DOI: 10.17117/na.2015.11.04.304

<http://ucom.ru/doc/na.2015.11.04.304.pdf>

Поступила (Received): 06.11.2015

Воскобойникова И.В.

Эрозионные процессы на тропах в горных лесах Сочинского национального парка

Voskoboynikova I.V.

Erosions processes on the trails in the mountains forests of the Sochi National Park

Цель исследования – изучение эрозионных процессов на тропах в горных лесах и определение допустимых значений рекреационных нагрузок. Не выявлено влияния водно-физических свойств поверхностного слоя почв на характеристики стока и эрозии. Обнаружена тесная связь между сцеплением и плотностью слоя почв 0–20 см, коэффициент детерминации – 0,577

The aim of the research is to study erosion processes on the trails in mountain forest to determine allowable values of recreational loads. It wasn't revealed the impact of water-physical properties of the surface soil layer on the characteristic of runoff and erosion. The close link between cohesion and density of soil layer 0–20 cm was detected, coefficient of determination – 0.577

Ключевые слова: эрозия почв, тропа, рекреационная нагрузка

Key words: soil erosion, trail, recreational load

Воскобойникова Инна Владимировна

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Новочеркасский инженерно-мелиоративный
институт им. А.К. Кортунова
г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, 111

Voskoboynikova Inna Vladimirovna

Candidate of Agricultural Sciences, Associate
Professor
Novocherkassk engineering and land reclamation
institute named A.K. Kortunov
Novocherkassk, Pushkinskaya st., 111

Исследования влияния туризма на процессы эрозии почв в лесах низкого-рий Сочинского национального парка (СНП) показали, что при увеличении рекреационной нагрузки и крутизны склонов деградируют лесная подстилка и травянистый покров [1, с. 103]. Однако в этом регионе эрозия особенно сильно проявляется на тропах, поэтому необходимо изучать эрозионные процессы на тропах с целью определения допустимых значений их рекреационной посещаемости.

Эрозию почв изучали при моделировании ливневых осадков на стоковых площадках [2, с. 23]; влажность почвенных образцов, пластичность, гранулометрический состав, удельную массу и плотность, сопротивление сдвигу определяли в лабораторных условиях по утвержденным методикам. Мутность воды определяли путем фильтрации ее проб (0,25–0,50 л) [2, с. 40], отобранных из водоприемного лотка в различные периоды стока. Зная среднюю мутность и объем

стока, рассчитывали эрозию (смыв почвы) в тоннах на гектар. Полученные данные обрабатывали с помощью компьютерных программ Statistica 7.0 и Microsoft Office Excel.

Общая характеристика объектов исследований приведена в таблице 1.

На всех исследуемых участках троп верхний слой бурых лесных почв характеризуется глинистым или тяжелосуглинистым гранулометрическим составом (числа пластичности изменяются от 0,218 до 0,508). Водно-физические характеристики слоя почв 0–20 см на тропах (табл. 2).

Сравнивая между собой данные таблиц 1 и 2, заключаем, что водно-физические свойства верхнего слоя почв на тропах в значительной степени варьируют, что связано с их посещаемостью туристами. Это определяет условия формирования поверхностного стока при ливнях и проявления эрозии почв (табл. 3).

Таблица 1. Общая характеристика некоторых участков троп в районе рекреационных объектов Сочинского национального парка

Номер участка тропы	Рекреационный объект	Тропа	Группа типов леса	Крутизна (max) участка тропы, град.	Покрытие участка тропы
1	Бивуачная стоянка на р. Аше	Прогулочная	СВДС	4,0	Грунтово-щебенистое
2	«Свирское ущелье»	Экскурсионная	СВДС	11,0	Остатки лесной подстилки (0,5 т/га)
3	«Свирское ущелье»	Экскурсионная	СВДС	4,5	Отмытый при ливнях щебень
4	«Мамедово ущелье»	Прогулочная	СВГ	13,0	Грунтовые ступени
5	«Мамедово ущелье»	Прогулочная	СВГ	9,0	Грунт
6	«33 водопада»	Экскурсионная	СВГ	1,5	Грунт
7	«Озёра Хмелёвского»	Туристская	СВБК	1,02	Остатки лесной подстилки (1,06 т/га)
8	«Озёра Хмелёвского»	Прогулочная	СВБК	18,0	Грунт

Примечание – СВДС – свежий дуб скальный; СВГ – свежий граб; СВБК – свежий бук

Таблица 2. Водно-физические свойства бурых лесных почв на тропах (слой 0–20 см)

Номер участка тропы	Рекреационный объект	Плотность, г/см ³		Пористость почвы (ненарушенной), %	Коэффициент пористости
		твёрдой фазы	почвы (ненарушенной)		
1	Бивуачная стоянка на р. Аше	2,55	1,68	34,1	0,518
2	«Свирское ущелье»	2,52	1,15	54,2	1,183
3	«Свирское ущелье»	2,54	1,60	37,0	0,587
4	«Мамедово ущелье»	2,52	1,39	44,7	0,808
5	«Мамедово ущелье»	2,52	1,37	45,6	0,839
6	«33 водопада»	2,52	1,27	49,6	0,987
7	«Озёра Хмелёвского»	2,43	0,94	61,2	1,576
8	«Озёра Хмелёвского»	2,43	0,88	63,6	1,748

Таблица 3. Характеристики стока и эрозии почв на тропах

Номер участка тропы	Рекреационный объект	Влажность слоя почв 0–20 см, %	Слой стока, мм	Коэффициент стока	Средняя мутность стока, г/л	Эрозия, т/га
1	Бивуачная стоянка на р. Аше	15,0	90,0	0,900	3,08	2,77
2	«Свирское ущелье»	36,0	58,7	0,587	0,38	0,22
3	«Свирское ущелье»	14,2	84,5	0,845	1,92	1,62
4	«Мамедово ущелье»	28,4	84,2	0,842	4,56	3,84
5	«Мамедово ущелье»	32,3	72,0	0,720	0,82	0,59
6	«33 водопада»	35,8	75,0	0,750	1,34	1,00
7	«Озёра Хмелёвского»	59,0	82,2	0,913	2,80	2,30
8	«Озёра Хмелёвского»	64,0	78,9	0,877	8,92	7,00

Примечание – Слой дождя – 100 мм, на тропах 7 и 8 – 90 мм, время дождя – 30 мин.

Совместный анализ данных таблиц 2 и 3 не выявил влияния водно-физических свойств поверхностного слоя почв на характеристики стока и эрозии: коэффициент детерминации между коэффициентами стока и пористостью равнялся $r^2 = 0,005$, а между эрозией и пористостью $r^2 = 0,124$.

Прочностные характеристики слоя почв 0–20 см на тропах представлены в таблице 4.

Таблица 4. Прочностные характеристики слоя почв 0–20 см на тропях

Номер участка тропы	Рекреационный объект	Коэффициент внутреннего трения $\text{tg}\varphi$	Угол внутреннего трения $\text{tg}\varphi$, град.	Сцепление C , МПа
1	Бивуачная стоянка на р. Аше	0,320	18	0,068
2	«Свирское ущелье»	0,250	14	0,062
3	«Свирское ущелье»	0,250	14	0,062
4	«Мамедово ущелье»	0,300	17	0,065
5	«Мамедово ущелье»	0,300	17	0,069
6	«33 водопада»	0,200	11	0,072
7	«Озёра Хмелёвского»	0,325	18	0,032
8	«Озёра Хмелёвского»	0,287	16	0,041

По данным таблицы 4, углы внутреннего трения изменяются от 14 до 18°, а сцепление – от 0,032 до 0,072 МПа. При регрессионном анализе полученных данных не обнаружено связи между углами внутреннего трения и плотностью верхнего слоя почв на тропях. При этом обнаружили тесную связь между сцеплением (C , МПа) и плотностью слоя почв 0–20 см (ρ , г/см³). Соответствующее уравнение связи имеет вид:

$$C = 0,0382 \cdot \rho + 0,097 \quad \text{при } r^2 = 0,577. \quad (1)$$

График уравнения (1) показывает, что с увеличением плотности верхнего слоя почв возрастают силы сцепления между почвенными частицами (рис. 1). Это способствует снижению эрозии почв на поверхности троп при выпадении ливней (рис. 2).

Рис. 1. Связь между сцеплением и плотностью почв на тропях

Рис. 2. Связь между эрозией почв на тропах и сцеплением

При этом уравнение связи между эрозией почв (M , т/га) и сцеплением представим в виде:

$$M = -77,76 \cdot C + 6,99 \quad M = -77,76 \cdot C \text{ при } r^2 = 0,259.$$

Можно полагать, что по мере уплотнения почв (при увеличении рекреационной посещаемости троп) увеличиваются силы сцепления между почвенными частицами. При этом проявляется тенденция к снижению эрозии почв при ливнях. Однако при увеличении рекреационной посещаемости троп расширяется зона наследа туристов, что вызывает деградацию лесной подстилки и почв с активизацией рекреационной эрозии в этой зоне. Причем эти процессы усиливаются по мере возрастания крутизны склонов.

Поэтому рекреационную посещаемость тропы ($Re_{тр}$, чел./сезон) необходимо определять с учетом ширины зоны наследа туристов (в обе стороны от тропы), учитывая допустимую величину рекреационной плотности в лесах ($Rd_{доп}$, чел./га) в зависимости от крутизны склона. Кроме этого, учитывают количество дней туристского (рекреационного) сезона, среднее время дневной загрузки и среднее время прохождения тропы.

Вывод

По мере роста туристских нагрузок поверхностный слой почв на тропах уплотняется до 1,27–1,68 г/см³, а лесная подстилка деградирует; сохранение остатков подстилки на поверхности троп снижает плотность до 0,88–1,15 г/см³. Получено прямое линейное уравнение связи сил сцепления между почвенными частицами с плотностью слоя почв 0–20 см, а также установлен тренд снижения эрозии почв по мере возрастания сил сцепления между почвенными частицами. При этом в зоне наследа туристов по обе стороны от тропы активизируется эрозия почв по мере деградации почв при увеличении рекреационной посещаемости.

Список используемых источников:

1. Ивонин В.М., Воскобойникова И.В. Влияние туризма на процессы эрозии почв в лесах низкогорий Северо-Западного Кавказа // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. № 4(16). С. 87-104.

URL: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=292&id=299>

2. Ивонин В.М., Пеньковский Н.Д. Лесомелиорация ландшафтов. Ростов н/Д.: СКНЦ ВШ, 2003. 151 с.

© 2015, Воскобойникова И.В.

*Эрозионные процессы на тропах в горных лесах
Сочинского национального парка*

© 2015, Voskoboynikova I.V.

*Erosions processes on the trails in the mountains
forests of the Sochi National Park*