

Г. Е. ПЯТЕЦКИЙ

ВОДНЫЙ РЕЖИМ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ НА СПЛОШНЫХ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ВЫРУБКАХ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

Исследования по данному вопросу в Карелии проводились в 1955—1957 годах на территории Виданского лесничества Петрозаводского лесхоза. В геоморфологическом отношении район работ представляет собою холмистую равнину, рельеф которой обусловлен в основном формами ледниковой аккумуляции в виде конечных морен, друмлин и озов. Объектами наблюдений были избраны ельники-долгомошники и ельники-черничники, расположенные по склонам всхолмлений, а также в равнинных условиях рельефа.

Стационарные наблюдения в ельнике-черничнике по склонам всхолмлений проводились под пологом леса и на вырубках 1—3, 7—9 и 25—27-летней давности. Опытный участок леса представляет собою семенную куртину площадью 1,5 га, состав — 7ЕЗБ+С, VII класса возраста; сомкнутость крон — 0,7—0,8, бонитет — III. Участок расположен в верхней части склона. Экспозиция ЮВ — 3—5°; мезорельеф ясно выражен. Почва подзолистая, железисто-гумусовая, супесчаная на супесчаной морене, хорошо дренированная¹. К этому участку непосредственно примыкает с восточной стороны 1—3-летняя рубка. Вырубка 7—9 лет расположена на слегка волнистой возвышенности с уклоном 3—4°. Почва подзолистая, железистая, супесчаная на легкосуглинистой валунной морене. Возобновление произошло со сменой пород. Хвойных (сосна, ель) имеется всего 0,8 тыс. экз., лиственных же (преимущественно береза) — 8,04 тыс. экз. на 1 га. Ель предварительного возобновления, сосна — последующего. Вырубка 25—27 лет покрыта лиственным молодняком, состав его 8Б20с, сомкнутость крон 0,9—1,0, средняя высота 11 м. Второй ярус представлен еловым подростом до 5 тыс. экз. на 1 га, средняя высота его 3 м. Молодняк расположен на склоне холма с уклоном на северо-восток. Почва хорошо дренированная, подзолистая, железистая, супесчаная на легком валунном суглинке.

В равнинном ельнике-черничнике наблюдения велись в лесу, на непосредственно примыкающей к нему заболачивающейся 7-летней рубке и в елово-лиственном молодняке (вырубка 25 лет). Древозостой

¹ Морфологическое описание почв опытных участков производилось совместно с почвоведом аспирантом Карельского филиала АН СССР Р. М. Морозовой.

VI класса возраста имеет состав 7Е2В1С, сомкнутость крон 0,8, бонитет IV. Почва подзолистая, супесчаная на валунном плотном легком суглинке. Заболачивающаяся 7-летняя рубка расположена в той же части рельефа. Почва торфянисто-подзолистая, мощность торфянистого горизонта до 10 см, в лесу мощность подстилки 5—6 см. Возобновление леса произошло в основном березой. Ель предварительного возобновления, 0,22 тыс. экз. на га; лиственных до 25 тыс. экз. на га, возраст 3—7 лет. Елово-лиственный молодняк 25 лет непосредственно примыкает к участку спелого леса. Состав его 6ЕЗВ1Ос, сомкнутость крон 0,8—0,9, средняя высота 11 м; ель из подроста предварительного возобновления. Рельеф ровный, почва подзолистая. Заболачивания почвы нет. Исследования на этих участках проводились лишь в 1955 году. В дальнейшем участки подверглись сплошному палу, и наблюдения на них были прекращены.

В ельнике-черничнике по ровному рельефу наблюдения велись также в лесу и на 9—11-летней заболачивающейся рубке. Оба участка непосредственно примыкают один к другому. Рельеф ровный, почва подзолистая, гумусово-железистая, песчаная; с глубины 45—60 см начинается плотная безвалунная тяжелосуглинистая материнская порода. Состав древостоя 6ЕЗС1В, IV класс возраста, сомкнутость крон 0,8, бонитет IV. На рубке возобновление леса произошло со сменой хвойных пород лиственными, преимущественно березой. Сосна предварительного и последующего возобновления имела возраст 5—15 лет в количестве 1,1 тыс. экз. на га; ель — предварительного возобновления, 0,85 тыс. экз. на га; лиственных имелось 30,2 тыс. экз. на га, возраст их 2—10 лет.

В ельнике-долгомошнике исследования проводились на рубках 1—3, 7—9, 25, 40—45, 65—70 лет и под пологом леса. Рубки 7—9, 25, 65—70 лет и участок спелого леса непосредственно примыкают друг к другу. Рельеф здесь равнинный, слегка пониженный, почва торфянистая, сильноподзолистая, различной степени оглеенности, супесчаная на плотном моренном валунном легком суглинке. Рубки 1—3 и 40—45 лет расположены в некотором удалении от указанных опытных участков и характеризуются равнинным, слабо пониженным рельефом. Почва торфянисто-сильноподзолисто-глеевая, супесчаная на плотном валунном легком суглинке. Древостой имеет состав 6ЕЗС1В, VIII класс возраста; сомкнутость крон 0,5—0,6; бонитет V. На 7—9-летней рубке лесовозобновление произошло в основном лиственными породами (39 тыс. экз. на га, возраст 3—9 лет; хвойных всего 0,3 тыс. экз. на га). Ель предварительного возобновления. Рубка 25 лет покрыта молодняком 3ЕЗС4В, средняя высота около 5 м, сомкнутость крон 0,5—0,6. Елово-березовый древостой на рубке 40—45 лет характеризуется составом 8Е2В + Ос + С; сомкнутость крон его 0,4—0,7. Ель предварительного возобновления. Средневозрастный ельник (рубка 65—70 лет) имеет состав 8Е2В + С; средняя высота 13 м, сомкнутость крон 0,6—0,7.

Стационарные наблюдения производились также и на неудовлетворительно облесившейся заболоченной рубке 25 лет. Почва здесь торфяно-подзолисто-глеевая, положение пониженное, рельеф ровный. Возобновление леса представлено всего 1,95 тыс. экз. на га, из них лиственных 1,3 тыс. экз.

В ельниках-долгомошниках после рубки древостоя в первые два десятилетия идет нарастание торфянистого горизонта, в дальнейшем

при удовлетворительном возобновлении леса на вырубках мощность его уменьшается. Так, в перестойном лесу толщина торфянистого слоя равнялась 12—13 см, на 7-летней вырубке — 18 см, на 25-летней — 18—20 см, в древостое 40—45 лет — 13—15 см и в средневозрастном ельнике — 11—13 см. При неудовлетворительном лесовозобновлении или его отсутствии уже через 25 лет образуется торфяной горизонт до 35 см.

После рубки леса в наземном покрове происходят значительные изменения. В ельнике-черничнике на вырубках черника и зеленые мхи почти полностью отмирают. На их месте появляются светолюбивые растения: в одних условиях злаки, в других — кукушкин лен и сфагнум. На сплошных вырубках при ровном рельефе кукушкин лен покрывает почти всю площадь, а по микропонижениям появляется сфагнум, мощность мохового покрова достигает 20—25 см. На вырубках по склонам всхолмлений в наземном покрове преобладают злаки, удерживается брусника, редко встречается кукушкин лен, сплошного задернения почвы не наблюдается. В ельнике-долгомощнике после рубки древостоя в видовом составе наземного покрова происходят незначительные изменения; на вырубках сильно разрастается кукушкин лен и сфагнум, мощность мохового покрова достигает 35 см.

На указанных объектах изучались физические свойства почвы, промерзание и оттаивание ее, осадки, динамика влажности почвы и почвенно-грунтовые воды. Все эти элементы, от которых зависит водный режим почвы, после рубки древостоя претерпевают значительные изменения.

Исследования физических свойств почв производились до глубины 80—90 см. Объемный вес и влагоемкость определялись буром Ленинградской лесотехнической академии с объемом 250 см³ и высотой 5,5 см. Повторность определений была для верхних горизонтов (A₀, A₂, B₁) 8—10-кратная, для нижних горизонтов почвы (B₂, BC, C) — 5—6-кратная. Водопроницаемость для горизонтов A, B₁ определялась методом восстановления уровня воды в скважинах после ее откачки, для нижних горизонтов — методом Болдырева. Количество зимних осадков устанавливалось путем снегомерных съемок, измерялись высота и плотность снега. Летние осадки учитывались при помощи дождемеров, в лесу устанавливалось пять, на вырубке три дождемера. Наблюдения за влажностью почвы проводились по генетическим горизонтам одновременно в лесу и на вырубках до глубины 90 см через каждые две недели. Повторность для верхних горизонтов была 6—8-кратная, для нижних — 4—5-кратная. Влажность вычислялась абсолютная (в % от веса сухой почвы) и относительная (в % от полной влагоемкости); запас влаги определялся в 90 см слое почвы (в мм). Для наблюдений за почвенно-грунтовыми водами на каждой пробной площади было установлено 2—3 колодца до глубины 150—170 см, вокруг каждого колодца было сделано две-три скважины глубиной 50—70 см. Наблюдения производились через каждые пять дней, зимой — через 10 дней.

При изучении физических свойств почв определялась скважность (общая, капиллярная и некапиллярная), водопроницаемость, объемный и удельный вес. Исследования показали, что зона заметного изменения физических свойств почв вырубок простирается до глубины 50—60 см. Подобные данные были получены Маляновым для Московской области (1938, 1939).

Скважность почвы уменьшается от верхних горизонтов к нижним. Для горизонта С, как правило, скважность почвы не выходит за пределы выше 34%, особенно низкая в ельнике-долгомошнике (27,5—32%), что обуславливается наличием здесь оглеения почвы. Обычно в оглеенных суглинистых и глинистых горизонтах, по данным Роде (1955), порозность понижается до 25—30%. В этом горизонте общая скважность примерно равна капиллярному насыщению почвы. После рубки леса скважность почвы изменяется лишь в верхних горизонтах (A_0 , A_2 , В). Изменение скважности почвы на вырубке находится в зависимости от переувлажнения почвы.

На вырубках, подверженных заболачиванию, происходит уменьшение общей скважности почвы главным образом за счет некапиллярной. Это более резко выражено в ельнике-черничнике, а в ельнике-долгомошнике она изменяется незначительно. На заболачивающейся 7—8-летней вырубке в ельнике-черничнике по ровному рельефу в сравнении с лесом некапиллярная скважность почвы уменьшилась в три с лишним раза. То же наблюдается и на 10-летней заболачивающейся вырубке на песчаной почве по ровному рельефу. На 7—8-летней вырубке по всхолмлениям, где заболачивания почвы не происходит, скважность почвы очень высокая и в дальнейшем она не понижается. Общая скважность почвы на этой вырубке такая же, как в березовом молодняке, но в последнем некапиллярная скважность выше, что объясняется рыхлящим действием корней березы.

В связи с ростом леса идет восстановление скважности почвы в основном за счет некапиллярной. К периоду полного разболачивания вырубке (ельник-черничник 25—28 лет) или к периоду затухания процесса заболачивания (средневозрастный ельник-долгомошник) как общая, так и некапиллярная скважность становятся даже несколько больше, чем в спелом древостое до рубки леса.

Исследования водопроницаемости показывают, что нижние горизонты почвы, особенно суглинистые и глинистые, отличаются слабой водопроницаемостью, что показывает на их большую уплотненность. Так, супесчаная подпочва имела коэффициент фильтрации 0,0053—0,0067 $см/сек$, суглинистая — 0,000011—0,0000097 и глинистая — 0,00000035. Верхние песчаные и супесчаные горизонты (А, В) имеют водопроницаемость 0,010—0,039 $см/сек$. После рубки леса происходит некоторое уменьшение водопроницаемости верхних горизонтов почвы мощностью до 50—60 $см$. На низкую водопроницаемость суглинистой подпочвы указывает и тот факт, что при глубине грунтовой воды ниже 70—100 $см$ после откачки воды из колодцев уровень ее не восстанавливается. Вода в колодцах стоит, как в сосудах, и колодцы показывают ложный уровень воды.

Просачиванию воды в подстилающие породы, возможно, препятствует в некоторой мере присутствие защемленного воздуха в почве, наличие которого неоднократно наблюдалось при определении влажности почвы. Это явление хорошо прослеживалось в ельнике-долгомошнике летом 1956 года. Причиной защемления воздуха в нижних горизонтах почвы являлось сильное просушивание почвы летом 1955 года, глубокое понижение почвенно-грунтовых вод в зиму 1955—1956 годов и последующее весеннее обильное поступление влаги в почву. В результате этого в ельнике-долгомошнике, в нижних горизонтах почвы, от 21 до 47% общей порозности было занято воздухом.

Наблюдения за снежным покровом в зимы 1955—1956 и 1956—1957 годов показали наибольшую мощность снега на вырубке. В молодняках мощность снега больше, чем в спелом лесу, и примерно равна мощности его на вырубке. В еловом лесу мощность снега на 15—43% меньше, чем на вырубке.

Снежный покров распределяется в лесу крайне неравномерно, особенно в еловых молодняках. Так, в марте 1956 года в молодняке ельника-долгомошника мощность снега в „окне“ была 115 см, под кроной—35 см. Количество снега, проникающего под полог леса, изменяется в зависимости от характера древостоев, их состава, возраста и сомкнутости. Например, если принять количество осадков, выпадающих на почву в березняке-черничнике 25—26 лет, за 100% (по запасу воды в снеге), то за два года наблюдений ельник-черничник 140 лет с сомкнутостью крон 0,7—0,8 задержал осадков 33%, ельник-черничник с примесью сосны 80 лет с сомкнутостью 0,8—31%, ельник-долгомошник 160 лет с сомкнутостью 0,5—0,6—19%, средневозрастной еловый древостой с сомкнутостью крон 0,7—0,8—28%.

Наблюдения за жидкими осадками показывают, что на вырубку их выпадает на 39—44% больше, чем в лесу (табл. 1).

Таблица 1

Количество осадков, задержанных пологом древостоев¹

Характеристика участка	Год наблюдений	Задержано осадков						в среднем	
		по месяцам					%	мм	
		VI	VII	VIII	IX	X			
Молодняк-березняк-черничник 25—26 лет, сомкнутость 0,9—1,0, с еловым подростом	1955	—	44,7	27,4	20,2	18,0	21,6	37,5	
	1956	21,1	21,0	22,9	43,9	28,5	24,8	71,3	
	средн.	21,1	32,8	25,1	32,0	23,2	23,2	54,4	
Ельник-черничник 140 лет, сомкнутость 0,7—0,8	1955	—	—	—	39,3	45,3	43,1	48,2	
	1956	26,7	36,3	33,9	36,5	35,3	35,3	122,2	
	средн.	26,7	36,3	33,9	37,9	40,3	39,2	120,7	
Ельник-долгомошник 40—45 лет, сомкнутость 0,5—0,6	1955	—	—	—	30,6	34,2	33,2	30,8	
	1956	20,4	34,0	32,8	22,0	33,1	31,0	105,7	
	средн.	20,4	34,0	32,8	26,3	33,6	32,1	124,3	
Ельник-кисличник 160 лет, сомкнутость 0,8—0,9	1955	—	67,1	78,2	51,0	40,9	49,7	89,6	
	1956	37,7	32,9	45,7	45,0	36,0	39,0	113,0	
	средн.	37,7	50,0	62,0	48,0	38,4	44,4	101,3	

В целом за время наблюдений на вырубку выпадало на 120 мм жидких и на 50 мм твердых осадков больше, чем на почву в лесу ельника-черничника 140 лет с сомкнутостью крон 0,7—0,8, что

¹ За 100% принимается количество осадков, выпавших на однолетней вырубке.

составляет 30% от годового количества осадков. Таким образом, одной из причин заболачивания сплошных вырубок является большее количество поступающих в почву осадков.

Промерзание и оттаивание почвы оказывает большое влияние на изменение ее физических свойств, на их гидрологический и тепловой режимы, а следовательно, и на рост леса. Наши наблюдения за промерзанием почв показывают, что оно сильно меняется как по годам, в зависимости от метеорологических условий, так и от характера растительности, и, главным образом, от мощности снежного покрова. Чем меньше мощность снежного покрова, тем глубже промерзает почва. В зиму 1955—1956 годов промерзание почвы было значительно больше, чем в зиму 1956—1957 годов. Температура воздуха в эту зиму опускалась ниже -44° , сумма отрицательных температур за октябрь—апрель была равна 1880° , тогда как в зиму 1956—1957 годов сумма отрицательных температур за этот же период составляла только 1017° . Кроме того, мощность снежного покрова в зиму 1956—1957 годов была больше.

В еловом лесу в 1955—1956 годах, особенно под кронами, почва промерзала в 2—3 раза глубже, чем на сплошной концентрированной вырубке. В 1956—1957 годах на вырубке почва всю зиму оставалась талой, под лесом промерзание было значительным. В березовом

Таблица 2

Глубина промерзания почвы (март) в см

Характеристика промерзания почвы	Ельник-черничник (почва супесчаная)				Ельник-долгомошник				Ельник-черничник (почва песчаная)		Вырубка в ельнике-долгомошнике 10-11 лет, почва песчаная
	древостой, сомкнутость 0,7—0,8	вырубка		березовый молодняк, сомкнутость 0,9—1	древостой, сомкнутость 0,5—0,6	вырубка 1—2 лет еловый молодняк, сомкнутость 0,5—0,6	средневозрастной ельник, сомкнутость 0,7	древостой, сомкнутость 0,8	вырубка 10-11 лет		
956 г.											
Среднее промерзание	50	26	29	28	40	25	42	54	35	18	21
Мощность снега	43	60	51	56	48	65	60	40	43	59	58
Максимальное промерзание под кронами и на вырубке	65	30	38	45	62	33	70	65	61	28	31
1957 г.											
Среднее промерзание	9	0	0	0	15	0	20		10	0	0—6
Мощность снега	45	80	64	79	60	86	74		50	81	64
Максимальное промерзание под кронами и на вырубке	25	0	0	15	27	10	45	—	27	7	0

молодняке почва промерзала примерно так же, как на сплошной вырубке из-под ельника-черничника. В еловом древостое промерзание почвы было крайне неравномерным, максимальное — под кронами, где наблюдалась наименьшая мощность снега. В еловых молодняках почва промерзала больше, чем в спелом лесу. Основной причиной большего промерзания почвы в лесу, по сравнению со сплошной концентрированной вырубкой, следует считать меньшую мощность снега (табл. 2).

Приведенные результаты наблюдений находятся в соответствии с данными Х. А. Писарькова, П. И. Давыдова (1954, 1956), полученными в Ленинградской области, но противоречат общепринятому представлению о большем промерзании почвы на безлесных участках (поле) по сравнению с промерзанием почв в лесу, сложившемуся на основании изучения этого вопроса многими исследователями (Н. А. Качинский, 1927; М. И. Сахаров, 1938, 1945; Н. И. Костюкевич и П. Д. Червяков, 1940; И. С. Васильев, 1950; А. А. Молчанов, 1952 и др.). О том, что почва в лесу в большинстве случаев промерзает на значительно меньшую глубину, чем в поле, указывается и в учебнике проф. М. Е. Ткаченко „Общее лесоводство“.

Однако в различных древостоях и при разной мощности снегового покрова промерзание почвы происходит не одинаково. Так, например, по наблюдениям А. В. Савиной (1949), в неизреженном древостое при глубине снега 30 см почва промерзла на 26 см; на участке, пройденном рубкой ухода, с вырубкой четверти запаса, мощность снега составляла 40 см, почва промерзла на 20 см, а при выборке половины запаса мощность снега была 62 см, промерзание почвы лишь 1 см. Аналогичные данные получены в Швеции (Ronge, 1928): в изреженном древостое, с 1,9 тыс. деревьев на га, при глубине снега 85 см почва промерзала в 2,5 раза меньше, чем в более густом ельнике с количеством деревьев 12 тыс. на га, где мощность снега составляла лишь 30 см. В малоснежные зимы промерзание почвы с большей изреженностью древостоя, наоборот, увеличивается (А. А. Молчанов, 1953).

По американским данным (Д. Китредж, 1951), трехлетними наблюдениями установлено среднее максимальное промерзание почвы в открытом поле на глубину 38,1 см, под лиственными породами — на 12,7 см, под елью на равнине — на 39,9 см, а под елью на болотистой почве — на 48,3 см. Эта разница объяснялась исследователем разной мощностью снегового покрова. В еловых лесах почва не только промерзала на большую глубину, но и полное оттаивание ее было зарегистрировано под елью на равнине в среднем на 26 дней, а на болоте на 55 дней позднее, чем на открытой местности. На большую защитную роль снега, умеряющую промерзание почвы, указывают многие исследователи.

Таким образом, мощность снегового покрова является одним из главных факторов, обуславливающих (вместе с температурами) различное промерзание почвы. При наступлении значительных морозов до выпадения снега или при небольшом снеговом покрове, как это нередко бывает, промерзание почвы на открытых местах может быть гораздо большим, чем под пологом леса.

Следует также указать, что у многих исследователей, установивших меньшее промерзание почвы в лесу по сравнению с открытыми местами, в качестве открытых объектов наблюдений послужили не

вырубки, а поля. На полях же мощность снегового покрова в связи с выдуванием ветром гораздо меньше, чем на вырубках, где различные остатки древесной растительности, валеж, травянокустарничковый и моховой покровы, а также вновь возникающая поросль препятствуют сдуванию снега и сами утепляют почву. Кроме того, в лесу защищает почву от глубокого промерзания подстилка, которой нет на полях (М. И. Сахаров, 1938; А. И. Летковский, 1939). Наши исследования в этом отношении показывают, что на одной и той же вырубке при отсутствии подстилки (выгорела), но при одинаковой мощности снега почва промерзает в 1,5 раза глубже. По американским данным (Мак-Кинни, 1929), в 28-летних посадках красной сосны в Коннектикуте (США) лесная подстилка задержала промерзание почвы с 3 декабря до 4 января и понизила максимальную глубину промерзания с 20 до 15 см. Глубина промерзания почвы в поле увеличивается также в связи с большей плотностью здесь снега по сравнению с лесом и вырубками.

В условиях южной Карелии в 1955—1956 годах почва промерзла в поле в 3—5 раз глубже (90 см), чем на вырубке, и значительно глубже, чем в лесу (табл. 2), а в 1956—1957 годах на вырубке промерзания почвы не было, в поле же почва промерзла на 53 см. Снежный покров в поле был в 1,5—2 раза меньше, чем на вырубке, и значительно меньше, чем в лесу. Плотность снега в поле была несколько больше. Следовательно, различное соотношение глубины промерзания почвы в лесу, на вырубках и в поле объясняется разной мощностью снега, разной его плотностью, наличием или отсутствием подстилки и другого почвенного покрова. Важную роль здесь играет также влажность почвы (Р. Н. Оболенский, 1944; М. И. Сахаров, 1938). Чем выше влажность почвы, тем промерзание почвы меньше, так как при замерзании влажная почва выделяет большое количество скрытой теплоты. На вырубках же влажность почвы выше, чем под лесом.

Промерзание почвы в зимы 1955—1956 и 1956—1957 годов шло как на вырубке, так и в лесу под снегом до марта. Максимальное промерзание наблюдалось в 1956 году в конце второй декады марта, в 1957 году в конце марта. В 1956 году оттаивание почвы снизу началось еще до схода снега, но происходило очень медленно. На вырубке оно было отмечено в начале апреля, в лесу 20—25 апреля. В ельнике-долгомошнике оттаивание почвы снизу началось лишь в начале мая. Оттаивание почвы сверху в лесу и на вырубке в эту зиму началось после схода снега.

На скорость оттаивания почвы большое влияние оказывают моховой покров и лесная подстилка. Так, в 1956 году почва полностью оттаяла на вырубке из-под ельника-черничника к первому июня, на вырубке из-под ельника-долгомошника — к 10 июня. На необлесившейся вырубке в ельнике-долгомошнике с мощным торфянистым слоем и моховым покровом мерзлота сохранялась до конца июня. В ельнике-черничнике почва полностью оттаяла к 21 июня, в перестойном ельнике-долгомошнике — 23 июля, а в молодняке ельника-долгомошника — 11 августа. Таким образом, в лесу, особенно в ельнике-долгомошнике, почва оттаивала на 14—64 дня позднее, чем на вырубках. В лесу почва первоначально оттаивала между кронами, а под кронами мерзлота оставалась в виде линз разной величины. Почва в ельнике-черничнике оттаивала раньше, чем в ельнике-долгомошнике.

В 1956 году снег сошел на вырубке 3—6 мая, в спелом лесу — 15—17 мая, в березовом молодняке — 10 мая. Следовательно, в лесу снег исчез на две недели позже, чем на вырубке.

В 1957 году оттаивание почвы в лесу началось снизу в начале апреля, т. е. почти на месяц раньше, чем в 1956 году. Оттаивание почвы сверху началось после схода снега. В зиму 1956—1957 годов снег начал таять в конце марта. Снежный покров на вырубке исчез 3—5 мая, в лесу — 12—15 мая. Как в 1956 году, так и в 1957 году снег на вырубке и в лесу начал таять одновременно, но на вырубке более интенсивно. Оттаивание почвы сверху после схода снега привело к тому, что часть талых вод на вырубках из-под ельника-черничника по всхолмлениям стекала по поверхности почвы в понижения

или застаивалась на поверхности вследствие водонепроницаемости мерзлой почвы (Н. А. Качинский, 1927; Шалабанов, 1903 и др.). Влажность мерзлой почвы в этот период была выше полной влагоемкости.

Одним из главных факторов, обуславливающих режим влажности почвы и динамику почвенно-грунтовых вод, являются метеорологические условия. Годы, в течение которых велись наблюдения над водным режимом почв вырубок и леса, в метеорологическом отношении заметно отличались друг от друга и от средних многолетних. Летние температуры воздуха в 1955 году, кроме июня, были значительно выше, чем в 1956 году, а среднемесячные в августе, сентябре и октябре — выше средних многолетних. Высокие температуры воздуха и малое количество осадков (107 мм за VI—IX месяцы) привело к сильному просыханию почвы в 1955 году. В 1956 году среднемесячные летние температуры, кроме июня, были ниже, чем в 1955 году, и ниже средних многолетних. Сумма осадков за этот же период (240 мм) выше средней многолетней. В связи с этим почва на протяжении лета была переувлажнена, особенно в ельнике-долгомошнике.

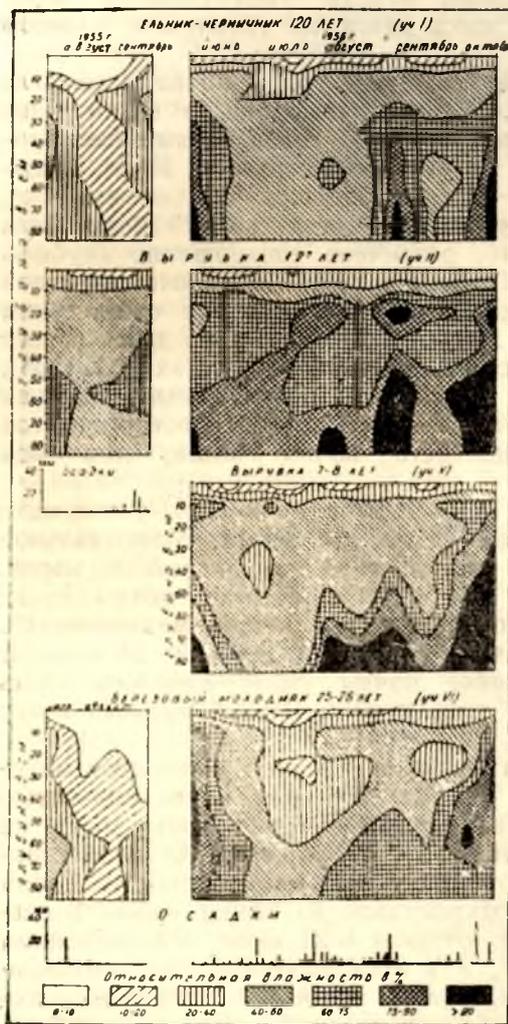


Рис. 1. Влажность почвы в ельнике-черничнике и на сплошных вырубках разных лет рубки на песчаной почве по всхолмлениям

Общей закономерностью для ельников-черничников по всхолмлениям на супесчаной почве является резкое повышение влажности почвы по всему профилю в первый же год после рубки леса. Периодическое избыточное увлажнение имеет место лишь в нижних горизонтах почвы (рис. 1). По мере возобновления и роста молодого леса идет иссушение почвы. Влажность ее на 7—8-летней вырубке уже примерно равна влажности в лесу, а в березовом молодняке (вырубка 25—26 лет) почва в вегетационный период иссушается сильнее, чем в спелом древостое, несмотря на то, что в березняке на почву выпадает годовых осадков на 20% больше. В равнинном ельнике-черничнике влажность песчаной и супесчаной почвы на 7—10-летней вырубке (рис. 2) значительно выше, чем в древостое. В этих условиях происходит заболачивание. Но, как показывают наши наблюдения, к 25—28 годам при наличии хорошего возобновления леса процесс заболачивания полностью прекращается.

За период с 1 июня по 15 октября 1956 года средний запас влаги в 90-сантиметровом слое почвы в ельнике-черничнике по всхолмлениям был равен: в лесу—230 мм, на 2-летней вырубке—302 мм, на 8-летней—237 мм и на 26-летней вырубке (березовый молодняк, сомкнутость полога 0,9—1,0)—214 мм. В то же время на заболачивающейся 7—10-летней вырубке из-под равнинного ельника-черничника запас влаги в почве был значительно больше, чем в древостое (на 57 мм). Запас влаги в почве равнинного ельника был больше (на 45 мм), чем в ельнике по склонам всхолмлений.

Для ельника-долгомошника характерно избыточное увлажнение почвы под пологом леса. Вырубка древостоя приводит к резкому усилению процесса заболачивания. На 1—2-летней и 7—8-летней вырубках влажность почвы больше, чем в лесу. Причем на 7—8-летней вырубке она больше, чем на 1—2-летней вырубке (рис. 3). Средний запас

запас влаги в почве в 90-сантиметровом слое за период с 1 июня по 15 октября 1956 года был: в перестойном лесу—284 мм, на 2-летней вырубке—344 мм, а на 8-летней—390 мм. Таким образом, на 7—8-летней вырубке влияние молодняка (40 тыс. экз. на га) на влажность почвы еще незначительно. Но через 25—26 лет после рубки

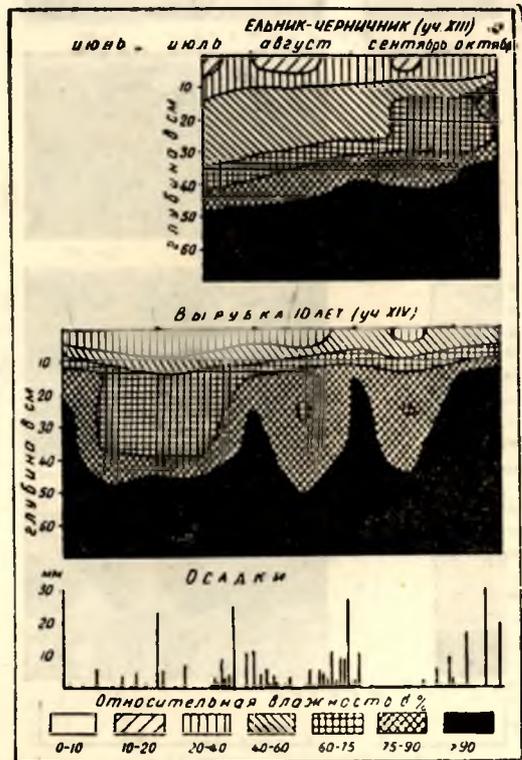


Рис. 2. Влажность почвы в равнинном ельнике-черничнике и на 10-летней вырубке на песчаной почве (1956 г.).

древостоя в сосново-елово-березовом молодняке влажность почвы меньше, чем на 1—2-летней вырубке. В ельнике на вырубке 40—45-летней давности влажность почвы еще несколько выше, чем в спелом лесу, хотя почва в верхних горизонтах иссушается сильнее. Средний запас влаги здесь равен 310 мм, т. е. несколько выше, чем в перестойном лесу (284 мм). В средневозрастном ельнике почва иссушается даже больше, чем под перестойным древостоем. Таким образом, в ельнике-долгомошнике после рубки древостоя происходит

усиление процесса заболачивания, но по мере роста молодняка этот процесс замедляется и в средневозрастном ельнике (65—70 лет) прекращается.

Если принять, что почвы начинают заболачиваться при влажности их 75—80% от полной влагоемкости (Васильев, 1950; Роде, 1955), то в годы с количеством осадков, равным среднегодовому данным (577 мм), почва в ельнике-долгомошнике почти в течение всего года находится в состоянии избыточного увлажнения. Интенсивное иссушение почвы здесь имеет место лишь в торфянистом горизонте. Для полного разболачивания почвы в ельнике-долгомошнике необходим отвод избытка воды осушительной сетью. При сравнении влажности почвы и количества осадков в 1955 и в 1956 годах видно, что для ликвидации избыточного увлажнения в ельнике-долгомошнике необходимо отвести осушением не менее 100—150 мм осадков.

Приведенные материалы по влажности почвы показывают, что процесс заболачивания в ельнике-черничнике имеет место лишь во влажных местообитаниях. На почвах с хорошим дренажом по

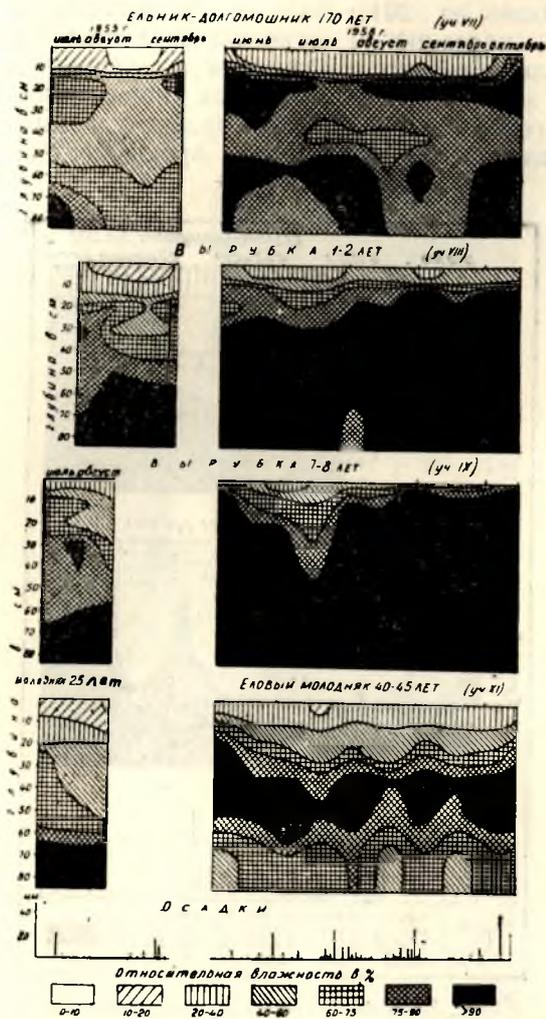


Рис. 3. Влажность почвы в ельнике-долгомошнике и на сплошных вырубках разных лет рубки

всхолмлениям и склонам наблюдается лишь некоторое повышение влажности почвы в первые годы после вырубке древостоя. В равнинном ельнике-черничнике к 25—28 годам процесс заболачивания полностью приостанавливается. В то же время исследования в Ленинградской

области (Буренков, Кошечев и Мальчевская, 1934; Кошечев, 1955), а также в Московской (Малянов, 1938, 1939) и Архангельской (Дмитриев, 1950) показывают, что сплошные вырубки из-под ельников и сосняков-черничников и даже из-под брусничников интенсивно заболачиваются. Это объясняется равнинным рельефом, тяжелыми по механическому составу почвами или подпочвами и превышением прихода влаги в почву над ее расходом в связи с вырубкой леса, как мощного физиологического испарителя. В условиях же Карелии подобное сочетание указанных факторов встречается реже, поэтому заболачивание вырубок в этих типах леса не имеет широкого распространения.

Наблюдения за динамикой почвенно-грунтовых вод в лесу и на вырубке в период 1955—1957 годов показывают, что уровень их в обоих типах леса после рубки древостоев повышается (рис. 4, 5). Это более резко выражено в ельнике-черничнике. На 1—2-летней вырубке этого типа леса (рис. 4) в дождливое лето 1956 года поч-

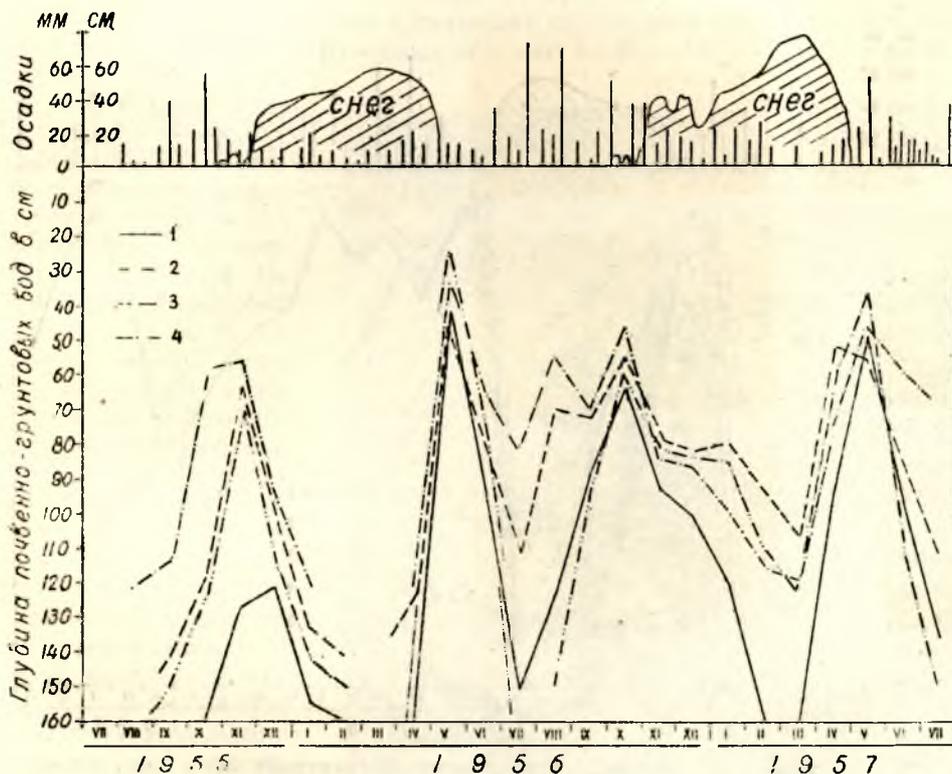


Рис. 4. Кривые среднемесячных глубин почвенно-грунтовых вод в ельнике-черничнике 140 лет и на сплошных вырубках по всхожностям:

1 — спелый лес; 2 — вырубка 1—3 лет; 3 — вырубка 7—9 лет; 4 — березовый молодняк (вырубка 25—27 лет)

венно-грунтовые воды в течение всего вегетационного периода не опускались ниже 95—100 см, тогда как в лесу в июле они стояли на глубине 160 см, т. е. почти в два раза ниже. По мере роста молодняка на вырубке идет и понижение уровня воды в почве. Особенно

низко почвенно-грунтовые воды стоят в березовом молодняке, иногда даже ниже, чем под спелым ельником-черничником.

В ельнике-долгомошнике на вырубке (рис. 5) наблюдается незначительное повышение уровня воды в почве, но и в лесу здесь почвенно-грунтовые воды стоят очень высоко, особенно в годы с обильными осадками. Так, летом 1956 года уровень почвенно-грунтовых вод не опускался ниже 75 см. В этом типе леса почва в течение длительного периода времени как в лесу, так и на вырубке избыточно увлажнена. По мере роста молодняка происходит слабое понижение уровня почвенных вод. В ельнике с сомкнутостью полога 0,5—0,6 на вырубке 40—45 лет уровень воды в почве примерно такой же, как и под перестойным древостоем. При неудовлетворительном возобновлении леса вырубка прогрессивно заболачивается. Так, на плохо облесившейся вырубке 25 лет уровень почвенно-грунтовых вод в продолжение всего периода наблюдений (1955—1957 гг.) ниже 85 см не опускался. Среднегодовая глубина почвенно-грунтовых вод здесь равна около 15 см.

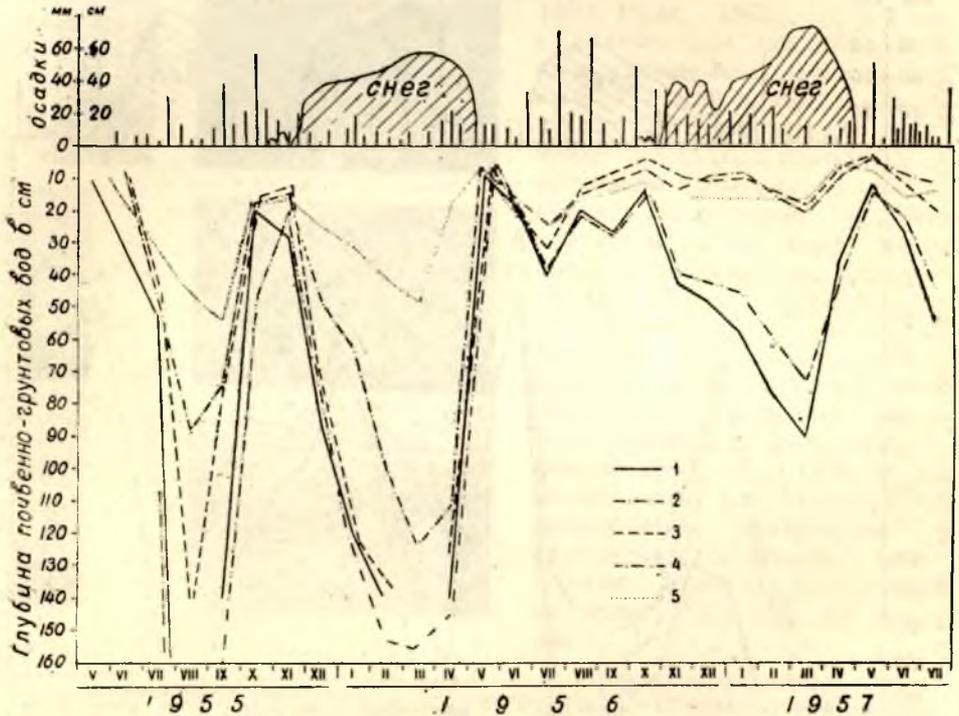


Рис. 5. Кривые среднемесячных глубин почвенно-грунтовых вод в перестойном ельнике-долгомошнике и на сплошных вырубках разных лет рубки:

1 — перестойный лес; 2 — 1—3-летняя вырубка; 3 — 7—9-летняя вырубка; 4 — молодняк 40—45 лет; 5 — плохо возобновившаяся вырубка 25—27 лет

По отдельным периодам года и в разные годы более резкие изменения уровня воды в почве наблюдались в ельнике-черничнике. В обоих типах леса в течение года в режиме стояния почвенно-грунтовых вод наблюдается два максимума (весенний и осенний) и два минимума (летний и зимний).

В ельнике-черничнике по всхолмлениям в лесу и на вырубке почвенно-грунтовые воды в течение периода наблюдений редко поднимались выше 30 см (5—6 мая). В весенний максимум (май) уровень воды в почве на вырубке и в лесу был примерно одинаков. В течение лета под древостоем наблюдается резкое понижение уровня почвенно-грунтовых вод, на вырубке он изменяется мало, что указывает на слабый боковой отток воды. К осени уровни воды в почве опять сближаются, но осенний максимум несколько меньше весеннего.

В ельнике-долгомошнике на вырубке вода весной стоит иногда выше поверхности почвы. К лету происходит незначительное понижение. В древостое уровень воды весной стоит у поверхности почвы (3—6 см), летом он понижается больше, чем на вырубке.

В зиму 1955—1956 годов с глубоким промерзанием почвы происходило сильное понижение почвенно-грунтовых вод. В ельнике-долгомошнике в лесу и на вырубке верховодка исчезла в декабре и появилась вновь лишь в начале мая, в период таяния снега. В ельнике-черничнике по всхолмлениям почвенно-грунтовые воды зимой опускались на 1—2-летней вырубке до глубины 1,4 м, в лесу — ниже 1,6 м. В зиму 1956—1957 годов с частыми и сильными оттепелями такого резкого падения уровня почвенно-грунтовых вод, как в 1955—1956 годах, не наблюдалось. В эту зиму

в перестойном ельнике-долгомошнике и молодняке максимальное понижение почвенно-грунтовых вод было в конце марта (до 100 см. На 1—2-летней вырубке уровень воды в течение всей зимы не опускался ниже 25 см. На плохо облесившейся вырубке 25 лет вода в течение всей зимы держалась на уровне 15—19 см от поверхности почвы. В ельнике-черничнике по всхолмлениям в лесу и на вырубке в эту зиму наблюдалось сильное понижение уровня воды в почве. Таким образом, в зимы с очень низкими отрицательными температурами воздуха и глубоким промерзанием почвы наблюдается более глубокое понижение уров-



Рис. 76. Рост ели в молодняке елово-лиственном черничнике. Вырубка 25—27 лет, ель предварительного возобновления из подроста 15—25 лет высотой 0,5—1,5 м

ня почвенно-грунтовых вод, чем в теплые зимы с оттепелями. В зимний период понижение почвенно-грунтовых вод происходит главным образом за счет оттока и перегонки воды в верхние слои почвы при глубоком ее промерзании.

В ельнике-долгомошнике при количестве осадков, близком к среднемуголетнему, высокий уровень почвенно-грунтовых вод держится на протяжении всего года, особенно на вырубке. В мае в лесу вода стоит у поверхности почвы, а на вырубке — выше поверхности. Высокий уровень воды наблюдается до начала июля, что понижает прирост деревьев. Рост начинается при высоком уровне воды в почве (3—14 см). В ельнике-черничнике почвенно-грунтовые воды в начале роста (май) стоят значительно ниже (не выше 30 см). Здесь прирост ели в молодняке (рис. 6) и период роста значительно больше, чем в ельнике-долгомошнике (табл. 3).

Таблица 3

Годичный прирост и продолжительность роста ели в высоту в зависимости от глубины почвенно-грунтовых вод

Тип молодняка	Глубина почвенно-грунтовых вод (в см)						Прирост в высоту (в см)			Продолжительность роста (в днях)		
	средняя в мае			средняя за период роста			1955	1956	1957	1955	1956	1957
	1955	1956	1957	1955	1956	1957						
Елово-березовый черничник 25—27 лет	—	20	34	75	63	67	56,0	52,0	51,0	63	50	70
Елово-лиственный, долгомошник 40—45 лет	8	7	12	43	22	23	19,0	12,6	10,8	—	42	37
Лиственный-еловый долгомошник 25—27 лет (сильно заболоченная, плохо облесившаяся вырубка)	4	8	7	25	19	12	8,3	2,6	2,5	—	20	30

Из табл. 3 видно, что в вегетационный период 1955 года почвенно-грунтовые воды в ельнике-черничнике и ельнике-долгомошнике стояли ниже, чем в 1956—1957 годах. Соответственно этому и прирост в 1955 году был больше. Особенно заметно это различие в приросте по высоте, в зависимости от уровня почвенно-грунтовых вод, в ельнике-долгомошнике.

На величину прироста ели большое влияние оказывает также температурный режим почвы и воздуха. Более высокому приросту ели в 1955 году соответствуют и более высокие температуры почвы и воздуха в период роста. В пределах типов леса более высокому приросту ели в ельнике-черничнике по сравнению с ельником-долгомошником соответствует и более высокая температура почвы. Наблюдения показывают, что в ельнике-долгомошнике температура почвы в слое

0—20 см в среднем на 2—4°C ниже, чем в ельнике-черничнике. В начале августа 1956 года в ельнике-долгомошнике (вырубка 40—45 лет) на глубине 50 см температура почвы была —0,4°C. В то же время в ельнике-черничнике по всхолмлениям на этой же глубине температура почвы была +7,6°C, а на двухлетней вырубке +10°C. Кроме того, температура на поверхности почвы и температура воздуха в ельнике-долгомошнике также несколько ниже, чем в ельнике-черничнике (на 1—3°C). На рост ели в ельнике-долгомошнике к тому же отрицательно повлияло более глубокое промерзание и длительное оттаивание почвы, чем в ельнике-черничнике. Обычно рост ели здесь начинается на 1—2 недели позже и заканчивается раньше, чем в ельнике-черничнике.

ВЫВОДЫ

1. В результате сплошных концентрированных рубок леса в южной Карелии в ельниках-черничниках в равнинных условиях рельефа и в долгомошниках происходит заболачивание почвы в связи с ухудшением физических свойств ее, увеличенным количеством осадков, достигающих почвы на вырубках, и удалением леса, являющегося сильным испарителем влаги. В ельниках-черничниках, произрастающих по склонам всхолмлений, заболачивания почвы после сплошной рубки леса не происходит.

2. По мере роста на вырубках молодняка происходит понижение уровня почвенно-грунтовых вод и влажности почвы. При удовлетворительном лесовозобновлении процесс заболачивания в равнинном ельнике-черничнике прекращается полностью к 25—28 годам, в ельнике-долгомошнике затухание процесса заболачивания происходит к 65—70 годам. Для полного разболачивания почвы в ельнике-долгомошнике необходимо понижение уровня почвенно-грунтовых вод путем осушительной мелиорации этих площадей.

3. Глубина промерзания почвы на вырубках меньше, чем в лесу, в 2—3 раза, так как на вырубках мощный снежный покров предохраняет почву от глубокого промерзания. Оттаивание почвы на вырубках при этом происходит раньше, чем в лесу.

ЛИТЕРАТУРА

Буренков В. А., Кошцев А. Л. и Мальчевская Н. Н. Материалы по изучению процессов заболачивания сплошных лесосек в Лисинском леспромпхозе. „Тр. Лесотехнической академии им. С. М. Кирова“, № 4/42, 1934.

Васильев И. С. Водный режим подзолистых почв. Материалы по изучению водного режима почв. „Тр. Почвенного института АН СССР“, т. XXXII, 1950.

Дмитриев А. С. Заболачивание и разболачивание концентрированных рубок в борах-черничниках в бассейне Сысолы (Коми АССР). Автореферат. Сыктывкар, 1950.

Качинский Н. А. Замерзание, разморозание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и на полевых участках. „Тр. Института почвоведения Московского государственного университета“, 1927.

Китредж Д. Влияние леса на климат, почвы и водный режим. Изд. иностранной литературы, М., 1951.

Кошцев А. Л. Заболачивание рубок и меры борьбы с ними. Изд. АН СССР, М., 1955.

Костюкевич Н. И. и Червяков П. Д. Снегонакопление и снеготаяние. Изд. БелНИИЛХ, в. III. Гомель, 1940.

- Малянов А. П. Изменение физических свойств на лесосеках. „Тр. конференции по почвоведению и физиологии культурных растений“, т. II. Саратов, 1938.
- Малянов А. П. Заболачивание почв на сплошных лесосеках. „Почвоведение“, 1939, № 5.
- Молчанов А. А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. Изд. АН СССР, М., 1952.
- Молчанов А. А. Сосновый лес и влага. Изд. АН СССР, 1953.
- Оболенский В. Н. Курс метеорологии для высших учебных заведений. М., 1944.
- Писарьков Х. А. Водный режим ельников-черничников. „Тр. Института леса“, т. XXII. Изд. АН СССР, 1954.
- Писарьков Х. А. Водный режим избыточно увлажненных лесных почв и методы его регулирования. „Тр. Института леса“, т. XXXI. Изд. АН СССР, 1955.
- Писарьков Х. А. и Давыдов П. И. Влияние глубины грунтовых вод на производительность лесных земель. „Тр. ЛТА“, № 73, 1956.
- Роде А. А. Почвоведение. Гослесбумиздат, М.—Л., 1955.
- Савина А. В. Экологические и физиологические факторы, обуславливающие прирост древесины при рубках ухода. „Лесное хозяйство“, 1949, № 9.
- Сахаров М. И. Промерзание и разморзание почвы в лесных фитоценозах. „Метеорология и гидрология“, 1938, № 11—12.
- Сахаров М. И. Факторы, регулирующие промерзание почв в лесных фитоценозах. „Почвоведение“, 1945, № 8.
- Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М., 1952.
- Шалабанов А. А. Пропускает ли воду мерзлая почва. „Почвоведение“, 1903, № 3.
- Ronge E. W. Kort redogörelse för vissa skogliga försök, verkställda under åren 1914—1928 å Kramfors Aktiebolags skogar, och resultatens praktiska tillämpning i skogs bruket. „Norrlands Skogsvårdsförb“, T, 1928.
- Mac Kinney A. L. Effect of forest litter on soil temperature and soil freezing in autumn and Winter, *Ecologi*, 10, 19.9.