

УДК 631.459.001.2:630*116(479)
DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.40

ОБОСНОВАНИЕ ДОПУСТИМЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК В ЛЕСАХ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

В.М. Ивонин, д-р с.-х. наук, проф.

И.В. Воскобойникова, канд. с.-х. наук, доц.

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортупова – филиал Донского государственного аграрного университета, ул. Пушкинская, д. 111, г. Новочеркасск, Россия, 346428; e-mail: ivoninforest@ya.ru

Цель исследования – изучение допустимых рекреационных нагрузок в лесах Западного Кавказа, которые обеспечивают отсутствие процессов эрозии почв на склонах. В ходе эксперимента были использованы следующие методы: моделирование рекреационных нагрузок; исследование эрозии почвы после искусственного дождя; обработка данных с помощью компьютерных программ. Установлено, что по мере нарастания рекреационной нагрузки эрозия почв увеличивается. Известно, что эрозия почв и крутизна склона взаимосвязаны. При обработке экспериментальных данных получены уравнения, отражающие взаимосвязь эрозии почвы, рекреационной нагрузки и крутизны склона. При отсутствии эрозии почв на основании графического анализа определен допустимый уровень рекреационных нагрузок на склонах различной крутизны по группам типов леса. Это позволило обосновать допустимые рекреационные нагрузки, чел./га: в лесах низкогорий – 7,6...0,5; в лесах Колхиды – 1,7...0,8; в буковых лесах – 10,3...0,1; в пихтовых лесах – 7,3...1,4. В субальпийских лесах клена и рябины допустимая рекреационная нагрузка изменялась от 4,2 до 0,7 чел./га. Предложено не проводить рекреацию в дубовых, каштановых и буково-грабовых лесах низкогорий при крутизне склонов более 23°; в колхидских лиановых лесах – более 17°; в буковых лесах – более 20°; в пихтарниках – более 18°; в субальпийском редколесье – более 14°.

Ключевые слова: горные леса, рекреационная нагрузка, дождевание, эрозия почвы, крутизна склона.

Введение

На территории Западного Кавказа леса занимают не менее 60 % общей площади, на верхней границе их произрастания расположены субальпийские криволесья и редколесья. Леса этого региона пользуются большим рекреационным спросом, что влечет за собой дигрессию ландшафтов, в первую очередь за счет деградации лесной подстилки, минерализации и уплотнения лесных почв, а также приводит к формированию поверхностного стока и активизации эрозии почв на склонах при интенсивных ливнях.

Для цитирования: Ивонин В.М., Воскобойникова И.В. Обоснование допустимых рекреационных нагрузок в лесах Западного Кавказа // Лесн. журн. 2017. № 3. С. 40–48. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.40

Аналогичные угрозы дикой природе отмечены и в национальных парках США [5], в лесах Северной Европы рекреационные нагрузки также приводят к деградации ландшафтов [6]. В городских лесах Праги при проведении хозяйственных мероприятий учитывают интенсивность рекреационных нагрузок [4].

Защита требует обоснования допустимых рекреационных нагрузок по различным группам типов лесов. Согласно ОСТ 56-100-95 для измерения рекреационной нагрузки применяют рекреационную плотность (Rd , чел./га – одновременное количество посетителей на единице площади за период измерения). Для групп типов лесов Северо-Западного Кавказа рекомендованы следующие допустимые рекреационные плотности, чел./га: для свежих каштанников (СВКШС) – 6,5; для свежих букняков (СВБК) – 5,3; для свежих дубняков дуба скального (СВДС) – 2,4 и др. [3]. Однако эти нагрузки не учитывают различную крутизну горных склонов.

В связи с этим возникла необходимость изучения процессов эрозии почв на склонах при рекреации в целях обоснования допустимых рекреационных плотностей по основным группам типов горных лесов Западного Кавказа.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили с учетом требований ОСТ 56-84-85 на пробных площадях, заложенных в лесных насаждениях Сочинского национального парка в период с 1997 по 2015 гг.

В качестве объектов исследования (табл. 1) были выбраны:

1 (низкогорья) – квартал 51, выдел 2 Краснополянского участкового лесничества; вогнутый склон ЮЗЭ; бурые лесные, маломощные, щебенистые почвы;

2 (низкогорья) – квартал 48, выдел 20 Краснополянского участкового лесничества; вогнутый склон СЭ; темно-бурые лесные, среднеспособные, щебенистые почвы;

3 (низкогорья) – квартал 47, выдел 14 Краснополянского участкового лесничества; прямой склон ЗЭ; желто-бурые лесные, маломощные, щебенистые почвы;

4 (низкогорья) – квартал 39, выдел 4 Головинского участкового лесничества; прямой склон; бурые лесные тяжелосуглинистые и глинистые почвы;

5 (среднегорья) – квартал 3, выдел 2 Краснополянского участкового лесничества; вогнутый склон; бурые лесные легкоглинистые (местами тяжелосуглинистые) почвы;

6 (среднегорья) – квартал 4, выдел 45 Краснополянского участкового лесничества; выпуклый склон; бурые лесные легкоглинистые почвы;

7 и 8 (высокогорья) – северный пригребневой склон хребта Псехако на территории горно-туристического центра ОАО «Газпром»; бурые лесные тяжелосуглинистые почвы;

9 (высокогорья) – северный склон хребта Аибга (высота над у. м. – 2000 м, редколесье рябины), горно-климатический курорт «Альпика-Сервис»; горно-луговые дерновые субальпийские почвы;

10 (высокогорья) – северный склон хребта Аибга (высота над у. м. – 2000 м, редколесье клена), горноклиматический курорт «Альпика-Сервис»; горно-луговые дерновые субальпийские почвы.

Таблица 1

Характеристика объектов исследования

Объект	Номер пробы	Крутизна склона	Состав насаждения	Возраст, лет	Группа типов леса	Средние		Запас древесины, м ³ /га
						высота, м	диаметр, см	
1	1.1–1.7	23...26°	2ДС	130	СВДС	25,8	40,2	339,3
			2БК	100		20,7	23,9	
			6Г	50		17,5	23,3	
2	2.1–2.7	20...26°30'	1-й ярус:		СВКШС			343,8
			8КШС	120		26,0	38,0	
			1Г	120		24,0	32,0	
			1ЛП	120		24,0	52,0	
			+ ПЛ	120		22,0	37,5	
			2-й ярус:					58,6
			4КШС	53		14,0	18,0	
5Г	53	14,8	18,0					
1ЛП	53	14,5	18,3					
3	3.1–3.7	19...21°30'	+ ПЛ	53	СВБК	14,0	18,0	403,6
			9БК	130		17,6	25,5	
4	4.1–4.7	21...31°	1ДС	130	СВДС (колхидские лиано- вые леса)	22,6	28,9	360,0
			1-й ярус:					
5	5.1–5.7	11...20°	5ДС	140	СВБК	24,0	62,0	40,0
			4Г	140		18,0	30,0	
			1КЛП	140		15,0	22,0	
6	6.1–6.7	21...30°	2-й ярус:		СВБК	6,0	7,0	350,0
			10СМ	120		24,0	29,0	
7	7.1–7.7	8...23°	8БК	120	СВБК	28,0	40,0	160,0
			2БК	150		28,0	40,0	
8	8.1–8.7	17...26°	10БК	160	ВЛПК	28,0	46,0	132
			6ПК	46		19	21	
			4БК	46		15	19	
9	9.1–9.7	12...17°	9РБ	40	ВЛРЛ	5,5	10,5	Не опр.
			1КЛВ	40		8	10,2	
10	10.1–10.7	12...17°	8КЛВ	45	ВЛРЛ	8	10,2	Не опр.
			2ОЛЧ	43		7	8,8	

Примечание: ДС – дуб скальный (*Quercus petraea* L. ex. Liebl.); БК – бук восточный (*Fagus orientalis* Lipsky); Г – граб кавказский (*Carpinus caucasica* Crossh.); КШС – каштан посевной (*Castanea sativa* Mill.); ЛП – липа кавказская (*Tillia begoniifolia* Stev.); ПЛ – платан восточный (*Platanus orientalis* L.); КЛП – клен полевой (*Acer campestre* L.); СМ – самшит (*Buxus colchica* Rojark); ПК – пихта кавказская (*Abies hordmanniana* (Stev.) Spach); РБ – рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.); КЛВ – клен высокогорный (*Acer trautvetteri* Medw.); ОЛЧ – ольха черная (*Alnus glutinosa* Jaert.).

В процессе исследования использовали метод моделирования рекреационных нагрузок в полевых условиях. При этом рекреационное давление на почву воспроизводили посредством равномерного шагания человека среднего веса со скоростью 3,0...3,5 км/ч (60 шагов в 1 мин) на единице площади (1 м²) за определенное время, которое рассчитывали в зависимости от продолжительности периода рекреационной нагрузки (*T*, ч) в данном регионе [1].

При этом для лесов, расположенных на высотах до 1200 м над у. м., продолжительность сезона рекреации принимали равной 120 дн., продолжительность периода нагрузки – 1200 ч; для лесов, расположенных на высотах более 1200 м, – соответственно 90 дн. и 540 ч.

Варианты рекреационных плотностей (от 1 до 11 чел./га) моделировали на двух площадках-близнецах размером 1,43×0,70 м, размещая их длинной стороной вдоль склона.

На одной площадке осуществляли дождевание, на другой в соответствии с ГОСТ 12071–2000 отбирали образцы почв из слоя 0...20 см лесной подстилки и живого напочвенного покрова. Дождевание проводили с помощью исследовательской капельно-струйной установки. Сток, мутность стока и эрозию почв определяли по общепринятым методикам [2]. Полученные данные обрабатывали с помощью компьютерных программ Statistica 7.0 и Microsoft Office Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты экспериментов по определению эрозии почв на стоковых площадках приведены в табл. 2. Их анализ показал, что по мере нарастания рекреационных нагрузок эрозия почв увеличивается, что связано с деградацией лесной подстилки и живого напочвенного покрова и ухудшением водно-физических свойств почв. В лесах низкогорий отмечена зависимость эрозии почв от крутизны склонов: наименьший смыв зафиксирован на объекте 3 (крутизна склонов по вариантам дождевания изменяется от 19 до 21°30'), наибольший – на объекте 4 (от 21 до 31°) [1].

Таблица 2

Эрозия почв (т/га) при различной рекреационной плотности

Объект	Рекреационная плотность, чел./га						
	0	1	3	5	7	9	11
<i>Низкогорья</i>							
1	0,0001	0,0369	1,8202	1,1254	0,9069	1,2551	1,2144
2	0,0001	0,0171	0,3533	0,9500	1,6640	2,0449	2,1949
3	0	0	0,0001	0,1018	0,7585	0,9081	1,1150
4	0	2,5800	5,3000	3,9300	4,7300	8,6000	7,0500
<i>Среднегорья</i>							
5	0,0070	0,5750	1,9510	3,3300	5,3980	12,1980	10,033
6	0	2,3620	2,9050	11,4190	31,6480	18,2990	31,9030
<i>Высокогорья</i>							
7	0	0,0001	0,0330	0,0590	0,6750	2,1700	2,92900
8	0	0,3100	0,3050	1,3120	4,6560	40,1890	41,5580
9	0,0330	0,4030	2,2390	3,8910	4,8810	7,0200	6,7600
10	0	0,0001	0,0700	0,1380	0,4680	1,5070	1,4960

Примечание. Слой дождя – 90 мм, на объектах 1–3 – 100 мм; время дождевания – 30 мин.

Подобная зависимость отмечена и в других лесах Западного Кавказа.

При обработке данных экспериментов по объектам исследований (группам типов лесов) получены уравнения множественной связи эрозии почв (M , т/га), рекреационной плотности (Rd , чел./га) и уклонов местности (i , tg α) или крутизны склонов (α , ...°):

дубняки, каштанники и буково-грабовые леса низкогорий (объекты 1–3):

$$M = 0,18Rd + 5,24i - 2,29 \quad \text{при} \quad R = 0,816; \quad (1)$$

колхидские лиановые леса (объект 4):

$$M = 0,60Rd + 0,14\alpha - 2,42 \quad \text{при} \quad R = 0,898; \quad (2)$$

буковые леса среднегорий (объекты 5 и 6):

$$M = 1,39Rd + 1,42\alpha - 28,58 \quad \text{при} \quad R = 0,846; \quad (3)$$

пихтарники высокогорий (объекты 7 и 8):

$$M = 2,20Rd + 1,6\alpha - 32,00 \quad \text{при} \quad R = 0,828; \quad (4)$$

субальпийские редколесья рябины и клена (объекты 9 и 10):

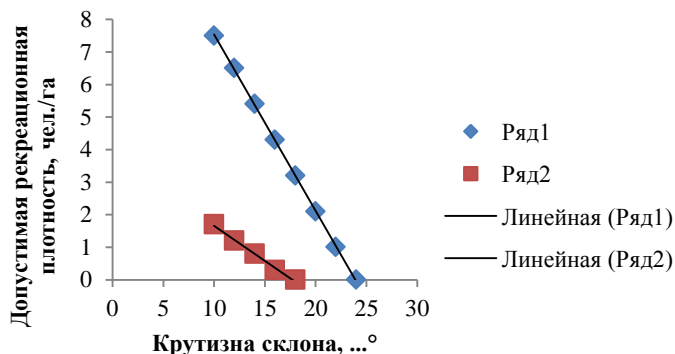
$$M = 0,22Rd + 0,19\alpha - 2,82 \quad \text{при} \quad R = 0,697. \quad (5)$$

Анализируя множественные уравнения регрессии (1)–(5), задаемся условием, что эрозия почв при рекреационных нагрузках должна отсутствовать ($M = 0$). При этом условии и проведении графического анализа представленных зависимостей определяем допустимые рекреационные плотности на склонах разной крутизны.

Так, в лесах низкогорий (дубняки, каштанники и буково-грабовые леса) на склонах первой группы крутизны (до 10°) допустимая рекреационная плотность составляет 7,6 чел./га, на склонах второй группы крутизны (11... 20°) – 7,7...2,1 чел./га. На склонах крутизной 24° допустимая рекреационная плотность равна нулю, т. е. любая рекреационная нагрузка на этих склонах вызывает эрозионные процессы (см. рис. 1, ряд 1).

Колхидские лиановые леса располагаются в ущельях горных речек и ручьев (рис. 1, ряд 2). На склонах первой группы крутизны допустимая рекреационная плотность составляет всего 1,7 чел./га, на склонах второй группы – 1,5 (крутизна 11°)...0,1 чел./га (крутизна 17°). На склонах круче 17° любые рекреационные нагрузки в колхидских лиановых лесах вызовут эрозию почв при ливнях.

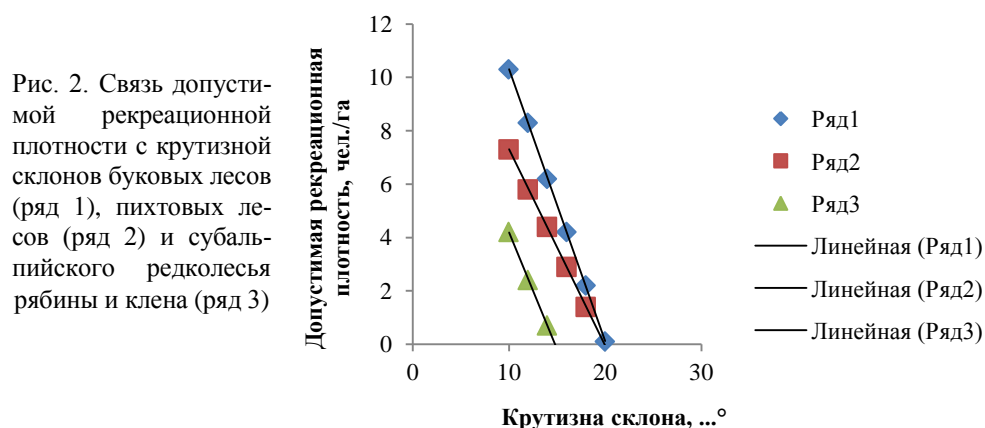
Рис. 1. Связь допустимой рекреационной плотности с крутизной склонов лесов низкогорий (ряд 1) и колхидских лиановых лесов (ряд 2)



В буковых лесах среднегорий (рис. 2, ряд 1) на склонах крутизной до 10° допустимая рекреационная плотность равна 10,3 чел./га, при крутизне склонов в пределах 11...20° допустимые рекреационные плотности уменьшаются от 10,2 до 0,1 чел./га.

В пихтовых лесах (рис. 2, ряд 2) на склонах первой и второй групп крутизны допустимые рекреационные нагрузки изменяются от 7,3 до 0, т. е. уже при крутизне 20° рекреация не допустима.

В субальпийских редколесьях (рис. 2, ряд 3) на склонах крутизной 10...14° допустимые рекреационные плотности уменьшаются от 4,2 до 0,7 чел./га. Поэтому в субальпийских редколесьях рекреация не допустима уже на склонах 15° и выше.



Результаты графического определения допустимых рекреационных плотностей по группам типов лесов Западного Кавказа на склонах различной крутизны представлены в табл. 3.

Таблица 3

Допустимые рекреационные плотности (чел./га) в лесах Западного Кавказа при различной крутизне склонов

Группа типов лесов	Крутизна склонов, ...°				
	10	14	18	20	23
Свежие дубняки дуба скального, свежие и влажные каштанники и буково-грабовые леса	7,6	5,4	3,2	2,1	0,5
Колхидские лиановые леса	1,7	0,8	0	0	0
Свежие и влажные букняки	10,3	6,2	2,2	0,1	0
Свежие и влажные пихтарники	7,3	4,4	1,4	0	0
Субальпийские редколесья рябины и клена	4,2	0,7	0	0	0

Заключение

В лесах Западного Кавказа по мере нарастания рекреационных нагрузок эрозия почв при ливнях увеличивается, что связано с деградацией лесной подстилки и живого напочвенного покрова и ухудшением водно-физических свойств почв. При обработке данных экспериментов по группам типов лесов получены уравнения множественной связи эрозии почв, рекреационной плотности и крутизны склонов, что позволило графически определить допустимые рекреационные плотности (при отсутствии эрозии почв) в зависимости от крутизны склонов.

Установлено, что рекреационные нагрузки не рекомендуются в свежих дубняках, свежих и влажных каштанниках и буково-грабовых лесах низкогорий при крутизне склонов более 23°; в колхидских лиановых лесах – более 17°; в свежих и влажных букняках среднегорий – более 20°; в свежих и влажных пихтарниках высокогорий – более 18°; в субальпийских редколесьях – более 14°.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ивонин В.М., Воскобойникова И.В., Пеньковский Н.Д., Багдасарян А.А.* Эрозия почв при осуществлении рекреационной деятельности в лесах Северо-Западного Кавказа: моногр. Ростов н/Д.: Фонд науки и образования, 2015. 202 с.
2. *Ивонин В.М., Пеньковский Н.Д.* Лесомелиорация ландшафтов (Науч. исслед.): учеб. пособие. Ростов н/Д.: СКНЦ ВШ, 2003. 151 с.
3. *Солнцев Г.К., Харитonenко Б.Я., Король Л.Г., Маргашов А.С., Дерябин И.Н.* Определение допустимых рекреационных нагрузок в лесах Черноморского побережья Кавказа // Интенсификация лесохозяйственного производства Северного Кавказа: тез. докл. науч.-практ. конф., г. Сочи, 13–15 апр. 1988 г. Краснодар, 1988. С. 65–66.
4. *Kupka I.* Recreational Load as a Driving Variable for Urban Forests // *J. For. Sci.* 2006. Vol. 52. Pp. 324–328.
5. *O'Brien B.* Our National Parks and the Search for Sustainability. USA, Texas, Austin, 1999. 247 p.
6. *Sievänen T., Edwards D., Predman P., Jensen F., Vistad O.* Social Indicators in the Forest Sector in Northern Europe: A Review focusing on Nature-based Recreation and Tourism. Norway, Copenhagen, 2013. 136 p.

Поступила 06.09.16

UDC 631.459.001.2:630*116(479)
DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.40

Substantiation of Allowable Recreational Loadings in the Forests of the Western Caucasus

V.M. Ivonin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

I.V. Voskoboynikova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A.K. Kortunov, Don State Agrarian University, ul. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, 346428, Russian Federation; e-mail: ivoninfores@ya.ru

The goal of research was to study the allowable recreational loadings in the forests of the Western Caucasus, which provided the absence of soil erosion processes on the slopes. We used the following methods in the course of the experiment: recreational loading simulation; study of soil erosion after the artificial rainfall; electronic data processing. As the recreational loading increased, soil erosion also increased. Soil erosion and a cutslope ratio were interrelated. In the experimental data processing we obtained the equations, reflecting the relationship between soil erosion, recreational loading and a cutslope ratio. In the absence of soil erosion, we determined the level of recreational loadings on the slopes of different steepness according to the groups of the forest types on the basis of a graphic analysis. This allowed us to justify the allowable recreational loadings: in the forests of low mountains – 7.6...0.5 persons / ha; in the forests of Colchis – 1.7...0.8; in the beech forests – 10.3...0.1; in the fir forests – 7.3...1.4 persons / ha. In the subalpine forests of maple and mountain ash the allowable recreation loading varied from 4.2 to 0.7 persons / ha. We do not recommend to conduct recreation in the oak, chestnut and beech and hornbeam forests of low-hill terrains with a cutslope ratio of more than 23°; in the Colchis liana forests – more than 17°; in the beech forests – more than 20°; in the fir forests – more than 18°; in the subalpine woodland – more than 14°.

Keywords: mountain forest, recreational loading, sprinkling irrigation, soil erosion, cutslope ratio.

REFERENCES

1. Ivonin V.M., Voskoboynikova I.V., Pen'kovskiy N.D., Bagdasaryan A.A. *Eroziya pochv pri osushchestvlenii rekreatsionnoy deyatel'nosti v lesakh Severo-Zapadnogo Kavkaza* [Soil Erosion in the Recreational Activity in the Forests of the North-Western Caucasus]. Rostov-on-Don, 2015. 202 p.
2. Ivonin V.M., Pen'kovskiy N.D. *Lesomelioratsiya landshaftov. Nauchnye issledovaniya* [Landscape Forest Reclamation. Scientific Research]. Rostov-on-Don, 2003. 151 p.

For citation: Ivonin V.M., Voskoboynikova I.V. Substantiation of Allowable Recreational Loadings in the Forests of the Western Caucasus. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2017, no. 3, pp. 40–48. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.40

3. Solntsev G.K., Kharitonenko B.Ya., Korol' L.G., Margashov A.S., Deryabin I.N. Opredelenie dopustimykh rekreatsionnykh nagruzok v lesakh Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza [Determination of Allowable Recreational Loadings in the Forests of the Black Sea Coast of the Caucasus]. *Intensifikatsiya lesokhozyaystvennogo proizvodstva Severnogo Kavkaza: tez. dokl. nauch.-prakt. konf., g. Sochi, 13–15 apr. 1988 g.* [Intensification of Forestry Production in the North Caucasus: Proc. Sci. Prac. Conf., Sochi, 13–15 April, 1988]. Krasnodar, 1988, pp. 65–66.

4. Kupka I. Recreational Load as a Driving Variable for Urban Forests. *J. For. Sci.*, 2006, vol. 52, pp. 324–328.

5. O'Brien B. *Our National Parks and the Search for Sustainability*. USA, Texas, Austin, 1999. 247 p.

6. Sievänen T., Edwards D., Fredman P., Jensen F., Vistad O. *Social Indicators in the Forest Sector in Northern Europe: a Review Focusing on Nature-Based Recreation and Tourism*. Norway, Copenhagen, 2013. 136 p.

Received on September 06, 2016
