

В. И. ТЕРЕНТЬЕВ

## К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ВЫРУБКАХ В ГОРНОЙ ПОЛОСЕ СРЕДНЕГО УРАЛА

Получение высоких урожаев древесной массы, гарантирующих экономичность эксплуатации лесных массивов при длительном и постоянном лесопользовании, в горных лесах связано с необходимостью применения особого режима ведения лесного хозяйства и лесозаготовки, учитывающего их защитные свойства. Одним из частных вопросов этой проблемы является предотвращение или существенное снижение эрозионных процессов, развивающихся в ряде случаев на лесных площадях после рубки леса.

Впервые на эрозионные процессы после рубки леса на Урале еще в середине прошлого века указал видный уральский лесовод Н. Г. Мальгин. Он писал, что на Урале при малой мощности почв «на вершинах и скатах гор и холмов... при порубках наголо растительная сила почвы от свободного действия атмосферных влияний быстро уничтожалась» (Мальгин, 1841а). И только «...где земля не смывается дождями, там она и на горах представляет покров, превращающий их в более или менее плодородные уголья» (Мальгин, 1841б). Особенно ценно его указание на то, что последующее поколение леса, возникающее на эродированной вырубке, «уже не дает того прироста», который имело насаждение до рубки. Н. Г. Мальгин не ограничился констатацией фактов. Для снижения отрицательного влияния сплошных рубок в горных условиях Урала им были рекомендованы двухприемные постоянные рубки и проведены опытные рубки с шахматным расположением лесосек в лесах Гороблагодатских заводов. Впоследствии, однако, опыты Н. Г. Мальгина были забыты.

Вновь проблема изучения эрозии почв на вырубках, как одной из причин катастрофического обезлесивания горного Урала была поставлена только в 50-годах кафедрой лесоводства Уральского лесотехнического института. Специальное же изучение эрозии почв на лесосеках было начато позднее лабораторией лесоведения УФАН СССР под руководством Б. П. Колесникова. Уже первые рекогносцировочные исследования показали, что на лесосеках и вырубках

Среднего Урала интенсивно развиваются процессы ускоренной водной эрозии почв (Шалыгин, 1961; Терентьев, 1962).

Наши исследования проводились на вырубках южно- и среднетаежных елово-пихтовых лесов горной полосы Среднего Урала (Колесников, 1960; Зубарева и Фирсова, 1963). В районе исследований на склонах преобладают сильнокаменистые мелкие горнолесные почвы различной степени оподзоленности тяжелого механического состава на плотных горных породах. Горный рельеф и климатические условия благоприятствуют развитию эрозии почв. Поэтому нарушение почвенного покрова при лесозаготовках<sup>1</sup> приводит на вырубках к интенсивному смыву на участках с плоскостными повреждениями, а на месте волоков и временных лесовозных дорог — к образованию промоин и даже мелких оврагов, глубина которых ограничена близким залеганием скальных пород.

Поврежденность почвы на Среднем Урале в зависимости от применяемой технологии лесозаготовок колеблется от 37 до 83% (Терентьев, 1962). Особенно большая поврежденность почв (до 83%) наблюдается при механизированной очистке лесосек.

В настоящее время для механизированной очистки лесосек от порубочных остатков создано несколько типов специальных механизмов, а на Урале широко рекламируется сучкоподборщик СНИИЛП (Свердловского научно-исследовательского института лесной промышленности; Удилов, Некрылов, Соромотин, 1962). Большая поврежденность почвы при механизированной очистке лесосек приводит к интенсивному развитию эрозионных процессов. Так, в Бисертском леспромхозе в первый год после очистки лесосек с помощью сучкоподборщика СНИИЛП смыв почвы (учет по шпилькам, метод Баляна и Раменского, 1954) колебался от 63 до 95 м<sup>3</sup> мелкозема с 1 га при крутизне склона всего лишь в 3° и расстоянии от водораздела около 200 м. Площадь, на которой наблюдался смыв почвы, составила 93—96% общей площади повреждений, отложение же мелкозема происходило на площади от 4 до 7% и не превышало 2 м<sup>3</sup>/га.

Принято считать, что факторами, определяющими интенсивность эрозионных процессов, являются крутизна склонов и длина линий стока. Для сельскохозяйственных площадей при одинаковых почвенных и агротехнических условиях это положение в силу однородности или выравненности прочих условий (тип микрорельефа на пашне, характер раститель-

<sup>1</sup> Нарушение почвенного покрова на лесосеке под действием механизмов и трельюемой древесины называется поврежденностью почв (Молотков и Поляков, 1960) и выражается в процентах от общей площади лесосеки.

ного покрова на засеянных участках) большей частью не подвергается сомнению. Исследователи эрозионных процессов на лесных площадях уже неоднократно отмечали, что в условиях крайне пестрого микрорельефа и растительного покрова на вырубках четкой зависимости эрозионных процессов от крутизны склона и длины линии стока не наблюдается (Гаджиев, 1962; Поляков, 1962). Наши наблюдения показывают, что определяющим интенсивность эрозионных процессов на вырубках является весь комплекс лесорастительных условий, а не отдельные его слагающие.

Для суждения о влиянии лесорастительных условий на интенсивность эрозионных процессов приводим данные по двум пробным площадям. Обе заложены в южной полосе среднетаежной подзоны Уральской горной лесорастительной области на восточном склоне Среднего Урала, на южных скатах горы Голой (Уральский леспромхоз, Баранчинское лесничество, 81—82 кварталы). Пробная площадь № 1 расположена на плоско-выпуклом склоне. Форма склона благоприятствует быстрому стоку воды. Лесорастительные условия свежие, в верхней части склона периодически суховатые. Пробная площадь № 2 расположена на плоско-вогнутом склоне, благодаря чему сток воды замедлен, периодически происходит переувлажнение почв. Лесорастительные условия свежие, в средней части склона временно избыточно увлажненные. Почвы горнолесные слабоподзоленные, сильнокаменистые, мелкие. Подстилающие породы — габбро и пироксениты. Глубина почв до подстилающих скальных пород 21—24, на пробной площади № 1, 18—20 см, на пробной площади № 2.

Из данных табл. 75 видно, что на вырубке произошло значительное уменьшение мощности почвы. За четыре года объем «смытой» почвы достиг в периодически суховатых лесорастительных условиях  $400 \text{ м}^3$  с  $1 \text{ га}$  в верхней части склона и  $780 \text{ м}^3$  с  $1 \text{ га}$  — в нижней; во временно избыточно увлажненных лесорастительных условиях «смыв»<sup>1</sup> составлял, соответственно,  $440$  и  $710 \text{ м}^3$  с  $1 \text{ га}$ . В среднем уменьшение объема почвы на вырубке составило в периодически суховатых лесорастительных условиях в верхней части склона  $100$  и в средней части —  $195 \text{ м}^3/\text{га}$  в год; во временно избыточно увлажненных, соответственно,  $110$  и  $177 \text{ м}^3/\text{га}$  в год. Из приведенных данных видно, что в верхней части выпуклого склона и в средней части вогнутого склона «смыв»

<sup>1</sup> Под термином «смыв» понимается более или менее равномерное по площади удаление почвенного слоя поверхностным рассеянным стоком воды. Здесь и ниже термин «смыв» взят нами в кавычки, так как уменьшение мощности почв на вырубках вызвано не только собственно смывом, но уплотнением почв и уменьшением количества органического опада, поступающего на их поверхность, о чем смотрите далее.

Т а б л и ц а 75

Влияние лесорастительных условий на почвенноэрозийные процессы на вырубках под дологом леса (лесосека 1960 г., наблюдения 1963 г.)

№ пробной площади	Характеристика пробной площади	Часть и форма склона, расстояние от водораздела м	Уклон (градусы), экспозиция	число наблюдений	мощность, см	коэффициент заиления, %	точность опыта, %	объем смывтой почвы, м <sup>3</sup> /га
1	Свежие, периодически суховатые лесорастительные условия; тип леса — ельник нагорный. Состав* 6Е4ПЕД, К, Б, возраст Е, П, Б 100—120 лет, К 180—200 лет, полнота 0,8, бонитет III.	Верхняя выпуклая, 250—500 Средняя плоская, 500—750	7 южная 11 южная	50 50 98 100	21,4±0,3 17,4±0,7 24,0±0,7 16,2±0,5	10,6 28,0 7,5 5,5	1,5 4,0 0,8 0,5	— —400 — —780
2	Свежие, временно избыточно увлажненные лесорастительные условия; тип леса — ельник разнотравно-зеленомошниковый. Состав* 7Б3Е ЕД, К, С, возраст Б, Е 60—80 лет, К, С—180—200 лет, полнота 0,4, бонитет III.	Верхняя плоская, 200—400 Средняя вогнутая, 400—600	7 южная 5 южная	79 99 50 100	18,9±0,5 14,5±0,5 18,7±0,6 11,6±0,6	5,7 5,5 8,6 5,6	0,6 0,5 1,2 0,6	— —440 — —710

\*Состав насаждений до рубки.

несколько меньше, чем в соответствующих частях плоских склонов. Кроме того, в средних частях склонов «смыв» почти в два раза больше, чем в верхних. Эти абсолютные показатели «смыва» не противоречат теории почвенноэрозионных процессов и данным, полученным другими авторами для других горных районов. Однако абсолютные показатели «смыва» в кубометрах с гектара, или в любых иных мерах, не могут служить достаточно надежным мерилom ущерба, наносимого эрозией почв на горных склонах. В самом деле, нельзя признать равноценными вынос мелкозема в  $100 \text{ м}^3$  с  $1 \text{ га}$  для почв равнинных территорий, где мощность почвенного профиля достигает  $1,5 \text{ м}$  и более, и почв горных стран, мощность почвенного профиля которых часто ограничена двумя-тремя десятками сантиметров. Поэтому для большей объективности оценки потерь почвы в результате эрозии, мы выразили уменьшение мощности почвы на вырубках в процентах от мощности почвы до рубки леса (или под пологом сохранившихся соседних лесных участков). Из табл. 76, видно, что во временно избыточно увлажненных лесорастительных условиях «смыв» почвы в верхней части склона на  $4,6\%$  больше, чем в периодически суховатых при одинаковой крутизне сопоставляемых участков, а в средней части склона — на  $6\%$ , хотя крутизна склона в этом случае во временно избыточно увлажненных лесорастительных условиях почти в два раза ниже, чем в периодически суховатых, а сам склон имеет вогнутую форму. По-видимому, это

Таблица 76

**Интенсивность эрозионных процессов в зависимости от лесорастительных условий**

№ пробной площади	Часть склона	Мощность почвы, см		Уменьшение мощности почвы на лесосеке	
		под пологом леса	на вырубке	см	%
1	Верхняя	21,4	17,4	4,0	18,7
	Средняя	24,0	16,2	7,8	32,4
2	Верхняя	18,9	14,5	4,4	23,3
	Средняя	18,7	11,6	7,1	38,4

объясняется большими повреждениями почвы в процессе лесозаготовок во влажных лесорастительных условиях и большим снегонакоплением на вогнутой части склона, обеспечивающим большой суммарный сток. Незначительный в абсолютных показателях по сравнению с другими горными районами страны «смыв» почвы оказывается весьма высоко-

ким при выражении его в процентах и достигает в средних частях склонов почти 40% общей мощности рыхлых покровов склонов. Такие потери почвы на вырубках вызывают медленный рост подроста и служат причиной неудовлетворительного возобновления леса.

Здесь следует отметить, что уменьшение мощности почвы на вырубках связано не только со смывом, но в какой-то степени с уплотнением почвы и с уменьшением количества органического опада, поступающего на ее поверхность. Приблизительно оценить роль смыва в этом процессе помогут данные, приведенные в табл. 77, где представлены показатели смыва на четвертый год после рубки леса (учет по шпилькам, метод Г. А. Баляна и Л. Г. Раменского, 1954). При среднегодовых показателях 100—195 м<sup>3</sup>/га, смыв на четвертый год составлял 4—46,3 м<sup>3</sup>/га, в год, то есть 2,5—26% от среднегодового смыва на соответствующей части склона. Вообще известно, что к четвертому году эрозионные процессы на вырубках сильно снижаются или даже вообще затухают (Поляков, 1962). Но даже если предположить, что все четыре года смыв поддерживался на этом минимальном уровне, то и тогда общие показатели уменьшения мощности почвы за счет эрозии достаточно высоки, чтобы рассматривать эрозионные процессы как один из наиболее отрицательных почвенно- и лесообразующих факторов на горных склонах.

Приведенные в табл. 77 данные, при сопоставлении их со среднегодовыми показывают, что к четвертому году эрозионные процессы на вырубках снижаются в 20—100 раз, но все еще остаются на довольно высоком уровне. Снижение смыва вызвано зарастанием лесосек травянистой растительностью. Однако значение ее, как противозерозийного фактора на вырубках, не следует преувеличивать. На 3—4-летней лесосеке даже вейник еще не образует сплошной дернины.

Таблица 77

Вынос почвы с вырубки четырехлетней давности, м<sup>3</sup> с 1 га

№ пробной площади	Часть склона	Смыв	Намыв	Вынос
1	Верхняя	5,9	1,9	4,0
	Средняя	40,7	Нет	40,7
2	Верхняя	46,3	Нет	46,3
	Средняя	25,7	1,6	24,1

Примечание. Данные по смыву несколько занижены, так как не был учтен смыв по волокнам.

достаточно мощной для предотвращения эрозии почв и устойчивой против размывающего действия потоков воды. Наглядное представление о влиянии растительности на эрозию почв на четырехлетней вырубке дают данные табл. 78.

Таблица 78

## Влияние растительности на эрозию почв

№ пробной площади и ее местонахождение	Характеристика участков	Число наблюдений	Глубина смыва, мм	Коэффициент вариации, %	Точность опыта, %
№ 1 Средняя часть склона уклон 7°	Участок, лишенный растительности	45	42,2±2,4	37,4	5,6
	Участок, заросший вейником с проективным покрытием 60%	69	21,4±1,7	67,3	8,1

Как видно из таблицы, на участке, заросшем вейником, смыв был в два раза ниже, чем на участке, лишенном растительности, но величина смыва при этом все еще достигала 21 м<sup>3</sup> почвы с 1 га лесосеки. Большой коэффициент вариации под пологом вейника показывает, что смыв идет крайне неравномерно по площади.

Приведенные в таблицах 75—78 данные и их обсуждение свидетельствует о том, что эрозионные процессы на лесосеках зависят от всего комплекса лесорастительных условий, а не отдельных его элементов, как-то — крутизны и длины склона.

В свою очередь эрозия почв оказывает решающее влияние на изменение лесорастительных условий на склонах. Уплотнение почвы, осушающая роль волоков, снос верхних, наиболее плодородных слоев почвы, повышение защебенности почвы в результате выноса мелкозема приводят по почвенно-гидрологическим условиям как бы к перемещению участка на несколько десятков метров вверх по склону, к ухудшению лесорастительных условий. В Бисертском леспромхозе нами была проведена экологическая оценка этого явления путем учета приростов саженцев сосны, высаженных на участках с различной степенью поврежденности почв: категория А — удалена подстилка, слабые следы смыва, Б — удален горизонт А<sub>1</sub> и частично А<sub>2</sub>, ясные следы смыва в виде мелких струйчатых размывов глубиной до 1 см.

Как видно из данных табл. 79, при более интенсивных повреждениях почвы наблюдается значительное снижение

приростов саженцев и усиливается дифференциация их по состоянию (об этом свидетельствует большой коэффициент вариации признака: в первый год по категории «Б» вариация прироста в два раза превышала ее по категории «А», а в 1963 г. была выше почти на 11%); значительно увеличивается количество погибших и не давших приростов экземпляров. Все это предопределяет снижение продуктивности будущих насаждений. Отрицательное последствие эрозии почв на вырубках вынуждает с большей ответственностью подходить к планированию и проведению рубок главного пользования в горных условиях, требует применения технологии лесозаготовок и лесовосстановления, при которой бы происходили минимальные повреждения почвы.

Таблица 79

Прирост саженцев сосны в зависимости от условий  
местопроизрастания (посадка 1960 г.)

Показатели	Год учета			
	1962		1963	
	А	Б	А	Б
Количество учетных экземпляров, шт	77	141	66	83
Из них:				
давших прирост, шт.	54	27,7	66	77
%'	70,1	39	100	92,8
не давших прирост, шт.	12	44	Нет	6
%'	15,6	31,2		7,2
погибших, шт.	11	58	Нет	Нет
%'	14,3	41,1		
Средний прирост, см	4,32±0,34	2,31±0,32	5,88±0,32	3,75±0,22
%'	73,4	39,3	100	63,8
Коэффициент вариации %	64,6	126	43,7	54,4
Показатель точности опыта, %	7,8	13,8	5,4	5,8

Примечание. За 100 % прироста принят прирост саженцев в 1963 г. по категории «А».

### Выводы

На вырубках в условиях горной тайги Среднего Урала интенсивно развиваются процессы эрозии почв; наблюдается определенная зависимость эрозионных процессов от почвенно-гидрологических и геоморфологических условий: положения в рельефе, мощности почвенного покрова, режима

увлажнения и других факторов. В условиях временного избыточного проточного увлажнения эрозия почв идет более интенсивно, чем в периодически суховатых; в свою очередь эропроцессы приводят к ухудшению лесорастительных условий, к снижению прироста молодых сеянцев.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

Гаджиев Ф. А. Эрозия почв в горно-лесной зоне Северо-Западной части Азербайджана и основы мер борьбы с нею (на примере бассейна р. Курмухчай). (Автореф. канд. дисс.), Баку, 1962.

Балян Г. А., Раменский Л. Г. О простейших способах учета смыва почвы и определение их защепенности.— Почвоведение, 1954, № 2.

Зубарева Р. С. и Фирсова В. П. К характеристике почв еловых лесов горной полосы Среднего Урала.— Тр. Ин-та биологии УФАН СССР, 1963, вып. 36.

Колесников Б. П. Естественно-историческое районирование лесов (на примере Урала).— Вопросы лесоведения и лесоводства. М., Изд-во АН СССР, 1960.

Мальгин Н. Г. Некоторые сведения о ведении правильного лесного хозяйства в дачах Воткинского и Гороблагодатских заводов.— Лесн. ж., 1841 а, № 8.

Мальгин Н. Г. Ведение правильного хозяйства в лесах Воткинского и Гороблагодатского заводов.— Лесн. ж., 1841 б, № 10.

Молотков П. И. и Поляков А. Ф. Методы изучения поврежденных почвы при сплошных рубках и последующей эрозии в горных лесах.— Почвоведение, 1960, № 8.

Поляков А. Ф. Влияние главных рубок и их технологии на почвозащитные свойства буковых лесов Закарпатья. (Автореф. канд. дисс.), Харьков, 1962.

Терентьев В. И. Эрозионные процессы на концентрированных вырубках в горной полосе Среднего Урала.— Докл. второй научно-производственной конф. молодых специалистов лесн. производства Урала по итогам работ 1961 года. Свердловск, 1962.

Удилов В. И., Некрылов Б. В., Соромотин И. И. Очистка лесосек тракторными сучкоподборщиками.— Лесозаготовки, № 1. М., ГосИНТИ, 1962.

Шалыгин Б. Н. Эрозионные процессы на концентрированных вырубках в Нязе-Петровском леспромхозе Челябинской области.— Докл. первой науч.техн. конф. молодых специалистов лесн. производства Свердловской области по итогам работ 1960 года. Свердловск, 1961.