории приведены в табл. 42.

42. Соотношение годового стока рек с разной лесистостью водосборных бассейнов (Идзон, Пименова, 1975)

Вариант расчетов	Общее число случаев	Годовой сток на лесной реке по сравнению со стоком на малолесной					
		больше		меньше		равны ($\pm 10\%$)	
		число случаев	%	число случаев	%	число случаев	%
Первый	300	144	48	53	18	103	34
Второй	276	124	45	52	19	100	36
Третий	219	93	42	48	22	78	36
Четвертый	200	81	40	43	22	76	38

В пределах отдельных районов влияние лесистости бассейнов на сток рек проявляется по-разному. По данным П. Ф. Идзона и Г. С. Пименовой (1975), в подзоне южной тайги по всем вариантам подсчета сток с лесных рек больше, чем с малолесных. Такая же картина наблюдается в центральной части зоны смешанных лесов, западной, хорошо увлажненной части зоны широколиственных лесов и в лесостепи. На востоке и западе зоны смешанных и в центральной и восточной частях зоны широколиственных лесов годового стока на лесных реках в среднем оказался примерно равным или меньше, чем на малооблесенных.

Итак, анализы стока большого количества рек свидетельствуют о том, что в большинстве районов годового стока рек с увеличением лесистости водосборных бассейнов возрастает. Однако наиболее существенно благоприятное влияние лесистости проявляется в регулировании стока рек по сезонам года и в улучшении качества воды.

Если в вопросе о влиянии леса на общий сток рек нет единой точки зрения, то этого нельзя сказать о водорегули-

рующей роли леса, которая признается учеными всех стран. Как было сказано выше, в период снеготаяния суммарный поверхностный и внутриводосборный сток с покрытых лесом элементарных водосборов ниже, чем с безлесных. На основании этого часто в лесоводственной литературе делается вывод о том, что лес в весенний период резко уменьшает сток рек.

Анализ материалов весеннего стока, проведенный в лаборатории лесоведения АН СССР на 300 парах рек европейской части СССР, показал, что по объему половодья реки с большой лесистостью водосборов сравнительно мало отличаются от рек с водосборами небольшой лесистости. При анализе многолетних (1950—1965 гг.) данных стока 25 рек Литвы и Калининградской обл. выяснилось, что в реках с более залесенными бассейнами объем весеннего стока меньше, чем в реках со слабозалесенными бассейнами (Рагуотис, 1973). Данные о распределении стока по сезонам года на 12 парах рек (притоках верхней Волги) с различной лесистостью водосборов приведены в табл. 43.

Из данных табл. 43 следует, что в рассматриваемом районе сток в весенний сезон на более залесенных водосборах в среднем на 9% меньше, чем на безлесных. В. В. Рахманов (1975) на основании анализа многолетнего (1952—1965) стока на 44 гидрометрических створах 36 рек (притоков верхней Волги) с естественным водным режимом отмечает увеличение годового стока с многолесных бассейнов. При этом он указывает, что доля стока половодья с этих бассейнов в этом случае уменьшается, составляя $\frac{1}{3}$ годового, а с малолесных бассейнов возрастает до $\frac{2}{3}$ и более годового.

На реках с различной лесистостью бассейнов отмечаются также большие различия в продолжительности и модулях весеннего стока. С ростом лесистости замедляется подъем половодья и увеличивается его продолжительность, что имеет важное практическое значение. По данным Т. Н. Чижмаковой (1973), на реках бассейна верхней Волги продолжительность половодья с водосборов при лесистости 50—75% на 5—25 дней больше, чем с менее облесенных. В ряде случаев высокий уровень половодья лесных рек поддерживается почти вдвое дольше, чем с рек с низким процентом лесистости. Резко различаются и максимальные модули весеннего стока. Если с малозалесенного бассейна р. Шоши (лесистость 15%) он возрастает до 200 л/км² и более, то с р. Чагодаши (лесистость 72%) он уменьшается почти в 3 раза. В реках с большим процентом лесистости водосборов отношение весеннего максимального к среднему расходу половодья составляет 2,5—2,8, а в реках, бассейны которых облесены слабо, это отношение увеличивается до 5,0—5,8. По данным И. Д. Юркевича и др. (1976), в Белорусском Полесье с увеличением лесисто-

43. Распределение стока на реках с различной лесистостью
(Чижмакова, 1973)

Номер сравниваемой пары водо- сборов	Река (пункт)	Лесис- тость, %	Сток сезона, % годового		
			весна	лето— осень	зима
1	Могоча (с. Борисоглеб)	19	77	15	8
	Волочина (Волочинское лес- ное)	40	68	20	12
2	Шоша (с. Микулино Городи- ще)	17	69	21	10
	Воря (с. Мишнево)	72	57	30	13
3	Тупошонка (д. Орлецы)	31	67	19	14
	Улейма (д. Савино)	70	60	25	15
4	Стежера (д. Шолохово)	31	70	16	14
	Сендега (с. Покровское)	70	59	28	13
5	Покша (с. Рыжково)	50	65	22	13
	Желвата (хут. Кельи)	85	71	20	9
6	Ить (д. Нестерово)	40	80	14	6
	Соть (д. Федино)	68	75	19	6
7	Ветлуга (д. Быстри)	37	73	23	4
	Кокша (д. Сява)	80	65	29	6
8	Линда (с. Васильково)	70	68	20	12
	Юронга (д. Малая Юронга)	95	63	22	15
9	Нерская (г. Куровское)	47	72	22	6
	Поля (с. Кривандино)	65	61	28	11
10	Шоша (с. Холопово Городище)	15	72	23	5
	Орша (д. Большое Бочарни- ково)	41	65	28	7
11	Воря (совхоз Ильинский)	27	74	20	6
	Нара (д. Палино)	66	62	31	7
12	Остер (д. Маркино)	14	73	18	9
	Гусь (д. Милушово)	75	62	27	11

сти бассейнов рек на каждые 10% продолжительность половодья возрастает в среднем на 4 дня, а наибольший среднесуточный модуль стока снижается на 10 л/с/км². Однако этот вывод требует поправки. Дело в том, что на сток половодья рек существенно влияет не только процент лесистости, но и размещение лесов в пределах водосборного бассейна (в большинстве районов приходится иметь дело с неполностью облесенными водосборными бассейнами, в которых леса чередуются с сельскохозяйственными и другими угодьями). Когда леса сконцентрированы в одной какой-либо части водосборного бассейна, стокорегулирующая их роль проявляется в меньшей степени. Наибольший же эффект получается в том случае, когда леса сравнительно равномерно расположены по всей территории и преимущественно на склонах водоразделов, вдоль оврагов, балок, коренных берегов и в поймах рек

а также вокруг озер и водохранилищ. В этом случае леса, перехватывая талые и ливневые воды с вышележащих безлесных пространств, переводят их во внутриводосборный и грунтовый сток. При сравнительно равномерном распределении лесов по площади водосборного бассейна поступление талых вод в реки происходит неодновременно, а растягивается на большой период, что увеличивает паводковый период и уменьшает пики максимальных расходов воды.

Водорегулирующая роль леса проявляется также в увеличении стока за летне-осенний и зимний периоды, т. е. в выравнивании его по сезонам года, что имеет большое практическое значение. При сопоставлении стока рек с различной лесистостью водосборных бассейнов европейской части СССР оказалось, что во всех районах, за исключением центральной части лесостепной зоны, модули минимального стока на реках с большим процентом лесистости в основном выше, чем на малооблесенных (Идзон, Пименова, 1975). По данным А. Рагуотиса (1973), в Литве и Калининградской обл. в летне-осенний период больший процент годового стока отмечается также на реках с более облесенными бассейнами. Подобные же выводы делает Т. Н. Чижмакова.

В бассейне верхней Волги летне-осенне-зимний сток возрастает на 0,8—1,2 мм на каждый процент лесистости (Рахманов, 1975). При увеличении лесистости наблюдается снижение летних паводков и уменьшается амплитуда колебаний расхода воды в реках в течение вегетационного периода. В Белорусском Полесье при лесистости бассейнов 6% подъем воды в наибольший паводок летом возрастает по сравнению с предпаводковым периодом в 7—8 раз, а при лесистости 70% всего в 2 раза (Юркевич, 1976). В том же районе с повышением лесистости на каждые 10% наибольший паводковый среднесуточный модуль стока уменьшается на 1,8 л/с/км².

Исследования, выполненные в Румынии (Gaspar, Abagin, 1974), показали, что с увеличением лесистости водосборных бассейнов максимальный сток при выпадении ливневых осадков резко снижается. Если с водосборов с лесистостью менее 25% удельный сток равнялся в среднем 2,90 м³/с/км², то с водосборов, где лесистость была более 75%, он составил 1,46 м³/с/км².

По данным А. П. Клинова (1973), даже в горных районах с большим количеством осадков (Сахалин) леса резко снижают образование катастрофических паводков. Например, 8—11 ноября 1968 г. в полностью облесенном бассейне максимальный модуль стока был примерно в 6 раз меньше по сравнению с малооблесенным. На равнинах водорегулирующее влияние леса, как показали исследования Л. И. Сидоркиной (1956), Д. Л. Соколовского (1959) и А. В. Лебедева (1964), более рельефно проявляется в маловодные годы.

Влияние леса на сток зависит не только от процента лесистости, но и от состава и возраста древостоев, а также от типологической структуры лесов. На водосборах Дальнего Востока преобладание лиственных древостоев (более 75% площади) приводит к значительному увеличению весеннего стока и уменьшению летне-осеннего по сравнению с водосборами, где господствуют хвойные породы. Это обусловлено различиями в снеготаянии и особенностями формирования стока в лиственных и хвойных лесах (Оприцова, 1970).

Исследования, проведенные в Румынии (Gaspar, Abagin, 1974), показали, что при выпадении ливневых осадков максимальный сток с водосборов, где преобладают хвойные породы, составил $1,35 \text{ м}^3/\text{с}/\text{км}^2$, а с водосборов, покрытых в основном лиственными породами, — $1,75 \text{ м}^3/\text{с}/\text{км}^2$.

Вместе с тем по-разному проявляется и водорегулирующая роль хвойных лесов. Наибольшее водорегулирующее влияние оказывают насаждения с более глубокой корневой системой, которые изменяют водно-физические свойства почвы на большой глубине. К таким породам относятся сосна и лиственница. Пихта и ель чаще имеют неглубокую корневую систему, поэтому рыхлящее влияние их корней проявляется на меньшую глубину, что способствует лишь увеличению внутрипочвенного стока (Лебедев, 1964). Для тех бассейнов рек, где преобладают лишайниковые, вересковые и брусничниковые боры, характерна более интенсивная инфильтрация вод, в связи с чем увеличиваются подземная составляющая стока, а следовательно, продолжительность половодья и питание рек в летне-осенний период (Юркевич и др., 1976).

Лес оказывает влияние и на качественные показатели стока. Одним из показателей качества воды является ее температура. При повышении температуры усиливаются многие физические, химические и бактериологические процессы, которые определяют пригодность воды для потребления человеком и как среды обитания рыб. Любой запах или привкус воды более заметны при повышении ее температуры. Наиболее благоприятные условия для нереста рыб создаются при температуре воды, °С: лососевых 12—14, осенней кеты 5—6, симы 9—12. Для инкубации икры горбуши в зимнее время необходима температура выше 0°С, а кеты +2—3°С. Повышение температуры воды во время нереста до 20—25°С вызывает прекращение захода лососей в реки (Клинецов, 1973). Резкие колебания температуры и перегрев воды оказывают отрицательное влияние на нерест и развитие молодых лососевых рыб.

Лес играет важную роль в обеспечении оптимального теплового режима воды в реках. В теплое время года более низкая по сравнению с открытыми участками температура почвы в лесу понижает и температуру воды, которая через внутри-

почвенный и грунтовый сток поступает в реки, водоемы и действует на них охлаждающе. В ряде случаев этот процесс продолжается почти до середины лета из-за медленного таяния снега и меньшего нагревания почвы под пологом леса. В Литовской ССР и Калининградской обл., например, во всех залесенных бассейнах температура воды рек в апреле—октябре ниже, чем в реках с малолесными водосборами (Рауотис, 1973). В зимний же период грунтовые воды, температура которых выше, подогревают нерестовые реки, предохраняя нерестилища от промерзания.

Особенно велика роль приречных лесов вдоль узких рек. Когда по берегам таких рек произрастает высокий лес, они освещаются солнцем небольшой период, что не способствует нагреву воды. Наиболее отзывчивы на поступление тепла солнечной радиации мелководные реки в межень период. Наблюдения на двух водотоках Сахалина с облесенностью 100 и 20% показали, что в период с июня по сентябрь вода в полностью облесенном бассейне была холоднее по сравнению со слабооблесенным на 3,7°С (по среднедекадным данным); в отдельные дни разница достигает 4,1°С. По данным Р. Ф. Тарранта (1970) и Д. С. Ротачера (1970), в северо-восточной части США удаление прибрежной растительности на расстоянии 0,8 км от реки привело к увеличению температуры воды в ней на 5,5—8°С.

Интересные данные зависимости химического стока от лесистости водосборов получены на трех рядом расположенных водосборах в Ульяновском Поволжье, имеющих разную залесенность, но одинаковое геолого-геоморфологическое строение (Чесовникова, 1977). По данным за 1974 г., вода с безлесного водосбора (пашня) во время половодья содержала в 3,5 раза больше растворенных веществ, чем с покрытого лесом (дуб, липа, клен, осина, береза).

Весенняя вода, стекающая с лесных и не покрытых лесом водосборов, обладает определенными химическими и физическими свойствами (табл. 44).

Из табл. 44 видно, что различные древесно-кустарниковые породы неодинаково влияют на качество воды. Очень существенно, что в воде, прошедшей через насаждения, особенно через сосновые, уменьшается количество азота аммиака — важнейшего показателя загрязнения.

Существенно различается бактериологическое состояние воды, поступающей с покрытых лесом и безлесных водосборов. По данным Е. С. Спиридонова (1965), в 1 л воды, поступающей в водохранилище с выгона, обнаружено 920 кишечных палочек (коли-индекс), в воде же, поступающей из сосновых насаждений, их в 18 раз, а из смешанного дубового в 23 раза меньше. Коли-титр воды (наименьшее количество воды, в которой содержится одна кишечная палочка), прошед-

44. Физические и химические показатели стоковой воды, поступающей

Место взятия пробы	Цветность, град	Мутность	Прозрачность, см	Химические свойства	
				Щелочность	Карбонатная жесткость
Выгон перед лесными насаждениями (контроль)	300	Мутная	Отсутствует	1,00	2,80
При выходе из соснового насаждения	60	Нет	12	0,50	1,40
При выходе из насаждения дуба, ясеня, акации желтой	45	"	16	0,84	2,28
При выходе из акациевого насаждения	80	"	7	0,23	0,51
При выходе из вязового насаждения	60	"	2,8	0,74	2,00

шей через смешанное дубовое насаждение, равен 15, а поступающей с выгона лишь 1,1. По данным В. Г. Николаенко и др. (1973), количество кишечных палочек (бактерий) в 1 л воды, прошедшей через лесную полосу шириной 30—45 м (Московская обл.), в 2 раза меньше, чем в воде, стекающей с открытых площадей. Число бактерий в 1 см³ воды, проходящей через полевую защитную, водорегулирующую и приовражно-балочную лесные полосы (Орловская обл.), сокращалось в 26 раз и более.

Итак, вышеприведенные данные свидетельствуют о значительных принципиальных отличиях формирования стока с лесных и безлесных участков, а также об огромной стокорегулирующей и водоохранной роли лесов, которая в пределах однородных физико-географических условий во многом зависит от состава, возраста, типов леса и других лесоводственно-таксационных показателей. Стокорегулирующая и водоохранная роль лесов зависит также от процента лесистости и размещения их по водосбору. Более благоприятный гидрологический режим рек наблюдается при сравнительно равномерном распределении лесов, а также при наличии их на склонах водоразделов, вдоль гидрографической сети, вокруг озер и водохранилищ.

ПОЧВОЗАЩИТНАЯ РОЛЬ ЛЕСА

Лес имеет большое почвозащитное значение. Он предохраняет почву от ветровой и водной эрозии как на той территории, где произрастает, так и на значительном расстоянии. Водоохранные и почвозащитные функции лесов взаимосвяза-

в Волгоградское водохранилище (Спиридонов, 1965)

Физические свойства						Окисляемость	pH
Общая жесткость	Железо	Хлориды	Азот аммиака	Азот нитратов	Азот нитритов		
3,00	0,03	35	0,38	0,001	0,001	10,8	6,0
4,66	0,10	30	0,17	0,001	0,002	6,4	5,5
7,30	0,10	30	0,19	0,001	0,002	6,0	5,5
1,16	0,10	25	0,21	0,001	0,002	7,5	5,5
2,84	0,05	22,5	0,26	0,001	0,002	8,9	5,5

ны. Главной причиной водной эрозии почв является поверхностный сток, и в его регулировании леса играют решающее значение.

В предыдущем разделе было отмечено, что при весеннем снеготаянии и выпадении дождей, особенно на не покрытых лесом участках, возникает поверхностный сток, величина которого зависит от многих факторов. Под влиянием капель дождя и стекающей воды связь между почвенными частицами уменьшается, и они уносятся водными потоками. Процесс разрушения почвенного слоя и перемещение продуктов его разрушения водой называют водной эрозией. Различают два вида водной эрозии: плоскостную и линейную. При первой смыв частиц почвы и рыхлых пород происходит более или менее равномерно на значительной поверхности. При второй почва и грунты сносятся лишь на части площади, образуя вначале промоины, а затем ложбины, овраги и т. д. При увеличении скорости течения воды вдвое сила преодоления сцепления частиц почвогрунта возрастает вчетверо, а способность воды переносить частицы почвы резко увеличивается — в 64 раза.

Размеры и скорость эрозии различны и зависят от климатических условий, в первую очередь от количества и распределения осадков, физических и физико-механических свойств почвы и материнской породы, а также крутизны, экспозиции и протяжения склонов, степени нарушения растительного покрова, приемов обработки почвы, способов ведения лесного хозяйства и т. д. В одних случаях эрозия развивается медленно и при этом смывается лишь небольшая часть почвенной толщи, в других она протекает бурно и приводит к пол-

ному уничтожению всего почвенного слоя, а часто и значительной толщии материнской породы.

В горных условиях эрозия почвы нередко способствует возникновению селевых (грязе-каменистых) потоков. Обычно они формируются в бассейнах горных рек и пересыхающих водотоков. Селевые потоки содержат щебень, гальку, камни (объем последних достигает нескольких кубометров); насыщенность потоков этими материалами составляет по весу 30—68%. Селевые потоки, как правило, возникают на территориях, лишенных растительности. Ввиду значительной крутизны горных склонов они имеют огромную скорость — 10—30 км/ч. Для селевых потоков характерны внезапность возникновения, кратковременность действия и колоссальная разрушительная сила.

Кроме водной, часто возникает ветровая эрозия, иногда ее называют дефляцией. Дефляция возникает под воздействием сильного ветра, разрушающего верхние слои почвы, чаще на плохо связанных, не покрытых растительностью песчаных почвах. При значительной, более 8—10 м/с, силе ветра возникают черные или пыльные бури, которые разрушают верхний плодородный слой почвы и поднимают почвенные частицы в воздух, перенося их на значительные расстояния. При сильном ветре почва может быть выдута на глубину до 30 см и более. Обычно эти явления наблюдаются весной, когда почва просыхает, а растения еще не успевают развить достаточно мощную корневую систему. Иногда почвы выдуваются вместе со всходами и даже молодыми растениями, особенно часто это происходит на бесструктурных почвах. Возникновению ветровой эрозии на лесных почвах способствует корчевка пней, а также сдирание подстилки в процессе механизированных заготовок на песчаных почвах. Такая эрозия сводит на нет результаты многовекового почвообразовательного процесса, а с ним и возможность не только естественного, но и искусственного возобновления.

В результате ветровой и водной эрозии теряется огромное количество питательных веществ в верхних слоях почвы, главным образом в гумусовом горизонте. Только в Куйбышевской обл., например, с полей ежегодно уносится около 5 млн. т плодородной почвы и при этом теряется 15 тыс. т азота и 5 тыс. т фосфора (Румянцев, 1971).

Эрозия приводит к резкому ухудшению водно-физических свойств почвы — разрушению структуры, понижению влагоемкости и водопроницаемости, поверхность почвы сменяется менее плодородным слоем, а часто и горной породой, трудно проницаемой для корневых систем растений.

Эрозионные процессы резко снижают плодородие сельскохозяйственных и лесных угодий. Урожай сельскохозяйственных культур на слабосмытых лесостепных почвах бывает на

22—26%, на среднесмытых — на 49—58 и на сильносмытых — на 62—69% ниже, чем на несмытых (Роде, Смирнов, 1972). Рост лесных культур на вырубках, подвергшихся эрозии, бывает в 1,5—2 раза хуже, чем на участках, где нет эрозии.

Линейная эрозия приводит к образованию оврагов, и эти площади выбывают из сельскохозяйственного пользования. Они могут быть использованы только для выращивания леса. Однако и создание леса здесь связано с большими трудностями, значительными затратами труда и денежных средств. Выносы продуктов эрозии из оврагов откладываются на прилегающих к ним участках (лугах, пастбищах, полях и т. д.), снижая их плодородие. Овраги способствуют снижению уровня грунтовых вод на прилегающих к ним участках, так как пересекают водоупорные горизонты, по которым выклиниваются грунтовые воды. Собирая большое количество осадков в виде снега и способствуя более быстрому стеканию воды с прилегающих территорий, овраги ухудшают водный режим почв и снижают их плодородие на значительных пространствах.

Возникающие в горных районах селевые потоки наносят колоссальные убытки народному хозяйству и населению. Строительство инженерных сооружений, направленных на защиту городов и населенных пунктов от селей, требует огромных средств.

Продукты эрозии, поступающие в реки, каналы, водохранилища, вызывают их заиление, что наносит огромный ущерб рыбному хозяйству, судоходству, работе гидроэлектростанций. Заиление водохранилищ уменьшает срок их службы, ухудшает работу водозаборных сооружений и повышает дефицит воды.

Кроме ветровой и водной эрозии, на участках, пройденных рубками, имеет место так называемая «эксплуатационная эрозия», возникающая в процессе проведения лесозаготовительных работ.

ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ И КОЛЬМАТИРУЮЩАЯ РОЛЬ ЛЕСА

В предыдущем разделе было сказано, что на покрытых лесом участках отсутствует, как правило, поверхностный сток. При весеннем снеготаянии и ливнях слой и коэффициент стока с безлесных участков в 2—4 раза больше, чем с лесных. Еще большая разница наблюдается в максимальных модулях стока. Водорегулирующая роль леса тесно связана с противоэрозионной. Снижение поверхностного стока и перевод его во внутрипочвенный и грунтовый резко уменьшают возможность возникновения эрозионных процессов как на полностью, так и на частично облесенных водосборах.

Стекающая по поверхности почвы вода увлекает за собой частицы почвы и материнской породы, образуя твердый сток, который состоит из растворенных в воде веществ, взвешенных наносов и увлекаемых потоками сильной мощности донных наносов.

Исследования Б. А. Миронова (1963) на Южном Урале показали, что вода, стекающая с безлесного южного склона, содержит в каждом литре 7 г взвешенных твердых частиц, а в воде, стекающей с облесенного склона, их практически нет. В Воронежской обл. смыв почвы с облесенных склонов составляет ничтожные величины — 0,0001—0,0003 т/га, тогда как с необлесенных склонов (пашен) от 0,5 до 3—8 т/га (Харитонов, 1963). Данные за шесть лет (1968—1973) о взвешенных и донных наносах с лесных водосборов различной лесистости приведены в табл. 45.

45. Суммарные показатели взвешенных и донных наносов, м³/га, с малых водосборов в горах Грузии (Чагелишвили, 1977)

Год наблюдений	Наносы при лесистости водосбора, %								
	70			50			30		
	взве- шенные	донные	всего	взве- шенные	донные	всего	взве- шенные	донные	всего
1968	1,56	—	1,56	22,80	9,71	32,51	37,72	19,92	57,64
1969	—	—	—	2,70	3,40	6,10	4,05	3,23	7,28
1970	—	—	—	2,27	1,67	4,94	3,24	2,54	5,78
1971	—	—	—	9,75	3,16	12,91	7,37	4,79	12,16
1972	0,12	—	0,12	29,39	3,31	32,80	19,17	9,28	28,45
1973	—	—	—	10,62	2,92	13,54	10,28	7,30	17,58

Данные табл. 45 свидетельствуют не только об уменьшении твердого стока с увеличением лесистости, но и о различных составляющих стока. Так, в водосборном бассейне с высоким процентом (70) лесистости твердый сток формируется исключительно за счет взвешенных наносов, донные полностью отсутствуют, а с водосборов с небольшим процентом (30) лесистости донные наносы составляют 40% суммарного стока.

Влияние леса на уменьшение твердого стока обусловлено рядом факторов: уменьшением силы воздействия дождевых капель на почву, большой водопроницаемостью лесных почв наличием лесной подстилки, мощной корневой системы, переводом поверхностного стока в почвенно-грунтовой. Капли воды даже при средней силе дождя падают на землю со скоростью от 4 до 9 м/с, в результате чего неприкрытые растительностью наиболее мелкие частицы малосвязанной почвы взлетают на высоту 60—90 см и отлетают в сторону на расстояние до 1,5 м. По данным А. А. Молчанова (1970), взлет

частиц почвы под ударом капли в ряде случаев может превышать ее диаметр в 400—500 раз. Однако в лесу под влиянием древесного полога и других ярусов насаждений энергия падающих дождевых капель угасает на 95%.

Лесные почвы по сравнению с сельскохозяйственными и особенно пастбищами и лугами отличаются высокой водопроницаемостью благодаря хорошей структуре и проникновению воды вглубь по ходам корней, особенно отмерших, заполненным перегнившими остатками древесины, а также по ходам, проделанным в почве различными животными, особенно дождевыми червями. По данным Н. Ф. Созыкина (1940), общая скважность подзолистой суглинистой почвы на глубину до 70 см составляет, %: в лесу 48,3, в поле 45,3 и на выгоне (лугу) 40,1. Интенсивность первоначального впитывания вышеназванной почвы за первый час дождевания составила, мм: в лесу 136, на клевернице 110, в поле под зерновыми 86 и на выгоне (лугу) 53. О водопроницаемости дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв Среднего Урала под пологом леса и на 10-летней вырубке, используемой для сенокосения, можно судить по коэффициенту водопроницаемости. За второй час опыта он составил, мм/с: на глубине 5 см в темнохвойном спелом лесу 2,4 и на вырубке 0,9, на глубине 10 см соответственно 1,8 и 0,6 и на глубине 25 см 6,0 и 3,5.

На водопроницаемость почвы под пологом леса существенно влияют состав и возраст древостоя. С увеличением возраста древостоев водопроницаемость почв, ранее занятых сельскохозяйственными угодьями, также увеличивается. Данные о водопроницаемости черноземных почв в поле и в лесу приведены в табл. 46.

46. Изменение водопроницаемости, мм/ч, черноземов в Моховом Орловской обл. (Молчанов, 1966)

Насаждения	Возраст, лет	В среднем за час		
		первый	второй	третий
Ельники	25	14,24	10,40	10,08
	60	29,49	13,70	10,88
Дубняки	25	20,32	7,36	4,63
	60	26,46	12,62	9,76
Лиственничники	25	13,76	4,80	4,48
	60	23,84	12,32	7,36
Поле под сельскохозяйственными культурами		4,48	1,94	1,76

Большое значение для уменьшения эрозии почвы имеет лесная подстилка. Как известно, она образуется из опада хвои, листьев, веток, коры, отмерших травянистых растений и

мхов. В подстилке обычно выделяют три слоя: верхний, почти не разложившийся, средний, полуразложившийся, и нижний, хорошо разложившийся. Мощность подстилки и мха возрастает по мере перехода от типов леса с недостаточными к типам с избыточным увлажнением. Данные о мощности и абсолютно сухом весе мха и подстилки в разных типах сосновых лесов приведены в табл. 47 и 48.

47. Мощность мохового покрова и подстилки, см, в сосновых типах лесов (Молчанов, 1960)

Тип леса	Архангельская обл.		Московская обл.	
	Мох	Подстилка	Мох	Подстилка
Вересково-мшистый	3,0	0,5	—	—
Лишайниково-мшистый	3,0	1,6	2,5	1,5
Мшистый	5,0	3,2	3,0	3,0
Черничник	6,0	6,5	3,5	5,5
Долгомошник	8,0	10,5	4,5	10,0
Сфагновый	13,0	50,0*	5,0	50,0*

* Торфянистый слой.

48. Абсолютный сухой вес мха и подстилки, т/га (Молчанов, 1960)

Тип леса	Архангельская обл.		Московская обл.	
	Мох	Подстилка	Мох	Подстилка
Лишайниково-мшистый	11,07	16,58	10,20	14,60
Брусничник	9,89	21,42	12,95	18,64
Черничник	13,57	35,75	12,56	31,01
Долгомошник	20,52	45,75	21,58	40,24
Сфагновый	14,0	150,0	—	—

Из табл. 47 и 48 видно, что толщина и абсолютно сухой вес подстилки на севере больше, чем под Москвой. Обращает на себя внимание и тот факт, что в пределах одного и того же района в сосняках долгомошниках и сфагновых, несмотря на меньший, чем в черничниках, опад, образуется более мощная подстилка. Это объясняется более медленным ее разложением в первом типе леса по сравнению со вторым.

В зоне хвойно-широколиственных лесов и лесостепи разложение опада происходит более интенсивно, поэтому мощность и вес подстилки там в десятки раз меньше, чем в таежных лесах.

Подстилка способствует сохранению водопроницаемости почвы, а следовательно, переводу осадков во внутрисочвен-

ный и грунтовый сток. Отфильтровывая твердый сток, она устраняет заиливание промежутков между почвенными частицами, а благодаря шероховатости замедляет скорость течения воды. Поглощая ударную силу дождевых капель, подстилка препятствует разрушению структуры почвы и образованию на ее поверхности корки с низкой водопроницаемостью, что наблюдается на открытых местах при сильных дождях. Наилучшими противоэрозионными свойствами обладает лесная подстилка в лиственных и смешанных древостоях, способствующая образованию мягкого гумуса. Удаление подстилки, как уже отмечалось, создает условия возникновения эрозионных процессов. Большое значение для предупреждения и прекращения водной эрозии в лесу имеет механическое скрепление почвы корневыми системами деревьев и кустарников. Наибольшее противоэрозионное значение имеют многоярусные и смешанные насаждения. Их корневые системы сильнее пронизывают почву и проникают на большую глубину, чем корни чистых одноярусных древостоев.

Следует отметить, однако, что не все леса в одинаковой мере выполняют почвозащитную роль. Особенно ярко она проявляется в лесах на песчаных, легкоразвееваемых ветром почвах, по берегам рек, водохранилищ, в овражно-балочных системах, на небольших участках лесов, расположенных среди сельскохозяйственных угодий, по границам с альпийскими лугами, а также в горных лесах, произрастающих на склонах крутизной свыше 10°.

В европейской части СССР и Сибири на значительных песчаных массивах произрастают естественные сосновые боры, занимающие огромные территории. В степных и лесостепных районах эти боры представляют необычное явление и имеют большое народнохозяйственное значение. Скрепляя корнями песчаные почвы, они предохраняют сельскохозяйственные земли, водоемы, населенные пункты, дороги от песчаных заносов, кроме того, они являются единственным источником снабжения древесиной населения этих безлесных районов. Степные и лесостепные боры оказывают большое влияние на прилегающие территории. Они способствуют снегонакоплению на полях, в прилегающих к борам степных районах количество атмосферных осадков и влажность воздуха в течение всего вегетационного периода всегда выше, чем в открытой степи. Вследствие этого и урожая сельскохозяйственных культур близ степных боров даже в очень засушливые годы более высокие, чем на не защищенных лесом землях. Степные и лесостепные боры имеют важное эстетическое и санитарно-гигиеническое значение, в них расположены пионерские лагеря, санатории и дома отдыха. Положительно влияют боры на ручьи и реки. По данным Л. М. Сидоркиной (1956) и Д. Л. Соколовского (1959), сток с лесной части

р. Боровки (Бузулукский бор Оренбургской обл.), например, значительно выше, чем с безлесной. Это увеличение, по мнению названных авторов, обусловлено благоприятным влиянием леса. Вместе с тем нельзя не согласиться и с мнением Н. А. Воронкова (1973), который считает, что увеличение стока с покрытой лесом части водосбора р. Боровки обусловлено прежде всего тем, что эта часть представлена песчаными грунтами, которые обладают благоприятными водно-физическими свойствами (низкой влагоемкостью, хорошими фильтрационными свойствами). Однако в этом случае нельзя недооценивать и роль леса, который резко снижает весенний паводок, особенно в степных и лесостепных районах. Кроме того, сведение леса здесь привело к немедленному заносу песком ручьев и рек. Во всех лесах, произрастающих на песчаных почвах, должен быть особенно строгий режим ведения лесного хозяйства. Уничтожение лесов и маломощной лесной подстилки немедленно вызывает развеивание песков, сопровождаемое нежелательными и труднопоправимыми последствиями.

В нашей стране большое внимание уделяется закреплению песков путем посадок леса. Большие работы по созданию лесов проведены на Придонских, Нижнеднепровских, Приволжских и других более мелких песчаных массивах. Только в девятой пятилетке в Узбекистане и Туркмении пескоукрепительные работы были проведены на площади около 0,5 млн. га.

Практика показала, что лучшей породой для создания лесных насаждений на песках всех природных зон, за исключением пустыни, является сосна обыкновенная, которая в таких условиях устойчива, хорошо закрепляет почву и образует древостой со значительным запасом древесины. На бедных песках с плохими условиями увлажнения создают обычно чистые культуры сосны, так как другие древесные породы растут здесь плохо. При улучшении условий увлажнения и при обогащении песчаных почв питательными веществами наряду с чистыми сосновыми создают сосново-березовые насаждения. На более плодородных песках в лесостепной и степной зонах в культуры сосны вводят дуб. В зоне пустыни для укрепления песков применяют местные виды древесно-кустарниковых пород: белый и черный саксаулы, каллигонумы, черкезы, тамариксы и др., приспособленные к тяжелым условиям пустыни.

Велика и многогранна почвозащитная и аккумулятивная роль лесов, произрастающих по берегам рек, озер, водохранилищ, каналов. Эти леса предохраняют берега от разрушений, аккумулируют аллювий в поймах, защищают крутые склоны долин от эрозии и оползней, предотвращая тем самым заполнение продуктами эрозии и заилиение русел рек,

водоемов. Прибрежные леса, как отмечалось выше, способствуют также превращению поверхностного стока, поступающего с вышерасположенных безлесных участков, во внутрипочвенный, улучшают химический состав и бактериологическое состояние воды. Леса, произрастающие по берегам рек, занимают разные элементы речных долин.

По характеру строения речных долин все реки можно объединить в три основные группы.

Горные реки целиком находятся в пределах горных районов. Для них характерны узкие и глубокие долины, имеющие меженный и коренной берега. Иногда долины расширяются и в них можно выделить поймы как с одной, так и с обеих сторон рек (рис. 14).

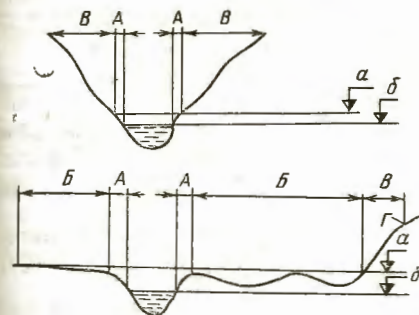


Рис. 14. Схематический разрез долины горной (вверху) и равнинной рек:

А — меженный берег; Б — пойма; В — коренной берег; Г — бровка; а — уровень весенней воды; б — уровень меженного воды

Равнинные реки имеют широкие, но неглубокие долины. Обычно выделяют следующие их элементы: меженные берега, поймы, коренные берега, бровки (см. рис. 14).

Горно-равнинные реки пересекают горные и равнинные участки. Для равнинных участков характерны широкие долины с хорошо выраженной пойменной частью. На горных участках долины рек обычно или узкие или их нет совсем.

В пределах каждого природно-географического района лесорастительные условия различных элементов речных долин неоднородны, поэтому и произрастающие на них леса имеют разный состав, строение и выполняют разные функции. По данным А. К. Денисова (1963), М. В. Рубцова (1970, 1972), В. Г. Шаталова (1975) и др., леса на меженных берегах выполняют, особенно в период половодья, противоэрозионную и берегоукрепительную роль, удерживая своими корневыми системами почвогрунт от воздействия водяных потоков, льда и предотвращая сползание и обрушивание берегов в русло реки. Разрушительные процессы чаще наблюдаются при подмывании высоких крутых берегов, где корневая система деревьев располагается выше меженного уровня реки. На низких берегах, смыкаясь с уровнем грунтовых вод, корневые системы густо оплетают русловые откосы, надежно за-

щищая берега от разрушений. Высокими защитными свойствами отличаются ольха черная, ветла. При размыве и повреждении корневых систем тополя (особенно белый и серый) дают большую поросль в виде густой щетки (Шаталов, 1975). Следует отметить, однако, что крупные деревья, произрастающие на меженных берегах, часто оказывают отрицательное воздействие на устойчивость берегов. В случае подмывания берега они, падая, выворачивают большие глыбы грунта и тем самым засоряют реки.

Леса, занимающие поймы рек, выполняют большую противозерозионно-аккумулирующую роль, которая проявляется в основном во время половодья, когда вода, затопляя пойму, образует единый мощный поток. Проходя через густой лес, особенно с хорошо развитым подлеском, скорость потока ослабевает, и на поверхности почвы откладываются продукты эрозионной деятельности иногда высотой до нескольких десятков сантиметров в год. Аккумулируя песчаный аллювий, пойменные леса сохраняют плодородие сельскохозяйственных угодий, расположенных в поймах. По данным В. Г. Шаталова (1975), в реках бассейна Дона кольматирующие функции лучше всего выполняют густые заросли прирусловых молодняков из ив, тополей, вяза с примесью клена, жимолости, крушины и шиповника. Эти породы хорошо переносят засыпание стволов песчаными отложениями и в первое же лето на погребенной части стволов образуют корни, хорошо задерживающие образовавшиеся наносы. При неравномерном распределении подлеска или молодой заросли песчаные отложения образуются в виде бугров, членифов, которые удаляются в глубь леса. Леса, произрастающие на меженных берегах и в поймах, снижают количество материалов, поступающих в русло и вызывающих образование мелей и перекатов, а это в свою очередь резко снижает затраты средств на дноуглубительные и руслоочистительные работы.

Леса, произрастающие на склонах коренных берегов долин рек, также выполняют большую противозерозионную и водорегулирующую роль. Однако леса, произрастающие на разных частях склона, выполняют эту роль по-разному. В горных районах и на равнинах, где русло реки подходит непосредственно к коренному берегу, леса, расположенные в нижней части, предотвращают разрушение подошвы склона. Леса, растущие по склонам коренных берегов, защищают их от оползней и осыпей, что особенно важно для горных районов, где много склонов с большой крутизной.

Большое водоохранно-защитное значение имеют леса, расположенные на бровке коренного берега долины реки и на непосредственно примыкающей к ней территории. Они предотвращают поверхностный сток, поступающий с вышерасположенных безлесных территорий, во внутрипочвенный, а также

аккумулируют поступающие наносы. В ряде случаев, например когда за бровкой коренного берега ведутся сплошные рубки, необходимо бывает установить ширину водопоглотительной полосы, обеспечивающей перевод поверхностного стока с вырубки во внутрипочвенный. В настоящее время для большинства районов страны с учетом их природных условий предложены научно обоснованные придержки определения оптимальной ширины водопоглотительных полос. По предложению В. Н. Данилика (1975), в горных лесах Среднего Урала ширину водопоглотительных полос целесообразно определять по формуле $b = BK$, где b — ширина водопоглотительной лесной полосы, м; B — допустимая правилами рубок максимальная ширина лесосек сплошной рубки с учетом групп лесов, м; K — коэффициент водопоглощения.

Коэффициенты водопоглощения для разных насаждений и почв разного механического состава приведены ниже.

	Коэффициент водопоглощения
Темнохвойные насаждения на суглинистых почвах	0,58
Насаждения (за исключением темнохвойных) на суглинистых почвах	0,44
Насаждения на супесчаных почвах	0,29
Насаждения на песках и щебнистых почвах	0,16

Союзгипролесхозом разработана таблица определения ширины водопоглотительных полос для европейской части СССР с учетом механического состава почвы, преобладающих пород и уклона местности (табл. 49).

Большую почвозащитную роль выполняют леса, расположенные не только вдоль водотоков, но и вокруг водоемов, особенно крупных и средних водохранилищ, созданных в связи со строительством гидроэлектростанций. В результате создания водохранилищ происходят значительные изменения гидрологических и климатических условий местности.

Под воздействием волн возникает абразия — разрушение берегов, что вызывает потерю земельных угодий, перемещение населенных пунктов на новые места, заиление водохранилищ, ухудшение качества воды. Для борьбы с такими нежелательными последствиями применяется комплекс агротехнических, агролесомелиоративных, гидротехнических и других мероприятий. Ведущее место, особенно в борьбе с эрозией почвы и абразией берегов, играет выращивание защитных насаждений. Их создают в прибрежной части водохранилищ в зоне подтопления и временного затопления (нижние береговые). В состав таких насаждений входят волноломные по-

49. Ширина водопоглотительных полос, м

Преобладающая порода	Ширина полосы при крутизне склона, град									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

Песчаные почвы

Сосна	27	29	32	36	39	41	44	47	50	53
Ель	28	32	36	42	47	52	56	61	66	71
Лиственница	27	30	34	39	43	46	50	53	57	61
Береза	27	29	32	36	38	41	44	47	49	52
Осина	27	28	30	33	36	38	40	42	44	46

Супесчаные почвы

Сосна	31	38	49	62	72	82	92	101	112	122
Ель	33	43	58	78	91	105	119	133	147	162
Лиственница	31	40	51	67	77	88	99	110	121	133
Дуб	30	36	46	56	64	73	81	89	98	107
Липа	31	38	49	62	72	82	92	101	112	122
Береза	30	36	45	56	64	73	81	89	98	107
Осина	29	34	40	50	56	62	68	75	81	88

Суглинистые почвы

Сосна	35	48	67	92	109	124	143	161	179	197
Ель	42	66	100	146	176	206	242	271	302	337
Лиственница	39	58	85	120	145	169	194	222	244	275
Дуб	35	50	70	97	115	134	152	170	190	210
Липа	38	55	79	111	134	154	178	202	226	247
Береза	35	50	70	97	115	134	152	170	190	210
Осина	33	45	60	81	95	110	125	139	154	170

Суглинистые темно-серые лесные почвы

Ель	33	44	58	79	93	106	120	134	149	165
Лиственница	30	40	51	67	78	89	100	111	122	135
Дуб	30	36	45	56	64	73	81	89	98	107
Липа	31	38	49	63	73	83	92	102	113	124
Береза	30	36	45	56	64	73	81	89	98	107
Осина	29	34	41	50	56	62	69	75	82	89

садки, которые создают на узкой прерывистой полосе наката волн под волнобойным обрывом. В составе этих посадок осокорь, ивы белая, русская и трехтычинковая. Выше бровки берегового склона создают еще одну, верхнюю береговую полосу шириной 50—100 м. (Николаенко, 1968).

Большую водоохранно-защитную роль выполняют степные колки и овражно-балочные леса, занимающие малопригодные для сельского хозяйства площади. Их благотворное воз-

действие проявляется в улучшении микроклимата, равномерном распределении снежного покрова, снижении опасности ветровой эрозии, регулировании стока с прилегающих полей. Наблюдения Г. А. Харитоновой (1963) на Моховом опытном дункте (Орловская обл.) показали, что при наличии балочных лесов коэффициент весеннего стока уменьшается в 7 раз по сравнению с таковым на необлесенных водосборах. Леса по берегам балок обладают большой кольматирующей способностью. Полоса леса шириной 35—50 м может полностью кольматировать твердый сток, тогда как залуженные берега балок с этим не справляются. В годы минимального и среднего весеннего стока с водосборов, где облесены овраги и балки, твердые выносы не поступают в реки; в годы максимального стока, когда весенний поверхностный сток частично проходит через балочные леса, твердый сток с лесных водосборов в десятки раз меньше, чем с необлесенных. По данным В. Т. Николаенко (1970), мутность склонового потока с безлесного склона составляет от 14 до 19 мг/л. После прохождения этого потока через лесную полосу шириной 30 м мутность его резко падает, до 0,08—0,12 мг/л. Эти данные убедительно говорят о большом положительном влиянии леса на разрушение продуктов смыва и размыва.

Особенно важна кольматирующая роль леса в районах, где имеют место карстовые явления. Там значительная часть поверхностного и внутрипочвенного стока попадает в карстовые воронки, которые переводят его в глубокие водоносные горизонты. Это способствует снижению весенних паводков и увеличивает поступление воды в меженный период, что подтверждается анализом данных, характеризующих режим двух рек, бассейны которых расположены в пределах Марийской АССР. Ниже приведена гидрографическая и гидрометрическая характеристика рек Большой Кокшаги и Илети (Денисов, 1975).

	Большая Кокшага	Илеть
Длина, км	269	210
Площадь водосбора, км ²	6420	6300
Среднее падение русла, м/км	0,19	0,33
Расход воды в нижнем течении:		
м ³ /с	4,37/456	5/342
%	100/100	114/75

Примечание. В числителе — показатели расхода воды в межень, в знаменателе — максимальные весной.

Климатические условия, площадь и лесистость этих бассейнов не имеют существенных различий (Денисов, 1975). Бассейн р. Илети в большей части сложен коренными пермскими мергелями и известняком. Бассейн р. Большой Кокша-

ги, расположенный на равнине, лишен карстовых явлений и сложен в среднем и нижнем течении главным образом древнеаллювиальными песками, а в верхнем течении его выстилают пестроцветные мергели. Несмотря на более расчлененный рельеф бассейна Илети, значительные перепады высот, достигающие до 100 м и более, и высокое падение русла реки должны, казалось бы, привести к усилению поверхностного стока по сравнению со стоком с водосбора Большой Кокшаги. Однако этого не происходит. Максимальный весенний сток Илети составляет лишь 75% такого же стока Большой Кокшаги, а в минимальном, наоборот, наблюдается более высокая обеспеченность водой Илети. Указанные различия объясняются более значительным переводом поверхностного стока многочисленными карстовыми воронками, расположенными в водосборном бассейне Илети. Как показывают наблюдения, карстовые воронки при удалении вокруг них леса заиливаются, а поэтому талые и ливневые воды быстро стекают по поверхности почвы в реки. При этом возрастает паводковый сток и резко уменьшается уровень воды в реках в меженный период.

Все леса горных районов выполняют огромную почвозащитную роль. Безлесные же участки вследствие большого выпадения осадков (по сравнению с прилегающими к ним равнинами) и значительной крутизны склонов имеют в горах очень высокие коэффициенты стока и подвержены эрозионным процессам. Данные о коэффициентах стока с различных угодий и склонов разной крутизны в условиях Болгарии приведены в табл. 50.

50. Коэффициент стока с различных угодий при разном уклоне местности (Молчанов, 1960)

Характеристика участков	Уклон местности, град				
	5	10	20	30	40
Выгон	0,78	0,82	0,90	0,95	—
Изреженный еловый древостой с тонкой подстилкой	0,28	0,34	0,53	0,77	—
Сосновый древостой с хорошо развитым покровом и подстилкой на каменистом грунте	—	0,17	0,25	0,33	0,48
Еловый древостой с ненарушенным покровом и подстилкой	0,02	0,03	0,05	0,08	0,34
Буковый древостой с ненарушенным покровом и подстилкой	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

На возникновение эрозионных процессов влияет не только крутизна, но и экспозиция склонов, а также количество

выпадающих осадков, что хорошо иллюстрируется данными, приведенными в табл. 51.

51. Размеры эрозии почв в лесу в зависимости от экспозиции и крутизны склонов в бассейне оз. Байкал, т/км² (Жуков, Поликарпов, 1973)

Экспозиция склона	Крутизна склона, град			
	5	15	20	30
Прибайкальский район, осадки 800—1200 мм				
Теневой	1,3	4,0	7,0	8,7
Световой	2,0	6,0	10,5	13,0
Горно-таежный район, осадки 400—600 мм				
Теневой	0,45	1,6	2,8	3,5
Световой	0,80	2,4	4,2	5,3
Горно-лесостепной район, осадки 200—300 мм				
Теневой	0,21	0,64	1,1	1,4
Световой	0,70	2,1	3,7	4,6

Из табл. 51 видно, что на склонах световой экспозиции эрозия почвы в 1,5—3 раза больше, чем на теневой. Даже в районах, где выпадает всего 200—300 мм осадков, имеет место эрозия почвы. Это обусловлено тем, что в этом районе распространены бесструктурные малосвязанные почвы, а также тем, что 50—60% годовых осадков выпадает в июле—августе в виде ливней.

Большое почвозащитное значение имеют субальпийские леса. Перехватывая поверхностный сток, поступающий с вышерасположенных пастбищ и лугов, они переводят его во внутрпочвенный и грунтовый, ослабляя тем самым эрозионные процессы.

Леса, расположенные у верхней границы леса, предотвращают также возникновение снежных лавин и ослабляют их разрушительную деятельность. В горах Тянь-Шаня и Памира, например, снежные лавины обычно образуются на склонах теневых экспозиций, не покрытых древесной растительностью. Начиная подтаивать, масса снега скользит по поверхности крутого склона, развивая огромную скорость. При движении лавин происходит снос почвенного слоя. Субальпийские леса являются важным фактором противолавинной защиты и в ряде случаев влияние их оказывается столь значительным, что вызывает затухание лавинных очагов.

Вырубки субальпийских лесов резко увеличивают лавинную активность.

Исследования В. П. Власова (1976) в высокогорных лесах Северного Кавказа показали, что наилучшими противолавинными свойствами обладают разновозрастные и разнопородные насаждения. Протяженность противолавинных лесов зависит от величины лавинного воздействия, за которую принята длина пробега снежной лавины выше верхней границы леса. Чтобы установить, способен ли лес обеспечить противолавинную опасность, необходимо определить коэффициент устойчивости лесных массивов (Власов, 1976). Он определяется по формуле $K=L/Y_{\text{общ}}$, где K — коэффициент устойчивости лесных массивов, противостоящих снежным лавинам; L — длина пробега снежной лавины выше леса, м; $Y_{\text{общ}}$ — протяженность лесного массива, км. При значении K до 0,32 лавины теряют свою силу при вторжении в лесной массив. При значении K от 0,32 до 0,65 небольшие лавины обычно задерживаются лесом, однако при благоприятных условиях лавинообразующих факторов могут возникать крупные лавины, которые, разрушая лесной массив, могут нанести огромный ущерб нижерасположенным селениям и другим объектам. При значении K больше 0,65 лес не выдерживает лавинного воздействия, что приводит к катастрофическим явлениям.

Предотвращая возникновение снежных лавин, горные леса предохраняют также почву от оползней, которые широко распространены в некоторых районах страны, особенно с многолетней сезонной мерзлотой. Восстановление водоохранно-защитных свойств лесов здесь растягивается на значительный период, а поэтому к освоению таких лесов надо подходить с большой осторожностью.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ВОДООХРАННО-ЗАЩИТНОЙ РОЛИ ЛЕСА

В наших лесах на площади, исчисляемой миллионами гектаров, ежегодно проводятся различные лесохозяйственные мероприятия (рубки главного и промежуточного пользования, лесовосстановление и др.), под влиянием которых иногда изменяются водоохранные, почвозащитные и другие функции лесов. Особенно значительные изменения вносят рубки и механизированные заготовки.

ВЛИЯНИЕ РУБОК

Рубки делят на две основные группы — главного и промежуточного пользования, или рубки ухода за лесом. Первые осуществляют только в спелых и перестойных древостоях,

вторые — в древостоях с момента возникновения молодняков и прекращают за 10—20 лет до главной рубки.

Все многообразие существующих способов рубок главного пользования можно объединить в три группы, или три системы: сплошные (сплошнолесосечные), постепенные и выборочные.

Сплошными называют рубки, при которых на отведенном участке (лесосеке) в течение одного года вырубается все деревья, за исключением подроста. При постепенных рубках на лесосеке также вырубят все деревья, но в два, три и реже в четыре приема. Общий срок рубки не превышает одного или двух классов возраста древостоя (10, 20 и 40 лет). После завершения окончательного приема на площади, отведенной в рубку, остается новое молодое поколение леса. Выборочными называют рубки, при которых удаляют только часть деревьев (обычно не более 20—30% запаса древостоя); интервалы между каждым приемом рубки в зависимости от лесоводственных свойств древесных пород и условий произрастания составляют 10—25 лет.

Разные способы рубок оказывают неодинаковое влияние не только на лесовосстановительные процессы, но и на изменение микроклимата, поступление осадков к поверхности почвы, снеготаяние, замерзание и разморозание почвы, ее водно-физические свойства, что влияет на формирование стока и на возникновение эрозионных процессов. Наибольшие изменения возникают на сплошных вырубках. На площадях, где проводили постепенные и особенно выборочные рубки, а также рубки ухода, перечисленные изменения менее существенны.

В настоящее время наиболее распространены сплошные рубки, с помощью которых заготавливают свыше 90% всей древесины. Эти рубки разделяют на два вида: сплошные узколесосечные и сплошные концентрированные. К последним относятся рубки с шириной лесосек более 200 м. Сплошные узколесосечные рубки шириной до 200 м обычно применяются в лесах первой и второй групп, а сплошные концентрированные в лесах третьей, иногда второй группы (сырьевые базы лесозаготовительных предприятий, мягколиственные древостои).

При сплошных концентрированных рубках происходят более значительные по сравнению с узкополосными рубками изменения лесорастительной среды. Они обусловлены большей площадью вырубок, а также более мощными машинами, которые применяются на лесозаготовках.

Изменения лесорастительной среды под влиянием рубок проявляются различно в зависимости от особенностей почвенных и климатических условий, строения и состава древостоя, его сомкнутости, способа рубки, техники и организации

лесосечных работ и т. д. На отдельных участках одной и той же вырубке эти изменения неравноценны.

Исследования, проведенные в различных природных условиях, показали, что после сплошной рубки древостоя освещенность поверхности почвы в ряде случаев увеличивается в десятки раз по сравнению с освещенностью под пологом леса. Особенно резко это проявляется после рубки двух- и трехъярусных древостоев.

Под влиянием сплошных рубок изменяется температура воздуха, резко возрастает, особенно в приземном слое, амплитуда температурных колебаний. По данным Н. Е. Декатов (1936), в Ленинградской обл. амплитуда температурных колебаний воздуха в летние ясные дни на вырубках елово-лиственничного леса увеличивается в 2—3 раза по сравнению с таковой на поверхности почвы под пологом древостоя. Здесь даже в июле Н. Е. Декатовым отмечено 5 дней с температурой ниже нуля, в то время как под пологом леса такого понижения температуры не отмечалось. Подобные различия минимальных и максимальных температур в приземном слое воздуха на вырубках по сравнению с древостоем отмечают многие авторы (Молчанов, 1960; Протопопов, 1960; Кит редж, 1951). Установлено также, что на узких (до 50—60 м) лесосеках температура приземного слоя воздуха днем выше, а ночью ниже, чем на концентрированных вырубках, так как здесь меньше сила ветра, что затрудняет обмен приземного слоя воздуха с вышележащими слоями.

Влияние стен леса на температуру воздуха вырубке проявляется на расстоянии до 30 м. В течение трех вегетационных периодов (1961—1963 гг.) на территории Хоринского стационара (Бурятская АССР) проводились замеры температуры под пологом древостоев и на сплошных вырубках, расположенных на склонах южной (тип леса — сосняк остепненный) и северной (сосняк рододендроново-брусничный) экспозиций (Побединский, 1965). На вырубках наблюдательные пункты были удалены от стен леса не менее чем на 60—100 м. В каждом пункте устанавливались по два максимальных и минимальных термометра на поверхности почвы и на высоте 5 и 30 см. При обработке полученных данных брались средние показатели двух термометров, расположенных на одной высоте.

В течение вегетационного периода в приземном слое воздуха на вырубках число дней с отрицательными и крайне высокими температурами возрастает (табл. 52). Наблюдаются некоторые различия и в микроклимате приземного слоя воздуха на склонах разных экспозиций. На северном склоне под пологом древостоя дней с температурой выше 40°C в 3 раза меньше, чем на вырубке, а на южном склоне в 1,5 раза. Это обусловлено различной сомкнутостью древостоя и

52. Температура у поверхности почвы в 1961 г. на склоне южной экспозиции (Хоринский лесхоз Бурятской АССР)

Декады	Число дней с температурой воздуха, °С							
	на вырубке				под пологом леса			
	>50	>40	<5	<0	>50	>40	<5	<0
Июнь								
I	2	5	2	5	—	3	3	3
II	1	6	8	2	—	2	6	—
III	1	8	7	1	—	5	4	—
Июль								
I	5	9	3	—	1	5	—	—
II	1	5	3	—	—	3	1	—
III	—	5	1	—	—	2	—	—
Август								
I	2	9	2	—	—	3	—	—
II	—	6	4	—	—	1	1	—
III	—	3	7	1	—	—	5	—
Сентябрь								
I	—	5	4	5	—	—	8	—
Всего за период наблюдений	12	61	41	14	1	24	28	3

разной густотой подлеска. Безморозный период на вырубке южного склона длится на 25 дней меньше, чем под пологом. Данные суточного хода температуры под пологом древостоя и на вырубке показаны на рис. 15. Продолжительность безморозного периода на вырубке южного склона составляет 71 день, а под пологом 96 дней.

В пределах одной и той же вырубке, но в разных ее точках температурных условиях на поверхности почвы и в приземном слое воздуха неодинаковые. Большую роль здесь играют различия во влажности почвы, составе и густоте травяного покрова, мощности и характере слоения подстилки и т. д. В ночные часы под травяным покровом температура у поверхности почвы на 4—5°C выше, чем у обнаженной поверхности. Вместе с тем слой воздуха, прилегающий к поверхности травяного покрова, в ночные часы охлаждается, а днем нагревается больше, чем расположенная под ним поверхность почвы. Установлено, что травянистые растения с широкими, горизонтально расположенными листовыми пластинками (кипрей, сныть, таволга) уменьшают возможность возникно-

вения заморозков у поверхности почвы и предохраняют молодые всходы от низких температур. В жаркую погоду травяной покров из таких растений защищает всходы от губительного действия высоких температур. Наоборот, травяной покров злаков и осок может усиливать заморозки, так как образовавшийся на их поверхности холодный воздух «стекает» по листовым пластинкам и стеблям к почве. Во время наблюдений за максимальной и минимальной температурами воздуха

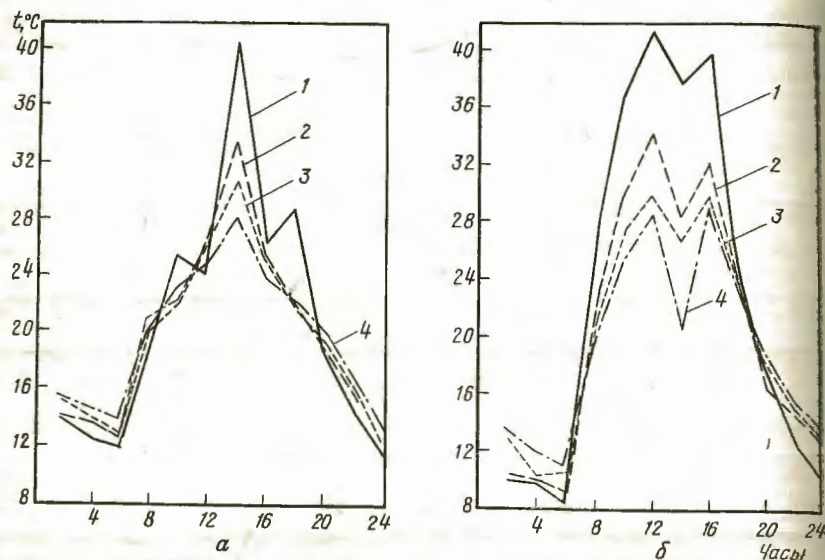


Рис. 15. Суточный ход температуры на расстоянии от поверхности почвы: а — под пологом древостоя; б — на вырубке; 1 — поверхность почвы; 2 — на 10 см; 3 — на 50 см; 4 — на 200 см

на различных участках вырубки в Бурятской АССР в период с 4 мая по 20 сентября 1962 г. в местах, где удалена подстилка, было отмечено 26 дней с температурой ниже 0°C и 29 дней с температурой выше 40°C , а на участках с сохранившейся подстилкой соответственно 34 и 43 дня.

В первые годы на сплошных вырубках увеличивается, как правило, запас влаги в почве. Наблюдения в Бурятской АССР (в тех же точках, где велись наблюдения за температурой почвы) показывают, что на северном склоне, особенно на вырубках, влажность почвы выше, чем на южном, а в пределах склона одной и той же экспозиции влажность почвы на вырубках выше, чем под пологом древостоя. Наиболее существенные различия во влажности почвы отмечены на северном склоне. Это объясняется тем, что здесь слабее, чем на вырубках южного склона, развит травяной покров, который

способствует значительному иссушению почвы. Как под пологом древостоя, так и на вырубках влажность верхнего слоя почвы (до 10 см от поверхности) значительно выше нижележащих слоев. В последних, как правило, колебания влаги незначительны, а в верхних горизонтах — довольно резкие. Большой запас влаги в верхнем слое почвы обусловлен не только тем, что сюда непосредственно поступают осадки, но также более тяжелым механическим составом и большим содержанием гумуса. Влажность верхнего (до 5 см) слоя почвы на вырубке южного склона обычно меньше, чем в лесу, так как на вырубке поверхность почвы подвергается большему воздействию солнца и ветра. Лишь в отдельные периоды, когда образцы отбирались вскоре после выпадения осадков сравнительно слабой интенсивности, влажность верхнего горизонта на вырубке была больше, чем под пологом древостоя. Это можно объяснить тем, что осадки слабой интенсивности достигают на вырубке поверхности почвы, в то время как в лесу они задерживаются кронами деревьев. Еще большее увеличение влаги в почвах после рубки древостоя отмечается в районах, где выпадает большое количество осадков, а испарение задерживается из-за сравнительно низкой температуры воздуха.

Увеличению влажности почвы на вырубках способствуют изменения баланса влаги, вызванные рубкой леса. Как уже отмечалось, от 10 до 40% осадков задерживается кронами деревьев и испаряется, не достигая почвы. На свежих вырубках все осадки попадают на поверхность почвы. В первые годы после рубки появляющийся на вырубках травяной и моховый покров расходует на транспирацию обычно меньше, чем древостой, количество влаги. Анализ баланса влаги на сплошных вырубках и в лесу показывает, что вследствие задержки большого количества осадков кронами, а также расхода воды деревьями и напочвенным покровом на транспирацию почва на свежих вырубках получает влаги больше, чем почва в лесу. В районах с длительной мерзлотой сплошная рубка леса вызывает более глубокое оттаивание почвы, поэтому в первые годы после рубки происходит обогащение влагой верхних горизонтов почвы (Поздняков, 1961, 1975; Уткин, 1960). Динамика влажности почвы в сосновом лесу и на свежей вырубке Забайкалья показана на рис. 16. В отличие от европейской части СССР, где обычно наблюдаются два максимума влажности почвы (весной и осенью), в Забайкалье небольшое увеличение влажности почвы отмечается весной, а также в июле. Причина этого в особенностях климата Забайкалья. Здесь зимой выпадает сравнительно небольшое количество осадков — 3—5% годовой суммы, а мощность снежного покрова составляет 16—20 см. Весной снег, особенно на южном склоне, быстро тает, и влага по неоттая-

вшей, сильно промерзшей почве стекает вниз по склону, поэтому увеличение влажности почвы весной сравнительно небольшое. На северных же склонах вследствие большего количества снега и более растянутого периода его таяния влажность почвы в весенний период возрастает по сравнению с таковой на южном. Под влиянием сплошных рубок изменяются физические, химические, физико-химические и биологические свойства почвы (Гулисашвили, Стратонович, 1935;

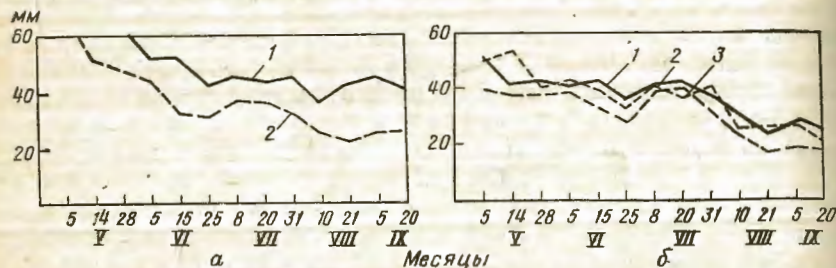


Рис. 16. Динамика запаса влаги, мм, в 50-сантиметровом слое почвы на вырубке и под пологом древостоя:
а — северный склон; б — южный склон; 1 — вырубка; 2 — древостой; 3 — окно в древостое

Орфанитский, Орфанитская, 1971 и др.). Данные об изменении физических свойств дерново-средне- и сильноподзолистых влажных суглинистых почв в ельнике разнотравном (Средний Урал, Свердловская обл.) под влиянием рубок приведены в табл. 53.

53. Влияние рубок на физические свойства почв

Генетический горизонт	Глубина определения, см	Плотность, г/м ³			Общая порозность, %		
		Сплошная однолетняя вырубка	Лесосека выборочной рубки	Спелый лес	Сплошная однолетняя вырубка	Лесосека выборочной рубки	Спелый лес
A ₁	1,5—10	0,57	0,50	0,43	74,0	77,0	80,0
A ₂	10—20	1,19	1,01	0,87	50,0	60,0	66,0
A ₂	20—30	1,29	1,09	1,07	49,0	57,0	58,0
B	30—40	1,28	1,27	1,28	49,0	51,0	50,0

Как видно из табл. 53, в разнотравном ельнике плотность 1,5—10-сантиметрового слоя после выборочной рубки увеличилась на 16, а после сплошной на 31%; общая порозность в том же слое после выборочной рубки снизилась на 4, а после сплошной на 8%.

Еще сильнее изменяется под влиянием рубок водопроницаемость почвы (табл. 54).

54. Изменение водопроницаемости почв, мм/мин, в ельнике разнотравном на дерново-среднеподзолистых влажных суглинистых почвах

Генетический горизонт	Глубина определения, см	Сплошная однолетняя вырубка	Лесосека выборочной рубки	Спелый лес
A ₀ —A ₁	0—5	2,8±0,04	3,8±0,04	9,1±0,07
A ₁	5—10	0,7±0,069	0,8±0,019	2,1±0,04
A ₂	15—20	0,1±0,005	0,3±0,005	2,8±0,08
B	20—25	0,2±0,007	0,4±0,02	2,1±0,08

Многочисленные исследования в различных районах нашей страны показали, что особенно сильно изменяются водно-физические свойства почвы на сплошных вырубках с тяжелыми подзолистыми суглинистыми и глинистыми почвами. Значительно ухудшаются свойства почвы также при сенокосении и пастьбе скота на вырубках.

Несколько иная картина наблюдается на вырубках древостоев из ели тренка в горной части Казахстана и Киргизии на мощных горно-лесных лессовидно-суглинистых почвах. Изменение физических свойств на сплошных вырубках здесь сводится к незначительному уплотнению верхних горизонтов. Однако водопроницаемость и влагоемкость почв вырубок остаются высокими, что приводит к полному поглощению как талых вод, так и выпадающих осадков (Чешев, Черных, 1977).

Снижение водопроницаемости почвы, большее поступление осадков к ее поверхности, а также уменьшение расходов воды на транспирацию часто способствуют повышению уровня грунтовых вод и верховодки на сплошных вырубках, усилению поверхностного и внутрипочвенного стока в условиях расчлененного рельефа. Средние многолетние данные об уровне почвенной воды (верховодки) под пологом древостоя ельника-черничника и на вырубках (Лисинский лесхоз Ленинградской обл.) приведены в табл. 55.

Несмотря на то что влажность почвы на сплошных концентрированных вырубках, особенно в первые годы после рубки, обычно меньше, чем на узкополосных (из-за повышенной испаряемости с поверхности почвы, вследствие большего доступа ветра, меньшего запаса снеговой воды, большего поверхностного стока воды при таянии снега), явление заболачивания на первых вырубках наблюдается чаще, чем на вторых. Повышенная заболачиваемость концентрированных вырубок объясняется тем, что лесовосстановительные процессы здесь идут более медленно. Исследования показали, что после смыкания молодняка водный баланс поверхности вырубок начинает изменяться: усиливается задержание осад-

55. Средняя глубина, см, почвенной воды в лесу и на вырубках по месяцам (Писарьков, 1954)

Характеристика древостоя	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
7Е3Ос, 80—90 лет, полнота 0,8	8	23	39	64	70	51	54	15
8Е2Б+Ос, 40 лет, полнота 0,9	9	23	48	75	95	74	70	15
7Е2Б1Ос, 13 лет, полнота 0,7	6	19	42	71	76	52	53	18
Вырубка	2	18	30	48	56	34	42	6

ков кронами, резко возрастает расход влаги на транспирацию (Кошеев, 1955). Следовательно, для уменьшения процессов заболачивания необходимо принимать меры к быстрейшему возобновлению вырубаемых площадей.

Способы рубок оказывают большое влияние на снеготаяние, промерзание и оттаивание почвы, а следовательно, и на формирование стока. В различных природно-географических районах это влияние проявляется по-разному. В древостоях, пройденных выборочными и постепенными рубками, снеготаяние вследствие снижения сомкнутости крон обычно больше, чем в лесу, не затронутом рубкой. В лесоводственной литературе (Декатов, 1936; Ткаченко, 1952; Осипов, 1970 и др.) отмечается, что на не покрытых лесом площадях, в том числе и на сплошных концентрированных вырубках, запас снеговой воды вследствие сдувания снега к стенам леса обычно меньше, чем в лесу. Однако этот вывод нельзя распространять на все районы страны. Данные восьмилетних наблюдений за высотой снежного покрова и максимальными снеготаяниями в елово-пихтовом лесу и на сплошной концентрированной вырубке приведены в табл. 56 (оба участка расположены на склоне северной экспозиции, исследования выполнены на Дивьянском стационаре ВНИИЛМа в Добрянском лесхозе Пермской обл.). Увеличение снеготаяний имеет место не только при сплошных, но и при постепенных рубках, о чем свидетельствуют данные, полученные В. Н. Даниликом (1975) в Ревдинском лесхозе Свердловской обл. (табл. 57).

Данные табл. 56 и 57 свидетельствуют о том, что на вырубках высота снежного покрова и максимальные снеготаяния выше, чем под пологом леса. Для сплошных рубок это обусловлено некоторыми зональными особенностями. На Урале, в первую очередь на участках, защищенных от ветров

56. Максимальная высота снежного покрова, см, и максимальные запасы воды, мм, в лесу и на сплошной концентрированной вырубке по годам

Объекты наблюдений	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	В среднем
Высота снежного покрова									
Лес 4Е3П2Лл, полнота 0,8	88 ± 0,8	91 ± 0,6	55 ± 0,2	74 ± 0,9	70 ± 0,8	67 ± 2,0	72 ± 1,1	68 ± 0,9	73,4
Сплошная концентрированная вырубка	91 ± 0,7	96 ± 0,7	63 ± 0,8	81 ± 0,9	77 ± 0,7	78 ± 0,9	84 ± 0,9	77 ± 0,8	81,0
Запасы воды в снеге									
Лес 4Е3П2Лл, полнота 0,8	247 ± 4	169 ± 4	132 ± 2	178 ± 3	128 ± 3	115 ± 5	188 ± 6	126 ± 3	160
Сплошная концентрированная вырубка	270 ± 7	192 ± 5	114 ± 3	171 ± 6	142 ± 1	117 ± 4	227 ± 6	161 ± 3	175

57. Максимальные снеготаяния в лесу и на вырубках по годам

Объект наблюдений	1968	1970	1971	В среднем
Сплошная вырубка				
	72,0 ± 0,7	84,0 ± 0,9	89,3 ± 0,7	81,8
	149,1 ± 3,8	209,1 ± 4,5	233,2 ± 5,6	193,8
Вырубка после первого приема постепенной рубки				
	55,1 ± 0,5	71,0 ± 1,0	75,1 ± 0,5	67,1
	124,4 ± 2,1	166,8 ± 3,8	172,7 ± 5,2	155,6
Елово-пихтовый древостой				
	49,9 ± 0,5	59,0 ± 0,7	66,7 ± 0,5	58,9
	106,3 ± 3,2	149,2 ± 6,4	153,4 ± 4,6	136,3

Примечание. В числителе указана высота снега, см; в знаменателе — запасы воды в снеге, мм (M ± m).

горами, перенос снега с вырубок в лес не наблюдается. В силу климатических особенностей зимой здесь обычно мало оттепелей, которые в центральных и западных районах европейской части страны приводят к уменьшению на открытых участках высоты снежного покрова и к снижению в нем запаса воды. В последние годы на Урале применяется разработка лесосек узкими пасаками. При таком способе разработки на границах пасек сохраняются подрост и тонкомерные деревья, которые препятствуют переносу снега с одного участка вырубки на другой. Исследования А. П. Клинова (1969) в горных лесах Сахалина также свидетельствуют о том, что во многих случаях на сплошных концентрированных вырубках имеется больше снега, чем в лесу.

На снегоотложение влияет ширина сплошных вырубок. На узких лесосеках высота снежного покрова больше. Максимальные запасы воды в снеге в 1975 г. под пологом древоостоя и на участках, пройденных разными способами рубок, на склоне северной экспозиции Усьвинского стационара ВНИИЛМа (Чусовской лесхоз Пермской обл.) показаны на рис. 17. На всех участках, пройденных рубками, высота максимального снегозапаса выше, чем в лесу. Еще большая разница наблюдается в еловых лесах Тянь-Шаня. Трехлетние наблюдения Л. С. Чешева и З. И. Черных (1977) показали, что если под пологом еловых лесов (ель тренка) максимальные снегозапасы составляют 55 мм, то на узкой сплошной лесосеке они достигают 150 мм. Это различие обусловлено тем, что ель тренка задерживает значительно большее, чем другие породы, количество как жидких, так и твердых осадков. Увеличению запасов снега способствуют также рубки ухода. В сосново-лиственных молодняках Среднего Урала, например, при разреживании от 24 до 57% (по числу стволов) запасы снега по сравнению с контролем увеличиваются, как показали наблюдения, на 7—18%.

Способы рубок оказывают большое влияние на интенсивность и продолжительность снеготаяния. Если после постепенных и особенно выборочных рубок интенсивность снеготаяния увеличивается, а продолжительность уменьшается на сравнительно небольшую величину, то на сплошных вырубках интенсивность снеготаяния возрастает в 1,5—2 раза. Различия в этих двух показателях снеготаяния в лесу и на сплошных вырубках зависят от лесоводственных особенностей древесных пород, погодных условий в тот или иной весенний период, экспозиции склонов, расположения лесосек и т. д. При затяжной холодной весне они менее существенны, чем при теплой и влажной. В сосновых и лиственных лесах разница в продолжительности снеготаяния в лесу и на вырубках менее выражена, чем в темнохвойных, что подтверждается данными, приведенными в табл. 58.

58. Интенсивность и продолжительность снеготаяния под пологом леса и на сплошных вырубках

Район исследований	Объект наблюдений	Интенсивность, мм/сут, по годам						Продолжительность, дней, по годам							
		1969	1970	1971	1972	1973	1974	1969	1970	1971	1972	1973	1974	В среднем за год	
Добрянский лесхоз Пермской обл. (предгорный район)	Лес 4ЕЗП1Лп, полнота 0,8, северная экспозиция	4,6	5,3	6,6	4,9	6,9	6,8	5,8	37	25	27	26	14	26	26
	Сплошная вырубка, северная экспозиция	19,2	9,5	10,7	6,8	14,2	8,4	8,2	10	12	16	24	9	22	15
Чусовской лесхоз Пермской обл. (горный район)	Лес 5ЕП14Б, полнота 0,7, северная экспозиция	6,6	2,9	7,6	7,9	7,2	8,5	6,8	47	38	41	34	33	30	37
	Сплошная вырубка, северная экспозиция	14,0	4,9	15,3	6,6	19,4	14,0	9,4	25	30	28	28	12	20	24
Авзянский лесхоз Башкирской АССР (горный район)	Лес 8С2Б, полнота 0,6, западная экспозиция	—	—	9,6	5,5	14,5	9,6	9,8	—	—	23	24	15	22	23
	Сплошная вырубка, западная экспозиция	—	—	9,4	7,1	15,5	12,5	11,1	—	—	25	21	14	18	19

Основными причинами более замедленного и продолжительного снеготаяния в лесу по сравнению со сплошной вырубкой являются потери радиационного тепла под кронами деревьев и малая интенсивность теплообмена в лесу между воздухом и снегом вследствие ослабления ветра (Созыкин, Горбунов, 1959). В горных условиях значительное влияние на таяние снега оказывают экспозиция и крутизна склонов.

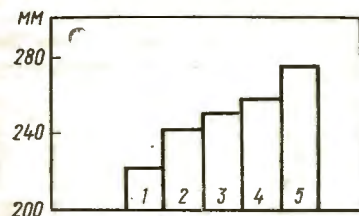


Рис. 17. Максимальные снегозапасы, мм:

1 — в лесу; 2—5 — соответственно при выборочной, постепенной, сплошной концентрированной и узкополосной сплошной рубках

На вырубках южных склонов интенсивность снеготаяния в 2—4 раза выше, чем на северных (Мельчанов, Данилик, 1973). Результаты исследований в центральном и северных районах европейской части СССР говорят о большем промерзании почвы на открытых местах, в том числе и на сплошных концентрированных вырубках, чем под пологом древостоев. Это обусловлено тем, что на открытых местах почва покрыта более тонким снежным покровом. В сомкнутых еловых лесах, где снежный покров имеет небольшую мощность, почва часто промерзает на такую же глубину, как и на вырубках. Данные Уральской ЛОС о глубине промерзания почвы и скорости ее оттаивания на сплошных вырубках и под пологом древостоев Староуткинского лесхоза Свердловской обл. приведены в табл. 59. Из табл. 59 видно, что на Среднем Урале (в отличие от европейской части СССР) почва на вырубках промерзает на меньшую глубину, чем под пологом леса. Это, по-видимому, объясняется тем, что в этом районе страны снег выпадает обычно до наступления сильных морозов, и высота снежного покрова на вырубках бывает даже несколько больше, чем под пологом древостоев. На вырубках, как и в лесу, имеется значительный слой подстилки и сильно развитый травяной покров, который при выпадении снега образует теплоизоляционную прослойку между почвой и снегом, что способствует меньшему промерзанию почвы. Продолжительность оттаивания почвы в лесу больше, чем на вырубках (см. табл. 59), однако на сплошных вырубках снег обычно сходит раньше, чем оттаивает почва, что способствует возникновению поверхностного стока.

59. Глубина промерзания, см, и продолжительность оттаивания почвы, дней, по годам

Объекты наблюдений	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	В среднем за год
Участок № 1								
Сплошная вырубка	30	—	35	11	—	—	—	25
	35	—	36	27	—	—	—	33
Елово-пихтовый древостой	23	—	29	26	—	—	—	26
	43	—	36	40	—	—	—	40
Участок № 3								
Сплошная вырубка	—	—	29	10	23	14	0	15
	—	—	38	36	26	19	0	24
Елово-пихтовый древостой	—	—	41	21	32	17	16	25
	—	—	52	47	62	22	31	43

Примечание. В числителе показана глубина промерзания, в знаменателе — продолжительность оттаивания.

Мерзлые почвы вырубок, особенно если они использовались под сенокосение, имеют значительно меньшую водопроницаемость, чем такие же почвы под пологом леса. Данные о водопроницаемости мерзлых почв под пологом спелых еловых древостоев Среднего Урала и на соседних сплошных вырубках 5—10-летней давности приведены в табл. 60. Из табл. 60 видно, что водопроницаемость верхних горизонтов (А) дерново-подзолистых суглинистых почв вырубок в 3—10 раз меньше, чем в лесу. Почвы горизонта В в мерзлом состоянии на вырубках практически непроницаемы для воды.

60. Водопроницаемость мерзлых почв в лесу и на вырубках, мм/мин

Объект наблюдений	Почвы	Горизонт	Древостой	Вырубки
Добрянский лесхоз	Дерново-подзолистые суглинистые	А	2,5	0,8
		В	0,06	0,0
Пермской обл.	Дерново-подзолистые тяжелосуглинистые глеевые	А	2,3	0,14
		В	0,06	0,05
Чусовской лесхоз Пермской обл.	Дерново-подзолистые щебнистые	А	1,7	0,0
		В	0,3	0,3
Староуткинский лесхоз Свердловской обл.	Дерново-подзолистые суглинистые	А	0,3	0,03
		В	0,0	0,0

Большие снегозапасы на сплошных вырубках, интенсивное снеготаяние и слабая водопроницаемость замёрзших почв способствуют образованию интенсивного поверхностного стока.

Почва под пологом леса всегда способна вместить большее количество воды в начале периода обильного увлажнения (снеготаяние, ливневые дожди), поэтому вероятность возникновения поверхностного стока в лесу ниже, чем на сплошных вырубках. Под пологом леса поверхностный сток бывает в тех случаях, когда почвенная верховодка выступит на поверхность. При наличии уклона она стекает в подзол, листом и гумусовом горизонтах, создавая внутрипочвенный сток, который, как уже отмечалось, выклинивается на поверхность в распадках и логах и поступает в гидрографическую сеть.

В условиях расчлененного рельефа скорость внутрипочвенного стока, особенно под пологом леса, достигает значительных величин. Наблюдения в темнохвойных лесах Среднего Урала на горно-лесных коричневых почвах показали, что при уклоне местности 8—10° средняя скорость внутрипочвенного стока в лесу составляет 21,3 м/сут, достигая в отдельных случаях 70 м/сут. На сплошной вырубке скорости внутрипочвенного стока уменьшается в 2 раза. Снижение скорости внутрипочвенного стока в сочетании с более интенсивной водоотдачей в период снеготаяния обуславливает увеличение поверхностной составляющей общего объема стока со сплошных вырубок.

Выводы о влиянии сплошных рубок на жидкий и твердый сток в прошлом обычно делали на основании наблюдений на лесных и безлесных водосборах различных размеров или на стоковых площадках. В качестве безлесных водосборов брали сельскохозяйственные угодья (пашни, луга, пастбища). Такой метод наблюдения имеет существенные недостатки и не позволяет делать научно обоснованные выводы о влиянии рубок и других лесохозяйственных мероприятий на изменение стокоформирующих и защитных свойств лесов. Во-первых, строение и водно-физические свойства почв в лесу и на вырубках значительно отличаются от полевых и луговых свойств почв. Формирование стока на лесных почвах также существенно отличается от такового на почвах, занятых сельскохозяйственными угодьями (Рахманов, 1962; Субботин, 1966). Во-вторых, для подобных наблюдений трудно подобрать два водосбора, которые бы не имели существенных отличий по геологическим, почвенным и другим условиям, влияющим на формирование стока. Для устранения отмеченных недостатков в ряде стран (США, СССР, Япония и др.) подбирались водосборы примерно одинакового размера, покрытые лесом и не имеющие существенных различий в лесоводственно-таксационной характеристике. После нескольких лет наблюдений за стоком одни водосборы оставляли без изменений, а на других проводили рубку леса. Такой

метод наблюдений позволяет получить более надежные данные о влиянии рубок на изменение водорегулирующих и защитных свойств лесов.

В штате Колорадо (США) были выбраны два смежных, полностью облесенных водосбора площадью около 90 га каждый. Восемилетние наблюдения показали, что сток с этих водосборов не имел существенных различий. Через восемь лет на одном из водосборов провели сплошную рубку леса. В первый же год после рубки сток с вырубленного водосбора увеличился на 35%. В последующие годы по мере возобновления леса на вырубленном водосборе различие в стоке уменьшилось. В среднем за семь лет сток с водосборного бассейна, где лес был вырублен, увеличился по сравнению с лесным на 15%.

В штате Северная Каролина (США) на лесогидрологическом стационаре Ковите (Ковнер, 1956) проводились наблюдения за стоком с двух лесных водосборов, площадь которых составляла 16,1 и 12,6 га. Через три года на одном из водосборов лес вырубил. В первый же год сток с этого участка увеличился на 370 мм, или 25—30% по сравнению с участком, покрытым лесом. По мере возобновления рубки эти различия стали уменьшаться.

В Японии близ г. Ото на участке леса площадью 16 га велись пятилетние наблюдения за стоком, а затем лес на нем был вырублен. В первый год увеличение стока на вырубленном участке составило 11,6%, а в среднем за три года 7,3% общего количества осадков.

Интересные многолетние данные о влиянии сплошных рубок на сток были получены А. А. Молчановым (1973) в Теллермановском лесничестве Воронежской обл. (табл. 61).

61. Слой и коэффициент весеннего стока с осоково-снытьевой дубравы на темно-серых лесных почвах

Площадь водосбора, га	Объект наблюдений	Лесистость, %	Запасы воды в снеге, мм	Слой стока, мм	Коэффициент стока
25,12	Пашня и выгон (на мощном черноземе)	0	89	64,0	0,69
2,5	Сплошная вырубка	0	145	68,0	0,40
	Вырублено леса на площади водосбора, %:				
3,5	50	50	166	55,0	0,34
146,7	20	80	153	23,3	0,15
878,3	9	91	138	18,6	0,12
129,6	Лес	100	150	6,1	0,04

В табл. 61 обращает на себя внимание небольшой запас воды на поле. Это обусловлено сдуванием снега к опушкам леса и более интенсивным испарением и таянием в период оттепелей. При снижении лесистости под влиянием рубок

происходит увеличение слоя и коэффициента стока, на сплошной рубке они увеличиваются почти в 10 раз. На тех водосборах, где лес вырубается частично, большое значение имеет расположение сплошной лесосеки в границах водосбора. Наиболее резкое влияние на изменение стока отмечено в тех случаях, когда лесосека располагается в нижней части водосбора. При расположении сплошной вырубки в верхней и средней частях водосбора образовавшийся поверхностный сток поглощается невырубленным лесом, расположенным в нижней части водосбора.

Исследования А. А. Молчанова (1973) показали, что наиболее резкое влияние на изменение слоя и коэффициента стока отмечается в течение 5—6 лет, затем по мере смыкания молодняка оно снижается.

Начиная с 1968 г., ВНИИЛМом и его лесными опытными станциями (Башкирской и Уральской) выполнен значительный объем экспериментальных работ, связанных с изучением влияния различных способов рубок на изменения стока. Для этой цели было выбрано пять стационарных участков, из них четыре в темнохвойных лесах Среднего Урала и один в сосняках Южного Урала. На каждом стационаре имелось несколько ясно выраженных элементарных водосборов, покрытых лесом и имеющих однородный состав и возраст древостоя, а также сходные почвенно-топографические и другие условия. Некоторые стационары имели также водосборы, на которых лес ранее был вырублен. На всех стационарах поверхностный и внутрпочвенный сток с элементарных водосборов пропускался через водосливные устройства, вмонтированные в плотины. Расход воды фиксировался с помощью самописцев «Валдай».

Площадь элементарных водосборов на каждом стационаре определялась после нивелировки или тахеометрической съемки. Кроме того, были составлены почвенные карты и для каждой почвенной разности определены водно-физические свойства почв, их инфильтрационная способность в замерзшем и незамерзшем состоянии. Каждый стационар имел детальный план лесонасаждений и подробную лесоводственно-таксационную характеристику. Наличие почвенных карт и планов насаждений, а также характеристик водно-физических свойств почв позволило детально проанализировать особенность стока с каждого водосбора.

После завершения на всех стационарах первого этапа исследований (тарирования водосливов), который продолжался 4—5 лет, на одних водосборах были проведены сплошные рубки, на вторых — постепенные, на третьих — выборочные, а четвертые были оставлены в качестве контроля (на них рубки не проводились). Сейчас продолжается второй этап исследований — наблюдение за стоком со всех водосборов, как не пройденных, так и пройденных рубками.

Наблюдения в темнохвойных лесах Среднего Урала показали, что с покрытых лесом водосборов весенний поверхностный (склоновый) сток начинается на одну-две недели позже, чем с элементарных водосборов, где лес вырублен (Мельчанов, Данилик, 1973), но продолжительность

стока на первых водосборах на 8—31 день больше, чем на первых. В основных лесах Южного Урала эта разница менее существенна. После сплошных рубок на всех водосборах отмечено увеличение коэффициентов, модулей, а также слоя стока. По мере возобновления леса разница в этих показателях уменьшается. Данные, характеризующие весенний сток с двух участков, расположенных в основных лесах Южного Урала (Авзянский лесхоз Башкирской АССР), приведены в табл. 62. Участки расположены на близком расстоянии друг от друга и имеют примерно одинаковые площади. До 1971 г. они были покрыты спелым сосновым лесом, имеющим сходные таксационные показатели. Зимой 1971 г. на одном из участков была проведена сплошная рубка, а другой был оставлен в качестве контроля. Весной 1971 г. картина стока с этого водосбора осталась прежней, так как в процессе зимних лесозаготовок снег на вырубке был сильно уплотнен, что нарушило режим его таяния. Однако в последующие годы коэффициенты и модули стока на этом водосборе резко возросли.

62. Характеристика весеннего стока на водосборах Южного Урала

Объекты на блюде-ний	Площадь водосбора, га	Год	Запас воды в снеге, мм	Осадки в весенний период, мм	Общий запас воды, мм	Слой стока, мм	Коэффициент стока	Средний модуль стока, л/с/га	Максимальный модуль стока, л/с/га
До 1970 г. древостой ЭС1Б, бонитет III, полнота 0,6	10	1968	134,9	75,6	210,5	50,4	0,239	0,143	
		1969	133,2	39,8	178,0	48,8	0,274	0,157	
		1970	129,9	113,3	243,2	119,1	0,490	0,418	
		1971	204,2	61,1	265,3	107,4	0,405	0,296	1,02
		1972	120,0	57,6	177,6	137,3	0,773	0,310	1,62
В 1971 г. проведена сплошная рубка	10	1973	202,9	72,6	275,5	102,2	0,371	0,211	1,62
		1974	219,5	91,6	311,2	173,3	0,557	0,346	2,24
		1975	130,9	5,2	136,1	52,0	0,382	0,251	0,90
		1976	120,0	57,6	177,6	137,3	0,773	0,310	1,62
Древостой ЛОС, бонитет III, полнота 0,6	12,5	1968	119,5	75,6	195,1	66,0	0,338	0,203	
		1969	128,3	139,8	168,1	58,0	0,345	0,154	
		1970	119,7	113,3	233,0	133,0	0,571	0,335	
		1971	192,7	39,7	232,4	125,1	0,538	0,353	1,95
		1972	114,2	28,3	142,5	91,6	0,643	0,247	1,41
		1973	206,7	17,8	224,5	45,5	0,203	0,170	0,79
		1974	205,4	19,7	225,1	96,2	0,427	0,278	1,69
		1975	116,0	3,1	119,1	23,6	0,198	0,114	0,37
		1976	120,0	57,6	177,6	137,3	0,773	0,310	1,62

Для оценки изменений стока Башкирской ЛОС была определена связь стоковых параметров контрольного и экспериментального водосбора до рубки и на основании полученных данных рассчитаны уравнения множественной регрессии, которые позволили найти значения стока с экспериментального водосбора. Полученные результаты показали, что несмотря на мало меняющиеся снеготопасы, здесь наблюдалось значительное уве-

личение слоя весеннего стока, величина которого на третий год возросла в 6 раз по сравнению с той, которая имела место при наличии леса, а на четвертый разница сократилась до 2,2 раза. Такому сокращению способствовало успешное возобновление древесных пород на вырубленной площади. Сходные данные были получены и для темнохвойных лесов Среднего Урала.

Под влиянием сплошных рубок изменяются не только объемы стока, но и его составляющие. Наблюдения на Красноключевском стационаре Башкирской АССР (1976 г.) показали, что если под пологом темнохвойного леса поверхностный сток составил 28, а внутрипочвенный 72%, то на сплошной вырубке соответственно 58 и 42%. Очевидно, что в пределах одного и того же географического района влияние леса и способов рубок на сток надо рассматривать с учетом механического состава почвы. На песчаных и щебнистых почвах это влияние проявляется в меньшей мере, чем на супесчаных и глинистых. В горных лесах Сахалина, например, поверхностный сток и в лесу и на вырубках не превышает 2% осадков, т. е. значительно меньше, чем на суглинистых почвах Красноключевского стационара (Клинецов, 1973).

Приведенные выше данные достаточно убедительно показывают, что в большинстве случаев, особенно на малых водосборах, в первые годы после сплошных рубок поверхностный сток значительно увеличивается по сравнению с таковым на участках, не пройденных рубками. На более крупных водосборах и в бассейнах рек сплошная вырубка отдельных мелких водосборов не может оказать существенного влияния на сток рек.

Данные об изменении поверхностного стока с малых водосборов под влиянием рубок, полученные в разных географических районах, имеют существенные различия. В одних странах (например, в США и СССР) после сплошных рубок наблюдается резкое увеличение стока, в других (Япония) оно менее значительно. Указанные различия в стоке объясняются большим разнообразием климатических, геологических, почвенных и других условий, поэтому результаты опытов, проведенные в различных географических районах, могут сравниваться между собой лишь условно.

Наблюдения показали, что особенно сильно сплошные рубки увеличивают сток в тех районах, где большой удельный вес составляют зимние осадки. На Урале, например, особенно рельефно проявляется стокорегулирующая роль леса весной в период таяния снега, летом же она выражена слабее (Побединский, 1973). Лесные почвы в большинстве случаев характеризуются здесь большой интенсивностью водопоглощения, превышающей количество осадков, выпадающих в период ливней.

Все вышеприведенные данные об изменении стока относятся к сплошным вырубкам. Многочисленные исследования в различных странах показывают, что при постепенных выборочных рубках, а также рубках ухода водно-физические свойства почвы изменяются, как правило, незначительно. Исключения составляют лишь те случаи, когда в процессе рубок сильно снижают сомкнутость древостоев. Снижение сомкнутости древостоя до 0,5 и менее резко ухудшает физические свойства почвы, что способствует возникновению эрозионных процессов и нарушению водоохранно-защитных функций леса. Этот вывод подтверждается непосредственными наблюдениями за изменением стока под влиянием рубок в лесах Кавказа (Коваль, 1976, 1977), Карпат (Чубатый, 1966, 1976), Урала (Мельчанов, Данилик, 1973), Сахалина (Клинецов, 1969, 1973) и в других районах. Данные исследований в темнохвойных лесах Среднего Урала (Добрянский лесхоз Пермской обл.) показывают, что если в первые три года после сплошной рубки весенний поверхностный сток увеличивается в 6 раз, то после постепенной (удаление в первый прием до 50—60% запаса) — не более чем в 3 раза. В сосновых лесах Южного Урала (Авзянский лесхоз Башкирской АССР) в первые годы после выборочной рубки сток увеличился на 8—10%. Исследования, выполненные в США на стоковых стационарах Ковите (штат Калифорния), Ферноу (штат Западная Виргиния) и др., также показали, что при выборочных рубках сток увеличивается незначительно (Hibbert, 1967).

Увеличение поверхностного (логового) стока, особенно под влиянием сплошных рубок, приводит к ряду отрицательных последствий: снижению запаса влаги в почве, уменьшению грунтового стока, нарушению гидрологического режима рек (увеличению паводков в весенний период и после ливней, уменьшению стока в другие периоды) и т. д. Данные, характеризующие изменение основных составляющих водного баланса на покрытых лесом водосборах, пройденных сплошными и постепенными рубками, приведены в табл. 63. Исследования выполнены в буковых лесах на стационаре «Свалява» Закарпатской лесной опытной станции. На стационаре имеются три экспериментальных водосбора, суммарный сток с которых учитывался с помощью самописцев «Валдай». Весь цикл исследований состоял из двух этапов. Целью первого этапа (5 лет) было выявление гидрологического сходства и различия водосборов до рубки. По истечении этого периода проведены рубки: на первом водосборе сплошнолесосечная, на втором двухприемная постепенная семенно-лесосечная, третий водосбор контрольный. При постепенных рубках в первый прием было удалено 28,5% общего запаса, второй (окончательный) прием проведен через

63. Распределение основных составляющих водного баланса до рубки

Периоды	Первый водосбор (сплошнолесосечная рубка)						Второй водо-	
	осадки	сток грунто- вый	сток поверх- ностный	испарение с полога леса	испарение с почвы и транс- пирация	изменение за- пасов влаги в почве (±)	осадки	сток грунто- вый
До рубки								
1959/60 — 1963/64 гг.	869	168	148	212	343	-2	869	59
	100	19,3	17,0	24,4	39,5	-0,2	100	6,8
После рубки								
1964/65 — 1967/68 гг.	1205	156	625	—	418	6	1205	49
	100	12,9	51,9	—	34,7	0,5	100	4,1
1968/69 — 1971/72 гг.	1035	—	—	—	—	—	1035	59
	100	—	—	—	—	—	100	5,7
1972/73 — 1973/74 гг.	1047	149	419	—	501	-22	—	—
	100	14,2	40,0	—	47,9	-2,1	—	—
После второго приема постепенной рубки	—	—	—	—	—	—	1071	111
1972/73 — 1973/74 гг.	—	—	—	—	—	—	100	10,4

Примечание. В числителе даны абсолютные величины в см, в знаме-

8 лет после первого. Второй этап наблюдений (10 лет после рубки) был разделен на отдельные периоды, различающиеся фазами развития подроста и изменением соотношения основных составляющих водного баланса. Из данных табл. 63 видно, что 5-летний период до рубки был самым маловодным по сравнению со всеми периодами после рубки (среднегодовое количество осадков составило 85,8% многолетней нормы). В последующие периоды вследствие увеличения количества осадков удельный вес грунтового стока на третьем (контрольном) водосборе несколько возрос, а на водосборе, пройденном сплошной рубкой, резко уменьшился. После смыкания нового поколения леса водорегулирующие функции леса, выражающиеся в постепенном увеличении грунтового стока и уменьшении поверхностного, стали улучшаться. Удельный вес грунтового стока под влиянием постепенной рубки также несколько уменьшился, но затем возрос.

и по отдельным периодам после рубки (Чубатый, 1976)

сбор (постепенная рубка)				Третий водосбор (контрольный)					
сток поверх- ностный	испарение с полога леса	испарение с почвы и транс- пирация	изменение за- пасов влаги в почве (±)	осадки	сток грунто- вый	сток поверх- ностный	испарение с полога леса	испарение с почвы и транс- пирация	изменение за- пасов влаги в почве (±)
169	212	432	-2	869	173	93	212	388	3
19,4	24,4	49,6	-0,2	100	19,9	10,7	24,4	44,7	0,3
527	—	613	16	1139	290	226	257	344	22
43,7	—	50,9	1,3	100	25,5	19,8	22,6	30,2	1,9
324	—	657	-5	1020	236	125	212	466	-19
31,3	—	63,5	-0,5	100	23,1	12,8	20,8	45,7	-1,9
—	—	—	—	1035	219	133	220	488	-25
—	—	—	—	100	21,2	12,8	21,3	47,1	-24
419	—	576	-35	1063	182	151	238	529	-37
39,1	—	53,8	-3,3	100	17,1	14,2	22,4	49,8	-3,5

нателе —. те же показатели в %.

О динамике водорегулирующих функций леса можно также судить по изменению соотношения грунтового и поверхностного стока под влиянием рубок на водосборах в буковых лесах Карпат (табл. 64).

Из табл. 64 видно, что показатель грунтового стока по отношению к поверхностному за первые четыре года после рубки уменьшился по сравнению с периодом до рубки на первом водосборе в 4,5 раза, на втором в 3,9 раза; за последующие четыре года на втором водосборе в 1,9 раза, а за шесть лет на первом — в 3,1 раза. Эти данные свидетельствуют о значительном возрастании водоохраных функций леса за период после проведения рубок на втором водосборе.

Итак, в результате рубок, особенно сплошных, происходит некоторое изменение водно-физических свойств почвы, в результате чего снижается ее водопроницаемость. Эти и другие изменения, вызванные рубками, способствуют уси-

64. Показатели отношения грунтового стока к поверхностному (Чубатый, 1976)

Периоды	Соотношение грунтового и поверхностного стока		
	Первый водосбор (сплошная рубка)	Второй водосбор (постепенная рубка)	Третий водосбор (контрольный)
До проведения рубки 1959/60 — 1963/64 гг.	1,13	0,35	1,86
После рубки:			
1964/65 — 1967/68 гг.	0,25	0,09	1,28
1968/69 — 1971/72 гг.	—	0,18	1,89
1968/69 — 1973/74 гг.	0,36	—	1,65
После проведения второго приема постепенной рубки 1972/73 — 1973/74 гг.	—	0,26	1,21

лению поверхностного стока, который сопровождается эрозийными процессами (смывом и сносом почвы, оврагообразованием и пр.).

Эрозию почвы, возникающую под влиянием рубок и механизированных лесозаготовок, называют лесоэксплуатационной. Еще в процессе лесосечных работ имеет место снос подстилки и мелкозема с поверхности почвы трелевочными тракторами и передвигаемой по лесосеке древесиной (механическая эрозия). Эти места в дальнейшем превращаются в исходные пункты эрозии почв под влиянием стока, возникающего в период снеготаяния и выпадения ливневых осадков (водная эрозия). Механические выносы почвогрунта часто достигают 300—760 м³/га, а лесной подстилки от 3,5 до 7,2 т (Ханбеков, 1973). Размеры выноса почвогрунта в процессе лесозаготовок и в результате водной эрозии зависят от способа рубки, механического состава почвы, мощности подстилки, крутизны и протяженности склона и ряда других факторов.

При сплошных рубках эрозийные процессы более значительны, чем при выборочных и постепенных. Так, если на сплошной вырубке ельника нагорного Среднего Урала смыв почвы составил 9,7 м³/га в год, то при выборочной рубке в том же типе леса 3,7 м³/га. На сплошной вырубке ельника мшисто-разнотравного того же района смыв почвы составил 21,6 м³/га, а на выборочной он был в 2 раза меньше.

Влияние различных способов рубок на эрозию почвы в горных лесах Карпат (Поляков, 1965) показано на рис. 18.

Исследования Н. М. Горшенина (1974), выполненные в том же регионе, показали, что при группово-постепенных и котловинных рубках эрозийные процессы выражены в меньшей степени, чем при равномерно-постепенных. Данные об эрозии почвы сплошных и первого приема равномерно-постепенных и котловинных рубок приведены в табл. 65.

Существенные различия в размерах эрозии почвы при котловинных и равномерно-постепенных рубках обусловлены тем, что при последнем способе рубок все операции по разработке лесосек, как и при сплошных рубках, проводятся почти на всей площади, тогда как при котловинных только на части лесосеки.

Установлено, что на смыв почвы влияет ширина лесосек. При увеличении ширины сплошных лесосек с 50 до 200 м смыв почвы увеличивается в 2—3 раза, до 400 м — в 4—5 раз (Молчанов, 1960).

65. Потери лесной подстилки и почвы, м³/га, после проведения рубок в буковых лесах Карпат (Горшенин, 1974)

Часть склона	Рубки					
	сплошная		равномерно-постепенная		котловинная	
	лесная подстилка	почва	лесная подстилка	почва	лесная подстилка	почва
нижняя	109	444	59	197	11	8
средняя	34	34	29	46	22	22
верхняя	65	106	36	61	16	20
средняя по лесосеке	69	195	41	102	16	17

Эрозийные процессы чаще возникают в районах с большим количеством осадков, однако они имеют место и в тех

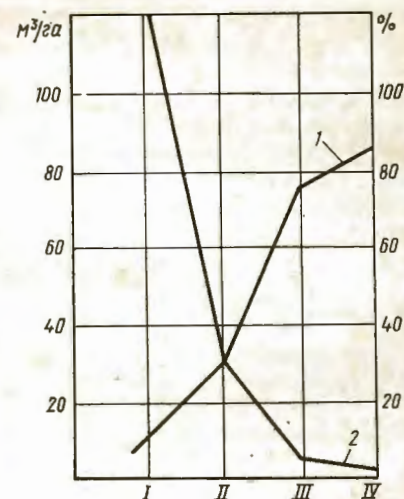


Рис. 18. Влияние на эрозию почвы рубок:

I—IV — соответственно сплошной, равномерно-постепенной, группово-постепенной и добровольно-выборочной; 1 — незеродированная часть поверхности вырубki, %; 2 — вынос почвы, м³/га

лесах, где выпадает сравнительно немного осадков. Так, на сплошных вырубках сосновых лесов Забайкалья, где выпадает не более 300 мм осадков в год, т. е. значительно меньше, чем в других районах, также наблюдается эрозия, что обусловлено рядом причин. Сосняки Забайкалья обычно произрастают на супесчаных и песчаных малосвязанных почвах. Толщина подстилки в лесах, произрастающих на южных склонах, составляет всего 1—3 см, поэтому водоудерживающая ее способность сравнительно небольшая. Однако несмотря на это подстилка здесь является важным фактором, способствующим уменьшению эрозии почвы (Хуторцев, 1962). На сплошных концентрированных вырубках здесь часто удаляется до 60—70% подстилки, что приводит к резкому увеличению поверхностного стока. Травяной покров и подлесок на вырубках сухих сосняков Забайкалья разрастаются медленно, особенно на тех участках, где была удалена подстилка. Лиственные породы на вырубках, как правило, отсутствуют, а появившийся самосев сосны растет медленно и смыкание его происходит через сравнительно больший промежуток времени после рубки. Вырубки без травяного покрова, а также несомкнувшиеся молодняки плохо выполняют защитные функции. Кроме перечисленных факторов, развитию эрозии на вырубках Забайкалья способствует и неравномерное распределение осадков в течение года. Многие летние данные показывают, что около 60% всех годовых осадков падает на два летних месяца (июль, август). В этот период часто бывают ливни, вызывающие эрозию и резкий подъем воды в реках. Если при выпадении осадков слабой интенсивности в лесу стока не наблюдается, то на вырубках он отмечается при осадках интенсивностью менее 0,001 мм/мин. Это обусловлено тем, что осадки малой интенсивности задерживаются кронами и, как правило, под пологом древостоев не достигают поверхности почвы. Кроме того, подстилка под пологом леса более мощная и имеет лучшую задерживающую способность.

В Бурятской АССР на вырубках сосновых древостоев южных склонов смыв почвы за 5—10 лет составляет 200—500 м³/га (Хуторцев, 1962). Эрозионные процессы на теневых склонах наблюдаются редко, здесь сильнее развит мохово-травянистый покров, подлесок, а кроме того, более мощная подстилка.

Визуальные наблюдения показывают, что на тех сплошных лесосеках, где имеется травянистая растительность, эрозионные процессы отсутствуют. Однако согласно данным (Миронова, 1963), полученным на Южном Урале, вода, стекающая с безлесного южного склона, содержит 7 г/л взвешенных частиц, тогда как в воде, стекающей с облесенного склона, взвешенных частиц практически нет. Кроме водной,

на сплошных концентрированных вырубках иногда возникает и ветровая эрозия.

Эрозионные процессы снижают плодородие почвы, что отрицательно сказывается на росте создаваемых на сплошных вырубках лесных культур. Снижение роста древесных пород обуславливается также ухудшением водного режима, так как резкое увеличение поверхностного стока в горных лесах уменьшает запас влаги в почвенном слое. Исследования, проведенные на Урале, показали, что на тех участках вырубки, где произошел смыв верхних слоев почвы, прирост саженцев сосны уменьшается в 1,5—2 раза (Терентьев, 1968).

Тяжелые разрушительные последствия могут вызвать сплошные, выборочные и постепенные, сильной интенсивности рубки в субальпийских лесах. Они часто способствуют возникновению снежных лавин, которые сопровождаются сносом почвы и грунта, в результате чего на таких площадях очень трудно бывает осуществлять лесовосстановительные мероприятия (иногда им должно предшествовать проведение сложных инженерных устройств). В лесах, расположенных в лавиноопасных зонах, допустимы только выборочные рубки слабой интенсивности, которые отвечают и природе этих лесов, представленным, как правило, абсолютно разновозрастными древостоями.

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ЗАГОТОВОК

За годы послевоенных пятилеток лесная промышленность превратилась в высокоразвитую механизированную отрасль народного хозяйства. Вместе с внедрением новой техники коренным образом изменилась и технология лесозаготовок. Раньше трелевка и вывозка древесины проводились только в сортиментах с помощью конной тяги, теперь ее трелюют и вывозят преимущественно в хлыстах; многие лесозаготовительные предприятия перешли на трелевку и даже вывозку деревьев с кронами. Машины и механизмы, применяемые на заготовке древесины, и новая технология лесосечных работ вносят большие изменения в лесорастительную среду, а следовательно, существенно влияют на водоохраные и почвозащитные свойства леса.

С внедрением в лесозаготовительную промышленность механизмов и новых технологических схем лесоразработок в нашей стране развернулись исследования, связанные с изучением влияния тех изменений, которые вносят механизированные заготовки в лесорастительную среду, лесовосстановительные процессы, в изменение водоохранно-защитной роли лесов.

В результате комплексных исследований в различных рай-

онах страны были получены данные о влиянии лесозаготовительных машин и механизмов, а также различных способов организации лесосечных работ не только на подрост, но и на лесорастительную среду и стокорегулирующую роль леса. Оказалось, что в ряде случаев изменения, возникающие при механизированных заготовках, бывают не менее существенны, чем изменения, связанные только с рубкой древостоев. Из всех операций лесозаготовительного процесса наибольшее влияние на лесорастительную среду оказывает трелевка леса, которая в равнинных, а также во многих горных районах осуществляется с помощью специальных гусеничных тракторов ТДТ-40М, ТДТ-55, ТТ-4, ТДТ-75 и созданных в последние годы новых лесозаготовительных машин ВТМ-4, ЛП-17, ЛП-19, ТБ-1 и др. В горных лесах Кавказа, Карпат, некоторых районах Сибири на трелевке (спуске) древесины применяются воздушно-трелевочные установки.

Механизированная трелевка существенно изменяет микро-рельеф, строение почвы, ее физические и другие свойства. Эти изменения зависят от способа трелевки, организации лесосечных работ, механического состава почвы, ее влажности в период трелевки и ряда других причин. Наиболее существенные изменения возникают на тех лесосеках, где лесозаготовительные работы проводятся в бесснежный период. При движении гусеничных тракторов и лесозаготовительных машин по лесосеке сдираются травяной покров и подстилка. При увеличении числа рейсов по одному и тому же месту покров и подстилка перемешиваются с верхними минеральными горизонтами почвы. В местах движения трактора (на волоках) происходит значительное изменение микро-рельефа лесосеки, физических свойств почвы. Микро-рельеф (особенно в таежных лесах) существенно влияет на лесовосстановительные процессы, такие как прорастание семян, рост всходов и т. д. Например, на подзолистых тяжелых плохо дренированных суглинистых и глинистых почвах всходы появляются только по микровозвышениям. В микропонижениях ввиду избытка влаги создаются неблагоприятные для прорастания семян и роста всходов условия. Кроме того, при трелевке имеет место ухудшение структуры почвы, нарушаются имеющиеся в почве поры и пустоты биологического происхождения (ходы червей, пустоты сгнивших корней и т. д.), по которым влага поступает в нижележащие горизонты. На мокрых подзолистых, глинистых и суглинистых почвах в долгомошниках, а в дождливый период и на влажных суглинистых почвах черничников при двух-трехкратном прохождении трелевочных тракторов по одному следу микровозвышения уничтожаются, подстилка вминается в почву, при этом на поверхности волока выступает вода, которая часто застаивается здесь в течение всего лета. В результате таких изменений ухудшаются условия для во-

зобновления леса. На подзолистых средних и легкосуглинистых почвах при движении трактора по трелевочному волоку травяной покров и подстилка сдираются и перемешиваются с верхними минеральными горизонтами. Через 4—6 рейсов трактора на поверхности почвы образуется новый горизонт, который условно можно назвать смешанным. Исследования показали, что вновь созданный на этих почвах горизонт обладает благоприятными свойствами для появления и роста всходов древесных пород, по сравнению с другими горизонтами он имеет повышенное содержание органического углерода и азота. При указанном количестве рейсов трактора по волоку существенных изменений физических свойств нижележащих минеральных горизонтов почвы не отмечается. Однако по мере дальнейшего увеличения рейсов трактора происходит углубление волока, который приобретает корытообразную форму с заметными углублениями в местах прохождения гусениц. Одновременно с этими изменениями резко уменьшается общая капиллярная и некапиллярная скважность почвы и, следовательно, ухудшается водный, воздушный и тепловой режим. Данные об изменении скважности почв приведены в табл. 66. Под общей скважностью почвы понимают объем

66. Изменение скважности почвы под влиянием тракторной трелевки

Объект наблюдений	Скважность, % объема почвы		
	общая	некапиллярная	капиллярная
Ельничек-черничник (почва подзолистая, свежая, суглинистая)			
Участок, не измененный трелевкой	56,4	2,5	53,9
Волок после рейсов трактора:			
10	53,7	1,8	51,9
20	50,9	1,6	49,3
30	42,8	1,2	41,6
Сосняк вересковый (почва подзолистая, супесчаная на валунной супеси)			
Участок, не измененный трелевкой	53,6	4,5	49,1
Волок после рейсов трактора:			
10	50,1	3,3	46,3
15	49,6	2,6	47,0
25	48,9	2,4	46,3

Примечание. Образцы взяты из горизонта А₂ на глубине 5—15 см.

всех пустых пространств, не заполненных почвенными частицами, выраженный в процентах общего объема почвы. Величина общей скважности определяется механическим составом и структурой почвы, наличием пор и пустот биологического происхождения и другими условиями. В зависимости от размера пустот она оказывает различное влияние на воздушный и водный режим почвы, развитие корневых систем растений и т. д., поэтому кроме общей скважности различают капиллярную и некапиллярную. Капиллярная характеризуется наличием узких, некапиллярная — наличием более крупных пустот, в которых отсутствуют капиллярные явления. Вода обычно занимает капиллярные промежутки между частицами почвы, а воздух — некапиллярные. Установлено, что наиболее благоприятный водный и воздушный режимы создаются в структурных почвах. При мелкокомковатой структуре каждый комочек почвы удерживает в себе воду. В то же время через крупные поры между комочками проходит воздух. В областях с влажным климатом для успешного произрастания леса особенно важно наличие кислорода в почве и хорошая ее аэрация (исключение составляют крупнозернистые песчаные почвы, для которых наиболее важен запас воды). С уменьшением общей порозности и некапиллярной скважности аэрация почв ухудшается, уменьшается и ее водопроницаемость.

Установлено, что при большом количестве рейсов трактора образовавшийся на поверхности волока смешанный горизонт перетирается и измельчается, что приводит к уменьшению его некапиллярной скважности. При выпадении даже небольшого количества осадков этот горизонт расплывается в жидкую грязь. Наоборот, боковая часть волока (валик) обладает физическими свойствами, благоприятными для развития и роста древесных пород. На подзолистых супесчаных почвах смешанный горизонт образуется через 3—5 рейсов трактора. При 10—15 рейсах волок имеет глубину 5—6 и ширину до 4 м. Изменение скважности и объемного веса на супесчаных почвах происходит в значительно меньшей степени, чем на суглинистых (см. табл. 66). Это, по-видимому, объясняется различием механического состава, а следовательно, несколько иным перераспределением почвенных частиц под действием трелевки.

Наблюдения на песчаных почвах в сухих борах Забайкалья показали, что здесь даже при прохождении трелевочного трактора с древесиной всего лишь один-два раза тонкий слой подстилки, который плохо связан с минеральными горизонтами, сдвигается и подстилка вместе с древесиной переносится вниз по склону. Смещение подстилки в сторону наблюдается лишь в тех случаях, где волокни имеют повороты. Здесь смешанный горизонт обычно отсутствует и на поверхности волока выступает песок. По мере увеличения рейсов

трактора волокни углубляются и на поверхности появляется уплотненная дресва или щебенка. Данные об изменении объемного веса и скважности таких почв под воздействием трелевки приведены в табл. 67.

67. Изменение объемного веса и скважности почвы под влиянием тракторной трелевки в сосняке остепненном на горно-лесной, слабоподзолистой, песчаной почве

Глубина от поверхности почвы, см	Лесосека, не измененная трелевкой		Пасечный волок		Магистральный волок	
	объемный вес, г/см ³	общая скважность	объемный вес, г/см ³	общая скважность	объемный вес, г/см ³	общая скважность
2—7	1,27	51,9	1,53	43,5	1,62	36,7
10—15	1,43	45,8	1,55	41,4	1,69	37,2
20—25	1,51	44,5	—	—	1,73	40,2

Исследования на Среднем Урале (Исаев, 1970) показали, что указанные изменения свойств почвы наблюдаются и на щебнистых почвах, которые имеют очень высокую порозность (табл. 68).

68. Изменение плотности и общей порозности горно-лесной дерново-слабоподзолистой почвы под влиянием трелевки (Чусовской лесхоз Пермской обл.)

Плотность, г/см ³			Общая порозность, %		
Лесосека, не измененная трелевкой	Пасечный волок	Магистральный волок	Лесосека, не измененная трелевкой	Пасечный волок	Магистральный волок
0,58/0,83	0,95/1,09	1,18/1,36	76,5/67,5	61,5/55,2	52,8/48,2
0,61/0,80	0,91/1,14	1,12/1,33	75,4/68,6	63,2/53,1	55,8/49,4
0,59/0,80	0,97/1,15	1,19/1,31	76,0/68,6	60,8/52,6	52,4/50,2
—	0,93/1,11	—	—	62,4/54,3	—

Примечание. В числителе — данные, полученные на глубине до 10 см, в знаменателе — от 10 до 20 см.

Из данных табл. 68 следует, что плотность почвы на пасечном волокне в слое 0—10 см увеличилась на 59,4%, порозность уменьшилась на 18,4% по сравнению с участками, не измененными трелевкой. На магистральных волоках физические свойства почвы ухудшились еще значительно: плотность в слое 0—10 см увеличилась на 98,4%, а порозность снизилась на 23,6%, в слое 10—20 см плотность возросла на 64,8%, а порозность уменьшилась на 27,7%.

Наряду с изменениями объемного веса и скважности под влиянием трелевки увеличивается и плотность почвы, что создает неблагоприятные условия для развития корневых систем, а это в свою очередь ухудшает рост древесных пород. Уменьшение скважности и увеличение плотности сопровождается также снижением водопроницаемости почвы. На щебнистых почвах Урала, например, с водопроницаемостью 20,5 мм/мин на пасечных волоках она уменьшилась в 44, а на магистральных волоках в 246 раз (Исаев, 1970). В результате снижения водопроницаемости почвы в равнинных лесах на трелевочных волоках образуется застой воды. На тяжелых глинистых и суглинистых почвах такие волоки являются исходными пунктами заболачивания вырубков. В условиях горного и холмистого рельефа вода стекает по поверхности волоков и других участков с содранной подстилкой, вызывая эрозионные процессы, а следовательно, снижение плодородия почв.

В районах, где выпадает небольшое количество осадков, сдирание подстилки, вызываемое трелевкой, приводит к уменьшению влаги в почве. Данные, характеризующие влажность почвы на участках измененных и не измененных трелевкой в сосняке остепненном на горно-лесной слабоподзолистой почве, подстилаемой дрсевой, приведены в табл. 69.

69. Влажность верхних горизонтов, % сухого веса почвы, и запас влаги, мм

Номер пробной площади	Объект наблюдений	Влажность, на глыбине*, см		Запас влаги, мм, в слое до 10 см
		до 5	6-10	
15	Волок с содранной подстилкой	1,08	2,16	2,0
	Неизмененный участок лесосеки	2,59	4,41	5,3
16	Волок с содранной подстилкой	1,05	1,99	1,9
	Неизмененный участок лесосеки	2,41	3,29	3,4

Примечание. * Данные средние по 12 образцам.

При тракторной трелевке общая поверхность, измененная трелевкой, может составлять, как показали исследования, от 10 до 75% площади лесосеки (Побединский, 1955, 1961, 1973). В одинаковых лесорастительных условиях степень изменения поверхности лесосеки зависит от типа трактора, организации лесосечных работ, в частности, от расстояния между пасечными и магистральными волоками, подготовленности волоков для трелевки и т. д. Чем меньше расстояние между пасечными

ми волоками, тем больше минерализованная поверхность. Особенно большой процент минерализации почвы (60—70%) наблюдается при бессистемной трелевке и поперечно-ленточном способе лесосечных работ, а также при трелевке деревьев с кронами, особенно комлями вперед. При одном и том же расстоянии между пасечными волоками, но при увеличении их длины (более широких промежутках между магистральными волоками) измененная поверхность почвы остается почти одинаковой, но размеры поверхности с ухудшенными свойствами возрастают. Характер и общая поверхность измененной почвы при одной и той же организации лесосечных работ зависят от механического состава почвы, ее влажности, мощности подстилки, густоты травяного покрова и т. д. Например, в сосняках Забайкалья при одной и той же организации лесосечных работ общая поверхность, измененная трелевкой, и поверхность с ухудшенными свойствами почвы в травяных типах леса значительно меньше, чем на вырубках сосняков мертвопокровных. Это различие объясняется тем, что в мертвопокровных типах леса изменения в почве возникают даже при подтаскивании хлыстов к трактору. Такая же картина наблюдается в Приангарье (Красноярский край). Там в сосняках крупнотравных поверхность, измененная трелевкой, значительно меньше, чем в сосняках брусничниках.

Как уже отмечалось, в условиях холмистого и горного рельефа необходимо стремиться к меньшему размеру минерализации почвы, что способствует сохранению лесорастительной среды, уменьшению поверхностного стока и эрозионных процессов.

Начиная с 60-х годов, на Урале, а затем и в других районах страны стала широко применяться разработка лесосек узкими пасеками (шириной, равной полуторной высоте древостоя) с укладкой порубочных остатков на волоки. В процессе трелевки порубочные остатки уплотняются и прижимаются к поверхности почвы. При укладке порубочных остатков на волоки значительно уменьшается воздействие механизмов и трелеваемой древесины на почву. На волоках при этом способе наблюдаются следующие изменения. В начальной и в средней частях пасечного волока, где число рейсов трактора невелико, порубочные остатки лежат рыхло, и колея от гусениц трактора незаметна. Слой сучьев предохраняет подстилку от сдирания и перемешивания с минеральными горизонтами почвы. С увеличением числа рейсов трактора порубочные остатки все больше вминаются в почву и колея от гусениц трактора становится заметной. На магистральных волоках порубочные остатки вдавливаются в почву и перемешиваются с ней, в результате чего здесь формируется горизонт серого цвета, состоящий из перетертых порубочных остатков

и хвои, смешанных с почвой. Средняя толщина смешанного горизонта на магистральном волокне после 100—150 рейсов трактора составляет 20 см.

Исследования В. И. Исаева (1970) показали, что на Урале (ельник травяной на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве) при разработке лесосек с укладкой порубочных остатков на волокна объемный вес и порозность почвы на пасечных волокнах изменяются незначительно (табл. 70). При сравнении данных табл. 70 с ранее приведенными видно, что физические свойства почвы на магистральном волокне во всех случаях резко ухудшаются. При укладке порубочных остатков водопроницаемость почвы на пасечных волокнах уменьшается значительно меньше, чем на открытых волокнах.

70. Изменение объемного веса и порозности почвы под влиянием тракторной трелевки

Глубина от поверхности почвы, см	Лесосеки, не измененные трелевкой	Пасечный волок с порубочными остатками	Магистральное волокно с порубочными остатками
0—5	0,55/81,7	0,60/73,0	1,09/56,8
5—10	0,79/70,3	0,97/59,9	1,17/54,9
10—20	1,10/63,6	1,19/55,4	1,28/50,2
20—30	1,31/52,7	1,41/51,1	1,45/45,9
30—40	1,35/50,6	1,42/47,7	1,48/44,8

Примечание. В числителе — показатели объемного веса, в знаменателе — порозности.

Так, на вырубке с горно-лесными дерново-слабоподзолистыми почвами водопроницаемость последних на пасечных волокнах, не укрепленных порубочными остатками, снизилась в 25 раз, а на волокнах, укрепленных остатками, в 6 раз. Очень сильно (в 707 раз) уменьшилась водопроницаемость почвы на магистральном волокне, где она составляет всего 0,03 мм/мин. Укладка порубочных остатков на волокна снижает промерзание почвы, что уменьшает возможность возникновения поверхностного стока в весенний период. Следует подчеркнуть, что при укладке порубочных остатков на волокна размер и степень минерализации почвы уменьшаются в 2—3 раза, что очень важно для горных районов, так как с увеличением минерализации почвы резко снижаются водоохранно-защитные функции леса. Если в ряде горных районов (например, на Урале, Сахалине) на участках сплошной вырубки, не измененных трелевкой, поверхностный сток при выпадении жидких осадков наблюдается редко, то на участках, даже незначительно измененных трелевкой, он от-

мечается и при слабых осадках. Данные об изменении поверхностного и внутрипочвенного стока на различных участках вырубок с дерново-подзолистыми среднесуглинистыми почвами Среднего Урала приведены в табл. 71. Подобные данные получены Башкирской ЛОС на вырубках Южного Урала с бурыми горно-лесными тяжелосуглинистыми щебнистыми почвами (табл. 72).

71. Изменение поверхностного и внутрипочвенного стока под влиянием трелевки (Добрянский лесхоз Пермской обл.)

Объект наблюдений	Коэффициент стока		
	поверхностного	внутрипочвенного	суммарного
Лесосека, не измененная трелевкой	нет	0,007	0,007
Пасечный волок под слоем порубочных остатков	0,018	0,109	0,127
То же без порубочных остатков	0,320	0,262	0,582
Магистральное волокно	0,799	0,078	0,877

72. Изменение поверхностного и внутрипочвенного стока под влиянием трелевки на различных участках вырубки (Авзянский лесхоз Башкирской АССР)

Объект наблюдений	Коэффициент стока		
	поверхностного	внутрипочвенного	суммарного
Лесосека, не измененная трелевкой	нет	0,039	0,039
Пасечный волок с порубочными остатками	нет	0,179	0,179
То же без порубочных остатков	0,078	0,298	0,376

Наблюдения показали, что на магистральном волокне поверхностный сток начинается сразу же с выпадением осадков, а на пасечных волокнах, — спустя 5—8 мин после этого. Согласно данным А. П. Климова (1969), по лесным грунтовым дорогам стекает вся попадающая на них вода. По данным Башкирской ЛОС, в сосняках Южного Урала на лесосеках, расположенных на склонах крутизной 10—15° с горно-лесными подзолистыми почвами при увеличении длины волоков с 150 до 300 м сток увеличивается в 3 раза.

В Забайкалье при сдирании подстилки в процессе лесозаготовок даже на подзолистых супесчаных почвах, отличающихся хорошей водопроницаемостью, поверхностный сток

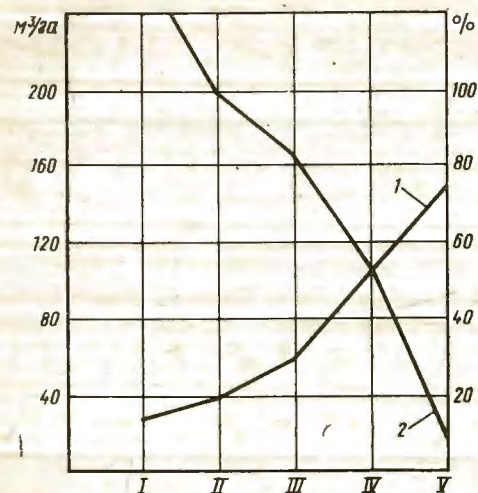


Рис. 19. Влияние на эрозию почвы способов трелевки в горных лесах Карпат (по Полякову, 1966) при спусках:

I—V — соответственно наземном бессистемном, наземном лебедками, тракторном, гужевом бессистемном и подвесном; 1 — неэродированная часть поверхности почвы, %; 2 — вынос почвы, м³/га

количества выпадающих осадков. Данные, характеризующие эрозию почвы в бассейне оз. Байкал, приведены в табл. 73.

Во всех районах, но особенно в горно-лесостепном, эрозия почвы на сплошных вырубках возрастает с увеличением крутизны склона с 15 до 30° в 2—3 раза. На размер эрозии влияет минерализация почвы. С возрастанием минерализации с 12 до 50% эрозия возрастает в 4—7 раз. На минерализацию и эрозию почвы существенно влияют и способы трелевки (рис. 19).

По мере увеличения возраста вырубки эрозионные процессы на пасечных волоках несколько затухают и волоки постепенно зарастают травянистой растительностью. Смыв почвы на магистральных волоках продолжается значительный период и иногда они превращаются в овраги глубиной в несколько метров. Следовательно, в горных районах участки, измененные в процессе трелевки, превращаются в исходные пункты возникновения поверхностного стока и эрозионных процессов.

С увеличением крутизны склонов эрозия почвы на трелевочных волоках резко возрастает. По данным Башкирской ЛОС, в темнохвойных лесах Урала на бурых горно-лесных почвах при крутизне склона 17° смыв мелкозема с вырубки

увеличивается в 5,0—5,5 раза, а скорость движения воды возрастает в 3,5—5,5 раза (Хуторцев, 1962). Мутность воды, стекающей с таких участков, возрастает в десятки и сотни раз по сравнению с теми участками, где не нарушена подстилка. В буковых лесах Северного Кавказа только в процессе трелевки выносятся 300—460 м³/га почвогрунтов в первые три года после рубки смыв почвы составляет здесь до 200 м³/га (Ханбеков, 1973).

Размер эрозии почвы во многом зависит от степени ее минерализации, крутизны и экспозиции склонов, количества

измененной трелевкой, составил 0,2 т/га, а при крутизне 22° — 10 т/га.

73. Размер эрозии почвы, т/км², в зависимости от экспозиции и крутизны склонов, град (Жуков, Поликарпов, 1973)

Экспозиция склона	Под пологом леса				Вырубка с минерализацией почвы, %							
					50				12			
	5	15	25	30	5	15	25	30	5	15	25	30

Прибайкальский район (осадки 800—1200 мм)

Теневой	1,3	4,0	7,0	8,7	325	1000	1750	2160	82	250	440	540
Световой	2,0	6,0	10,5	13,0	492	1500	2620	3240	123	375	660	810

Горно-таежный район (осадки 400—600 мм)

Теневой	0,52	1,6	2,8	3,5	130	403	700	870	32	100	175	220
Световой	0,80	2,4	4,2	5,3	195	600	1050	1300	44	150	262	330

Горно-лесостепной район (осадки 200—300 мм)

Теневой	0,21	0,6	1,1	1,4	52	160	280	347	13	40	70	85
Световой	0,70	2,1	3,7	4,6	180	500	980	1200	45	140	245	300

Усиление поверхностного стока и эрозионных процессов на участках, измененных трелевкой, сопровождается снижением качества воды, поступающей в гидрографическую сеть. Так, в овсяницево-пихтарнике (Северный Кавказ), где подстилка в процессе трелевки была разрыхлена, окисляемость воды на глубине почвы 2 см возросла в 3,6 раза, биохимическое потребление кислорода (БПК) в 1,7, количество взвешенных веществ в 2,3 и сухой остаток в 3,6 раза (Дробиков, Понамарева, 1977). На глубине 25 см содержание аммиака увеличилось в 2 раза, БПК с 7,2 до 11,4 мг/л, количество взвешенных веществ с 82 до 128 мг/м. Еще большие изменения качества воды наблюдаются на магистральных тракторных трелевочных волоках.

На качество воды влияют способы трелевки. При трелевке леса канатной установкой было вымыто поверхностным стоком взвешенных веществ в 7,5, а растворенных солей в 5,7 раза меньше, чем при тракторной трелевке. А. А. Молчанов (1963), ссылаясь на исследования Ховарда в штате Виргиния (США), отмечает, что при бессистемных заготовках мутность воды, стекающей со сплошной вырубки, возрастает в 3600 раз по сравнению с участком, не затронутым рубкой.

Таким образом, из вышеизложенного видно, что способы трелевки и организация лесосечных работ оказывают очень большое влияние на изменение стока и возникновение эро-

зионных процессов. Имея это в виду, при проведении лесозаготовок необходимо соблюдать ряд лесоводственных требований. В горных лесах наиболее целесообразно применять для спуска древесины воздушно-трелевочные установки. По сравнению с тракторной трелевкой эти установки обеспечивают наименьший процент минерализации почвы. Замена тракторов воздушно-трелевочными установками снижает интенсивность эрозии в 3 раза (Ханбеков, 1973). В районах, где порубочные остатки (сучья, ветви) пока не имеют сбыта, необходимо их использовать для укрепления тракторных трелевочных волоков (в процессе обрубки сучья укладывают на волоки). При движении трактора по таким волокам сучья и ветки уплотняются, часть их вмывается в почву. Укладка порубочных остатков на волоки снижает поверхностный сток. Например, на вырубках Урала с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами суммарный коэффициент поверхностного и внутрпочвенного стока на волоках, не укрепленных порубочными остатками, колебался от 0,58 до 0,83, а на укрепленных ими составлял 0,13. На пасечных волоках без порубочных остатков сток появляется через 5—8 мин, а с порубочными остатками через 10—25 мин после начала дождя.

При соблюдении в процессе лесозаготовок лесоводственных требований можно сохранить стокорегулирующие и защитные функции лесов. Укладка порубочных остатков на волоки избавляет от создания на последних валов для распыления и рассредоточения возникающих на волоках водных потоков.

В лесозаготовительные предприятия страны начинает поступать новая лесозаготовительная техника, которая должна полностью исключить ручной труд и повысить производительность труда на лесозаготовках в 2—3 раза. Бесчокерный трелевочный трактор ТБ-1 увеличивает производительность труда на лесозаготовках и устраняет очень тяжелую ручную работу — чокеровку и формирование воя. Этот трактор может осуществлять трелевку как за вершину, так и за комли. При трелевке за комли сохранность подроста составляет всего 4—15%, а поверхность почвы, измененная трелевкой, достигает 60% всей площади лесосеки. При трелевке за вершину сохраняется около 50% подроста, при этом сменная выработка на трактор по существу не изменяется.

При применении на лесозаготовках валочно-трелевочных машин ВТМ-4 и ЛП-19 почти полностью уничтожается подрост, а при летних заготовках на 90% площади лесосеки происходит минерализация почвы, что увеличивает поверхностный сток. Это приводит к развитию эрозионных процессов — заилению ручьев и рек, а также к снижению плодородия почвы. Следовательно, применение новых лесозаготовительных машин в одних случаях отвечает лесоводствен-

ным требованиям (трелевка бесчокерным трактором ТБ-1 за вершину, применение ЛП-19 на лесосеках с дренированными почвами и т. д.), а в других приводит к уничтожению условий для появления и роста древесных пород, снижению водоохранно-защитных функций леса.

При оценке новых лесозаготовительных машин нельзя исходить только из учета повышения производительности труда на лесосечных работах и снижения стоимости заготовленного кубометра древесины. Необходимо также учитывать, какие затраты труда и денежных средств потребуются на лесовосстановление и поддержание водоохранно-защитных функций каждого гектара тех вырубок, где применяется та или иная лесозаготовительная машина. Предпочтение следует отдать тем машинам и технологическим схемам организации лесосечных работ, при которых суммарные затраты труда и денежных средств на заготовку древесины и восстановление каждого гектара леса будут наименьшими, а лесная среда будет лучше сохранена (Побединский, Исаев, 1973). Последнему обстоятельству следует уделять первостепенное значение, так как согласно «Основам лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» лесозаготовители обязаны вести лесосечные работы способами, не допускающими возникновения эрозии почвы, исключаящими или ограничивающими отрицательное воздействие лесных насаждений на состояние и воспроизводство лесов, а также на состояние водоемов и других природных объектов. Особенно осторожно к оценке и выбору лесозаготовительной техники и технологии лесосечных работ следует подходить в лесах Крайнего Севера и в первую очередь в горно-таежных районах, например в зоне строящейся Байкало-Амурской магистрали. Здесь в ряде случаев сплошные рубки и механизированная трелевка могут создать благоприятные условия для оползневых явлений из-за быстрого оттаивания слоя мерзлоты и сброса большого количества талой воды вниз по склону. Следует иметь в виду, что в этих районах леса на сплошных вырубках возобновляются и растут крайне медленно. Нередко лиственница, основная порода этих мест, в возрасте 200—300 лет достигает диаметра всего 16—20 см. В летний период в горно-таежных районах в процессе лесозаготовок при прохождении мощного трелевочного трактора всего 2—3 раза по одному следу волоки не зарастают в течение длительного времени и являются основными источниками эрозионных процессов. Поэтому на восстановление леса после неурегулированных сплошных рубок в этих районах необходимы десятилетия, причем на лесовосстановительные работы требуются огромные затраты труда и денежных средств, стоимость которых часто перекрывает стоимость заготовленной древесины.

Результаты изучения влияния сплошных рубок на изменение стока, полученные в различных географических районах, показывают, что если после рубок происходит успешное возобновление древесных пород, то лесные почвы мало изменяют свои водно-физические свойства и, как правило, в сравнительно короткий срок (15—20 лет) сокращается разница между стоком с лесных участков и стоком с возобновившихся сплошных вырубок.

Период восстановления водорегулирующих свойств леса после сплошных рубок в разных районах неодинаков, а в пределах одного и того же района зависит от способа возобновления. При восстановлении рубок искусственным путем, например при применении крупномерного посадочного материала, стокорегулирующие и защитные свойства лесов восстанавливаются значительно быстрее, чем при естественном последующем семенном возобновлении или путем посева семян. Так, при посадках хвойных и лиственных пород на Валдайской возвышенности (Новгородская обл.) трех-пятилетними саженцами на открытых площадях получены следующие данные. За первые четыре года после посадки коэффициент весеннего стока составил 0,64 с участков, занятых хвойными, и 0,67, занятых лиственными молодняками, а за следующие четыре года уменьшился в 7—20 раз (Басс, 1963). При последующем естественном возобновлении хвойных пород водорегулирующая роль лесов обычно восстанавливается через 15—20 лет после рубки. Результаты наблюдений Г. Т. Беленко (1969), полученные на Северном Кавказе, показали, что в тех случаях, когда после завершения лесозаготовительных работ на вырубке сохраняется молодое поколение леса — подрост, водно-физические свойства почвы по существу не изменяются. Если на участке с подростом поверхностный сток отсутствует, а внутрипочвенный составляет 13,8%, то на тех участках вырубки, где нет подроста, поверхностный сток составляет 0,5%, а внутрипочвенный 23%. Близкие данные получены во ВНИИЛМе (Уральская и Башкирская ЛОС) для горных лесов Урала. Как уже отмечалось, при проведении постепенных и особенно выборочных рубок водорегулирующие свойства леса не изменяются. Вышеприведенные цифры относятся лишь к тем случаям, когда на вырубаемых площадях сохраняется предварительное возобновление или немедленно после завершения лесосечных работ проводятся посадки крупномерным посадочным материалом. Иная картина наблюдается на тех вырубках, где почва в процессе лесозаготовок сильно изменена, а лесовосстановительные процессы протекают медленно, или где вырубки временно используются под пашни, сенокосы

пастбища и т. д. Там наблюдается резкое ухудшение водно-физических свойств почвы, снижение ее фильтрационной способности и как следствие этого увеличение поверхностного стока.

Наблюдения В. С. Шумакова и др. (1973) в Предуралье (Пермская обл.) на вырубках с дерново-подзолистыми почвами показали, что на тех из рубок, где проводится сенокосение, водопроницаемость почвы в полуметровом слое снижается в 2—3 раза. Уплотнение верхних и низкая водопроницаемость нижележащих горизонтов почвы на вырубках при склоновом рельефе способствуют развитию горизонтального внутрипочвенного стока, о чем свидетельствует илонакопление в нижних частях склона в горизонтах А₂В и В.

Результаты исследований в районах Среднего Урала свидетельствуют о том, что на невозобновившихся вырубках и особенно на тех, где осуществлялось сенокосение и пастьба скота, водно-физические свойства почвы восстанавливаются крайне медленно. Здесь имеет место поверхностный сток даже на дерново-подзолистых легкосуглинистых щебнистых почвах, отличающихся обычно хорошей инфильтрацией. При искусственном дождевании до 1,8 мм/мин и слое воды 35 мм* на склоне крутизной 10° на этих почвах получены следующие коэффициенты поверхностного стока: для сильнозадернелого сенокоса на вырубке 0,48; для молодняков осины, возникших на вырубке, подвергавшейся длительному сенокосению, 0,13; для молодняков ели, сохранившихся после сплошной рубки 0,0008; для свежей вырубки 0,003; для участков под пологом древостоя 0,0005 (Мельчанов, 1971). Следует отметить, что дождевание здесь проводилось после продолжительных осадков.

Стокорегулирующая роль молодняков, возникших на вырубках, зависит от состава и возраста древесных пород и от полноты древостоев. В низкополнотных насаждениях снегозапасы выше, чем в высокополнотных. При одинаковой или близкой полноте древостоев снегозапасы в лиственных молодняках выше, чем в хвойных; смешанные молодняки занимают среднее положение. Судя по результатам исследований, выполненных ВНИИЛМом на Дивьянском и Усьвинском стационарах (Пермская обл.), высота и снегозапасы в лиственных молодняках имеют небольшие отличия от таковых на сплошных вырубках, в том числе и на концентрированных (рис. 20). Установлено, что интенсивность снеготаяния в лиственных молодняках значительно выше, чем в хвойных. В лесах Уфимского плато, например, самая низкая интенсивность снеготаяния (8,9 мм/сут) наблюдалась во

* Указанная интенсивность осадков превышает ливневые осадки, выпадающие в этом районе.

взрослом разновозрастном елово-пихтовом насаждении; в 20—25-летнем хвойном молодняке интенсивность снеготаяния была на 30%, а в чистом 15-летнем лиственном молодняке на 80% выше (Ханбеков, Письмеров, 1973). Чистые лиственные молодняки по интенсивности снеготаяния часто близки к сплошным вырубкам. Интенсивность снеготаяния в пихтово-еловых молодняках II класса возраста, сформировавшихся на сплошных вырубках из группового подроста и тонкомера, мало отличается от интенсивности снеготаяния в спелых темнохвойных древостоях средней полноты.

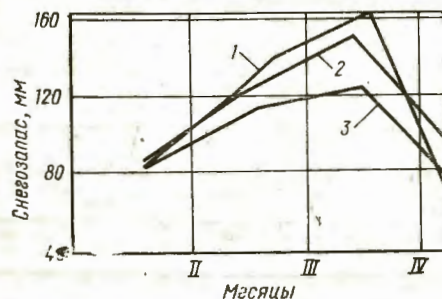


Рис. 20. Динамика снеговых запасов в 1975 г.:

1 — на сплошной вырубке; 2 — в молодняке (60с 4Б+Е Пх, полнота 0,8); 3 — в лесу (4Е 3П2Лп1В, полнота 0,8)

В чистых лиственных молодняках, как показали наблюдения в Чусовском лесхозе Пермской обл., продолжительность снеготаяния мало отличается от таковой на сплошных вырубках (табл. 74). В сомкнувшихся хвойно-лиственных молодняках продолжительность снеготаяния больше, чем в лиственных, и приближается к таковой в спелых темнохвойных древостоях.

74. Интенсивность и продолжительность снеготаяния в хвойно-лиственном лесу, на сплошной вырубке и в лиственном молодняке

Период наблюдений	Интенсивность снеготаяния, мм/сут			Продолжительность снеготаяния, дней		
	Лес	Сплошная вырубка	Молодняк	Лес	Сплошная вырубка	Молодняк
1968/69	6,6	14,0	13,1	47	25	27
1969/70	2,9	4,9	4,0	38	30	25
1970/71	7,6	15,3	12,4	41	28	25
1971/72	7,9	6,6	12,2	34	28	35
1972/73	7,2	19,4	18,8	33	12	12
1973/74	8,5	14,0	13,7	30	20	20
1974/75	8,5	13,2	12,2	26	16	18

В темнохвойных лесах Уфимского плато (Башкирская АССР) водорегулирующие свойства леса быстрее восстанавливаются на пологих крутизной до 10—15° склонах, чем на

склонах крутизной 25—30°. Даже лиственные молодняки, начиная с 10-летнего возраста, предотвращают поверхностный сток на пологих склонах при интенсивности дождя 3 мм/мин; на крутых поверхностях сток наблюдается не только в лиственных, но и в хвойных 15-летних молодняках при интенсивности дождя 1 мм/мин (Ханбеков, Письмеров, 1973).

Вышеприведенные данные свидетельствуют о том, что при проведении лесоводственного ухода в молодняках (осветление) следует стремиться к созданию хвойно-лиственных древостоев, так как они лучше выполняют водоохранно-защитные свойства, чем чистые и особенно лиственные древостой.

Возобновление сплошных вырубок осуществляется, как известно, естественным или искусственным путем. При осуществлении лесовосстановительных мероприятий, особенно связанных с искусственным возобновлением древесных пород, проводят обработку почвы лесокультурными машинами. Способы подготовки почвы влияют на рост лесных культур и на изменение водоохранно-защитных свойств тех участков, где ведется обработка почвы. Известно, что в тех случаях, когда почву готовят без учета особенностей типов леса, рост древесных пород ухудшается, водоохранно-защитная роль леса снижается. Корчевка пней на тяжелых суглинистых и глинистых почвах, например, ухудшает их структуру, нарушает имеющиеся в почве поры и пустоты биологического происхождения (ходы червей, пустоты сгнивших корней и т. д.), по которым избыток влаги поступает в нижние слои почвогрунта, обедняет почву гумусом. Вследствие таких изменений ухудшается плодородие почвы, снижается ее аэрация и уменьшается водопроницаемость. В условиях холмистого рельефа при проведении борозд вдоль склона раскорчеванные полосы превращаются в исходные пункты возникновения эрозионных процессов.

Исследования показали, что способы создания лесных культур в условиях холмистого рельефа и в горных лесах должны иметь принципиальные отличия от таковых в равнинных лесах. В горных лесах густота культур должна быть несколько выше, чем в равнинных. Это сокращает период смыкания крон, а следовательно, способствует быстрому восстановлению насаждений, способных выполнять водоохранно-защитные функции. Порой из-за отсутствия механизмов, приспособленных для работы в горных условиях, почву готовят здесь бульдозерами, корчевателями или плугами, проводя борозды вдоль склонов. Такие способы подготовки почвы в горных условиях (особенно на мелких щебнистых и каменистых почвах) способствуют возникновению эрозионных процессов, резкому снижению производительности почв.

Данные, характеризующие коэффициенты поверхностного стока и защитности при различных способах подготовки почвы (Данилик, 1972), приведены в табл. 75. Они получены в Староуткинском лесхозе (Свердловская обл.) на вырубках с дерново-слабоподзолистыми суглинистыми почвами путем искусственного дождевания по методике А. Н. Бифани (Бифани и др., 1966).

Известно, что коэффициент поверхностного стока при искусственном дождевании — это отношение количества воды, поступившей в виде поверхностного стока, к общему количеству воды, затраченному на дождевание. Значение коэффициента поверхностного стока всегда меньше единицы и чем оно меньше, тем больше водорегулирующая роль изучаемых объектов. Кроме коэффициента стока, при искусственном дождевании часто определяется коэффициент защитности (по В. Н. Данилику, 1972) — отношение количества искусственных осадков с учетом их интенсивности (мм), после которого начинается сток, к максимально возможному количеству осадков при естественных дождях в данном районе. Коэффициент защитности может быть меньше, больше единицы или равным единице. В том случае, если он больше единицы, поверхностный сток на данном участке при максимальных естественных осадках в данной местности невозможен, а если меньше единицы, то поверхностный сток возможен.

Данные табл. 75 свидетельствуют о том, что при подготовке почвы под лесные культуры плужными бороздами вдоль склона сток значительно возрастает по сравнению с таковым на участках, где не проводилась подготовка почвы. При проведении борозд по горизонталям сток практически не изменяется.

Водоохранно-защитные функции лесов долго не восстанавливаются на тех рубках, где культуры создаются площадками при помощи бульдозеров и корчевателей. В этом случае обычно готовят 400—500 крупных площадок, а поэтому смыкание культур растягивается на 30—40 лет. Особенно удлиняется период смыкания на тех площадях, где проводятся сенокосение и пастьба скота. Следовательно, указанные способы подготовки почвы и создания лесных культур не способствуют выполнению основной задачи горного лесоводства — усилению водоохранно-защитной роли лесов.

В последние годы в лесном хозяйстве в целях повышения продуктивности лесов начали применять органические и минеральные удобрения, а в лиственно-хвойных молодняках (естественного и искусственного происхождения) для уничтожения нежелательных лиственных пород — гербициды. Невольно возникает вопрос — как применение этих веществ скажется на качестве воды в реках и водохранилищах? В

75. Поверхностный сток на различных участках вырубки

Способ возобновления	Крутизна склона, град	Коэффициент стока	Коэффициент защитности
Неизменная поверхность почвы, естественное возобновление	11	0,002	1,26
3-летние культуры сосны по бороздам (плуг ПКЛ-70)	6—8	0,002	1,06
Неизменная поверхность почвы, естественное возобновление	7—10	0,004	1,36
2-летние культуры сосны, ели по площадкам	6	0,031	0,77
30-летние культуры сосны по бульдозерным площадкам	6	0,045	0,67
Неизменная поверхность почвы, естественное возобновление	13	0,002	1,43
2-летние культуры ели и сосны по бороздам, проведенным:			
поперек склона	12	0,003	0,89
вдоль склона	8	0,018	0,46
То же	16	0,074	0,56

настоящее время по этому вопросу накоплено сравнительно мало экспериментальных данных, однако те, которые есть, свидетельствуют о том, что применение удобрений и гербицидов в лесном хозяйстве не приводит к таким отрицательным последствиям, которые имеют место при внесении их на сельскохозяйственные угодья.

Применение химических средств в лесном хозяйстве существенно отличается от такового в сельском хозяйстве. Химическая обработка сельскохозяйственных культур проводится на огромной площади, которая нередко составляет 50% всей площади совхоза, колхоза, тогда как в лесном хозяйстве обрабатываемая площадь составляет лишь долю процента от всей площади лесничеств. Максимальный размер одновременно обрабатываемой площади в лесном хозяйстве не превышает 200 га, такие участки чередуются с необработываемыми площадями (участками спелых и припевающих лесов, чистыми молодняками и т. д.). Подобное чередование обработанных и необработанных участков способствует, как было отмечено выше, резкому улучшению качества воды, поступающей в гидрологическую сеть.

В сельском хозяйстве химический уход осуществляется, как правило, на одной и той же площади систематически, каждый год, а в лесном проводится не более 2 раз в 100 лет.

Лесные почвы покрыты толстым слоем подстилки, которая является природным фильтром, обеспечивающим биологическую очистку химических веществ, поступающих вместе с

осадками на ее поверхность. Кроме того, лесные почвы обладают благоприятными водно-физическими свойствами, обеспечивающими перевод поверхностного стока во внутрипочвенный, что также способствует быстрому разложению химических веществ и их нейтрализации. На сельскохозяйственных угодьях обычно наблюдается поверхностный сток, который выносит часть химических веществ непосредственно в гидрографическую сеть, вызывая ее загрязнение.

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК ПОД ВЛИЯНИЕМ РУБОК

Рубка леса, особенно сплошными концентрированными лесосеками с применением мощной лесозаготовительной техники, вносит значительные изменения в лесорастительную среду. Меняется режим снегоотложения и снеготаяния, ухудшаются водно-физические свойства почвы, возникают и другие последствия, о которых говорилось выше. Под влиянием сплошных рубок увеличивается составляющая поверхностного и уменьшается составляющая почво-грунтового стока, часто возникают эрозионные процессы. В результате одновременной рубки леса на всей площади даже небольшого водосбора какого-либо ручья или речки происходит резкое увеличение в них весенних паводков и подъем воды после ливней, а в засушливый период вода в таких водотоках нередко исчезает. Указанные явления часто наблюдаются на Среднем и Южном Урале, в Забайкалье и других горных районах. Например, в результате сплошных концентрированных рубок в последние 30 лет исчезло несколько притоков р. Черный Кыл (Челябинская обл.); в районе пос. Авзян (Башкирская АССР) за минувшие 10—15 лет исчезли десятки ключей, пересохло несколько ручьев; в руслах ряда речек вода появляется только в весенний период. Иногда эти вышеуказанные явления наблюдаются в районах с выраженными карстовыми процессами. Здесь в результате рубок и механизированной подвозки древесины карстовые воронки заливаются и вода после снеготаяния и ливней стекает по поверхности почвы в гидрографическую сеть.

К сожалению, в лесоводственной и лесогидрологической литературе вопрос о влиянии рубок на сток рек освещен недостаточно. Для того, чтобы получить убедительные данные, необходимо подобрать несколько рек с большим процентом лесистости бассейнов и после ряда лет наблюдений за режимом этих рек произвести в их бассейнах сплошные рубки. Площадь этих рубок в разных бассейнах должна составлять от 100 до 25% всей площади водосборов. Однако подобные наблюдения встречают ряд трудностей организационного порядка и требуют длительных наблюдений.

По материалам Гидрометеослужбы СССР подбирали реки, на которых имелись гидрометрические посты с длительным сроком наблюдения и в бассейнах которых велись промышленные рубки. В качестве объектов брали бассейны рек со сходным до проведения рубок гидрологическим режимом, одинаковой лесистостью, рельефом, геологическим строением и где отсутствовали большие различия в площади водосборов.

На основании данных лесоустройства и учета лесного фонда по каждому бассейну устанавливается площадь вырубок. Показатели, характеризующие режим рек до рубки, сравниваются с данными наблюдений после рубки. Для характеристики каждого периода целесообразно иметь результаты наблюдений за 8—12 лет. Такой метод позволяет исключить из анализа ряд физико-географических факторов стока (геологию, пространственную разобщенность бассейнов, вертикальную поясность и т. д.). Кроме указанных сопоставлений, показатели режима рек, в бассейнах которых велись рубки, сравниваются с данными режима смежных рек, в бассейне которых размеры рубки были незначительны.

Для изучения влияния сплошных рубок на сток рек на Среднем Урале было отобрано пять рек — Вильва, Усьва, Койва, Лобва, Ляля и на Южном Урале две — Большой Инзер и Малый Инзер. По этим рекам составлены данные, характеризующие режим каждой из них за сравнительно длительный период (20—30 лет). Бассейны названных рек покрыты лесом, лесистость их более 80%. Следует отметить, что указанная лесистость преобладает в горной части Урала. В бассейнах шести рек: Вильвы, Лобвы, Койвы, Ляли, Большого и Малого Инзера в послевоенный период, начиная с 1946—1948 гг., проводились рубки промышленного значения сплошными концентрированными лесосеками с применением лесозаготовительных машин. На основании данных лесоустройства, учета лесного фонда и других материалов по каждому бассейну определялась площадь лесосек и устанавливался процент площади, пройденной сплошными рубками, от всей лесопокрытой площади бассейна. Данные, характеризующие режим рек, были проанализированы по двум периодам — до рубки и после рубки; для характеристики каждого периода использовались наблюдения за 10—15 лет (табл. 76). Приведенные в табл. 76 данные в известной мере характеризуют изменение лесистости бассейнов названных рек, так как учитывая, что с момента рубки прошло менее 15—20 лет, площадь вырубок можно условно отнести к безлесной. По данным литературных источников и материалов лесоустройства, смыкание молодняков на вырубках Среднего Урала обычно наступает через 15—20 лет после рубки. Известно, что с момента смыкания молодняка начинается

восстановление водоохранно-защитной роли лесов. В связи с этим уместно заметить, что почти все сплошные вырубki в бассейнах рассматриваемых рек возобновились лиственными породами, а лиственные молодняки, как уже отмечалось, неудовлетворительно выполняют водоохранно-защитные функции.

76. Размеры рубок и лесистость бассейнов рек

Реки	Период наблюдений, годы	Лесистость, %	Период наблюдений после рубки, годы	Площадь вырубок, % лесопокрытой площади
Вильва	1932—1947	86	1948—1962	16,3
Усьва	1932—1947	86	1948—1962	2,8
Койва	1933—1947	82	1947—1962	25,0
Лобва	1936—1947	80	1948—1968	20,0
Ляля	1936—1948	80	1949—1962	24,0
Б. Инзер	1931—1947	81	1948—1962	10,0
М. Инзер	1931—1947	81	1948—1962	6,2

Прежде чем рассмотреть изменение режима рек в результате проведения рубок в их бассейнах, остановимся на краткой характеристике рек.

Реки Вильва и Усьва — правые притоки р. Чусовой, впадающей в Каму: Вильва впадает в Усьву в 4,1 км от ее устья, являясь ее левым притоком, крупнейшим по площади водосбора и составляющим около 50% общей площади бассейна Усьвы. Верхняя часть бассейнов находится в зоне горных хребтов Среднего Урала с абсолютными высотами 500—700 м, среднее течение рек расположено в зоне, переходной от горной части Урала к предгорьям. В бассейнах рек развиты подзолистые и дерново-подзолистые почвы, на которых произрастают еловые леса, количество выпадающих осадков в обоих бассейнах примерно одинаковое — 600—700 мм в год. И Вильва, и Усьва обладают не только одинаковой геологией водосборных бассейнов, но и сходным гидрологическим режимом. Учитывая большое сходство гидрологического режима этих рек, показателей, характеризующих их бассейны, а также тот факт, что в бассейне р. Вильвы велись промышленные рубки, а лесистость р. Усьвы оставалась по существу без изменений, для выявления влияния рубок на изменение стока этих рек был использован дополнительно и второй метод — метод рек-аналогов. Результаты сопоставления режима рек Усьвы и Вильвы приводятся ниже.

Койва — правый приток Чусовой, берущий начало на западном склоне Уральского хребта. Протекает по территории Вижайского и Чусовского лесхозов Пермской обл. Расстояние от истока до водомерного поста Кусье-Александровский 145 км, средний уклон 2,8%, средняя высота водосбора 374 м, площадь водосбора 1790 км². На водосборной площади

преобладают дерново-подзолистые почвы, а из насаждений ельники. Среднегодовое количество осадков 650—700 мм, основная масса их выпадает в теплую часть года, что составляет 70—75% годовой суммы осадков.

Реки Ляля и Лобва — правые притоки р. Сосьвы, образующей вместе с Лозьвой р. Тавду Обского бассейна. Протекают по территории Ново-Лялинского лесхоза Свердловской обл. Ляля берет начало на Восточном склоне Уральского хребта, расстояние от истока до водомерного поста Средне-Салтаново 170 км, средний уклон 2,9%, средняя высота водосбора 257 м, заболоченность 4%, лесистость 80%, площадь водосбора 3010 км². Лобва также берет начало на восточном склоне Уральского хребта. Расстояние от истока до водомерного поста Лобва 193 км, средний уклон 2,3%, средняя высота водосбора 287 м, заболоченность 3%, лесистость 80%, площадь водосбора 2940 км². Рельеф бассейнов рек Ляли и Лобвы имеет увалисто-всхолмленный характер, более резко выраженный к западу. Наиболее распространенные типы почв — дерново-подзолистые, подзолистые, торфянистые и болотные, преобладают сосновые, березовые, еловые и кедровые насаждения. Среднегодовое количество осадков 450—500 мм, из них на летне-осенний период приходится 70—75% и на весну и зиму 30—25%. Реки Койва, Ляля и Лобва имеют полугорный характер с крутым падением русла, высокими берегами и каменистым дном.

Водосборные бассейны рек Большой Инзер (до водомерного поста Колышта-Серегино) и Малый Инзер (до водомерного поста ст. Айгир) расположены на территории Белорецкого и Инзерского лесхозов Башкирской АССР. Площадь водосбора первой реки 1030 км², длина до водомерного поста 103 км, второй — 815 км², длина до водомерного поста 93 км. Рельеф района горный. В верхней части гор (ниже альпийских и субальпийских лугов) преобладают еловые леса, в нижней сосновые и елово-березовые. Почвы горно-дерново-лесные и горные серые лесные, количество осадков 600—650 мм в год.

Данные о количестве осадков, выпавших на водосборах рек Среднего Урала в периоды до рубки и после рубки, приведены в табл. 77.

77. Распределение количества вертикальных осадков, мм

Название рек	До рубки		После рубки	
	Годы	Количество осадков	Годы	Количество осадков
Койва	1933—1946	666 ± 36	1947—1958	739 ± 29
Лобва	1936—1947	462 ± 31	1948—1962	451 ± 22
Ляля	1935—1948	462 ± 30	1948—1962	450 ± 22
Б. Инзер	1935—1974	651 ± 37	1948—1962	604 ± 25
М. Инзер	1935—1974	645 ± 41	1948—1962	570 ± 24

Разница в количестве осадков до и после рубки, равно как и распределение осадков в холодный и теплый периоды, при статистической обработке оказалась несущественной.

Краткая характеристика среднего многолетнего стока рек и основных гидрологических показателей за период, предшествовавший рубке и после нее, приведена в табл. 78. Анализ данных табл. 78 свидетельствует о том, что по всем рекам, за исключением Усьвы, во второй период (после рубки) несколько снизились показатели среднегодового расхода, модулей, коэффициентов и слоя стока. Однако эти различия почти для всех рек лежат в пределах точности исследования.

78. Гидрологический режим рек Среднего и Южного Урала

Название реки	Периоды наблюдений	Средние многолетние показатели стока				Максимальный расход, м³	Минимальный расход, м³
		Расход, м³/с	Модуль, л/с/км	Слой, мм	Коэффициент		
Усьва	1932—1947	27,6	12,6	398	0,61	307	1,9
	1948—1962	31,4	14,4	456	0,63	395	2,4
Вильва	1932—1947	39,4	13,6	427	0,60	400	3,3
	1948—1962	38,6	13,2	386	0,56	488	2,9
Койва	1933—1947	15,2	11,98	378	0,57	176	0,99
	1948—1962	14,8	11,67	369	0,50	187	1,16
Лобва	1936—1947	21,3	7,23	228	0,49	217,6	1,23
	1948—1962	19,4	6,5	205	0,45	209,8	1,66
Ляля	1936—1948	18,1	6,02	190	0,41	175,3	1,4
	1948—1962	15,4	6,0	161	0,36	149,1	0,94
Б. Инзер	1931—1947	11,2	10,8	336	0,52	211	0,41
	1948—1962	8,8	8,5	269	0,45	231	0,67
М. Инзер	1931—1947	12,5	15,4	484	0,75	240	0,08
	1948—1962	11,0	13,7	433	0,76	333	0,64

Некоторое снижение показателей среднегодового расхода, модулей, коэффициентов стока, как уже отмечалось, нельзя отнести за счет различного количества осадков, выпавших в рассматриваемые периоды. Следовательно, некоторое снижение показателей годового стока связано, по-видимому, со сплошными рубками. Из табл. 78 видно также, что в последний период (1948—1962 гг.) на всех реках, за исключением Лобвы и Ляли, несколько увеличились максимальные расходы воды, что может быть обусловлено рядом причин. Одной из них является расположение площадей рубок в пределах водосборных бассейнов. Если рубки сконцентрированы в нижней части водосборной площади реки, то таяние снега здесь начинается значительно раньше, чем в верхней (покрытой лесом). Следовательно, снеговая вода

нижней части водосбора уже сойдет к тому времени, когда придет весенняя вода с покрытой лесом части водосбора. В этом случае уменьшается средняя высота паводков. Иная картина может наблюдаться в случаях, когда рубки проводились в верхней части водосбора, а нижняя оставалась облесенной. Снеготаяние в верхней части начнется раньше и снеговая вода не успеет пройти через устье реки до начала снеготаяния в нижней части водосбора. В этом случае может резко усиливаться пик весеннего паводка.

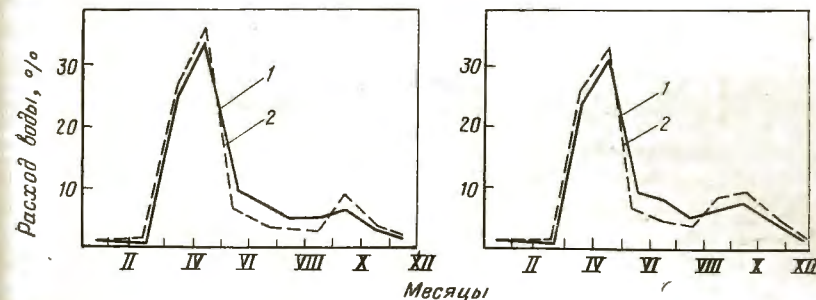


Рис. 21. Многолетний расход воды рек Большой Инзер (слева) и Малый Инзер:

1 — 1931—1947 гг.; 2 — 1948—1962 гг.

При равномерном распределении сплошных вырубок по многолесному водосбору пик паводка в ряде случаев может уменьшиться по сравнению с периодом, предшествовавшим рубке леса, за счет более длительного поступления воды в реку. Однако сопоставление максимального стока рек с различной лесистостью водосборов показало, что при лесистости многолесных бассейнов ниже 50% максимальный весенний сток резко возрастает (Дубах, 1951).

Анализ внутригодового распределения стока по периодам (до рубки и после рубки) показывает, что весной (в апреле и мае) сток возрос, %: на Койве на 4,1, Лобве на 4,7 и Ляле на 0,7%, а в июне уменьшился соответственно на 3,7; 3,5 и 0,7.

В реках Большой и Малый Инзер меженные расходы воды после рубки значительно снизились (рис. 21). Весенние расходы возросли незначительно (Муратов, 1973).

Сопоставление основных гидрологических показателей бассейнов р. Вильвы, где велись рубки, и реки-аналога Усьвы, в бассейне которой площади вырубок составляют лишь 2,8%, показывает, что во втором периоде показатели годового стока по Усьве несколько увеличились, а по Вильве, наоборот, снизились. Однако следует отметить, что это различие ле-

жит в пределах точности исследования. Если рубки леса в бассейне р. Вильвы не оказали большого влияния на общий годовой сток, то они повлияли на внутригодовое распределение стока. Так, средний многолетний расход стока (в % годового стока) на Вильве в апреле и мае был на 7,54% больше, чем на Усьве. При сравнении стока р. Вильвы за 15 лет (1948—1962), во время которых было вырублено 16,3% всей лесопокрытой площади, со стоком в период 1932—1937 гг., когда лесистость бассейна этой реки оставалась неизменной, выявляется еще большая контрастность во внутригодовом распределении стока. Весенне-летний сток за 1948—1962 гг. увеличился по сравнению с таковым в период 1932—1937 гг. на 8,3%.

Следует отметить, что приведенных выше данных еще недостаточно для того, чтобы сделать окончательный вывод о влиянии сплошных рубок и значительного снижения лесистости водосборных бассейнов на изменение стока больших рек. Подобный вывод можно сделать лишь при наличии данных об изменении водного режима рек, в бассейнах которых велись более интенсивные рубки. Кроме того, эти данные можно распространять на другие объекты лишь после детального анализа физико-географических условий тех районов, для которых решается вопрос о влиянии рубок на сток рек. Вместе с тем приведенные показатели гидрологического режима рек свидетельствуют о том, что в бассейнах рек Урала с большой лесистостью (80% и более) снижение в процессе рубок лесопокрытой площади до 60% не оказывает существенного влияния на величину годовичного стока и вызывает сравнительно небольшое перераспределение внутригодового стока. Однако при ведении рубок необходимо стремиться к равномерному их распределению по бассейну реки, не допуская одновременно сплошной вырубке леса на всей площади даже малых водосборов, ручьев и речек, которые являются составной частью крупных рек.

Основываясь на наблюдениях за стоком с малых экспериментальных водосборов, можно сделать вывод, что одновременная сплошная рубка на всей площади водосбора какого-либо ручья или речки приводит к резкому увеличению весенних паводков и пересыханию ручьев и небольших рек в летний период, что и наблюдается в ряде районов Среднего и Южного Урала.

Существует мнение, что пересыхание ключей и речек обусловлено не рубками леса, а другими причинами. В подтверждение этого мнения многие авторы указывают на то, что вследствие значительного увеличения объема лесовосстановительных работ покрытая лесом площадь в горных районах не сократилась, а следовательно, рубки не могли повлиять на изменения водного режима. Однако это утвер-

ждение не совсем соответствует действительности. Дело в том, что закультивированные площади не могут сразу же после создания на них культур восстанавливать водоохранно-защитные свойства. Восстановление этих свойств происходит лишь после смыкания молодняков. Кроме того, многие вырубки хвойных древостоев возобновились лиственными породами, а древостои из этих пород, особенно в молодом возрасте, выполняют водоохранно-защитные функции значительно хуже смешанных. Следует учитывать и то, что при некоторых способах создания лесных культур, например при бульдозерной подготовке почвы местами, водоохранно-защитные функции леса восстанавливаются только через 20—30 лет после рубки. Проводимые в настоящее время механизированные заготовки часто оказывают значительно большее влияние на изменение водоохранно-защитных функций, чем способы рубок. Необходимо отметить также, что в ряде горных районов широко распространены карстовые явления. После рубки древостоя, особенно в процессе тракторной трелевки, многие карстовые воронки заиливаются и теряют способность поглощать талую и ливневую воду, в результате чего вода быстро стекает по поверхности почвы. Поэтому в период снеготаяния и ливней расход воды в реках возрастает, а в другие периоды уменьшается. В таких случаях даже немедленное возобновление вырубок не восстановит той водорегулирующей роли, которую выполняли карстовые воронки до рубки леса.

Итак, сплошные рубки в многолесных (свыше 80% лесистости) бассейнах не оказывают существенного влияния на изменение годовичного стока рек, если лесопокрытая площадь не снижается менее чем на 60%. Рубка лесов на всей площади даже малых водосборов ведет к увеличению весенних паводков и пересыханию ручьев и небольших рек в летний период. Для устранения этих отрицательных последствий, особенно в горных лесах, размещение рубок и других лесохозяйственных мероприятий в пределах лесхозов и лесничеств должно осуществляться с учетом границ водосборных бассейнов.

Сплошные рубки в бассейнах рек влияют не только на изменение гидрологического режима рек, но и на качество воды. В условиях Северного Кавказа, например, даже в тех случаях, когда площадь сплошных рубок составляет всего 1% площади всего водосбора, мутность воды в реках возрастает (Ханбеков, 1973). Этому способствуют в первую очередь механизированные заготовки (как уже отмечалось, при проведении механизированных заготовок без учета лесоводственных требований резко возрастает поверхностный сток и эрозионные процессы). Данные о влиянии различных способов рубок на изменении температуры и физико-химического

состава воды, полученные в пихтово-буковых лесах Северного Кавказа (Краснодарский край), приведены в табл. 79.

79. Влияние способов рубок на температуру и качество воды (Дробиков, 1973)

Сезон года	Температура воды, °С	Прозрачность, см	Аммиак, мг/л	Окисляемость, мг/л	БПК ₅ , мг/л	Хлориды, мг/л	Сульфаты, мг/л	Сухой остаток при 106°С, мг/л
После прохождения стоковой воды через сплошную вырубку								
Зима	1	16	0,8	8,0	21,0	10,6	54,3	163
Лето	21	12	1,1	14,2	28,8	18,2	81,7	239
После прохождения стоковой воды через лесосеку постепенной рубки								
Зима	1	26	0,4	6,4	18,5	14,0	35,8	92
Лето	13	22	0,4	10,6	22,6	16,1	40,2	123
После прохождения стоковой воды через лесосеку группово-выборочной рубки								
Зима	1	21	0,2	7,8	18,8	10,0	8,2	72
Лето	10	18	0,4	10,8	20,1	12,6	20,5	91
После прохождения воды через не тронутые рубкой насаждения								
Зима	1	30	0,04	2,3	7,3	10,0	20,1	60
Лето	10	30	0,08	2,4	9,8	14,0	19,4	62

* БПК₅ — биохимическое потребление кислорода.

Как видно из табл. 79, летом температура воды, проходящей через сплошную вырубку, значительно выше по сравнению с водой, поступающей из насаждений, не тронутых рубкой или пройденных постепенными и выборочными рубками. Изменение температурного режима воды под влиянием сплошной рубки, как уже указывалось, отрицательно сказывается на нересте и инкубаторном развитии икры, особенно лососевых рыб (Клинецов, 1973).

По данным Д. С. Роточера (1970), во многих районах США сплошная вырубка леса привела к возрастанию температуры воды в малых реках на 7—8°С.

Как видно из табл. 79, вода, поступающая со сплошной вырубкой, в летнее время содержит аммиака почти в 14 раз выше по сравнению с контролем, в 3 раза увеличивается ее окисляемость, БПК₅ (биохимическое потребление кислорода)

да) — в 1,8 раза. Постепенные и группово-выборочные рубки в значительно меньшей степени изменяют качество воды.

Наиболее сильное загрязнение воды происходит после прохождения стоковой воды через сплошную вырубку при максимальном расходе ее в летний период. С повышением температуры воды ухудшаются ее санитарные показатели.

Показателем бактериологического загрязнения воды является кишечная палочка *Bacterium Coli commune*. Исследования Дробикова (1973) показали, что после прохождения воды с температурой 1°С через сплошную вырубку в 1 л воды насчитывалось 230 кишечных палочек, а с повышением температуры воды в июле до 21,3°С их количество возросло до 2300. При прохождении воды через участки, где велись выборочные рубки, содержание кишечных палочек в 1 л воды достигло летом 230, т. е. было в 10 раз меньше, чем в воде, поступающей со сплошной вырубкой. В период максимальных расходов воды в реках число кишечных палочек резко возрастает (табл. 80).

80. Изменение количества кишечных палочек в 1 л воды в зависимости от сезона года и расхода воды в реках (Дробиков, 1973)

Место отбора проб воды	Количество кишечных палочек при расходе воды	
	минимальном	максимальном
Сплошная вырубка	230/2300	920/9600
Лесосека постепенной рубки	90/230	230/2300
Лесосека группово-выборочной рубки	90/90	230/2300
Контрольный участок леса, не тронутый рубкой	90/90	90/230

Примечание. В числителе — показатели для зимнего периода, в знаменателе — для летнего.

Итак, ежегодно в разных районах страны на больших площадях проводятся различные лесохозяйственные мероприятия: рубки главного и промежуточного пользования, лесовосстановительные работы и т. д. Эти мероприятия существенно влияют на водоохранно-защитные свойства лесов. При нерациональных рубках и проведении лесосечных работ без соблюдения лесоводственных требований наблюдается ухудшение водно-физических свойств лесных почв, снижение их инфильтрационной способности, что приводит в горных лесах, например, к усилению поверхностного стока, возникновению эрозионных процессов, а в равнинных и к заболачиванию почвы. Это отрицательно сказывается на водном и сельском хозяйстве, работе гидроэлектростанций, ухудшает плодородие

родие лесных почв, снижает продуктивность тех древостоев, которые создаются взамен вырубаемых. В различных физико-географических условиях водоохранный-защитные функции лесов и их изменения под влиянием лесохозяйственных мероприятий проявляются по-разному. Познавание этих особенностей создает предпосылки для разработки научно-обоснованных рекомендаций, практическое осуществление которых способствует рациональному использованию лесных богатств, сохранению и усилению их водоохранный-защитной роли.

Из всех способов рубок, применяемых для заготовки древесины, наибольшие изменения в водорегулирующую и защитную роль лесов вносят сплошные рубки. Отрицательное влияние этих рубок особенно ощутимо в горных лесах и в районах с холмистым рельефом.

Все леса, расположенные в пределах водосборных бассейнов, а не только запретные полосы вдоль рек, выполняют водоохранные и водорегулирующие функции. Следовательно, гидрологический режим рек зависит в первую очередь от способов ведения лесного хозяйства на всей площади водосборов. При ведении лесного хозяйства, особенно в горных районах страны, необходимо учитывать границы элементарных водосборных бассейнов, т. е. вести хозяйство по водосборам. Для этого при лесоустройстве на план лесонасаждений необходимо, кроме квартальной сети, наносить и границы водосборов площадью более 1000 га. При размещении рубок следует стремиться к равномерному их распределению по бассейну реки, не допуская сплошной рубки леса одновременно на всей площади элементарного водосбора даже малых рек и ручьев.

Основываясь на результатах исследований ВНИИЛМа и его ЛОС, а также литературных данных (Дубах, 1951; Молчанов, 1961; Жуков, Поликарпов, 1973 и др.), можно сделать вывод о том, что при проведении рубок в многолесных горных районах недопустимо снижение лесопокрытой площади менее чем на 50—60% общей площади элементарных водосборов. На тех водосборах, где лесопокрытая площадь составляет меньше 40—50%, необходимо отказаться от сплошных рубок и переходить к выборочным и постепенным. Исследованиями установлено также, что отрицательное влияние на изменение среды, поверхностный сток, эрозионные процессы оказывают механизированные заготовки, проводимые без учета лесоводственных требований. В настоящее время разработан ряд лесоводственных требований к проведению механизированных лесозаготовок. Практика показала, что эти требования, без резкого увеличения затрат труда на лесосечные работы, способствуют уменьшению отрицательного влияния механизированных заготовок на предварительное и последующее возобновление, сокращают возможность воз-

никновения поверхностного стока, эрозии и снижения плодородия почв. При проведении механизированных заготовок, особенно в летний период, необходимо стремиться к сокращению размеров минерализованной поверхности и обеспечению сохранения подроста и не подлежащих рубке деревьев.

Исследования показали, что при укладке в процессе лесозаготовок порубочных остатков на волокнистый размер и степень минерализации почвы уменьшаются в 2—3 раза по сравнению с неукрепленными волокнами, а поверхностный и внутрипочвенный сток сокращается в 4—5 раз. Расстояние трелевки при применении трелевочных тракторов не должно превышать 200—300 м, так как дальнейшее увеличение этого расстояния приводит к большому уплотнению почвы, увеличению поверхностного стока и усилению эрозионных процессов.

В ближайшее время на лесозаготовки будут поступать более мощные лесозаготовительные машины ЛП-19, ВТМ-4. Лесоводственная оценка этих машин показала, что в летних условиях их нельзя применять в горных районах даже на пологих склонах (Побединский, Исаев, 1973). При применении этих машин минерализованная поверхность почвы составит от 60 (ЛП-19) до 90% (ВТМ-4). При такой минерализации будут возникать поверхностный сток и эрозионные процессы даже при выпадении сравнительно небольшого количества осадков. На многих лесосеках, особенно с маломощными почвами, плодородный слой может быть полностью смыт в течение ближайших 3—5 лет.

Установлено, что не все молодняки в одинаковой мере успешно выполняют водоохранный-защитную роль. Период и скорость снеготаяния в лиственных молодняках мало отличаются от свежих, еще невозобновившихся вырубок. Лучше выполняют водоохранный-защитные функции хвойные молодняки с примесью лиственных пород. Спелые древостои такого же состава также обладают наилучшими защитными свойствами, что следует учитывать при проведении рубок ухода. Рубки ухода, особенно повышенной интенсивности, способствуют большему накоплению снега.

В последние годы резко возросли объемы лесокультурных работ. Из-за отсутствия механизмов, приспособленных для работы в горных условиях, очень часто готовят почву под посевы и посадки с помощью бульдозеров, корчевателей и плугов, проводя борозды вдоль склонов. Такие способы подготовки почвы в горных условиях способствуют усилению поверхностного стока, развитию эрозионных процессов, резкому снижению производительности почв. Особенно долго не восстанавливаются водоохранный-защитные функции леса при создании лесных культур посевом, а также на тех вырубках, где

почва подготовлялась бульдозерами и корчевателями. Следовательно, названные способы подготовки почвы и создание лесных культур не способствуют выполнению основной задачи горного лесоводства — сохранению водоохранно-защитной роли и повышению продуктивности лесов.

Итак, выполненные в нашей стране исследования позволили разработать ряд мероприятий, практическое осуществление которых будет способствовать усилению водорегулирующих и защитных функций лесов. Рубка леса, механизированные заготовки и лесовосстановительные работы должны проводиться при неуклонном выполнении всех лесоводственных требований.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОВ ПО ВОДООХРАННО-ЗАЩИТНОМУ ЗНАЧЕНИЮ

Как было показано в предыдущих разделах, все лесные массивы в той или иной мере выполняют водоохранно-защитные функции. Леса, произрастающие в горных районах, а также вдоль гидрографической сети, играют огромную водоохранную, водорегулирующую и почвозащитную роль. В то же время леса, расположенные на равнинных и пологих участках с хорошо дренированными суглинистыми почвами, имеют сравнительно меньшее защитное значение. Водоохранно-защитную роль леса всегда необходимо рассматривать в комплексе с геологическим и геоморфологическим строением местности.

Под влиянием различных лесохозяйственных мероприятий в первую очередь рубок главного пользования и механизированных заготовок, водоохранно-защитные функции леса могут, как мы уже отмечали, существенно изменяться. Следовательно, при проведении лесохозяйственных мероприятий в пределах природно-географического района необходимо в каждом конкретном случае учитывать его водоохранно-защитную роль, для чего необходимо разработать научно обоснованную классификацию лесов по их водоохранно-защитному значению.

Однако даже при наличии самой совершенной классификации нельзя успешно решать вопросы, связанные с рациональным использованием лесов и усилением их многогранной защитной роли. Наиболее успешное выполнение указанных функций, особенно в малолесных районах, возможно только в том случае, когда в пределах каждого водосборного бассейна площадь лесов будет соответствовать той оптимальной лесистости, при которой наиболее полно проявляется водоохранная, почвозащитная и климаторегулирующая роль леса.

Во всех природно-географических районах, за исключением тайги, водосборные бассейны облесены лишь частично. Наряду с лесными участками на них расположены сельскохозяйственные угодья (пашни, луга, выгоны и т. д.). В связи с этим часто приходится решать вопрос о том, как лучше разместить в пределах водосборов леса и другие угодья, чтобы наиболее полно использовать их положительное влияние на гидрологический режим рек, предотвращая водную и ветровую эрозию, улучшая качество воды, повышая урожай сельскохозяйственных угодий.

В последние годы в нашей стране проведены широкие исследования по определению оптимальной лесистости. Оптимальной лесистостью местности следует считать такой процент лесной площади (на определенной территории), при котором древостой вместе с остальными компонентами леса наиболее полно и разносторонне удовлетворяли бы запросам народного хозяйства в древесине и других полезностях леса, выполняли водоохранную, почвозащитную и климаторегулирующую роль, создавали благоприятные условия для жизни рыб в водоемах и полезных животных в лесу, способствовали бы повышению продуктивности сельского хозяйства, а также улучшению состава воздуха и качества воды (Молчанов, 1973). А. А. Молчановым (1973) разработаны нормативы определения оптимальной лесистости для некоторых областей, краев, автономных республик. Оказалось, что в ряде областей, например Орловской, Тульской, Ростовской и других, лесистость значительно ниже оптимальной.

Оптимальная водоохранная лесистость речных водосборов равнинной части Украинской ССР разработана А. И. Миховичем (1976). Согласно его определению, под оптимальной водоохранной лесистостью следует понимать лесистость, при которой положительное влияние лесных насаждений на водный баланс водосборов и речной сток проявляется в максимальной степени. По данным А. И. Миховича, в Полесье УССР оптимальная водоохранная лесистость колеблется по отдельным речным бассейнам от 35 до 65%, в лесостепи от 20 до 35%, в степи от 15 до 20%. При достижении указанной лесистости подземная составляющая речного стока во всех районах увеличивается в 2—2,5 раза, что особенно важно, так как в этом случае будет поддерживаться более высокий уровень воды в летне-осенний период. Суммарный речной сток при оптимальной водоохранной лесистости в Полесье возрастет в среднем на 21%, а в степи на 32%.

Следует отметить, однако, что средних показателей оптимальной лесистости для зон и административных областей далеко недостаточно, чтобы обеспечить наиболее благоприят-

ное влияние леса на гидрологический режим рек, снижение водной и ветровой эрозии, улучшение качества воды, повышение урожайности сельскохозяйственных угодий. Успешное решение этих задач в значительной мере зависит от рационального размещения лесов в границах каждого водосборного бассейна рек, а каждом бассейне — на отдельных мелких элементарных водосборах, в которых формируются ключи, ручьи и временные водотоки. Оптимальная лесистость в бассейнах с более расчлененной территорией должна быть выше, чем в бассейнах со слаборасчлененной. Можно привести много примеров, когда лесистость водосборов, находящихся в близких природно-географических условиях, одинакова, но влияние их на гидрологический режим рек и окружающую среду различно. Часто водосборы с меньшим процентом лесистости оказывают более благоприятное влияние на режим рек, чем водосборы более облесенные.

В. В. Рахманов проанализировал весенний сток двух рек: Суры до г. Пензы (площадь 15400 км²) и Мокши до г. Темникова (15 800 км²). Обе реки имеют почти одинаковую площадь водосборов и расположены в сходных природно-географических условиях. Лесистость водосборного бассейна Суры — 27%, леса расположены главным образом вдоль реки и основного его притока — р. Кадады. Лесистость бассейна Мокши — 16%, леса расположены преимущественно на склонах и водоразделах. Гидрографы половодья этих рек приведены на рис. 22.

На р. Суре наблюдается кратковременное половодье с очень высокими пиками. Это обусловлено тем, что на полностью безлесной части водосбора происходит дружное одновременное таяние снежного покрова. В лесу снег начинает таять позднее, но так как леса расположены вдоль реки, то талые воды как с безлесных, так и лесных участков попадают в реку почти одновременно, вызывая образование дружных, но кратковременных паводков. Иная картина наблюдается на р. Мокше. Здесь лес сравнительно равномерно размещен по водосбору. Вода с безлесных нижних частей склона, расположенных ближе к речным долинам, поступает в реку быстрее. Значительное время требуется для стекания талых вод, которые образуются от медленного таяния снега на удаленных от реки участках леса. Большое количество воды, образующейся в лесах и перехваченной ими с вышележащих безлесных участков, просачивается в грунт и постепенно поступает в реки. Благодаря этому половодье становится длительным, максимальные расходы воды в реке уменьшаются, а в меженный период поступление воды усиливается.

Как было указано выше, при относительно равномерном размещении лесов по водосбору не только происходит постепенное поступление воды в реки в период снеготаяния и лив-

невых осадков, но улучшается также качество воды и усиливается противозерозионная роль леса. При этом наибольший эффект получается при условии, если облесены и берега гидрографической сети (овраги, балки, ручьи, речки, водоемы).

Когда на площади того или иного водосбора проводится лесоразведение, оно обязательно должно осуществляться с учетом имеющихся и запланированных полевых защитных полос, государственных лесных полос, а также участков существующих лесов. На непригодных для сельского хозяйства пло-

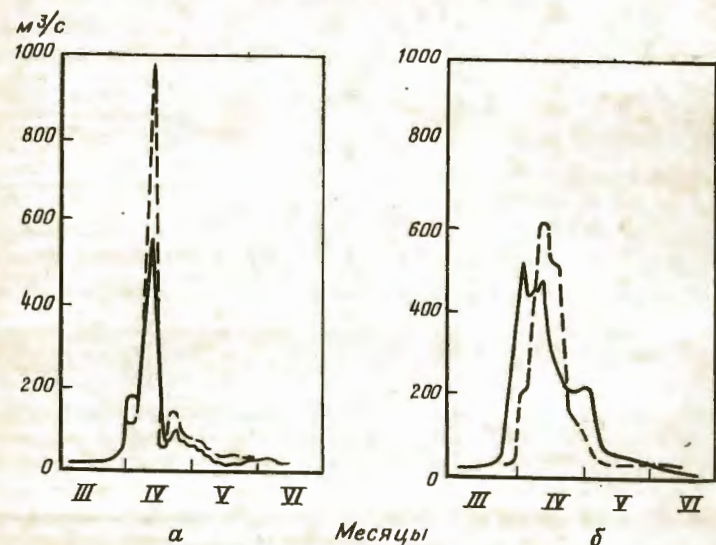


Рис. 22. Гидрографы половодий рек:
а — Суры; б — Мокши; — — — 1938 г.; - - - 1939 г.

щадях (песчаные и супесчаные легкоразвезаемые почвы, заболоченные участки) целесообразно создавать сплошные лесные массивы, конфигурация которых должна соответствовать геоморфологии местности и почвенным условиям. На площадях с развитой эрозией сетью под лес должны быть использованы в первую очередь овраги, балки, их бровки и крутые склоны. На склонах между балками целесообразно создавать водопоглотительные и почвозащитные полосы шириной от 30 до 50 м, на пологих склонах — на расстоянии 400—500 м, а на крутых с тяжелыми, плохо водопроницаемыми почвами — не более 250 м. При подборе древесных пород следует учитывать, кроме почвенно-климатических условий, целевое назначение лесов (почвозащитное, кольматирующее, водорегулирующее и т. д.). Если в малолесных районах основное внимание уделяется рациональному размещению лесов в пределах водосборов, то в многолесных и особенно в горных районах

при проведении рубок и осуществлении других лесохозяйственных мероприятий следует обращать внимание не только на выбор тех способов ведения хозяйства, которые бы способствовали сохранению и усилению водоохранно-защитных функций лесов, но и рациональному размещению лесосек в пространстве.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОВ

В нашей стране разработано несколько классификаций лесов по водоохранно-защитному значению. Наиболее полной является классификация И. В. Тюрина (1949), которая построена на зональной основе. В пределах зон в ней учитываются рельеф местности, почвенные условия, состав древостоя, виды водоохранно-защитной роли леса (табл. 81).

Все леса по степени выполнения ими водоохранно-защитной роли делятся на четыре класса.

I класс — леса с наивысшей степенью проявления водоохранно-защитных свойств.

1. Противоэрозионные (берего- и склонозащитные) и руслоохранные леса: берегозащитные заросли ивняков и кустарников по кромке поймы и по крутым подмываемым берегам; склонозащитные леса по высоким крутым склонам (коренным берегам) речных долин, суходолов, балок, оврагов, логов, при всех степенях облесения водосборов.

2. Грунтоувлажняющие леса: водопоглощающие и кольятирующие по склонам и дну лощин с карстовыми воронками; стокоперехватывающие по водосборным ложбинам и попереж падения пологих склонов при безлесной вышележащей площади водосбора; колки по степным западинам; родниковые леса (ольшаники) вдоль водотоков (ручьев) в поймах и надлуговых террасах.

3. Почвозащитные (пескоукрепительные) леса: сосновые боры на сухих песчаных почвах и в первую очередь в степных и лесостепных зонах; пойменные леса на песках вблизи русла реки.

4. Полезащитные полосы в лесостепной и степной зонах.

В лесах I класса И. В. Тюрин (1949) выделяет подкласс Ia с наивысшей степенью водоохранно-защитных свойств. В него включены берегозащитные ивняки, леса по высоким крутым склонам, водопоглощающие леса по лощинам с карстовыми воронками, осиновые колки по степным западинам и пескоукрепительные леса.

II класс — леса, характеризующиеся высокой степенью проявления водоохранной и защитной роли.

1. Противоэрозионные леса: на покатых склонах вдоль всех звеньев гидрографической сети, за исключением площадей, относящихся к I классу, и лесов на покатых склонах воз-

вышенностей, удаленных от речных долин; пойменные на суглинистых почвах при слабой облесенности склонов водосбора.

2. Грунтоувлажняющие леса: на нижних частях пологих склонов при необлесенности вышележащих частей склона; на ровных террасах в части, прилегающей к необлесенным вышележащим склонам; отдельные небольшие участки или полосы леса на пологих склонах, широких террасах и водораздельных плато, занятых полевыми или луговыми угодьями.

3. Почвозащитные (пескоукрепительные) леса: сосновые боры на сухих песчаных почвах при бугристом рельефе в северной половине лесостепной зоны, в зоне смешанных и частично хвойных лесов; леса на песчаных наносах в поймах рек при значительной облесенности водосборов (в таежной зоне и в зоне хвойно-широколиственных лесов).

III класс — леса, характеризующиеся средней степенью проявления водоохранно-защитной роли.

В этот класс включены: лесные площади значительных размеров на пологих склонах и водораздельных плато при умеренной облесенности водосборов в лесостепной зоне, в зоне хвойно-широколиственных лесов и частично в таежной зоне; сосновые леса на свежих и влажных песках и супесях при равнинном рельефе в лесостепной зоне и в зоне хвойно-широколиственных лесов; пойменные леса на суглинистых почвах при значительной облесенности склонов водосборов в зоне хвойно-широколиственных лесов.

IV класс — леса низкой степени проявления водоохранной и особенно защитной роли.

В этот класс отнесены крупные лесные массивы, расположенные в таежной зоне.

Указанная классификация разработана для равнинных лесов европейской части СССР. С некоторыми изменениями и дополнениями ее можно применять и в равнинных лесах Сибири.

Как уже отмечалось, горные леса имеют высокую степень проявления водоохранно-защитных свойств, и все они, за исключением лесов на пологих склонах, должны быть отнесены к I и II классам. В горных районах, кроме лесов, перечисленных в рассмотренной классификации, большую водоохранно-защитную роль выполняют леса, произрастающие по границам с высокогорными безлесными пространствами, на крутых склонах с мелкими почвами и на лавиноопасных участках, в местах оборудования минеральных источников, вдоль бровок и осыпей, вокруг мест образования наледей и ледников и других.

Среди условий, определяющих гидрологический режим, ведущее место в горных районах принадлежит высотно-поясным комплексам, отличающимся природно-климатическими особен-

при проведении рубок и осуществлении других лесохозяйственных мероприятий следует обращать внимание не только на выбор тех способов ведения хозяйства, которые бы способствовали сохранению и усилению водоохранно-защитных функций лесов, но и рациональному размещению лесосек в пространстве.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОВ

В нашей стране разработано несколько классификаций лесов по водоохранно-защитному значению. Наиболее полной является классификация И. В. Тюрина (1949), которая построена на зональной основе. В пределах зон в ней учитываются рельеф местности, почвенные условия, состав древостоя, виды водоохранно-защитной роли леса (табл. 81).

Все леса по степени выполнения ими водоохранно-защитной роли делятся на четыре класса.

I класс — леса с наивысшей степенью проявления водоохранно-защитных свойств.

1. Противоэрозионные (берего- и склонозащитные) и руслоохраняющие леса: берегозащитные заросли ивняков и кустарников по кромке поймы и по крутым подмываемым берегам; склонозащитные леса по высоким крутым склонам (коренным берегам) речных долин, суходолов, балок, оврагов, логов, при всех степенях облесения водосборов.

2. Грунтоувлажняющие леса: водопоглощающие и кольятирующие по склонам и дну лощин с карстовыми воронками; стокоперехватывающие по водосборным ложбинам и поперек падения пологих склонов при безлесной вышележащей площади водосбора; колки по степным западинам; родниковые леса (ольшаники) вдоль водотоков (ручьев) в поймах и надлуговых террасах.

3. Почвозащитные (пескоукрепительные) леса: сосновые боры на сухих песчаных почвах и в первую очередь в степных и лесостепных зонах; пойменные леса на песках вблизи русла реки.

4. Полезащитные полосы в лесостепной и степной зонах.

В лесах I класса И. В. Тюрин (1949) выделяет подкласс Ia с наивысшей степенью водоохранно-защитных свойств. В него включены берегозащитные ивняки, леса по высоким крутым склонам, водопоглощающие леса по лощинам с карстовыми воронками, осиновые колки по степным западинам и пескоукрепительные леса.

II класс — леса, характеризующиеся высокой степенью проявления водоохранной и защитной роли.

1. Противоэрозионные леса: на покатых склонах вдоль всех звеньев гидрографической сети, за исключением площадей, относящихся к I классу, и лесов на покатых склонах воз-

вышенностей, удаленных от речных долин; пойменные на суглинистых почвах при слабой облесенности склонов водосбора.

2. Грунтоувлажняющие леса: на нижних частях пологих склонов при необлесенности вышележащих частей склона; на ровных террасах в части, прилегающей к необлесенным вышележащим склонам; отдельные небольшие участки или полосы леса на пологих склонах, широких террасах и водораздельных плато, занятых полевыми или луговыми угодьями.

3. Почвозащитные (пескоукрепительные) леса: сосновые боры на сухих песчаных почвах при бугристом рельефе в северной половине лесостепной зоны, в зоне смешанных и частично хвойных лесов; леса на песчаных наносах в поймах рек при значительной облесенности водосборов (в таежной зоне и в зоне хвойно-широколиственных лесов).

III класс — леса, характеризующиеся средней степенью проявления водоохранно-защитной роли.

В этот класс включены: лесные площади значительных размеров на пологих склонах и водораздельных плато при умеренной облесенности водосборов в лесостепной зоне, в зоне хвойно-широколиственных лесов и частично в таежной зоне; сосновые леса на свежих и влажных песках и супесях при равнинном рельефе в лесостепной зоне и в зоне хвойно-широколиственных лесов; пойменные леса на суглинистых почвах при значительной облесенности склонов водосборов в зоне хвойно-широколиственных лесов.

IV класс — леса низкой степени проявления водоохранной и особенно защитной роли.

В этот класс отнесены крупные лесные массивы, расположенные в таежной зоне.

Указанная классификация разработана для равнинных лесов европейской части СССР. С некоторыми изменениями и дополнениями ее можно применять и в равнинных лесах Сибири.

Как уже отмечалось, горные леса имеют высокую степень проявления водоохранно-защитных свойств, и все они, за исключением лесов на пологих склонах, должны быть отнесены к I и II классам. В горных районах, кроме лесов, перечисленных в рассмотренной классификации, большую водоохранно-защитную роль выполняют леса, произрастающие по границам с высокогорными безлесными пространствами, на крутых склонах с мелкими почвами и на лавиноопасных участках, в местах оборудования минеральных источников, вдоль бровок и осыпей, вокруг мест образования наледей и ледников и других.

Среди условий, определяющих гидрологический режим, ведущее место в горных районах принадлежит высотно-поясным комплексам, отличающимся природно-климатическими особен-

81. Классификация площадей по водоохранному

Показатели	Пойменные			
	Меженные берега и прирусловая кромка поймы	Песчаные гривы и косы поймы	Ровные места поймы	Заболоченные низины поймы
Положение лесных площадей по рельефу	Меженные берега и прирусловая кромка поймы	Песчаные гривы и косы поймы	Ровные места поймы	Заболоченные низины поймы
Механический состав почвогрунтов	Различные	Пески	Глинистые, суглинистые и суглинисто-песчаные	
Почвы (генетические типы и подтипы)	Неразвитые	Неразвитые или слабооподзоленные	Дерновые и дерново-подзолистые, часто глееватые	Иловато- и торфяно-болотные
Леса	Ивняки	Ивняки, ельники, сосняки	Ельники	Ольшаники, ельники
Вид водоохранно-защитной роли	Берегозащитная	Пескоукрепительная	Не выражена	Водорегулирующая
Класс по значению водоохранно-защитной роли	I	II	III—IV	II

ностями. В каждом таком поясе — своеобразный гидрологический режим, в частности и режим стока. По результатам исследований, проведенных в бассейне о. Байкал, установлено, что тундрово-гольцовый комплекс, занимая 15% площади,

значению для южной тайги (Тюрин, 1949)

Внепойменные						
Крутые склоны вдоль всех звеньев гидрографической сети, лощины с провальными воронками	Покатые склоны вдоль всех звеньев гидрографической сети	Пологие склоны водоразделов и намывных берегов речных долин	Водораздельные равнины и равнинные площади широких надпойменных речных террас	Районы бугристого рельефа (песчаные)		
					Различные, большей частью суглинистые	Глинистые и суглинистые, реже супесчано-суглинистые
Дерновые и дерново-подзолистые, частью неразвитые	Подзолистые и подзолы большей частью грубогумусные	свежие и влажные	большей частью влажные заболоченные	большей частью влажные торфяно-болотные	Песчаные и супесчаные подзолы, торфянисто-подзолистые, торфяно-болотные	Песчаные подзолистые сухие и свежие (во влажных и сырых низинах)
Склонозащитная и руслоохранная	Почвозащитная	Водорегулирующая, при заболоченности грунтоосушительная	Почвоулучшающая		на заболоченных грунтоосушительная	пескоукрепительная
			I	II—III		

формирует 28% стока, поступающего с этой территории в озеро (Лебедева, Усков, 1975). Кедрово-таежный пояс, занимающий 4,3% всей площади, формирует 8% стока, поступающего в озеро, кедрово-пихтовый и пихтовый (6,8% площади) — 7,4,

лиственно-таежный (37,5% площади) — 39,4, подтаежно-степной (19,5% площади) — 10, лугово-степной (17% площади) — 17%. Всего горно-таежный пояс обеспечивает перевод в грунтовой сток 70—80% осадков, тогда как нижнегорный только 30—50%. Подобные же данные получены и в других регионах.

По данным И. П. Коваля (1976, 1977), в высокогорном поясе Черноморского побережья Кавказа, занятом высокопродуктивными насаждениями, где выпадает 2000—3000 мм осадков в год, в водном балансе преобладает инфильтрация в почвоподстилающие породы (65%); суммарное испарение составляет 29%, на склоновый сток приходится 6% годовой суммы осадков, а доля поверхностного стока незначительна — 0,01%. Леса в этом поясе способствуют накоплению снега в зимний период (175 мм), при снеготаянии вода поступает в почвогрунты и расходуется в течение 6 и более месяцев. Иная картина наблюдается в нижнем поясе, где выпадает 500—800 мм осадков и произрастают низкостебельные дубравы. Здесь основная доля расходной части водного баланса (65%) падает на суммарное испарение, а на сток и инфильтрацию приходится 35% осадков. Результаты исследований показывают, что площади под дубовыми насаждениями Северного Кавказа не могут регулировать дренажным стоком ливни интенсивностью более 30—40 мм, тогда как почвы под буковыми древостоями в верхнем поясе способны вместить воды в 2,5—3 раза больше (Коваль, 1976). По данным В. И. Таранкова (1970), в горных лесах Приморского края с увеличением высоты над уровнем моря от 650 до 1050 м мощность снежного покрова возрастает в 3 раза, а запас воды более чем в 2 раза. Эти примеры убедительно показывают, что различные пояса гор выполняют далеко не одинаковую гидрологическую роль, поэтому режим хозяйства в них должен иметь существенные различия.

Классификации лесов по водоохранно-защитному значению, предложенные И. В. Тюриным и другими авторами, применяются при лесоустройстве, научных исследованиях, разделении лесов на группы, а также учитывались при разработке «Основных положений по проведению рубок главного пользования в лесах СССР» (1967) и региональных правил рубок.

Согласно «Основам лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» (ст. 15), леса государственного значения разделяются на первую, вторую и третью группы, а колхозные леса — на первую и вторую группы.

К первой группе относятся: водоохранные леса (запретные полосы лесов по берегам рек, озер, водохранилищ и других водных объектов, включая запретные полосы лесов, защищающие нерестилища ценных промысловых рыб); защитные леса (противоэрозионные, в том числе участки леса

на крутых горных склонах, государственные защитные лесные полосы, ленточные боры, степные колки и байрачные леса, защитные полосы лесов вдоль железных дорог, автомобильных дорог общегосударственного, республиканского и областного значения, особо ценные лесные массивы);

санитарно-гигиенические и оздоровительные леса (городские, зеленых зон вокруг городов, других населенных пунктов и промышленных предприятий, зон санитарной охраны источников водоснабжения и округов санитарной охраны курортов);

леса заповедников, национальных и природных парков, заповедные лесные участки, а также леса, имеющие научное или историческое значение, природные памятники, лесопарки, леса орехопромысловых зон, лесоплодовые насаждения, притундровые и субальпийские леса.

В лесах первой группы рубка леса проводится способами, направленными на улучшение лесной среды, состояния древостоев, водоохранных, защитных и других свойств леса и на своевременное и рациональное использование спелой древесины.

Ко второй группе относятся: леса в районах с высокой плотностью населения и развитой сетью транспортных путей, имеющие защитное и ограниченное эксплуатационное значение, а также леса с недостаточными лесосырьевыми ресурсами, для сохранения защитных функций которых требуется более строгий режим лесопользования; все колхозные леса, не вошедшие в состав первой группы.

В лесах второй группы рубки главного пользования проводятся способами, направленными на восстановление лесов хозяйственно-ценными древесными породами и на сохранение защитных и водоохранных их свойств, позволяющими вести эффективную эксплуатацию этих лесов.

К третьей группе относятся леса многолесных районов, имеющие преимущественное эксплуатационное значение и предназначенные для непрерывного удовлетворения потребностей народного хозяйства в древесине без ущерба для защитных свойств этих лесов.

Участки леса, выполняющие исключительно большую водоохранно-защитную роль, относятся к особозащитным и в них предусматривается ограниченный режим лесопользования. Особозащитные участки выделяются в лесах первой и второй групп, а в горных лесах во всех группах. В горных районах в категорию особозащитных участков следует включать полосы леса шириной 250—500 м по границам с горными тундрами и субальпийскими лугами. Почвы этих угодий обычно отличаются слабой водопроницаемостью и во время снеготаяния и летних ливней здесь имеет место поверхностный сток. Расположенный ниже этих безлесных пространств лес-

ной пояс отличается почвами с благоприятными физическими свойствами. Это обеспечивает перевод поверхностного стока с вышележащих безлесных пространств во внутрпочвенный. Кроме того, в полосах леса, расположенных близ безлесных пространств, накапливается мощный слой снега. На Северном Урале, например, высота снежного покрова в таких лесах составляет 4—5 м. Этот мощный снежный покров, содержащий огромное количество воды, тает медленно и обеспечивает поддержание высокого уровня воды в реках в засушливый период. Полосы леса по границам с безлесными участками способствуют также сохранению лесорастительной среды на нижерасположенных вырубках, что создает благоприятные условия для естественного и искусственного возобновления леса. Велика роль этих лесов на лавиноопасных склонах: они гасят кинетическую энергию лавин, предохраняя нижерасположенные населенные пункты, сельскохозяйственные и лесные угодья от их опустошительного действия. В тех случаях, когда имеются постоянные русла снежных лавин, к особозащитным следует относить полосы леса шириной 100 м вдоль этих русел. В горных лесах к особозащитным необходимо относить и полосы леса (шириной до 100 м) вдоль бровок обрывов и осыпей. Переводом поверхностного стока в почвенно-грунтовый они уменьшают рост не пригодных для выращивания леса площадей. Все участки с выходом на поверхность камней и скальных пород, а также леса вдоль гребней и водоразделов также следует относить к вышеназванной категории.

Как уже указывалось, леса, занимающие крутые склоны, имеют большое водоохранно-защитное значение, и они отнесены также в категорию особозащитных. В бассейне оз. Байкал в эту категорию включены все леса, произрастающие на склонах крутизной свыше 25°, в остальных горных районах — на склонах в 30°.

Велика и многогранна роль лесов вдоль гидрографической сети и вокруг водоемов и водохранилищ. Эти леса защищают места выклинивания подземных вод от заиления. Известно, что поверхностные и подземные воды, расположенные в верхних слоях земли, тесно связаны между собой. Наиболее четко эта связь проявляется в долинах рек и близ водоемов. Нередко можно наблюдать, как небольшие ручьи превращаются за счет дренирования родников в речки. Благодаря выклиниванию подземных вод происходит питание рек в меженные периоды (летом и зимой). Леса речных долин защищают от загрязнения подземные воды, так как в период паводков, когда затопливается значительная часть поймы, происходит питание грунтовых вод, а затем их подпор. Следует иметь в виду, что подземные пресные воды, особенно расположенные в верхних слоях земли, являются важным, а очень часто и единственным источником снабжения пресной водой городов, других насе-

ленных пунктов и промышленных предприятий. Леса, произрастающие непосредственно вдоль гидрографической сети и вокруг водоемов, имеют также большое санитарно-гигиеническое и эстетическое значение. Они являются местом отдыха населения. В данное время почти половина жителей городов и поселков отдыхает у водных источников. Поэтому во всех приречных лесах, в том числе и в запретных полосах, необходимо выделять особозащитные участки. Утверждение «Основ лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» вызывает необходимость пересмотра некоторых вопросов, связанных с выделением запретных полос и особозащитных участков в приречных лесах. Например, на Южном Урале, в верховьях р. Белой, из общей длины водотоков 5709 км запретные полосы выделены на протяжении 484 км, что составляет 8,5% общей длины водотоков. На Уфимском плато (Башкирская АССР) протяженность запретных полос не превышает 13% длины всех водотоков. Подобная картина наблюдается и в других районах.

Уместно отметить, что существующая практика выделения запретных полос вдоль рек, имеет существенные недостатки. Несмотря на принципиальные отличия строения речных долин в равнинных и горных лесах, до сих пор при выделении запретных полос лесоустройство пользуется одинаковыми нормативами. Ширина выделения таких полос в ряде случаев не имеет должного научного обоснования. Нередко в горных районах в запретные полосы включают участки, расположенные на склонах, обращенных в противоположную от реки сторону.

Если в особозащитных участках, выделение которых предусмотрено в запретных полосах, лесное хозяйство ведется, как правило, с учетом сохранения водоохранно-защитных функций, то этого нельзя сказать о тех приречных лесах, в которых запретные полосы еще не выделены. Там заготовка древесины, особенно в лесах третьей группы, проводится сплошными лесосеками, вследствие чего по берегам рек и речек часто возникают эрозионные процессы и оползни. Иногда в результате рубок и неумеренной пастбы скота отсутствует возобновление древесных пород, и коренные берега представлены обнаженными склонами с выходом на поверхность коренных пород. Под влиянием сплошных рубок на многих лесосеках идет усиленная смена хвойных пород лиственными, а такие древостои, особенно в молодом возрасте, не всегда удовлетворительно выполняют водоохранно-защитные функции.

Чтобы обеспечить выполнение лесами водоохранно-защитных функций и создать условия для нереста рыб, необходимо установить соответствующий режим хозяйства не только в выделенных запретных полосах, но и во всех приречных лесах. Вдоль водотоков, вокруг водоемов и водохранилищ необходи-

мо выделять особозащитные участки. Ширина таких участков в разных природно-географических условиях должна быть различна. Например, в горных лесах Урала особозащитные участки, как показали исследования (Побединский, Чурагулов, 1975), целесообразно выделять на крупных реках от уреза воды до вершины первого склона, обращенного к водохранилищу или к реке. В этом районе в подавляющем большинстве случаев ширина таких участков обычно не будет превышать 0,5—0,8 км. Вдоль остальных горных рек этого региона ширина участков должна составлять от 50 до 200 м по каждому берегу реки. При установлении ширины полос следует учитывать лесоводственные свойства древесных пород, крутизну и протяженность склонов, почвенные условия.

В тех случаях, когда запретные полосы или особозащитные участки, расположенные вдоль рек и вокруг водохранилищ, прилегают к сельскохозяйственным угодьям, сформировавшийся на этих угодьях поверхностный сток часто проходит сквозь полосу леса сосредоточенным потоком, неся с собой огромную массу эрозионного материала, минеральных и органических удобрений. Это способствует заилению русел рек, озер и водохранилищ, а также ухудшению в них качества воды. Чтобы обеспечить перевод поверхностного стока во внутрипочвенный и предохранить воду от химического, бактериологического и физического засорения, необходимо в местах возникновения таких потоков создавать простейшие гидротехнические сооружения (например, водозадерживающие валы и т. д.).

Перечисленные и некоторые другие особозащитные участки являются общими и их следует выделять во всех природно-экономических районах, другие особозащитные участки являются региональными и выделяются в определенных районах. Например, в Забайкалье в качестве таких участков необходимо выделять полосы леса (шириной до 100 м) вдоль мест образования наледей, снежников: они создают условия для постепенного таяния снега и льда. Весной (в мае — июне) в этих районах мало осадков, поэтому до выпадения интенсивных летних осадков многие ручьи питаются за счет медленного таяния снежников и наледей.

В районах с развитым карстом весь слой талой воды, образующейся на закарстованных водосборах в период таяния снега, поступает в карстовые образования, а оттуда в гидрографическую сеть (Письмеров, 1973). Наблюдения показали, что в процессе тракторной трелевки, особенно в бесснежный период, многие карстовые воронки заиливаются, теряя способность поглощать талую и ливневую воду. В результате этого вода быстро стекает с поверхности почвы. Поэтому в период снеготаяния и ливней расход воды в реках резко возрастает, а в другие периоды уменьшается. Для устранения этих отри-

цательных явлений целесообразно при отводе лесосек в рубку оставлять защитные участки вокруг карстовых воронок и закрывать прокладку по ним трелевочных волоков.

В особозащитных участках должны проводиться выборочные и иногда постепенные рубки. Выборочные рубки проводятся преимущественно в разновозрастных лесах, остальные в одновозрастных. В каждый прием следует удалять не более 20—25% запаса древостоя. Рубки сплошными узкими лесосеками следует допускать в особозащитных участках только по лесоводственным соображениям. Лесосечные работы при всех способах рубок должны осуществляться преимущественно в зимний период и с соблюдением ряда лесоводственных требований, о которых говорилось в предыдущем разделе.

* * *

Лес оказывает огромное трансформирующее влияние на солнечную радиацию, температуру и влажность воздуха, почвы, на осадки, снегоотложение и снеготаяние, промерзание и разморозание почвы, а следовательно, на водный баланс, формирование стока, гидрологический режим водных источников и рек. Трансформирующее влияние леса в различных природных условиях проявляется по-разному. В пределах каждого природно-географического района гидрологическую роль леса необходимо рассматривать в комплексе с геологическим и геоморфологическим строением местности. Иногда при одинаковой лесистости и одинаковых свойствах почвы подземное питание рек может существенно меняться в зависимости от наклона водоносных горизонтов и положения их относительно местных базисов эрозии. В сходных условиях трансформирующее влияние леса зависит от состава, строения, сомкнутости и возраста древостоя, от типа леса и других лесоводственно-таксационных показателей. Различными лесохозяйственными мероприятиями трансформирующее влияние леса можно усилить или ослабить.

В период снеготаяния и ливней поверхностный сток в лесу, как правило, отсутствует или бывает незначителен. Существенный удельный вес на покрытых лесом участках имеет внутрипочвенный сток, доля которого на безлесных участках невелика — не более 10% (здесь, особенно в весенний период, преобладает поверхностный сток). При весеннем снеготаянии с безлесных участков в гидрографическую сеть поступает значительно большее количество воды, чем с лесных. Слой и коэффициент стока с безлесных участков в этот период в 2—4 раза больше, чем с лесных. В отдельные годы эта разница становится еще более существенной. Средний максимальный модуль стока с безлесных водосборов в 5, а в отдельные годы в 10—12 раз выше, чем с лесных. Более высокий суммарный

поверхностный и внутриводосборный сток наблюдается в северных районах на подзолистых почвах, меньший на черноземах и серых лесных почвах лесостепи. Это вызвано не только большими снегозапасами, но и строением почв. На подзолистых почвах наличие иллювиального горизонта В затрудняет просачивание воды в нижележащие слои и способствует образованию внутриводосборного стока, который выклинивается в логах.

Еще более рельефно стокорегулирующая роль леса проявляется в горах, где суммарный коэффициент весеннего стока обычно составляет сотые доли, тогда как на открытых участках он часто возрастает в десятки раз. Таким образом, в период весеннего снеготаяния, а также при выпадении ливневых осадков лес по сравнению с открытыми участками способствует не только усилению внутриводосборного стока, но и переводу значительной части воды в нижележащие горизонты, пополняя тем самым запасы подземных вод, которые обеспечивают питание рек в меженьные периоды. Следует особо подчеркнуть, что подземная пресная вода является важным, а часто основным и в ряде случаев единственным источником снабжения водой городов, других населенных пунктов, промышленных предприятий; часто она используется и для орошения сельскохозяйственных земель.

Реки, водосборы которых имеют незначительный процент лесистости, в период весеннего половодья несут 60—70, а в степных районах до 90% общего годового количества воды. Такой резкий сброс воды уменьшает запас влаги в почве, что отрицательно сказывается на росте растительности, затрудняет судоходство и уменьшает запасы используемой человеком пресной, в том числе и подземной воды.

Анализ многолетних данных большого количества гидрометеорологических станций, выполненный в последние годы для разных природно-географических районов нашей страны, показал, что в большинстве случаев с увеличением лесистости водосборных бассейнов суммарный годовой сток рек несколько возрастает. Получены также данные о положительном влиянии леса на регулирование стока рек по сезонам года и на улучшение качества воды. Установлено, что по объему половодья реки с большой лесистостью водосборов в сходных природно-географических условиях мало отличаются от рек, бассейны которых имеют меньшую лесистость. Вместе с тем доля стока половодья первых рек (с более высокой лесистостью) уменьшается и составляет одну треть годового, тогда как с малолесных бассейнов сток в период половодья составляет более двух третей годового стока. С ростом лесистости водосборных бассейнов замедляется подъем половодья и увеличивается его продолжительность, а также уменьшается максимальный модуль весеннего стока. Особенно заметно во-

дорегулирующая роль леса проявляется в летне-осенний и зимний периоды. Анализ многолетних данных гидрометеорологических станций показал, что модули минимального стока, характеризующие подземное питание рек, во всех районах, за исключением центральной части СССР, на реках с большим процентом лесистости выше, чем на малооблесенных водосборах. Увеличение лесистости способствует также снижению летних паводков.

Исследования последних лет убедительно свидетельствуют о том, что в сходных условиях влияние леса на сток зависит не только от процента лесистости, но и от состава, возраста древостоев, а также от типологической структуры лесов. На водосборах с преобладанием лиственных лесов, особенно молодого возраста, увеличивается составляющая весеннего стока и уменьшается летне-осенняя, по сравнению с водосборами, покрытыми хвойными и хвойно-лиственными древостоями. В бассейнах рек с преобладанием лиственных, вересковых и брусничниковых типов леса вследствие более сильной инфильтрации воды и уменьшения внутриводосборного стока, в сравнении с другими типами леса, возрастает продолжительность половодья и улучшается питание рек в летне-осенний период.

В последние годы все большее признание находит не только водорегулирующая, но и водоохранная роль леса, которая проявляется в увеличении суммарного стока рек. Однако эту роль нельзя сводить только к количественной оценке, необходимо также учитывать те весьма важные водозащитные функции, которые выполняют леса. Установлено, что лес оказывает существенное влияние на качество воды, поступающей в реки и водоемы. Вода в реках с более облесенными водосборами и особенно на тех из них, где вдоль рек, оврагов, балок имеются лесные насаждения, отличается пониженной температурой, более благоприятными физическими, химическими и бактериологическими показателями, чем вода в реках с безлесными и малолесными водосборами. Следовательно, все леса, произрастающие вокруг водохранилищ, вдоль рек и других элементов гидрографической сети, выполняют весьма важные водозащитные функции.

Лес имеет не только водоохранное, водорегулирующее, но и большое почвозащитное значение. Он предохраняет почву от ветровой и водной эрозии как на той территории, где произрастает, так и на значительном расстоянии. Особенно велика почвозащитная роль леса в тех случаях, когда он произрастает на песчаных легкоразвееваемых почвах по берегам рек, водохранилищ, в овражно-балочных системах, в местах образования лавин и селей. Большую кольматирующую роль выполняют леса в поймах рек, вокруг карстовых воронок. Велика почвозащитная роль и всех горных лесов.

Вследствие большого выпадения осадков и значительной крутизны склонов безлесные участки в горах имеют очень высокие коэффициенты стока и подвержены эрозионным процессам. Вместе с тем следует отметить, что отдельные пояса гор выполняют далеко неоднородную гидрологическую роль. Особенно велика роль лесов по границам с тундрово-гольцовыми комплексами, альпийскими и субальпийскими лугами. Все высокогорные леса выполняют значительно большую водоохранную роль, чем нижерасположенные. Поэтому приемы ведения лесного хозяйства в различных поясах должны существенно различаться.

Водоохранные, водорегулирующие и почвозащитные функции лесов взаимосвязаны. Основной причиной водной эрозии почв является поверхностный сток. Леса, выполняющие одновременно водоохранную и защитные функции, называют водоохранно-защитными.

Во всех природно-географических районах, за исключением многолесных таежных, водосборные бассейны облесены лишь частично. Поэтому возникает вопрос об установлении оптимальной лесистости, при которой леса наиболее полно и всесторонне выполняют функции и способствовали повышению продуктивности сельского хозяйства. В настоящее время разработаны нормативы оптимальной лесистости, по которым она уже определена для ряда районов страны. Однако успешное выполнение лесами водоохранно-защитной роли во многом зависит также от рационального размещения лесов в границах каждого водосборного бассейна рек, а в пределах их — и на отдельных мелких элементарных водосборах, в которых формируются ключи, ручьи и временные водотоки. Наиболее ярко водоохранно-защитные свойства лесов проявляются в тех случаях, когда они сравнительно равномерно размещены по площади водосбора и в первую очередь — на склонах водоразделов, вдоль оврагов и балок, коренным и меженным берегам рек, а также вокруг озер и водохранилищ.

Под влиянием различных лесохозяйственных мероприятий (рубки главного и промежуточного пользования, механизированная трелевка леса, лесовосстановительные работы и т. д.) могут существенно изменяться водоохранно-защитные функции леса. Как было показано выше, эти изменения имеют не только локальное, но и общегидрологическое значение.

Из всех способов рубок, применяемых для заготовки древесины, наибольшие изменения в водоохранно-защитную роль лесов вносят сплошные и в первую очередь концентрированные рубки. Отрицательное влияние этих рубок особенно сильно проявляется в горных лесах и в районах с холмистым

рельефом. В ряде случаев сплошная рубка леса большими площадями может отрицательно сказаться и на гидрологическом режиме не только малых, но и более крупных рек (усиление паводков, уменьшение уровня воды в меженьный период и т. д.). Для устранения таких отрицательных последствий необходимо, в первую очередь в горных лесах, переходить к ведению хозяйства с учетом границ элементарных водосборных бассейнов. При проведении рубок в многолесных горных районах не следует снижать лесопокрытую площадь менее 50—60% общей площади элементарных водосборов. На тех водосборах, где лесопокрытая площадь составляет менее 40—50%, целесообразно проводить только выборочные и постепенные рубки.

Механизированные лесозаготовки, проводимые без учета лесоводственных требований, оказывают не менее существенное влияние на изменение водоохранно-защитных функций леса, чем способы рубок. В настоящее время разработаны лесоводственные требования к проведению механизированных лесозаготовок, практическое осуществление которых без существенного увеличения затрат труда и денежных средств на лесозаготовки уменьшает возможность усиления поверхностного стока, эрозии, снижения плодородия лесных почв и ухудшения качества воды. При проведении лесозаготовок в горных лесах необходимо стремиться к уменьшению размера минерализованной поверхности почвы. Это достигается применением на трелевке воздушно-трелевочных установок и совершенствованием технологического процесса лесозаготовок при тракторной трелевке. Исследования показали, что при оценке новой лесозаготовительной техники нельзя исходить только из учета повышения производительности труда на лесосечных работах и снижения стоимости заготовленного кубометра древесины; в этом случае должен быть всесторонний подход. В первую очередь следует отдать предпочтение тем машинам и технологическим схемам организации лесосечных работ, при которых суммарные затраты труда и денежных средств на заготовку древесины и восстановление каждого гектара леса будут наименьшими, а лесорастительная среда будет лучше сохранена.

Протекающая в настоящее время под влиянием сплошных рубок смена хвойных лесов на лиственные часто снижает водоохранно-защитные функции лесов. Лиственные древостой, особенно в молодом возрасте, значительно хуже выполняют водорегулирующую роль, чем смешанные хвойно-лиственные. Это обстоятельство следует учитывать при проведении основных лесохозяйственных мероприятий в лесу. Некоторые приемы лесовосстановления горных лесов, например посев и посадка в площади и полосы, подготовленные корчевателями и бульдозерами, не способствуют выполнению

основной задачи горного лесоводства — сохранению водоохранно-защитной роли и повышению продуктивности лесов. При таких способах создания лесных культур водоохранно-защитные свойства лесов восстанавливаются обычно через 30—40 лет.

Установлено, что все леса в той или иной мере выполняют водоохранно-защитную роль, но в пределах каждого лесного массива не все лесные участки выполняют ее в одинаковой мере.

Трудно переоценить водорегулирующую, защитно-аккумулятивную роль лесов, произрастающих вдоль водотоков. Эти леса обеспечивают также защиту от заиления многочисленных родников — естественных мест выхода подземных вод на дневную поверхность. Велика почвозащитная и водорегулирующая роль степных колок, овражно-балочных лесов, которые занимают малоприспособленные для сельского хозяйства площади. Их благотворное воздействие проявляется в улучшении микроклимата, равномерном распределении снежного покрова на полях, снижении опасности ветровой эрозии, регулировании стока. Этим они способствуют повышению урожая сельскохозяйственных культур. Овражно-балочные леса приостанавливают также рост оврагов и балок. В то же время леса многолесных районов тайги на ровных и пологих участках имеют сравнительно небольшое почво-защитное значение. Но и в таких лесах встречаются участки, обладающие высокими водоохранно-защитными свойствами. Поэтому при проведении всех лесохозяйственных мероприятий и в первую очередь рубок необходимо знать, какую водоохранно-защитную роль выполняет тот или иной участок, в котором осуществляется то или иное лесохозяйственное мероприятие. Для этой цели целесообразно пользоваться классификациями лесов по их водоохранно-защитному значению, а также указаниями, изложенными в «Основных положениях по проведению рубок главного пользования в лесах СССР» (1967) и региональных Правил рубок главного пользования. Согласно этим документам при отводе лесосек в рубку должны выделяться особозащитные участки, в которых разрешаются выборочные и иногда группово-выборочные и постепенные рубки (с интенсивностью при каждом приеме не более 20—25% запаса). Рубки сплошными узкими лесосеками здесь допустимы только по лесоводственным соображениям. Лесосечные работы в особозащитных участках должны проводиться преимущественно в зимний период.

В некоторых особозащитных участках, например в лесах, произрастающих по склонам оврагов, балок, у истоков рек и ручьев, вокруг карстовых образований, по берегам рек, каналов, озер и других водоемов, а также на легко размываемых

и выветриваемых грунтах, допускается только уборка деревьев, требующих рубки по состоянию.

В целях сохранения и улучшения качества воды, а также увеличения дебита минеральных источников в лесах первого и второго пояса зон санитарной охраны источников водоснабжения, в первой и второй зонах округов санитарной охраны курортов допускаются только рубки ухода за лесом и санитарные рубки. Близкий режим ведения хозяйства предусмотрен в запретных полосах лесов, защищающих нерестилища ценных промысловых рыб, где наряду с рубками ухода и санитарными лишь в отдельных случаях допускаются выборочные рубки. Однако в ряде случаев рубками ухода и санитарными рубками невозможно обеспечить сохранение, а тем более усиление тех многогранных средообразующих функций, которые выполняют перечисленные категории лесов. Поэтому перед лесоводами стоит задача: разработать систему лесоводственных мероприятий в лесах с ограниченным режимом пользования древесиной. В таких лесах удельный вес санитарных рубок должен составлять незначительную долю, так как все сухостойные, ветровальные и усыхающие деревья подлежат удалению в процессе рубок ухода. Если же санитарные рубки проводят одновременно на большой площади и со значительным удалением деревьев, водоохранно-защитная роль леса может снизиться. По-видимому, значительная часть древостоев вышеперечисленной категории лесов лесоводственными приемами должна быть постепенно переведена в разновозрастные и в ряде случаев в разнопородные. Установлено, что разновозрастные леса по сравнению с одновозрастными меньше подвержены ветровалам, повреждениям вредными насекомыми и грибными болезнями, отличаются лучшей устойчивостью к рекреационным нагрузкам.

Итак, выполненные в последние годы в различных природно-географических условиях нашей страны многочисленные исследования позволили не только выявить ряд важных зональных и внутризональных особенностей средообразующей роли лесов различного состава и строения, но и установить влияние лесохозяйственных мероприятий на изменение их водоохранно-защитной роли. В результате этих исследований разработан ряд предложений, практическое осуществление которых будет способствовать сохранению и усилению тех полезных функций, которые выполняют все леса нашей страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абдулов М. Х. О состоянии и перспективе ведения лесного хозяйства в горных лесах Башкирии. — В кн.: Горные леса Южного Урала. Уфа, 1971.

Азмайпарашвили Л. С., Чагелешвили Р. Г. Весенний сток с малых водосборов различной лесистости в горах Грузии. — Лесоведение, 1971, № 3.

Айре А. А. О стокорегулирующих свойствах осушенных лесов Латвийской ССР. — Лесоведение, 1977, № 5.

Алексеев В. А. Световой режим леса. Л., 1975.

Андерсон Г. Лес и метеорологическое влияние на снег и талые воды и их регулирование. — В кн.: Доклады иностранных ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. М., 1970.

Басс С. В. Внутрizonальные особенности весеннего поверхностного стока в лесной зоне. М., 1963.

Беленко Г. Т. Климаторегулирующая и почвозащитная роль подроста на вырубке. — Лесное хозяйство, 1969, № 11.

Бефани А. Н. и др. Экспериментальные исследования дождевого стока в Приморье. — Труды ДвНИГМИ, 1966, вып. 22.

Бочков А. П. Влияние леса и гидромелиоративных мероприятий на водную роль лесостепной зоны европейской части СССР. Л., 1954.

Братцева Н. Л. Динамика подземного стока и возможности использования наблюдений на малых водосборах для изучения стока рек. — В кн.: Ландшафт и воды. М., 1976.

Будыко С. Х. О влиянии леса на водный режим рек. — Сборник научных работ по лесному хозяйству ин-та леса АН Белорусской ССР. 1955, вып. 7.

Ведь И. Н., Поляков А. Ф. О методах изучения конденсационных осадков в лесах Крыма. — Лесоведение, 1971, № 2.

Власов В. П. Методические указания по выделению на лавиноопасных склонах Большого Кавказа защитных лесных полос и оценка противозрозионных свойств лесных массивов. Пушкино, 1976.

Воронков Н. А. Элементы влагооборота лесных водосборов. — В кн.: Доклады советских ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. М., 1970, т. 1.

Воронков Н. А., Кожевникова С. А., Шомполова В. А. Формирование снежного покрова в лесу и поле в Подмоскowie. — Лесоведение, 1972, № 3.

Воронков Н. А. Влагооборот и влагообеспеченность сосновых насаждений. М., 1973.

Воронков Н. А. Элементы водного баланса леса в зависимости от почвенно-грунтовых условий и породного состава насаждений. — В. Кн.: Ландшафт и воды. М., 1976.

Воронков Н. А. и др. Гидрологическая и метеорологическая роль лесных насаждений разного породного состава. — Лесоведение, 1976, № 1.

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

Горшенин Н. П. Эрозия горных лесных почв и борьба с ней. М., 1974.

Гулисашвили В. З., Стратанович А. И. Физические свойства лесных почв и их изменения под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Л., 1935.

Данилик В. Н. Влияние способов подготовки почвы под лесные культуры на летний поверхностный сток. — В кн.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1972.

Данилик В. Н. О ширине водопоглотительных полос по берегам рек и водохранилищ на Среднем Урале. — В кн.: Леса Урала, и хозяйство в них. Свердловск, 1975.

Данилик В. Н., Мельчанов В. А. Отложение и таяние снега в лесу и на вырубках Среднего Урала. — В кн.: Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973.

Декатов Н. Е. Простейшие мероприятия по возобновлению леса при концентрированных рубках. М.-Л., 1936.

Денисов А. К. Защитно-водоохранная роль прирусловых лесов. М., 1963.

Денисов А. К. Водорегулирующая роль леса в районах карста Марийской АССР. Тезисы докладов Всесоюзного совещания по водоохранно-защитной роли горных лесов. Красноярск, 1975.

Дробиков А. А. Изменение физико-химического состава воды под влиянием рубок. — Лесоведение, 1973, № 3.

Дробиков А. А., Понамарев Л. В. Влияние лесозаготовок на качество воды. — Лесное хозяйство, 1977, № 1.

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

Дьяков В. Н. Влияние разных факторов на поверхностный сток. — Лесохозяйственная информация, 1974, № 9.

Дьяков В. Н. Влияние состава насаждений на водный режим горных лесов Карпат. — Лесоведение, 1976, № 1.

Жуков А. Б., Поликарпов Н. П. Основы организации и ведения лесного хозяйства в бассейне озера Байкал. — Лесное хозяйство, 1973, № 1.

Зайцев Б. Д. Лес и почва. М., 1964.

Зубина В. М., Протопопов В. В. Влияние леса на климат прилегающих территорий в Красноярско-Ачинской и Канской лесостепи. — В кн.: Средообразующая роль леса. Красноярск, 1975.

Зубина В. М., Лебедев А. В. Гидрологические особенности лесных и заболоченных водосборов Ишимо-Тобольской лесостепи. — В кн.: Стационарные гидрологические исследования в лесах Севера. Красноярск. 1975.

Идзон П. Ф., Матвеева О. Д. Изменение лесистости основных речных бассейнов европейской территории СССР с конца XIX века. — Сборник работ по гидрологии, 1973, № 11.

Идзон П. Ф., Пименова Г. С. Влияние леса на сток рек. М., 1975.

Исаев В. И. Поверхностный и внутрипочвенный сток на вырубках темнохвойных лесов Среднего Урала. — Лесоведение, 1970, № 1.

Исаев В. И., Муратов М. З., Ханбеков Р. И. Влияние механизированных лесозаготовок на поверхностный и внутрипочвенный стоки. — В кн.: Изменение водоохранный-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973.

Калинин Г. П. Роль леса в распределении осадков. — Метеорология и гидрология, 1950, № 1.

Калиниченко Н. П., Ильинский В. В. Мелиорация овражно-балочных систем. М., 1976.

Качинский М. А. Физика почвы. М., 1970.

Китредж Д. Влияние леса на климат, почвы и водный режим. М., 1951.

Клинов А. П. Микроклиматическая и гидрологическая роль лесов Сахалина. Южно-Сахалинск, 1969.

Клинов А. П. Защитная роль лесов Сахалина. Южно-Сахалинск, 1973.

Коваль И. П. Роль горных лесов в охране окружающей среды. — В кн.: Лес и его роль в охране окружающей среды. Таллин, 1976.

Коваль И. П. Многоцелевое использование горных лесов Северного Кавказа. — Лесное хозяйство, 1977, № 1.

Колесов А. Ф., Юрковский Н. Я. Пространственное варьирование высоты снежного покрова и глубины промерзания серых лесных почв. — Почвоведение, 1975, № 11.

Коронкевич Н. И. Вопросы формирования стока и влияние на него хозяйственной деятельности. — В кн.: Ландшафт и воды. М., 1976.

Костин С. И. Влияние леса на климат в условиях Воронежской области. — Труды Воронежского лесохозяйственного института, 1948, т. 10.

Котляров И. И. Защитная роль горных лесов Охотского побережья. — Лесное хозяйство, 1977, № 11.

Кошечев А. Л. Заболачивание вырубок и меры борьбы с ними. М., 1955.

Кузнецова Л. Н. Роль рельефа и лесов в распределении количества осадков на равнине. — Труды Главной геофизической обсерватории, 1957, вып. 72.

Лалл Г. У. Возможности увеличения полного стока посредством лесохозяйственных мероприятий. — В кн.: Доклады иностранных ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. М., 1970.

Лебедев А. В. — Водоохранное значение леса в бассейнах Оби и Енисея. М., 1964.

Лебедев А. В., Усков Л. М. Гидрологическая роль горных лесов в бассейне озера Байкал. Тезисы докладов Всесоюзного совещания по водоохранно-защитной роли горных лесов. Красноярск, 1975.

Львович М. И. Человек и воды. М., 1963.

Мельчанов В. А. Влияние хвойных и лиственных молодняков на поверхностный и внутрипочвенный сток. — В кн.: Состояние возобновления и пути формирования молодняков. Архангельск, 1971.

Мельчанов В. А., Данилик В. Н. Изменение стокорегулирующей роли лесов Среднего Урала под влиянием рубок. — В кн.: Изменение водоохранный-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973.

Миронов Б. А. О водоохранный-защитном значении горных лесов Ильменского государственного заповедника. — Труды ин-та биологии УФАН, 1953, вып. 36.

Михович А. И. Оптимальная водоохранная лесистость речных водосборов равнинной части УССР. — В кн.: Лес и его роль в охране окружающей среды. Таллин, 1976.

Молчанов А. А. Сосновые леса и влага. М., 1953.

Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса. М., 1960.

Молчанов А. А. Лес и климат. М., 1961.

Молчанов А. А. Современное состояние лесной гидрологии в СССР и за рубежом. — В кн.: Лес и воды. М., 1963.

Молчанов А. А. Оптимальная лесистость. М., 1966.

Молчанов А. А. Гидрографическая роль лесов в различных природных зонах СССР. — В кн.: Гидрографические исследования в лесу. М., 1970.

Молчанов А. А. Влияние леса на окружающую среду. М., 1973.

Молчанов А. А., Идзон П. Ф. Гидрографическая роль леса. — Труды III Всесоюзного гидрологического съезда. 1959.

Муратов М. Э. Изменение гидрологического режима рек под влиянием сплошных рубок на Южном Урале. — В кн.: Изменение водоохранный-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973.

Николаенко В. Т. Защита водохранилищ лесными насаждениями. М., 1968.

Николаенко В. Т. Противоэрозийная роль древесно-кустарниковой растительности и влияние леса на повышение качества воды. — В кн.: Доклады советских ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. М., 1970.

Николаенко В. Т., Плотников А. А., Воронина А. П. Леса первой группы. М., 1973.

Опритова Р. В. О влиянии лесистости на сток некоторых рек Сейфунно-Ханкайской равнины Приморского края. Изд. Сиб. отд. АН ССРСР. 1966, вып. 2, № 8.

Опритова Р. В. Влияние состава лесов на водный режим рек Супутинки и Раковки. — В кн.: Лесоводственные исследования на Дальнем Востоке. Владивосток, 1970.

Орлов А. Я., Мина В. Н. Динамика почвенных факторов в некоторых типах леса. — Труды ин-та леса и древесины, 1962, т. 52.

Орлов А. Я. и др. Типы лесных биогеоценозов южной тайги. М., 1974.

Орфанитский Ю. А., Орфанитская В. Г. Почвенные условия таежных вырубок. М., 1971.

Осипов В. В. Некоторые составляющие водного баланса водосборов с различной лесистостью. — В кн.: Гидрологические исследования в лесу. М., 1970.

Основные положения по проведению рубок главного пользования в лесах СССР. М., 1967.

Пенман Х. Л. Растения и влага. Пер. с англ. Л., 1968.

Писарьков Х. А. Водный режим ельников-черничников. — Труды Ин-та леса АН СССР, 1954, т. 22.

Письмеров А. В. Особенности формирования весеннего стока на закарстованных водосборах. — В кн.: Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973.

Побединский А. В. Возобновление на концентрированных рубках. М. — Л., 1955.

Побединский А. В. Рубки главного пользования. М. — Л., 1961.

Побединский А. В. Сосновые леса Средней Сибири и Забайкалья. М., 1965.

Побединский А. В. Рубки и возобновление в таежных лесах СССР. М., 1973.

Побединский А. В. Изучение влияния лесохозяйственных мероприятий на водоохранно-защитную роль лесов. — В кн.: Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973.

Побединский А. В. Особенности ведения лесного хозяйства в горных лесах Урала. — В кн.: Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973.

Побединский А. В., Исаев В. И. Лесоводственные требования к механизированным заготовкам. — Лесное хозяйство, 1973, № 2.

Побединский А. В., Чурагулов Р. С. Приречные леса Урала и ведение хозяйства в них. — Лесное хозяйство, 1975, № 6.

Поджаров В. К. Особенности лесосушения в условиях БССР. — Лесное хозяйство, 1969, № 7.

Поздняков Л. К. Лиственные и сосновые леса верхнего Алдана. М., 1961.

Поздняков Л. К. Гидроклиматический режим лиственных лесов центральной Якутии. М., 1963.

Поздняков Л. К. Даурская лиственница. М., 1975.

Поляков А. Ф. Влияние главных рубок на почвозащитные свойства буковых лесов. М., 1965.

Протопопов В. В. Особенности температурного режима воздуха на концентрированных лесосеках в ельниках. — Сообщение лабор. лесоведения, 1960, вып. 2.

Протопопов В. В. Средообразующая роль темнохвойного леса. Новосибирск, 1975.

Рагуотис А. Влияние лесов на сток рек Литовской ССР и Калининградской области. — Труды Литовского НИИ лесного хозяйства, 1973, т. 14.

Рахманов В. В. Водоохранная роль лесов. М., 1962.

Рахманов В. В. Влияние лесов на водность рек в бассейне верхней Волги. Л., 1971.

Рахманов В. В. Водорегулирующая роль лесов. Л., 1975.

Роде А. А., Смирнов В. Н. Почвоведение. М., 1972.

Ротачер Д. С. Ведение лесного хозяйства с целью сохранения качества вод. — В кн.: Доклады иностранных ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. М., 1970.

Рубцов М. В. О выделении защитных лесов вдоль рек. — Лесное хозяйство, 1970, № 11.

Рубцов М. В. Защитно-водоохранные леса. М., 1972.

Румянцев В. Н. Борьба с водной эрозией почв. — В кн.: Берегите землю. М., 1971.

Сахаров М. И. Фитоклиматы лесных фитоценозов. — Труды Брянского лесохоз. ин-та, 1940, т. IV.

Сахаров М. И. О влиянии отдельных ярусов ценозов на радиацию и освещенность. — Доклады АН СССР. Т. 62. 1948.

Сидоркина Л. М. О влиянии леса на гидрологический режим рек. — Труды ЛГМИ, 1956, вып. 5—6.

Созыкин Н. Ф. Влияние леса на водные свойства почв. — Труды ВНИИЛХ, 1940, вып. 18.

Созыкин Н. Ф., Горбунов Ю. В. Некоторые результаты гидрологических наблюдений на Истринском опорном пункте ВНИИЛМ за период 1939—1957 гг. — Труды третьего Всесоюзного гидрологического съезда, 1959, т. 2.

Соколовский Д. Л. Речной сток. Л., 1959.

Спиридонов Е. С. Влияние лесных насаждений на качество воды поверхностного стока. — Лесное хозяйство, 1965, № 2.

Субботин А. И. Сток талых и дождевых вод. М., 1966.

Таранков В. И. Гидрологический режим хвойно-широколиственных лесов южного Приморья. Л., 1970.

Таррант Р. Ф. Изменение качества воды с лесных водосборов, обусловленных деятельностью человека. — В кн.: Доклады иностранных ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. М., 1970.

Терентьев В. И. К характеристике эрозионных процессов на вырубках Среднего Урала. — В кн.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1968.

Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.-Л., 1939.

Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.-Л., 1952.

Тюрин И. В. Опыт классификации лесных площадей водоохранной зоны по их водоохранно-защитной роли. — В кн.: Исследования по лесному хозяйству. М., 1949.

Урываев П. А. Сток по талой и мерзлой почве в период весеннего снеготаяния. — Метеорология и гидрология, 1953, № 5.

Уткин А. И. О роли вечной мерзлоты в лесах Центральной Якутии. — В кн.: Новые лесоводственные исследования. М., 1960.

Федоров С. Ф. Результаты экспериментальных исследований элементов водного и теплового баланса малых лесных водосборов. — В кн.: Доклады советских ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. М., 1970.

Ханбеков И. И. Изменение водоохранно-защитных свойств горных лесов Северного Кавказа под влиянием лесохозяйственных мероприятий. — В кн.: Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973.

Ханбеков Р. И., Письмеров А. В. Стокорегулирующая роль темнохвойных и лиственных молодняков. — В кн.: Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973.

Харитонов Т. А. Водорегулирующая и противоэрозийная роль леса в условиях лесостепи. М., 1963.

Хуторцев И. И. Поверхностный сток и процессы эрозии на концентрированных вырубках сосняков и лиственничников Бурятии. — Труды Ин-та леса и древесины, 1962, т. 54.

Хьюлет Д. Д. Обзор метода определения полного стока посредством экспериментальных водосборов. — В кн.: Доклады иностранных ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. М., 1970.

Цельникер Ю. Л. Световой режим леса. Л., 1975.

Чагелешвили Р. Г. Качественные показатели твердого стока с лесных водосборов разной лесистости в горах Грузии. — Лесоведение, 1977, № 5.

Часовникова Э. А. Влияние леса на химическую денудацию. — Лесоведение, 1977, № 6.

Чешев Л. С., Черных З. И. Изменение условий среды на сплошных узколесосечных вырубках в еловых лесах Тянь-Шаня. — Лесоведение, 1977, № 1.

Чижмакова Т. Н. Учет влияния лесистости водосбора на слой стока за половодье — Труды Центральной высотной гидрометеорологической обсерватории, 1973, вып. 2.

Чубатый О. В. Результаты стационарных исследований водоохранно-защитных свойств спелых буковых древостоев. — В кн.: Развитие лесного хозяйства Карпат. Ужгород, 1966.

Чубатый О. В. Влияние рубок на буковые леса Карпат. — Лесное хозяйство, 1976, № 8.

Шаталов В. Т. Прирусловые леса ЦЧО. Воронеж, 1975.

Шпак И. С. Влияние леса на водный баланс водосборов. Киев, 1968.

Шумаков В. С. и др. Изменение водно-физических свойств почвы Урала под влиянием рубок и механизированных заготовок. — В кн.: Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Пушкино, 1973.

Юркевич И. Д., Ловчий Н. Ф., Ярошевич Э. П. Влияние леса на водный режим малых рек Белорусского Полесья. — Лесоведение, 1976, № 5.

Gaspar R., Abagin P. Cerietari privind rolul vegetatiei forestiere in reducerea fcurgerii de suprafata, in cazul proilor de lunga durata. Bucaresti, 1974.

Hibbert A. R. Forest treatment effects on water yield. — In: Forest Hydrology (International simposium on Forest Hydrology August 29-September 10, 1955). London, 1967.

Kovner S. H. Evapotranspiration and water yields following forest cutting and natural regrowth Proceed of Soc. Amer. Forest Meet. 1956. Memphis Tennessee, 1957.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Средообразующая роль леса	8
Солнечная радиация под пологом леса	8
Влияние леса на температуру воздуха	10
Влияние леса на влажность воздуха	15
Влияние леса на температуру почвы	16
Влияние леса на ветер	21
Влияние леса на осадки	23
Снегоотложение и снеготаяние в лесу. Промерзание и оттаивание почвы в лесу.	32 39
Влияние леса на сток	45
Особенности формирования стока в лесу и на безлесных участках	46
Влияние леса на сток рек	52
Почвозащитная роль леса	74
Противоэрозионная и кольматирующая роль леса	77
Влияние лесохозяйственных мероприятий на изменение водоохранно-защитной роли леса	90
Влияние рубок	90
Влияние механизированных заготовок	115
Влияние лесовосстановительных мероприятий	128
Изменение гидрологического режима рек под влиянием рубок	134
Классификация лесов по водоохранно-защитному значению	146
Размещение лесов на водосборах	147
Классификация лесов	150
Список литературы	166

Аврамий Владимирович Побединский ВОДООХРАННАЯ И ПОЧВОЗАЩИТНАЯ РОЛЬ ЛЕСОВ

Редактор издательства Т. А. Руденко
Переплет художника А. Д. Сунма
Художественный редактор В. Н. Тикуннов
Технический редактор А. М. Бачуркина
Корректор Л. С. Безуглина
ИБ № 740

Сдано в набор 13.11.78.
Подписано в печать 13.02.79.
Т-04600. Формат 60 × 90/16.
Бумага типографская № 2.
Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 11,0. Уч.-изд. л. 11,14.
Тираж 4100 экз. Заказ 2476. Цена 1 р. 70 к.
Издательство «Лесная промышленность»,
101000, Москва, ул. Кирова, 40а

Типография, пр. Сапунова, 2