

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ЛАГОНАКСКОГО БИОСФЕРНОГО ПОЛИГОНА, ИСПЫТЫВАЮЩИХ АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ

Почвенный покров Лагонакского нагорья представлен горно-луговыми почвами, закономерно сменяющимися друг друга по мере повышения абсолютной высоты местности. Лесные почвы сменяются горно-луговыми субальпийскими почвами с разнотравно-злаковой растительностью, а затем горно-луговыми альпийскими с низкотравной растительностью. Особенностью рассматриваемых почв является то, что при высокой продуктивности луговой растительности темпы минерализации органического вещества невысоки, особенно в альпийском поясе. При этом лимитирующим фактором являются низкие температуры на протяжении большей части года. Своеобразие почв плато Лагонаки заключается в том, что они сформированы на известняках, благодаря чему обладают благоприятными химическими свойствами (прежде всего, богаты биогенными элементами).

Антропогенная нагрузка на почвенный покров плато Лагонаки выражается в двух формах. Во-первых, это пастбищное использование, во-вторых – рекреационная нагрузка. Первый вид использования в настоящее время очень ограничен и не оказывает существенного влияния на почвы. Рекреационная нагрузка на почвы плато проявляется локально в местах прохождения туристических троп и, особенно, в местах прохождения автомобильного транспорта. В этих местах в результате линейной эрозии образуются глубокие промоины, в которых при смыве маломощного почвенного слоя обнажаются материнские породы. Даже при незначительном нарушении почвенного покрова происходит стимулирование процесса эрозии, вплоть до полного смыва. Восстановление почвенного покрова в данных условиях, особенно при большом уклоне местности, крайне проблематично. В этом отношении можно рассматривать почвенный покров рассматриваемой территории как невозобновимый природный ресурс, требующий особого внимания, непрерывного контроля его состояния и предотвращения прямого уничтожения.

Целью исследований явилось изучение современного состояния почв, испытывающих антропогенное влияние, и их сравнительная характеристика.

### Объекты исследований, материал и методика

Для осуществления поставленной цели было заложено 10 почвенных разрезов на территории Лагонакского биосферного полигона в границах Кавказского заповедника. Почвенные разрезы намечались и распределялись с учетом различий уклонов и элементарных форм рельефа (С.В. Зонн, Т.Ф. Урушадзе, 1974), а также с учетом степени антропогенного воздействия. Морфологическое описание проводилось по общепринятой методике (Почвенная съемка, 1959) с учетом рекомендаций, разработанных для горных условий (Горчарук и др., 1991).

#### Пробная площадь № 1.

Заложена в злаково-разнотравной ассоциации на высоте 1610 м над у.м., на склоне северной экспозиции, уклон 20°.

A<sub>дерн.</sub>  
0–5 см

Темно-бурый, влажный, суглинистый, зернисто-порошистый, слегка уплотненный за счет дерна, корни более 30%. Переход заметный по включениям.

А 5–12 см	Темно-бурый, влажный, суглинистый, порошисто-зернистый, менее плотный, корней около 5%. Переход постепенный по цвету и включениям.
В <sub>1</sub> 12–32 см	Светло-бурый, влажный, суглинистый, комковато-зернистый, слабоуплотненный, корней 2–3%. Переход ясный.
В <sub>2</sub> 32–47 см	Светло-бурый с оливковым оттенком, влажный, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, слабоуплотненный, единичные корни. Переход постепенный.
С 47–70 см	Буро-оливковый, сырой, легкоглинистый, призмовидно-крупноореховатый, уплотненный, единичные нитевидные корни. Переход резкий.
Д 70 и ниже.	Плита кристаллического известняка.

Почва: горно-луговая субальпийская остаточно-карбонатная мощная, среднесуглинистая.

Пробная площадь № 2.

Заложена на г. Туба. 2300 м над у.м. Склон северо-восточной экспозиции, уклон 10°–15°. Разнотравно-злаковая ассоциация (задернение сплошное).

А <sub>дерн.</sub> 0–9 см	Темно-коричневый, свежий, среднесуглинистый, зернистый, слегка уплотненный, корни более 20%. Переход ясный по включениям.
В <sub>1</sub> 9–32 см	Коричневый, свежий, суглинистый, комковато-зернистый, слегка уплотненный, корни около 5%. Переход постепенный.
В <sub>2</sub> 32–42 см	Коричневый, свежий, суглинистый, крупно-комковатый, уплотненный, единичные корни. Переход резкий.
Д 42 и ниже	Плита кристаллического известняка.

Почва: горно-луговая субальпийская остаточно-карбонатная среднemosная, среднесуглинистая.

Пробная площадь № 3.

Заложена в урочище Большой Мурзилал. 2250 м над у.м. Склон юго-восточной экспозиции. Уклон 6°–7°. Осоково-типчачово-колокольчиковая ассоциация.

А <sub>дерн.</sub> 0–4 см	Коричневато-черный, сухой, легкосуглинистый, порошистый, рыхлый, до 30% корней. Переход ясный.
В <sub>1</sub> 4–13 см	Коричневый, свежий, легкосуглинистый, комковато-зернистый, рыхлый, корни около 5%. Переход постепенный.
В <sub>2</sub> 13–31 см	Светло-коричневый, свежий, суглинистый, комковато-зернистый, слабоуплотненный, единичные корешки. Переход резкий.
Д 31–40 см и ниже	Светло-серый кристаллический монолитный известняк.

Почва: горно-луговая альпийская остаточно-карбонатная среднemosная, среднесуглинистая.

Пробная площадь № 4.

Заложена на Абадзешском перевале. 1650 м над у.м. Разнотравно-злаковая ассоциация. На данной пробной площади заложено два разреза, один расположен на туристической тропе, другой – на контрольном участке, не испытывающем антропогенной нагрузки.

Разрез 4 (тропа).

A <sub>дерн</sub> 0–13 см	Серо-коричневый, свежий, мелкокомковатый, уплотненный, среднесуглинистый. Корни травянистой растительности до 15%. Переход постепенный по цвету и включениям.
B 13–35 см	Красновато-бурый, влажный, комковатый, слегка уплотненный, суглинистый. Единичные включения корней. Переход резкий.
D > 35 см	Известняк.

Разрез 4 (контроль).

A <sub>дерн</sub> 0–8 см	Черно-коричневый, свежий, мелкокомковатый, уплотненный за счет корневой системы, легкосуглинистый. Корни травянистой растительности до 30%. Переход постепенный по цвету.
AB 8–17 см	Буро-коричневый с гумусовыми затеками, свежий, мелкокомковатый, слегка уплотненный, среднесуглинистый. Единичные включения корней. Переход заметный по цвету и включениям.
B 17–24 см	Коричневый, влажный, комковатый, слабо уплотненный, среднесуглинистый, слегка уплотненный. Единичные корни. Переход постепенный по цвету.
BC 24–40 см	Оливково-бурый, влажный, слабо уплотненный, среднесуглинистый, слегка уплотненный. Единичные корни. Переход резкий.
D > 45 см	Известняк.

Почва: горно-луговая субальпийская остаточно-карбонатная среднемощная, среднесуглинистая.

Пробная площадь № 5.

Заложена в урочище Малый Мурзикал (куэста от Большого к Малому Мурзикалу). 1630 м над у.м. Склон северо-восточной экспозиции (средняя часть склона). Уклон 15°. Разнотравно-злаковая ассоциация с куртинами крупнотравья.

A <sub>дерн</sub> 0–5 см	Темно-коричневый, свежий, среднесуглинистый, порошистый, слегка уплотненный, до 30% корней. Переход ясный по включениям.
B 5–18 см	Темно-коричневый, свежий, среднесуглинистый, комковато-зернистый, слегка уплотненный, включения корней 5–10%. Переход резкий.
D > 18 см	Светло-серый кристаллический монолитный известняк.

Почва: горно-луговая субальпийская остаточно-карбонатная маломощная, среднесуглинистая.

Пробная площадь № 6.

Заложена в урочище Каменное море к югу от г. Абдзеш. 1650 м над у.м. Склон юго-восточной экспозиции (нижняя часть склона). Уклон 7°–8°. Белоусово-злаково-разнотравная ассоциация.

A <sub>дерн</sub> 0–4 см	Темно-коричневый, свежий, среднесуглинистый, зернисто-порошистый, слегка уплотненный, до 20% корней. Переход ясный по включениям.
-----------------------------	---

- В Коричневый, свежий, среднесуглинистый, комковато-зернистый, слегка уплотненный, включения корней 3%. Переход резкий.
- 4–25 см
- Д Светло-серый кристаллический монолитный известняк.
- > 25 см

Почва: горно-луговая субальпийская остаточно-карбонатная среднесуглинистая.

Пробная площадь № 7.

Заложен в средней части склона, между Абадзешским перевалом и пастушескими балаганами, высота 1854 м над у.м. Склон северной экспозиции. Разрез расположен на колее от прохода автотранспорта.

- А Буровато-коричневый с черными примазками, влажный, мелкокомковатый, среднесуглинистый, уплотненный, корни травянистой растительности, переход постепенный по цвету.
- 0–8 см
- АВ Буровато-серый, свежий, комковатый, суглинистый, уплотненный, корни травянистой растительности в меньшем объеме. Переход постепенный по цвету и плотности.
- 8–19 см
- В<sub>1</sub> Бурый, свежий, мелкокомковатый, суглинистый, плотный, единичные мелкие корни, переход постепенный по плотности.
- 19–40 см
- В<sub>2</sub> Бурый, свежий, мелкокомковатый, суглинистый, очень плотный, переход резкий.
- 40–53 см

Пробная площадь № 8.

Заложена на С-В отроге г. Оштен на магистральной тропе. Высота 2060 м над у.м. Было заложено 2 почвенных разреза: непосредственно на дороге и на прилегающем ненарушенном участке (в качестве контроля).



Рис. 1. Почвенный профиль горно-луговых субальпийских слабосмытых почв

Разрез 8 (дорога).

- $A_{\text{дерн}}$  Отсутствует. Колея.  
 $B_1$  0–13 см Серовато-бурый, свежий, бесструктурный, плотный, тяжело-суглинистый. Единичные мелкие корни. Переход постепенный по цвету.  
 $B_2$  13–28 см Бурый с ржавыми и сизыми примазками, свежий, плотный, тяжелосуглинистый, бесструктурный. Единичные мелкие корни. Переход постепенный по цвету и гран. составу.  
BC 28–53 см Палевый с ржавыми и сизыми примазками, свежий, глинистый, уплотненный. Единичные крупные камни. Переход резкий.

Разрез 8 (контроль).

- $A_{\text{дерн}}$  0–9 см Серый, сухой, мелкокомковатый, легкосуглинистый, сложение уплотненное за счет корней. Корни травянистой растительности около 30%. Переход заметный по цвету и включениям.  
 $B_1$  9–30 см Бурый, свежий, плотный, тяжелосуглинистый, призматический, единичные корни. Переход постепенный по цвету и гран. составу.  
 $B_2$  30–57 см Бурый с ржавыми и темно-серыми примазками, свежий, уплотненный, глинистый, бесструктурный.



Рис. 2. Почвенный профиль горно-луговых субальпийских почв с отсутствующим дерновым горизонтом



Рис. 3. Почвенный профиль горно-луговых субальпийских почв на контрольном участке

#### Пробная площадь № 9.

Заложена на старой дороге, которая представляет собой две колеи, по которым почва смыта практически до материнской породы. В связи с этим был заложен только контрольный разрез, а из колеи на контакте с материнской породой взят образец для определения плотности почвы. Высота 2074 м над у.м., склон С-В экспозиции.

$A_{\text{дерн}}$ 0–15 см	Темно-коричневый, сухой, порошистый, супесчаный, слегка уплотненный за счет корней. Корни составляют до 30% по объему. Переход постепенный по цвету и включениям.
AB 15–27 см	Серо-коричневый, свежий, менее уплотненный, легко суглинистый, мелкокомковатопорошистый. Корни 15–20% по объему. Переход заметный по цвету, включениям и структуре.
$B_1$ 27–50 см	Бурый, свежий, комковатый, суглинистый, рыхлый. Единичные корни травянистой растительности. Переход постепенный.

Все анализы химических и физических свойств почв выполнялись по общепринятым методикам в почвенной лаборатории КГПБЗ (Вадонина, Корчагина, 1961; Аринушкина, 1970):

- гумус по Тюрину;
- рН водной и солевой суспензии потенциометрическим методом;
- равновесная плотность сложения буровым методом;
- запасы гумуса расчетным путем;
- структурно-агрегатный состав по Саввинову.

Степень деградации почв в результате влияния антропогенного фактора определяется в соответствии с показателями, предлагаемыми А.С. Яковлевым (Яковлев, 2000).

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Одним из критериев определения степени деградации почв является уменьшение мощности почвенного профиля (А + В) в % от исходного. За исходное принимается состояние недеградированного аналога. Такое сравнение было осуществлено на 3 участках, подвергшихся антропогенному воздействию. Результаты расчетов показали, что наибольшая степень деградации наблюдается на ПП № 9, где по колее почва смыта практически полностью, то есть уменьшение почвенного профиля составляет >75%, что соответствует 4 (наибольшей) степени деградации. Однако стоит отметить то, что в связи с тем, что дорога долгое время не используется, по колеям началось зарастание травянистой растительностью, что должно повлиять на положительную динамику восстановительных процессов. На ПП № 4, расположенной на туристической тропе, где не наблюдается проход автотранспорта, уменьшение мощности составило 12,5%, что соответствует 1 (наименьшей) степени деградации. На ПП № 8, где на магистральной тропе осуществляется проход автотранспорта, уменьшение мощности составило 7%, что также соответствует 1 степени деградации. Однако здесь уменьшение почвенного профиля произошло в основном за счет дернового горизонта, что может привести к дальнейшей деградации почвы.

В качестве основных показателей, характеризующих экологическое состояние почв, были выбраны следующие: содержание гумуса, общие запасы гумуса в почвенном профиле (поскольку все рассматриваемые почвы имеют профиль А+В), равновесная плотность сложения, уровень кислотности (актуальной и потенциальной) (таблица 1).

Интегральным показателем почвенного плодородия считается содержание в них органического вещества. Оценка этого показателя осуществляется в соответствии с системой показателей гумусного состояния почв (Гришина, Орлов, 1978). Все исследуемые почвы, которые не были подвержены антропогенному воздействию, имеют очень высокое содержание гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте. При переходе в иллювиальный горизонт содержание органического вещества остается высоким и постепенно снижается до средних значений, а на глубине 30–40 см до низких и очень низких, что характерно для исследуемых почв. Исключение составляют почвы ПП № 8, где на контроле содержание гумуса с высокого в дерновом горизонте резко падает до очень низкого при переходе в иллювиальный горизонт, то есть распределение гумуса в почвенном профиле носит регрессивно-аккумулятивный характер. В связи с тем, что дерновый горизонт ПП № 8 на дороге отсутствует и поступление органических остатков крайне ограничено, содержание гумуса даже в верхнем горизонте оценивается как низкое. Запасы гумуса в изучаемых почвах оцениваются как высокие и очень высокие (ПП № 3, ПП № 9 контроль) на контрольных пробных площадях. Исключение составляют ПП № 5, где низкие запасы связаны с малой мощностью почвенного профиля, и ПП № 8, где низкие запасы связаны с очень низким содержанием гумуса в иллювиальном горизонте. Уменьшение запасов органического вещества в почвенном профиле на дороге по сравнению с контрольным участком составляет 35%, что соответствует 2 степени деградации почв. В то же время уменьшение запасов гумуса в почвенном профиле на пешеходной тропе по сравнению с контрольным разрезом составляет 6,8%, и степень деградации расценивается как нулевая.

Таблица 1

## Физико-химические показатели горно-луговых субальпийских почв Лагонакского нагорья

№ ПП, разрез	Глубина, см	Содержа- ние гуму- са, %	Запасы гумуса, т/га	рН		Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>
				водный	солевой	
1	0–5	10,07	162,12	4,08	3,70	0,54
	10–20	6,65		4,32	3,85	0,72
	20–30	4,64		4,75	4,24	0,90
	30–50	1,84		6,50	5,07	1,23
2	0–5	12,44	200,64	5,56	4,82	0,84
	10–20	8,16		5,56	4,66	0,86
	20–30	6,27		5,76	4,66	0,95
	30–40	1,90		6,33	5,00	0,98
3	0–5	18,68	249,80	5,71	4,35	1,19
	10–20	11,47		5,35	4,22	0,52
	20–30	8,9		5,40	4,12	0,89
4 (контроль)	0–5	11,57	160,50	4,66	3,76	0,51
	5–10	7,34		4,66	3,80	0,82
	10–20	6,50		4,91	3,55	0,82
	20–30	4,29		5,30	3,55	1,11
4 (тропа)	0–5	10,54	149,50	4,90	4,32	0,57
	5–10	7,27		4,93	4,37	0,74
	10–20	6,51		4,74	3,64	0,83
	20–30	4,24		4,83	3,59	0,91
5	0–5	13,32	84,79	5,35	4,51	0,43
	5–18	9,13		5,38	3,90	0,41
6	0–5	16,92	108,23	4,99	3,61	0,54
	5–10	8,40		5,20	3,76	0,46
	10–20	3,86		5,18	3,76	1,12
7	0–10	14,95	228,39	4,46	3,74	0,68
	10–20	8,63		4,47	3,80	0,63
	20–30	4,36		4,53	3,61	0,68
	30–40	2,57		4,52	3,55	0,92
	40–50	1,55		4,41	3,66	1,23
8 (контроль)	0–10	10,01	160,92	4,80	3,67	0,73
	10–20	1,69		4,19	3,71	1,45
	20–30	1,21		4,20	4,33	1,36
	30–40	1,87		4,19	5,00	1,26
	40–50	1,96		4,10	4,85	1,19



8 (дорога)	0–10	2,20	104,57	4,17	3,69	1,32
	10–20	1,77		4,21	3,87	1,47
	20–30	1,50		4,08	3,56	1,33
	30–40	1,33		4,28	3,60	1,33
	40–50	0,92		4,25	3,66	1,29
9 (контроль)	0–10	17,93	244,369	4,19	4,06	0,45
	10–20	9,13		4,19	3,79	0,79
	20–30	5,49		4,34	3,61	0,80
	30–40	2,89		4,17	3,55	0,99
	40–50	1,51		4,16	3,81	1,26
9 (колея)	50–55	0				1,29

Одним из ведущих показателей экологического состояния почв является уровень почвенной кислотности, поскольку он определяет направленность и интенсивность всех почвенных процессов. В соответствии с генетико-диагностическими признаками высокогорных почв (Вальков и др., 2002) для горно-луговых почв характерно рН водной вытяжки 4,5–5,5, то есть это резкокислая и сильнокислая реакция почвенного раствора. Все изучаемые почвы соответствуют этому диапазону кислотности. Исключение составляют почвы ПП № 8 и ПП № 9, где почвы более кислые, что, вероятно, связано с их большей плотностью по сравнению с почвами остальных пробных площадей. Если сравнить отклонение уровня почвенной кислотности верхнего горизонта ПП № 8 от средних значений, то на контроле наблюдается нулевая степень деградации по данному признаку, а на дороге отклонение составляет 16,6% и соответствует 2 степени деградации.

Одним из важнейших параметров для мониторинга изменений почв при антропогенном воздействии является плотность почвы, особенно в верхних горизонтах. Практически все рассматриваемые почвы имеют довольно низкие показатели плотности. Плотность выше оптимальных значений наблюдается на ПП № 8, причем как на дороге так и на контроле (кроме дернового горизонта). Вероятно, это связано с тем, что имеет место отклонение проходящих групп от тропы, при этом дерн не нарушается (он в свою очередь и предохраняет верхний горизонт от переуплотнения), а нижележащие горизонты имеют почти такие же показатели, как на дороге. Следует отметить, что при такой равновесной плотности сложения для данных почв при антропогенном вмешательстве большую угрозу представляет не столько уплотнение, сколько угроза эрозионных процессов, которые могут наблюдаться при нарушении дернины.

Характерной чертой горно-луговых альпийских и субальпийских почв является хорошая оструктуренность всего почвенного профиля и высокая водопрочность структуры, что обусловлено влиянием дернового процесса. Однако при антропогенном воздействии происходит разрушение агрономически ценной структуры, что связано с дегумификацией и механическим разрушением агрегатов при воздействии техники и значительным уплотнением почв в результате выпаса скота. Данные структурно-агрегатного анализа показывают, что в почвах на

пробных площадях, заложенных на антропогенно нарушенных участках, разрушение структуры происходит неоднозначно. На пробной площадке № 4 на тропе наблюдается увеличение числа агрегатов размером более 10 мм, причем следует отметить, что разрушение структуры в меньшей степени затрагивает верхний горизонт, что связано с присутствием корневой системы травянистых растений (в том числе на тропе). Однако структура остается удовлетворительной, так как содержание агрегатов размером более 10 мм не превышает 40%. Большую часть составляют агрегаты размером от 2 до 5 мм, что соответствует самой оптимальной комковато-зернистой структуре. На ПП № 7, заложенной на дороге, где имеет место отсутствие дернового горизонта, в слое 0–10 см структура является неудовлетворительной, поскольку агрегаты, не являющиеся агрономически ценными, составляют более 50%. Особо отличаются почвы ПП № 8. Структура является отличной только в дерновом горизонте на контроле, в нижележащих горизонтах почву можно считать бесструктурной. Такое разрушение структуры обусловлено очень низким содержанием гумуса, что делает структурные агрегаты очень непрочными. Такая же картина наблюдается и в почвенном профиле, заложенном на дороге. Как было отмечено выше, большую угрозу для рассматриваемых почв представляют эрозионные процессы, которые могут наблюдаться при нарушении дернины. Такое нарушение на изучаемой территории связано с проходом туристов по тропам, выпасом скота, а главное с влиянием автомобильного транспорта. Нарушение дернового горизонта, ливневый характер осадков, большое количество тающего снега и значительный уклон местности обуславливают образование глубоких промоин в результате смыва большого объема почвы.

### **Заключение**

Таким образом, антропогенная нагрузка оказывает крайне неблагоприятное влияние на физические и химические свойства почв Лагонакского нагорья. Наибольший ущерб почвенному покрову Лагонакского нагорья в отношении эрозионных процессов наносит выпас скота и проход автотранспорта (особенно если имеет место отклонение от существующей колеи). Проход туристов по тропе не оказывает существенного влияния на свойства почв.

### **ЛИТЕРАТУРА**

- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Из-во Моск. ун-та, 1970. 488 с.
- Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы определения физических свойств почв и грунтов. М.: Гос. изд-во «Высшая школа», 1961. 346 с.
- Вальков В. Ф., Елисеева Н. В., Имгрунт И. И., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Справочник по оценке почв. Майкоп: ГУРИПП «Адыгя», 2004. 236 с.
- Вальков В. Ф., Колесников С. И., Казеев К. Ш. Почвы юга России: Классификация и диагностика. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2002. 168 с.
- Гришина Л. А., Орлов Д. С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978. С. 42–47.
- Егоров И. Е. Полевые методы изучения почвенной эрозии // Вестник Удмуртского университета. Вып. 1, 2009. С 157–170.
- Яковлев А. С. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв // Почвоведение. 2000. № 1. С 70–79.