

И. И. ХУТОРЦОВ

ЗАПАСЫ ПОДСТИЛКИ И ЕЕ КЛИМАТО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА В БУКНЯКАХ И ПИХТАРНИКАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Лесная подстилка является верхним горизонтом почвы. Она образуется из листьев, хвои, веток, семян и других элементов лесного опада. На полянах, вырубках и горельниках при наличии трав формируется травяной войлок. Определение запасов подстилки и ее влияние на микроклиматические и гидрологические свойства почв начато во второй половине XIX века.

При оценке защитной роли леса подстилке уделяется большое внимание. По литературным данным она обладает неодинаковыми микроклиматическими и гидрологическими показателями в разных древостоях. В горных лесах Северо-Западного Кавказа подстилка никогда не изучалась. Поэтому исследования подстилки проводились в наиболее распространенных типах спелых буковых и пихтовых лесов. В них закладывались пробные площади по 0,5—2,5 га, где описывались древостой, подрост, подлесок и травяной покров. После этого прокладывались ходовые линии, на которых выяснялось покрытие почв подстилкой и ее мощность. Запас определялся путем сбора подстилки с площадок (по 0,5—1 кв. м с 20—50-кратной повторностями) и ее высушивания. В беспокровных и овсяницевых букняках и пихтарниках южных микросклонов в засушливые июль-август 1957 г. подстилка была очень сухой, и запасы учитывались непосредственно в лесу (табл. I).

В буковых лесах подстилка формируется неравномерно. На пологих и покатых склонах (1—20°) мощность 2,5—5,7 см, а запасы 20—42 т на 1 га. На крутых склонах (20—30° и

Таблица 1

Мощность, запас и степень покрытия почв подстилкой
в буковых и пихтовых древостоях

№ проб	Типы леса	Уклон в градусах	Покрытие почв в %	Средняя мощность в см	Запас в т/га
1	2	3	4	5	6
А. Букняки					
I.	Беспокровный, сомки. 0,8				
	а) на днище балки	5—10	100	5,7	53,9
	б) на покатых склонах	20	93	2,5	24,8
	в) на крутых склонах	30	80	1,6	19,5
	г) на очень крутых склонах	40—42	70	1,0	5,3
	д) на склоне с хорошим возобновлением пихты, бука и граба	25—30	95	3,5	26,1
II.	Рододендроновый, сомки. 0,6	30	100	4,7	24,9
	Те же условия	40—45	96	4,6	21,2
III.	Беспокровный, сомки. 0,7	35—38	56	1,6	9,0
	В тех же условиях с зарослями падубы	35—38	100	5,6	33,5
IV.	Овсяницевый, сомки. 0,8	5—25	100	2,2	21,1
V.	Папоротниковый, сомки. 0,8	2—5	100	2,2	37,4
	В тех же условиях на крутом склоне	25—35	80	2,1	16,5
VI.	Окопниковый, сомки. 0,7	4—8	100	2,6	35,0
	В тех же условиях на крутом склоне	25—33	72	2,0	17,3
VII.	Ямешниковый, сомки. 0,9	3—5	100	2,5	42,0
	Среднее		—	3,0	25,8
Б. Пихтарники					
VIII.	Скальный, сомки. 0,6	30—34	100	1,2	16,2
IX.	Беспокровный, сомки. 0,7	30—35	100	2,3	29,5
X.	Беспокровный с фрагментами мхов, сомки. 0,6	20—25	100	2,5	28,7
XI.	Овсяницевый сомки. 0,7	5—9	100	3,2	28,5
	а) те же условия на крутом склоне	30—33	100	3,2	28,4
XII.	Рододендроновый, сомки. 0,7	28—30	100	5,7	71,4
XIII.	Ожиновый, сомки. 0,8	30—34	100	3,0	22,5
XIV.	Азалеевый, сомки. 0,7	26—35	100	4,6	64,7
XV.	Папоротниковый, сомки. 0,8	9—12	100	4,0	27,1
XVI.	Окопниковый, сомки. 0,7	3—5	100	4,1	24,1
	Те же условия на крутом склоне	30—35	100	2,2	11,7
XVII.	Разнотравный, сомки. 0,7	30—32	100	2,6	31,9
XVIII.	Овсяницевый, сомки. 0,8	20—25	100	3,0	21,6
	Рядом сплошная выруб-ка 2 лет	20—25	65	0,6	8,3
	Среднее		—	3,1	31,2

Примечание. Средние запасы подстилки определялись без сплошной выруб-ки.

выше) количество подстилки уменьшается, особенно в букняках беспокровных: толщина всего 1—2 см, а запас 5,3—9 т на 1 га. На нижних частях крутых склонов, днищах балок и ложбин подстилка накапливается до 54 т на 1 га.

На накопление подстилки оказывают влияние травяной покров, кустарники и подрост, которые задерживают ее на склонах. В лесах, где проводится пастьба и прогоны скота, подстилка сохраняется в небольших размерах.

В букняках беспокровных подстилка рыхлая, однослойная и реже двухслойная, легко отделяется от почвы. Во время сильных ветров и ливней она с крутых склонов скатывается на днища балок и ложбин, а потом уносится водными потоками. В букняках с наличием трав и кустарников подстилка более уплотнена, с почвами скреплена корнями травянистых и кустарниковых растений, водой и ветром уносится меньше.

Для буковых лесов других районов М. Е. Ткаченко (1955) приводит запас подстилки 10,42 т на 1 га, а по данным Г. М. Тарасашвили (1957), для условий Закавказья запасы достигают 109—189 т на 1 га. В буковых лесах Карпат запасы 4,1—5 т на 1 га (И. С. Пастернак, 1958).

В пихтовых лесах подстилка более рыхлая и откладывается равномерно. Хвоинки пихты вследствие небольших размеров скрепляются с частицами почв и смываются в небольших размерах. Около пней или стоящих и поваленных деревьев с верхних частей склонов скопления подстилки значительны (10—30 см). В пихтарниках беспокровных и травянистых запасы 11,7—32, а с наличием кустарников 64,7—71,4 т на 1 га. Большое количество подстилки в последних типах леса объясняется дополнительным накоплением листовой массы и значительным содержанием в ней мелкозема и перегной, трудно отделяемых от подстилки.

Таблица 2

Составные части подстилки в различных типах леса

№ п п	Типы леса	Крутизна склона в градусах	Запас подстилки в т/га	Фракции подстилки в %		
				листья, хвой	веточки, сучки	мелкозем с перегноем
А. Букняки						
1. Беспокровный, сомки 0,8						
	а) на днище балки	5—10	53,9	56,0	12,2	31,8
	б) на склоне крутизной	20	24,8	62,0	18,5	19,5
	в) на склоне крутизной	30	19,5	14,0	51,5	34,5
	г) с зарослями надуба	35—38	33,5	77,0	6,0	17,0
2. Овсянниковый, сомки 0,8						
		5—25	21,1	86,4	8,9	11,1

№ п/п	Типы леса	Крутизна склона в градусах	Запас подстилки в т/га	Фракции подстилки, в %		
				листья, хвоя	веточки, сучки	мелкозем с перегноем
3.	Окешниковый, сомки. 0,7	4—8	35,0	68,8	5,6	25,6
	Среднее			61,0	15,4	23,6
Б. Пихтарники						
4.	Беспокровный, сомки. 0,7	30	29,5	61,0	18,6	20,4
5.	Овсянниковый, сомки. 0,7	5—9	28,5	50,2	29,0	20,8
6.	Папоротниковый, сомки. 0,8	9—12	27,1	50,8	30,3	18,9
7.	Рододедроновый, сомки. 0,7	28—30	71,4	66,5	5,0	28,5
	Среднее			57,0	20,8	22,2

Таблица 3

Количество опада в различных типах букового и пихтового леса

Типы леса	Экспозиция и уклон в градусах	Вес опада в т/га по годам		
		1957	1958	1959
А. Букняки				
Беспокровный, сомки. 0,7	Ю-В. 15	3,89	—	3,41
Беспокровный, сомки. 0,9	Сев., 15	7,25	3,44	6,62
Ясменниковый, сомки. 0,9	Сев., 12	7,00	6,30	5,39
Папоротниковый, сомки. 0,9	Сев., 10	2,34	7,13	6,21
Овсянниковый, сомки. 0,8	Южн., 15	—	4,79	—
Недотроговый, сомки. 0,8	С-З., 10	4,22	4,73	—
Б. Пихтарники				
Разнотравный, сомки. 0,7	Ю-З., 10	—	—	3,89
Овсянниковый, сомки. 0,8	Ю-З., 15	—	—	3,96

Составные части подстилок (табл. 2) изменяются значительно, большую часть составляют мелкозем и перегнойные вещества. Объясняется это тем, что под подстилкой находится множество ходов гризунов, личинок, жуликов и слизней. Перемешивая нижний слой подстилки с почвой, они создают новую биологическую среду из подстилки и включенной минеральных частиц почвы.

Как известно, накопление подстилки зависит от количест-

ва ежегодного опада. Наблюдения показывают (табл. 3), что вес опада бука изменяется по типам леса и годам наблюдений и составляет от 2,34 до 7,25 т на 1 га. В пихтовом лесу опад составлял около 3,9 т на 1 га. Одновременно отметим, что во время сильных ветров часть листьев перемещалась в нижние части склонов, поэтому приведенные показатели приближены.

В буковых и пихтовых лесах запасы подстилки изменяются в значительных размерах по типам леса и особенно в зависимости от крутизны склонов. Большое влияние на накопление подстилки оказывают подрост, кустарники и травяной покров.

Микроклиматический режим определяется изменениями температуры и влажности почв, приземного слоя воздуха и другими показателями. За последние годы изучению микроклимата уделяется большое внимание.

В двух спелых буковых и пихтовых древостоях и на сплошной котлованной вырубке в 1958 г. изучалось влияние подстилки на элементы микроклимата. Ниже дается характеристика условий:

А. Экспозиция южная, 25°. Букняк беспокровный, состав: I яр. = 10Бк, II яр. = 6Пх4Гр; общая сомкнутость — 0,9. Травяной покров и кустарники отсутствуют, лесная подстилка 2—3 см.

Б. Экспозиция южная, 26°. Пихтарник беспокровный, состав: I яр. = 10Пх, II яр. = 6Бк4Гр, общая сомкнутость — 0,8. Травяной покров отсутствует, подстилка 2—3 см.

В. Рядом в подобных условиях сплошная котлованная вырубка пихтового леса на площади 0,15 га. На этих трех участках и были установлены временные метеопосты.

Известно, что сохранение всходов и подроста в значительной степени зависит от нагревания почв. Поэтому наблюдения над температурным режимом проводились на глубинах 0, 5, 10, 15 и 20 см.

Из полученных данных (табл. 4) следует, что в наиболее сухие периоды (июнь-август) среднемесячная температура почв на глубине 0—20 см при отсутствии подстилки увеличивалась в лесу на 0,2—1,5°, а на сплошной вырубке на 0,3—3,2°. В осенне-зимние месяцы (ноябрь—декабрь) наоборот температура почв без подстилки была ниже на 0,1—1,2°. Полученные небольшие различия не отражают всей картины влияния подстилки на температурный режим почв: средние показатели в значительной мере сглаживают резкие отклонения за отдельные дни наблюдений.

Большое значение придается максимальным и минимальным температурам. Такие температуры могут оказывать губительное действие на семена и всходы, в результате чего к осени часть всходов и даже молодой подрост погибают.

Таблица 4

Влияние подстилки на температурный режим почв
(наблюдения в 7, 13 и 19 ч. 1958 г.)

Поверхность почвы	Глубина почвы в см	Средняя температура в градусах по месяцам						
		июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Буковый лес на южном склоне, 25°								
С подстил- кой, 2—3 см	0	15,1	16,1	17,2	13,5	10,2	6,3	2,4
	5	14,2	15,8	16,9	13,1	9,5	5,0	2,1
	10	13,7	15,7	16,8	13,8	10,4	6,0	2,6
	15	13,6	15,6	16,2	13,7	10,5	6,2	2,8
	20	—	15,0	16,1	13,7	10,6	6,4	3,0
Без под- стилки	0	16,7	17,5	18,3	13,8	9,4	5,0	1,2
	5	15,7	16,0	17,1	13,1	9,1	4,3	1,0
	10	15,9	15,6	16,4	13,2	9,7	4,5	1,0
	15	14,1	15,3	15,7	13,0	9,5	4,7	1,6
	20	13,5	15,0	15,4	12,8	8,7	5,2	2,1
Пихтовый лес на южном склоне, 26°								
С подстил- кой, 3 см	0	13,6	15,0	16,9	12,2	9,6	5,5	2,0
	5	13,0	14,9	15,9	12,3	9,1	5,0	1,6
	10	12,5	14,6	15,8	12,2	9,3	5,2	1,8
	15	12,3	14,1	15,6	12,2	9,5	5,4	2,3
	20	12,1	14,0	15,6	12,4	9,6	5,6	2,6
Без под- стилки	0	15,7	17,0	18,1	12,9	9,3	5,5	—
	5	13,9	15,8	16,7	12,6	9,0	4,9	—
	10	13,5	15,4	16,3	12,5	9,1	4,8	—
	15	13,1	15,1	16,0	12,5	9,2	5,2	—
	20	12,8	14,8	15,7	12,4	9,4	5,4	—
Сплошная котлованная вырубка на южном склоне, 26°								
С подстил- кой, 3 см	0	20,9	22,2	24,7	17,8	—	—	—
	5	17,9	20,6	21,0	17,6	—	—	—
	10	17,2	19,9	21,1	18,0	—	—	—
	20	—	18,9	19,8	17,3	—	—	—
Без под- стилки	0	22,3	25,7	27,9	18,7	14,3	9,1	4,6
	5	20,5	23,2	24,3	18,9	14,8	8,9	3,1
	10	19,1	22,2	23,5	19,3	15,1	8,5	3,7
	20	19,0	21,8	23,2	18,6	14,5	8,6	4,1

Л. В. Попов и В. М. Шубин (1958) считают установленным, что для прорастания семян и появления всходов сосны температуры +34°, +37° являются крайними. По данным М. И. Сахарова (1951), при температуре +40°, +45° нарушается водный баланс всходов сосны, что приводит ее к гибели или ухудшению роста. По В. З. Гулисашвили (1956) ожоги корневых шеек и гибель всходов некоторых древесных пород

происходят в результате нагревания земной поверхности до 13—54°.

В указанных выше условиях определялись максимальные температуры поверхности почв (табл. 5).

Таблица 5
Влияние подстилки на абсолютные максимальные температуры поверхности почв (наблюдения в 1958 г.)

Месяцы	Буковый лес с подстилкой	Пихтовый лес с подстилкой	Сплошная выруб- ка с подстилкой
	без подстилки	без подстилки	без подстилки
Июнь	28°	23,2°	50°
	41,5°	29,5°	57,5°
Июль	20,1°	21,5°	49,4°
	31°	28°	58°
Август	25,5°	29°	56,5°
	41,1°	32°	61°
Сентябрь	25°	19,5°	44°
	29°	24°	57°

Данные этой таблицы свидетельствуют о положительной роли подстилки и особенно древесной растительности в уменьшении нагревания почв. Максимальная температура в буковом лесу с подстилкой была 28, а без подстилки — 41,5°, в пихтовом соответственно — 29 и 32°.

На вырубке температура с подстилкой достигла 56,5°, а без подстилки 61°. На открытых участках подстилка летом сильно высыхает, листья свертываются в трубки, и нагревание почвы уменьшается всего на 5—6°. Отметим, что в 1959 г. на этой вырубке температура достигала 68—70° и выше. Такое нагревание отрицательно влияет на всходы и подрост бука и пихты. Даже деревья бука и пихты в возрасте 10—15 лет, оставленные на сплошных вырубках, усыхали (урочище Камышанова поляна). Вследствие этого возобновление бука и пихты на сплошных вырубках протекает слабо или совсем отсутствует.

Положительное значение подстилки отчетливо характеризуется показателями повторяемости максимальных температур в разных пределах (табл. 6).

В лесу с подстилкой температуры в пределах 30,1—50° не

Таблица 6

Влияние подстилки на повторяемость максимальных температур поверхности почв в днях (за июль — сентябрь 1958 г.)

Пределы колебаний температуры в градусах	Буковый лес с подстилкой	Пихтовый лес с подстилкой	Сплошная выруб-ка с подстилкой
	без подстилки	без подстилки	без подстилки
10.1—30	122	122	58
	112	119	23
30.1—50	—	—	58
	10	3	64
50.1—70	—	—	6
	—	—	35

зарегистрированы, а без подстилки было 3—10 дней; на вырубке соответственно — 58 и 64 дня. Нагревание почв в пределах 50,1—70° в лесу не отмечено, а на вырубке с подстилкой было 6 дней и без подстилки — 35 дней.

Подстилка уменьшает так же амплитуды температур поверхности почвы. При наблюдениях в июле—октябре 1958 г. в пихтовом лесу и на вырубке с подстилкой амплитуды температур оказались на 10—11° меньше, чем без подстилки.

На сплошных вырубках буковых и пихтовых лесов подстилка полностью минерализуется через 5—8 лет. За этот период появляется разнотравье, и на поверхности почв образуется травяной войлок мощностью 0,5—3 см. Дж. Китредж (1951) указывает, что в буковом лесу опад составлял 3 т на 1 га, а после вырубki леса травяной опад достигал 4,7 т. По нашим наблюдениям, на 13 летних вырубках запасы подстилки составляют 1,64—7,35 т.

При создании лесных культур травяной покров и войлок сдираются, травы около саженцев уничтожаются или утаптываются. Создается, таким образом, оголенная поверхность, на которую воздействуют солнечные лучи и атмосферные осадки. Действуя на открытую поверхность, дожди уплотняют верхние горизонты почв, разрушают зернистую структуру и вымывают мелкие частицы. Почвы приходят в жидкое состояние и легко смываются, а на поверхности появляется много щебня и мелких камней.

Высаженные в открытый почво-грунт сеянцы бука и пихты иногда слабо приживаются или погибают. При сохранении травяного покрова и войлока почвы нагреваются меньше, а

Характеристика температур поверхности почв с травостоем и войлоком и на открытом участке

Характеристика	Месяцы, 1958 г.				Абсолютные показатели температур в °С
	июнь 22-30/VI	июль	август	сентябрь 1-14/IX	
I. Открытый участок					
1. Абсолютный максимум	51,3	55,0	51,0	47,0	55,0
2. Абсолютный минимум	6,0	3,0	5,0	4,0	5,0
3. Амплитуда температур	45,3	52,0	46,0	43,0	52,0
4. Средняя	25,0	28,5	23,7	16,9	—
II. Участок с травостоем и войлоком					
1. Абсолютный максимум	24,5	30,7	28,1	17,1	30,7
2. Абсолютный минимум	5,3	5,5	5,5	6,9	5,5
3. Амплитуда температур	22,0	25,2	22,6	10,2	25,21
4. Средняя	18,6	20,7	18,3	14,1	—

влажность приземного слоя воздуха выше. Так, И. А. Гольдберг (1957) указывает, что низкий и негустой травостой уменьшает нагревание почв до 10°. При наличии высокого травостоя нагреваемость может понижаться до 15—20°. Поэтому нам необходимо было выяснить значение травостоя и войлока в уменьшении нагревания почв.

Для этой цели проводились наблюдения на открытой площадке без травостоя и с луговыми травами и войлоком. Высота трав 0,25—0,30 м, покрытие 65—70% (табл. 8). Данные показывают, что максимальная температура почв с травостоем и войлоком оказалась на 24,3°, а амплитуда на 26,8° меньше по сравнению с открытым участком. Следовательно, при создании культур на вырубках нужно учитывать и использовать положительное влияние трав в ослаблении неблагоприятных факторов внешней среды.

Сохраняя травостой вокруг площадок и частично на площадках с саженцами бука и пихты, можно создать большее притенение и уменьшить нагревание поверхности почвы. Это, несомненно, даст возможность увеличить приживаемость лесных культур по сравнению с открытыми участками, что отмечают А. Я. Орлов (1953) и М. П. Мальцев (1959).

При ливневых дождях структурные агрегаты на открытых площадках разрушаются и микронеровности на поверхности почв заплывают мелкоземом. В наиболее сухие периоды на таких площадках образуются трещины, которые способствуют

иссушению верхних горизонтов почв. Так, по данным Н. Ф. Гаврилова (1961), потери влаги в почве от трещин могут достигать от 5,3 до 34,2% от запаса влаги без трещин. На сплошной вырубке буково-пихтового леса трещиноватость в июле достигла следующих размеров (табл. 9).

Таблица 9

Трещиноватость почв на открытых площадках и с наличием травостоя и войлока (замерено по 50 площадок)

Условия	Площадок с трещинами в %	Длина трещин в см м ²	Ширина трещин в см	Площадь пустот на поверхности в %
1. Сплошная вырубка с травостоем высотой 0,2—0,35 м и войлоком	40	14,6	0,3	0,05
2. Сплошная вырубка без травостоя, почва перекопана с саженьцами бука	96	132	0,9	1,2

При наличии травостоя с войлоком длина трещин оказалась в 9, а площадь пустот на поверхности почв в 24 раза меньше по сравнению с открытыми площадками.

Подстилка оказывает влияние на температуру и влажность приземного слоя воздуха. Изучение указанных элементов микроклимата проводилось непосредственно над поверхностью почв в период со 2/VII по 7/VII 1959 г. (табл. 10).

Таблица 10

Влияние подстилки на температуру и влажность приземного слоя воздуха

Условия наблюдений	Температура воздуха в °С		Относительная влажность воздуха в %	
	средняя	максимальная	средняя	минимальная
1. Пихтовый лес; сомкн. 0,7, на южн. скл. 25°				
а) с подстилкой 3 см	18,6	24,6	86	55
б) без подстилки	19,7	26,3	76,5	45

Следовательно, при наличии подстилки среднесуточная температура приземного слоя воздуха была ниже на 1,1°, а максимальная на 1,7° по сравнению с участком без подстилки. Относительная влажность воздуха с подстилкой оказалась выше — среднесуточная на 9,5, а минимальная — на 10%.

Общезвестно, что почвенная влага является одним из важнейших условий плодородия почв. Вместе с влагой растения получают и растворенные органико-минеральные вещества. Недостаток влаги снижает производительность растительной массы и усиливает процессы ее отмирания. В наших условиях влажность почв определялась в засушливый август 1957 г. (табл. 11). Как показали наблюдения, влажность (на глубине 0—20 см) в буковом лесу с подстилкой была примерно на 30% выше, чем без подстилки. Наибольшее иссушение отме-

Таблица 11

Влияние подстилки на влажность почв
(на глубине 0—20 см)

Характеристика условий	Экспозиция и уклон в градусах	Влажность почв в % на сухую навеску
1. Букняк беспокровный, сомки 0,8		
а) с подстилкой, мощностью 5—6 см	Южн., 8	16,25
б) без подстилки	"	13,75
2. Букняк беспокровный, сомки 0,7		
а) с подстилкой, мощностью 4 см	Сев., 15	18,20
б) без подстилки	"	15,58
3. Пихтарник беспокровный, сомки 0,8		
а) с подстилкой мощностью 2—3 см	Сев., 20	16,90
б) без подстилки	"	16,45
4. Пихтарник ожинный, сомки 0,7		
а) с подстилкой, мощностью 3—4 см	Южн., 30	7,90
5. Рядом сплошная вырубка		
а) с травостоем и войлоком	"	2,52
б) без травостоя и войлока	"	1,53
6. Сплошная вырубка в пихтарнике		
а) с подстилкой 2—3 см	Сев.-Зап., 23	16,70
б) без подстилки	"	8,80

чено на вырубке пихтарника ожинного, где влажность почв с подстилкой составляла 2,52, а без подстилки — только 1,53%. Вследствие большой сухости почв весенние (1957 г.) посадки сосны крымской почти полностью погибли.

Известно, что часть воды уходит на физическое испарение с почв. По имеющимся данным, испарение может быть уменьшено путем покрытия почв подстилкой или травой. Почва, покрытая сухой листвой и хвойными иглами, испаряет 30—55% от величины испарения с открытой почвы, констатирует А. В. Огневский (1936).

Э. А. Митчерлих (1957) указывает, что подстилка бука, ели и сосны может снизить испарение от 4 до 9 раз. По исследованию Ней (Р. Зон, 1931), испарение в буковом лесу с подстилкой составило 6%, а без подстилки — 15% от годовых осадков. Дж. Китредж (1951) указывает, испарение почвы, покрытой подстилкой, составляет 10—80% от испарения с оголенной почвы. При наших наблюдениях, в сухие солнечные дни 1962 г. (25/V—1/VI) на сплошной вырубке испарение с влажной почвы с подстилкой составило 164,3, а без подстилки — 336,7 мм, т. е. было выше в 2 раза.

Лесная подстилка, а также травяной войлок (вместе с травостоем) уменьшают нагревание почв и испарение влаги. Это способствует увеличению влажности в приземном слое воздуха и в верхних горизонтах почв.

Нашими исследованиями установлено, что буковые и пихтовые леса выполняют большую почвозащитную роль. Лесная подстилка, по мнению некоторых лесоводов, является наиболее мощным противозерозионным фактором.

Важным гидрологическим показателем служит влагоемкость подстилки. Из работ Г. А. Харитонов (1939), А. А. Молчанова (1952), Г. М. Тарасашвили (1957), И. И. Хуторцова (1957), А. М. Бурыкина (1959) подстилка обладает разной водоудерживающей способностью. В древостоях бука и пихты влагоемкость определялась после выпадения интенсивных осадков или искусственного дождевания.

Дождевание проводилось из леек-дождевателей в лесу на площадках размерами 1—2 кв. м с пятикратной повторностью. Количество осадков 70 мм, интенсивность около 2 мм в мин. Несмотря на значительные осадки (50—40 мм) или искусственное дождевание, комочки почв и нижние стороны листьев не полностью смачиваются. Однако в период дружного снеготаяния или ливневых осадков на горных склонах образуются ручьи, и подстилка в таких случаях максимально наполняется водой. Поэтому нами определялись и наибольшие ее водоудерживающие свойства после намачивания в воде.

Из наблюдений (табл. 12) следует, что водоудерживающая способность подстилки зависит от ее мощности. При выпадении осадков подстилка в буковых лесах аккумулирует от 1,8 до 5,8, а при намачивании в воде от 2,4 до 8,7 мм. В пихтовых лесах соответственно удерживается от 2,2 до 10 и от 4 до 15 мм. Подстилка в пихтарниках в 1,5—2 раза больше аккумулирует воды по сравнению с букниками.

Отметим, что, по данным С. З. Курдяни (1934) и Дж. Китреджа (1951), буковые листья удерживают 2—5,1 мм осадков. Подстилка буковых и смешанных насаждений Закавказья вмещает 25,5—39,5 мм осадков (Г. М. Тарасашвили, 1957).

Установлено, что подстилка оказывает влияние на сток и смыв почв. Так, по исследованиям Лоудермилака (А. П. Маля-

Влагоудерживающая способность подстилки
в различных типах леса

Типы леса	Мощность подстилки в см	Слой воды, задержанный подстилкой в мм	
		при выпадении осадков или дождевании	после намачивания подстилки в воде
А. Буковые			
1. Беспокровный	6,1	5,5	8,3
2. То же	2,5	2,2	4,0
3. То же (подстилка перемешана с почвой)	1,0	2,2	3,6
4. Рододендроновый	5,7	5,8	8,7
5. Овсянниковый	2,2	1,8	2,4
6. Паноротишковый	2,3	2,9	4,9
7. Ямешниковый	2,5	2,4	4,2
8. Окопниковый	2,3	2,7	3,9
	Среднее	3,2	5,0
Б. Пихтарники			
9. Скальный	1,2	2,2	4,0
10. Беспокровный	4,0	6,9	8,5
11. Овсянниковый	3,5	4,3	7,2
12. Разнотравный	3,2	5,5	8,3
13. Паноротишковый	4,1	5,6	7,3
14. Рододендроновый	6,7	10,0	15,0
15. Азалеевый	4,6	7,9	11,1
	Среднее	6,1	8,8

нов, 1937), смыв почвы, защищенной подстилкой, оказался в сотни раз меньше, чем без нее. На Калифорнийской станции при удалении подстилки (сожжена) сток увеличился в 16 раз, а вынос почвы в 2300 раз (К. П. Соловьев, 1934). И. И. Рощин (1938) пришел к выводу, что без подстилки в лесах Закавказья сток увеличился всего в 1,2, а смыв — в 29 раз. По данным Г. А. Харитонова (1939), при удалении подстилки сток возрос в 125, а вес выносимого материала в 212 раз. В задачу наших наблюдений входило количественно определить степень влияния подстилки в буковых и пихтовых лесах на сток и смыв почв. Изучение этих процессов проводилось разными методами.

1. Метод искусственного дождевания. В лесу с подстилкой или без нее закладывались площадки размером 1—2 кв. м, на которых с высоты 2 м проводилось дождевание (осадков 70 мм, интенсивность 2,0 мм/мин). Кроме стока воды, определялось также содержание в нем твердых частиц (табл. 13).

Результаты наблюдений показали, что при дождевании без подстилки поверхностный сток воды увеличивался в 2—7 раз, а смыв в 50—150 раз.

2. Метод постоянных стоковых площадок (размерами по 200 кв. м), на которых велись наблюдения при естественных осадках. Площадки были сооружены в следующих условиях.

А. Сев.-зап. эксп., 24°. Букняк беспокровный, сомкнутость полога 1, возобновление слабое, подстилка 2—3 см, расположена равномерно.

Б. Юго-зап. эксп., 25°. Пихтарник беспокровный, сомкнутость полога 0,8, возобновление слабое, подстилка 3—4 см, расположена равномерно.

Сток воды и смыв почв учитывались в 1958—1959 гг. (табл. 14, 15). Проведенные исследования показали, что в буковом лесу поверхностный сток оказался незначительным: с подстилкой — 1,82%, а без подстилки — 2,97% от выпавших осадков, т. е. при удалении подстилки сток увеличился в 1,6 раза.

Таблица 13

Влияние подстилки на поверхностный сток и смыв почв
(повторность опыта 3—5-кратная)

Типы леса	Экспозиция и крутизна склона в градусах	Сток в %	Содержание в стоке твердого материала в г/л	Смыв почвы в кг/га
I. Букняк беспокровный, сомкн. 0,8				
а) с подстилкой 5—6 см	Сев., 10	нет	нет	нет
б) с подстилкой 1—2 см	»	3,9	1,37	26,3
в) без подстилки	»	28,2	8,6	1550,0
II. Букняк беспокровный, сомкн. 0,7				
а) с подстилкой 1 см	Сев., 25	5,9	0,93	34,2
б) без подстилки	»	20,9	35,2	4900,0
III. Букняк овсянцевый, сомкн. 0,9				
а) с подстилкой 2—3 см	Южн., 25	6,7	3,3	128,0
б) подстилку сняли	»	23,3	78,0	12850,0
IV. Букняк ясенниковый, сомкн. 0,9				
а) с подстилкой 2—4 см	Сев., 18	4,5	не определялось	
б) без подстилки	»	14,4	не определялось	
V. Пихтарник беспокровный, сомкн. 0,7				
а) с подстилкой	Сев.-зап., 24	6,1	0,63	27,1
б) подстилку сняли	»	19,2	34,0	7250,0

Таблица 14

Влияние подстилки на поверхностный сток
(по наблюдениям в 1958—1959 гг.)

Условия наблюдений	Количество дождей	Количество выпавших осадков в мм	Сток осадков		Отношен- максималь- ный сток в %
			в мм	в %	
I. Буковый лес, сомкн. 1,0					
а) с подстилкой 2—3 см	69	1495	27,2	1,82	13,3
б) без подстилки	69	1495	44,4	2,97	16,5
II. Пихтовый лес, сомкн. 0,9					
а) с подстилкой 3—4 см	51	1144	8,4	0,79	2,75
б) там же сплошная вырубка с нару- шенной подстилкой	51	1144	14,1	1,23	7,9

Таблица 15

Влияние подстилки на смыв почв

Условия наблюдений	Дождей с твердыми выпасами в %	Содержание твердого мате- риала в стоке в г/м ³ воды		Смыв почв в кг/га
		среднее	максималь- ное	
I. Буковый лес, сомкн. 1,0				
а) с подстилкой 2—3 см	66,5	87,5	600	25,16
б) без подстилки	71	339	8220	298,51
II. Пихтовый лес, сомкн. 0,9				
а) с подстилкой 3—4 см	53	165	970	25,0
б) там же сплошная вы- рубка с нарушенной подстилкой	65	860	17300	345,1

В пихтовом лесу с подстилкой воды стекло 0,79, а на свежей вырубке с нарушенной подстилкой — 1,23%, от осадков. Как известно на 1—3-летних вырубках водно-физические свойства почв мало изменяются, поэтому и сток резко не увеличивается.

При удалении подстилки в букняке (табл. 15) смыв возрос в 12 раз, а на свежей пихтовой вырубке в 14 раз. На рост смыва почв в последнем случае оказывало влияние отсутствие древесного полога.

Надо заметить, что после удаления подстилки на поверхности почв сохраняются микрозападники в форме кротовины и ходов землероев, длина которых достигает 4—11 тыс. м на 1 га. Встречается много дупел, перегибавших сучков, масса корней и разнообразные углубления. Эти микронеровности сохраняются продолжительно, вследствие этого значительная

часть осадков впитывается в почвы, не образуя стока.

На склонах без подстилки микрорельеф слабо выражен, а поверхностный сток формируется в более значительных размерах (табл. 13). И. И. Рошни (1938) указывает, что на южноамериканских станциях смыв почвы в лесу был в 1200 раз меньше, чем с культурного поля, и в 3000 раз меньше, чем с обнаженной почвы. По данным П. Н. Беннета (1958), сжигание подстилки усилило поверхностный сток на 11,5%, а эрозия почв увеличилась в 1725 раз.

Интересную картину представляют показатели содержания твердых частиц во временных ручьях, возникающих при выпадении интенсивных осадков. Такие наблюдения проводились в букняках, грабниках, пихтарниках и открытых площадях в верхней половине р. Белой (около поселка Гузериэль). Для этой цели были подобраны ложины, ложбины и неглубокие балки длиной 75—300 м. При выпадении осадков на их днищах возникали временные ручьи, в которых брались пробы воды (в 2 повторностях) для определения взвешенных частиц (табл. 16). Из полученных данных видно, что содержание в ручьях переносимых продуктов эрозии при отсутствии подстилки увеличивалось в букняках и грабниках от 5 до 24, а в пихтарниках от 15 до 84 раз. Наиболее насыщен сток продуктами смыва на пашне, трелевочных волоках леса, лесовозных дорогах и в местах прохода скота.

На крутых склонах без подстилки мелкие почвенные частицы вымыты, и на поверхности почв откладывается хрящ, щебень и камни в виде панциря. В таких случаях твердых частиц в стоке воды содержится незначительно. Наибольшая мутность воды отмечена сразу после снятия подстилки, под которой имеется масса мелких почвенных частиц. Они легко отрываются и уносятся водой.

Важной величиной, определяющей интенсивность смыва, служит скорость стока на поверхности почв. Так, М. Е. Ткаченко (1932) и Н. И. Сус (1956) указывают, что при увеличении скорости течения вдвое способность воды переносить оторванные частицы возрастает от 16 до 64 раз. К сожалению, исследований скорости движения стока на поверхности почв проведено очень мало и методика до сих пор не разработана.

Определение влияния подстилки на скорость стока нами проведено следующим образом. В лесу вдоль по склонам закладывались площадки — «водостоки» шириной 0,1—0,2 м, длиной 10—50 м. В верхней части площадок устанавливался бак, из которого с интенсивностью около 1 л/сек подавалась вода для образования ручья. Скорость движения воды регистрировалась секундомером, а содержание частиц в стоке учитывалось путем взятия проб воды и ее фильтрования (табл. 18).

Опыты показали, что после удаления подстилки скорость

Содержание продуктов эрозии в ручьях
(в граммах в 1 куб. м воды)

Условия наблюдений	Количество осадков в мм и интенсивность выпадения в мм/мин						Осредненное содержание в г/м^3 стока
	32,0 0,08		8,1 0,09		16,0 0,02		
	13,0 0,04		12,1 0,05				
1. а) буяняк беспокровный, южн., крутизна 17°, подстилка 4—5 см	30	80	100	180	390	160	
б) там же, крутизна 22°, подстилка сохранлась частично, 1,0—2,0 см	580	540	360	420	820	600	
в) там же, крутизна 10—12°, прохода стока, подстилка отсутствует	1700	1790	1950	4370	5050	2970	
2. а) грабниик беспокровный, южн., крутизна 18—20°, подстилка 3—4 см	40	80	390	280	720	320	
б) трелевочный волох в грабь-буковом лесу, южн., крутизна 12—15—20°, подстилка содрана	—	3630	4900	8600	13700	7730	
3. а) пихтово-буковый лес, северн., крутизна 30°, подстилка 4—5 см	60	30	70	90	210	90	
б) востояный ручей на днине балка	—	—	760	550	21500	7600	
4. а) пихтарик рододендроновый, северн., крутизна 30—32°, подстилка 5—7 см	—	—	40	330	570	310	
б) лесовозная дорога на шлейфе склона, крутизна 5—10°, подстилка отсутствует	—	—	16100	19700	42200	26000	
в) пашня (картофельное поле и кукуруза) на террасе, крутизна 3—4°	20100	3200	4270	1150	9100	4600	

Таблица 17

Влияние подстилки на скорость поверхностного стока
и содержание в нем твердого материала
(повторность опыта 3—5-кратная)

Условия наблюдений	Мощность подстилки в см	Скорость движения стока в см.сек.	Содержание твердых материалов в стоке в г/л
I. Букняк беспокровный, укл. 10°			
а) с подстилкой	5,0	2,9	1,5
б) со снятой подстилкой	—	18,7	198,0
II. Букняк беспокровный, укл. 25°			
а) с подстилкой	2,0—4,0	1,3	5,3
б) без подстилки	—	11,5	193,8
III. Букняк овсянниковый, укл. 22°			
а) с подстилкой	2,0—3,0	0,9	0,53
б) со снятой подстилкой	—	5,5	37,2
IV. Букняк оживниковый, укл. 25°			
а) с подстилкой	3,0	1,3	0,05
б) со снятой подстилкой	—	8,8	58,0
V. Пихтарник беспокровный, укл. 27°			
а) с подстилкой	4,0	2,8	1,3
б) со снятой подстилкой	—	8,4	85,1

Таблица 18

Влияние подстилки на водопроницаемость почвы
(повторность 4—12-кратная)

№ п/п	Типы леса	Высота столб воды мм в течение		Средняя скорость инфильтрации мм/мин.
		60 мин.	120 мин.	

А. Букняки

I. Беспокровный, сев., 10°, подст. 4—6 см	1404	—	23,1
Рядом без подстилки	348	—	5,8
II. Рододендроновый, сев., 10°, подст. 4—5 см	1370	—	22,8
Рядом без рододендрона и подстилки	428	—	7,15
III. Беспокровный, южн., 20°, подст. 4—5 см	840	—	14,0
Рядом без подстилки, места прогона скота	73	—	1,2
IV. Беспокровный, сев., 32°, подст. 3—4 см	556	—	9,2
Рядом без подстилки	400	—	6,7
V. Овсянниковый, южн., 5—25°, подст. 2—1 см	560	—	9,3
Рядом без подстилки	355	—	5,9

№ п/п	Типы леса	Впитался столб воды мм в течение		Средняя скорость впитывания мм/мин.
		60 мин.	120 мин.	

Б. Пихтарники

VI. Бесплодный, ю.-з., 25° подст. 3—5 см	—	1050	8,7
VII. Овсянниковый, южн., 26° подст. 3—4 см	—	688	5,7
Рядом без подстилки	—	520	4,3
VIII. Рододендроновый, сев.-зав., 28° подст. 5—6 см	—	1150	9,6
Рядом без рододендрона и подстилки	—	718	6,0

В. Открытые участки

IX. Луг разнотравный	—	23	0,19
X. Пашня (картофельное поле)	—	30	0,25

стекающая вода увеличилась в 3—9 раз, а содержание твердого переносимого материала от 36 до 1000 раз. Следует подчеркнуть, что наибольшее количество твердых частиц содержится в начальный период действия стока. По мере продолжения стекания мелкие частицы почв постепенно вымываются, и вскоре сток становится почти прозрачным. Таким образом, подстилка в буковых и пихтовых лесах обладает большими аккумуляционными свойствами. Уменьшая скорость движения воды, она ослабляет силу поверхностного стока и сокращает процессы эрозии почв.

Подстилка оказывает влияние и на внутрипочвенный сток. По данным А. М. Бурькина (1957), в лесу с подстилкой внутрипочвенный сток оказался на 3,9 — 11,5% меньше, чем без подстилки, а вымывание мелкозема не наблюдалось. При отсутствии подстилки вымыв частиц достигал 3,2—17,2 кг на 1 га. На вырубке сток воды был в 3,3 — 3,9 раза меньше по сравнению с лесом, что можно объяснить увеличением поверхностного и сокращением внутрипочвенного стока.

Как известно, водопроницаемость отражает многие водно-физические свойства почв и в значительной степени влияет на их гидрологический режим. Выпадающие осадки под влиянием силы тяжести впитываются и просачиваются по порам и скважинам. В процессе впитывания часть воды заполняет поры и трещины, другая часть фильтруется в глубинные горизонты. Третья часть испаряется с поверхности, а также скатывается по склонам, образуя поверхностный сток. По скорости впитывания С. В. Астахов (1948) различает хорошо водопроницаемые почвы (впитывается за первый час больше 150 мм), средние водопроницаемые (50—150 мм) и слабо водо-

проницаемые (меньше 50 мм). Заметим, что водопроницаемость бурых горно-лесных почв буковых и пихтовых лесов не изучена. Нашими наблюдениями ставилась задача выяснить влияние подстилки на водопроницаемость почв.

Для этих целей был использован метод цилиндров, сущность которого заключалась в следующем. Металлический цилиндр высотой 20 см и диаметром 10 см врезался на глубину 10 см без нарушения почв. В оставшуюся часть цилиндра высотой 10 см наполнялась вода, которая впитывалась в почву в течение 60—120 мин. Из результатов наблюдений (табл. 18) следует, что водопроницаемость бурых почв очень велика — впитывалось воды за 1—2 ч. 520—1404 мм. Подчеркиваем, что в одном и том же лесу водопроницаемость варьирует широко, что можно объяснить различием пористости, щебнистости и концентрации корней в почвах.

В буковых лесах с подстилкой водопроницаемость увеличивается в 1,6—4, а в пихтовых — в 1,2—2 раза, чем без подстилки. На склонах, где выпасался скот, скорость впитывания уменьшалась до 11, а на дугу и пашне — от 17 до 160 раз по сравнению с лесом. Таким образом, подстилка улучшает водопроницаемость почв и содействует переводу поверхностного стока во внутрпочвенный. С точки зрения формирования почв и сохранения их от разрушений она является действенным элементом в буковых и пихтовых сообществах, а также служит местообитанием многих микроорганизмов.

Лесоводство должно использовать лесную подстилку для повышения производительности лесов, указывал М. Е. Ткаченко (1955). По его данным, при сохранении подстилки запас древесины в 80-летнем насаждении составлял 735 куб. м на 1 га. В таком же еловом насаждении, где подстилка собиралась, запас достигал 235 куб. м на 1 га, т. е. уменьшился в 3,1 раза. При постоянном сборе подстилки в течение 100 лет в Пруссии класс бонитета в лесу снизился с I до IV. По данным Дж. Китреджа (1951), в сосновом лесу с подстилкой 55-летнего возраста высота была на 3, а выход деловой древесины на 25% больше по сравнению с участками, где подстилка удалялась. По исследованиям Шваппаха (С. З. Курдиани, 1934), ежегодный сбор подстилки на протяжении 20 лет уменьшил прирост древесины на 50%. После сбора подстилки через год прирост уменьшился на 40%, а через 5 лет — прирост был меньше на 10%.

Следовательно, при накоплении и сохранении подстилки в оптимальных размерах можно улучшить гидрологический режим леса и увеличить запасы древесины. Это является основной задачей горного лесохозяйственного производства на Северо-Западном Кавказе.

Проведенные исследования дают возможность сделать следующее заключение.

1. В горных буковых и пихтовых лесах количество подстилки зависит от типов леса, крутизны (особенно в букняках) и экспозиции склонов, наличия на склонах подроста, кустарников и травяного покрова. В буковых лесах запас 5,3 — 4,2, а в пихтовых — 16,2—71,4 т на 1 га.

II. Подстилка уменьшает нагревание поверхности и верхних горизонтов почв, ослабляет испарение воды и образование трещин, что способствует увеличению влажности почвы и приземного слоя воздуха.

III. Подстилка аккумулирует осадки: в буковых лесах 2—8,7, а в пихтовых — 2,2—15 мм. Она в 3—9 раз замедляет скорость движения воды по поверхности почв, сокращает поверхностный сток и смыв почв, уменьшает внутрипочвенный сток и вымывание мелкозема.

IV. Подстилка способствует сохранению большей рыхлости и пористости верхнего горизонта почв, что обуславливает и большую водопроницаемость.

V. Отмеченные выше свойства подстилки в буковых и пихтовых лесах улучшают микроклиматический режим почв и верхних слоев воздуха и усиливают водоохранно-почвозащитную роль леса. Поэтому необходимо проводить мероприятия для сохранения и увеличения подстилки.

VI. В разреженных рубками буковых и пихтовых древостоях и на сплошных вырубках, расположенных на очень крутых (30° и выше) склонах, где выражены процессы смыва подстилки и почв, рекомендуется следующее:

а. проводить посевы (только в древостоях) и посадки бука и пихты, если их естественное возобновление слабое или совсем отсутствует;

б. практиковать посадки и посевы кустарников (лещину, калину, свидину, крушину, кизил, малину, бересклет, чернику кавказскую и др.) с учетом их биологических свойств и условий местопроизрастания. Посевы и посадки вести полосами поперек склонов для большего задержания подстилки на склонах и уменьшения процессов эрозии;

в. на сильно смытых участках (с учетом необходимости и экономической целесообразности) испытать подсев семян лесных трав: овсяницу горную, чину лесную, сочевичник и др. для задержания подстилки и ослабления эрозии почв;

г. на невозобновившихся многолетних сплошных вырубках, при слабом задернении почв (покрытие трав до 20—25%) можно высаживать саженцы бука и пихты под травостой и травяной войлок без подготовки почвы;

д. при наличии хорошего травостоя (покрытие выше 25%) и задернении подготовку почв под лесные культуры проводить лунками (25 × 25 см) с обязательным сохранением трав вокруг лунок. Травы и травяной войлок ослабляют нагревание почв и уменьшают обжигание корневых шеек саженцев;

е. на сплошных вырубках южных крутых склонов с мелко-развитыми и щебнистыми почвами складываются наиболее тяжелые лесорастительные условия. Поэтому лунки с саженцами бука и пихты целесообразно покрывать лесной подстилкой и травяным войлоком, мощностью 3—5 см;

ж. появляющиеся травы в лунках с саженцами бука и пихты в жаркие периоды года срезать частично и оставлять на поверхности почвы вокруг саженцев для ослабления солнечной инсоляции.

ЛИТЕРАТУРА

Бурякин А. М. О внутрипочвенном стоке в горных условиях влажных субтропиков. «Почвоведение», 1957, № 12.

Бурякин А. М. Роль древесно-кустарниковой растительности в охране почвы на Черноморском побережье Краснодарского края. «Почвоведение», 1959, № 8.

Гольцберг И. А. Микроклимат и его влияние в сельском хозяйстве. Гидрометеоиздат, Л., 1957.

Гудилевский В. З. Горное лесоводство. Гослесбуиздат, М.-Л., 1958.

Зон Рафаэль. Леса и воды в свете научных исследований (перевод с англ. проф. П. П. Рошина), Тифлис, 1931.

Китредж Дж. Влияние леса на климат, почву и водный режим (перевод с англ.). Изд-во иностран. лит-ры, М., 1951.

Курдюков С. З. Дендрология. Заб. Гил., Тифлис, 1934.

Малянов А. П. Состав, строение и мощность лесной подстилки Уч. записки СГУ, серия геопочвовед., в. 1, Саратов, 1937.

Малянов А. П. Водные свойства лесной подстилки. Тр. конференции по почвоведению и физиологии культурных растений. СГУ, в. 1, Саратов, 1937.

Малянов А. П. Физические свойства лесной подстилки. Ученые записки Саратовского государственного университета, геолого-почвовед. серия, вып. 2, Саратов, 1938.

Мальцев Я. П. Культура бука восточного и пихты кавказской в Краснодарском крае. Научно-техн. сб. тр. по лесн. хоз-ву Северного Кавказа, вып. II, Майкоп, 1956.

Мальцев М. И. О некоторых особенностях роста бука восточного и пихты кавказской в культурах. Сб. работ по лесному хоз-ву Северного Кавказа, Майкоп, 1959.

Мозыланов А. А. Классификация лесных площадей по их плодородно-защитному значению, М., 1958.

Орлов А. Я. Буковые леса Северо-Западного Кавказа. Сб. Широколиственные леса Северо-Западного Кавказа. Изд-во АН СССР, М., 1953.

Пономов Л. В., Шубин В. П. Влияние лесной подстилки на температуру верхнего слоя почвы на вырубках в среднетаежной зоне. Изв. Сиб. отд. АН СССР, Новосибирск, 1958, № 7.

Сидарова М. И. Климатическая неоднородность сплошных вырубек в сосняках и ее значение для естественного возобновления сосны. Изв. АН БССР, Минск, 1951, № 3.

Сус Н. И. Агралесоменсорация. Госиздательхозлит, М., 1956.

Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. Гослесбуиздат, М.-Л., 1955.

Тарасашвили Г. М. Значение растительного и почвенного покрова в развитии эрозии в горах Грузии. Сб. Эрозия почвы и борьба с ней. Госиздательхозлит, М., 1957.

Харитонов Г. А. Противозеронозная роль леса в связи с защитой рек от заиления. Сб. Водный режим в лесах. Тр. ВНИИЛМ, вып. 8, М., 1939.

Хуторцов И. И. Гидрологическая и почвозащитная роль лесной подстилки горных сосняков и лиственничников Бурятии. Сб. аспирантских работ. Бршск, 1957. № 2.
