

Л.И. Герасько, О.В. Гуль

## СОПРЯЖЁННЫЙ РЯД ПОЧВ КРУТОГО СКЛОНА ПРАВОБЕРЕЖЬЯ Р. ТОМИ

***Аннотация.** Рассмотрены особенности почвообразования на крутом склоне южной экспозиции в подтайге Притомья. Экстразональность ландшафтов и почв обусловлена дефицитом увлажнения в трансэлювиальных и транзитных ландшафтах, латеральной миграцией влаги в поверхностных горизонтах.*

***Ключевые слова:** экстразональность, почвенный покров, экотон.*

С момента возникновения науки «почвоведение» одним из основополагающих её законов был закон широтной зональности, длительное время считавшийся универсальным. Однако по мере накопления фактического материала, исследования труднодоступных территорий всё чаще обнаруживались закономерности, не укладывающиеся в рамки этого закона.

Исследованная территория находится в пределах Томь-Яйского междуречья, являющегося геосистемой переходного типа. В соответствии с геоморфологическим районированием она входит в западную часть Приаргинской наклонной равнины, расположенной в зоне крутого погружения древних структур Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна и крайнего восточного крыла Томского выступа. Для неё характерно наличие большого числа среднекрутых и крутых склонов. На склонах разной экспозиции создаются неодинаковые микроклиматические условия, которые определяют разную направленность и интенсивность почвообразовательного процесса. В частности, на южных склонах весеннее снеготаяние происходит раньше и характеризуется большей интенсивностью. Для большинства почв глубина промерзания колеблется в пределах 90–110 см. В открытых экосистемах промерзание почвы наблюдается повсеместно, причём между глубиной промерзания и высотой снежного покрова отмечается отрицательная корреляция. За короткий период активного снеготаяния (от 7 до 26 дней) почва не успевает полностью оттаять, и её поверхностный слой смывается по водоупорному промерзшему горизонту.

По зонально-провинциальному делению растительного покрова Западно-Сибирской равнины территория входит в геоботаническую зону подтайги или мелколиственных лесов [1]. Это переходная полоса, с одной стороны, между болотной тайгой с севера и степями средней полосы Сибири с юга, а с другой – район, связующий горную тайгу Кузнецкого Алатау с равнинной тайгой севера Сибири [2]. Аналогии такой зоны есть в восточной части Северной Америки [3] и в Приморье [4].

Растительность правобережья р. Томи, представляющего непосредственный объект исследования и характеризующегося наличием большого числа склонов различной крутизны и экспозиции, составляют редкостойные березняки осочково-разнотравные, при сведении которых образуются вторичные злаково-разнотравные слабоостепенённые луга. Самые крутые склоны покры-

ты редкостойными берёзово-сосновыми караганово-редкотравными лесами, вторичными полынно-разнотравными и солонечниково-разнотравными остепнёнными лугами [5].

На склонах южной экспозиции, характеризующихся недостатком влаги и избытком тепла, под полынно-разнотравной остепнённой растительностью формируются экстразональные для данной территории специфические чернозёмные и генетически родственные им почвы субаридно-субгумидного облика. Чернозёмные почвы на террасах р. Томи впервые были описаны К.А. Кузнецовым [6], названы чернозёмными, имеющими ясно выраженный облик чернозёмно-луговых, и отнесены к деградированным чернозёмам.

Переходная полоса между соседствующими растительными сообществами, в пределах которых происходит их взаимопроникновение, определяется как экотон. Такая переходная территория рассматривается в качестве зонального буферного экотона, своеобразного ландшафтного рубежа [7, 8]. В сравнительно узкой полосе зонального экотона происходит кардинальная перестройка всей совокупности биоклиматических процессов ландшафтогенеза. Ландшафтные экотоны формируются в сферах латерального взаимодействия геосистем, в их ландшафтно-географических полях, наложенных друг на друга. Ими всегда сопровождаются сочленения контрастных по своей природе геосистем. Как следствие, один тип ландшафта сменяется другим: таёжный – лесостепным. Столь резкие изменения важнейших климатических параметров в недрах зональных экотонов влекут за собой стремительную трансформацию теплового и водного балансов, смену типов почв, биоты [9–11]. Исследованная территория, будучи переходной зоной между горными районами Саяно-Кузнецкого Алатау и пространствами Западно-Сибирской равнины, является сложным динамическим объектом, характеризующимся значительным разнообразием форм рельефа: от выровненного – предгорий, до умеренного – низкогорий. По этой причине подгорные ландшафты в генетическом отношении расцениваются как барьерогенные.

Поскольку подтайга представляет собой зону неустойчивого климатического равновесия между лесостепью и южной тайгой, даже незначительное колебание климатической обстановки приводит к существенному изменению границ растительных формаций и активности почвообразовательных процессов. На протяжении голоцена такие изменения происходили неоднократно, причём продолжительность климатических флуктуаций была достаточной для существенной перестройки почвенного профиля. Следы флуктуации обнаруживаются в профиле почв подтайги в виде сложного строения гумусового горизонта, остаточно-гумусовых, остаточно-карбонатных горизонтов и других реликтовых признаков [12]. Следовательно, данная территория представляет собой специфичную зону динамического равновесия между тайгой и лесостепью, отличающуюся напряжённой палеогеографической обстановкой, активностью биологических процессов, обеспечивающих как высокую скорость накопления органического вещества, так и его деструкции.

Всё изложенное выше еще раз подтверждает, что ландшафтной оболочке свойственны в равной мере черты континуальности и дискретности, выступающие как взаимодополняющие. Причём дискретность обеспечивается диф-

ференцированностью не только литогенной основы, но и биоклиматической составляющей. В силу того, что в ландшафтной структуре зонального экотона происходит взаимопроникновение природных геосистем смежных природных зон, в его территориальной организации необычайно возрастает роль местных геотопологических и эдафических факторов [13]. Причиной тому служат микроклиматические различия склонов противоположной инсоляционной экспозиции. На исследованном нами склоне южной экспозиции происходит смена растительности от солонечниково-разнотравной до вейничково-крупнотравной, в то время как на западных склонах рассматриваемой территории господствуют разнотравно-злаковые ценозы. Столь же велико влияние на пространственную дифференциацию почвенного покрова территории литоэдафического фактора и геоморфологических условий. Именно эти факторы, в частности неоднородность гранулометрического состава почвообразующих пород, в большинстве случаев и определяют особенности почвообразования (табл. 1).

Таблица 1

## Гранулометрический состав исследованных почв

Гор-т	Глубина	Фракции, %: размер, мм						Физ. песок	Физ. глина
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001		
Р. 23–07. Чернозём криогенно-мицеллярный									
AU	0–10	11,8	33,4	16,8	6,4	10,4	21,2	62,0	38,0
AU	12–22	10,5	32,3	22,8	6,0	4,0	24,4	65,6	34,4
AU	30–40	14,8	31,0	15,8	2,0	6,8	29,6	61,6	38,4
B <sub>1</sub>	50–60	4,7	23,7	35,2	2,8	5,2	28,4	63,6	36,4
B <sub>2</sub>	70–80	3,5	25,6	34,8	3,6	8,1	24,4	63,9	36,1
B <sub>2</sub>	95–105	3,9	28,9	32,8	4,1	9,1	21,2	65,6	34,4
B <sub>3К</sub>	120–130	4,8	20,4	34,0	6,4	8,8	25,6	59,2	40,8
C <sub>К</sub>	165–175	4,3	22,1	33,6	8,4	9,6	22,0	60,0	40,0
Р. 3–07. Солонец тёмногумусовый									
AU	0–3	12,1	44,5	16,5	5,9	7,1	13,9	73,1	26,9
AU	5–15	10,4	22,9	29,1	8,4	8,4	22,1	61,1	38,9
AEL	18–25	10,3	23,1	28,7	8,4	7,4	20,8	63,4	36,6
BSN	30–40	3,4	31,1	11,0	6,0	5,1	43,4	45,5	54,5
BSN	50–60	22,5	20,9	17,4	2,6	8,7	27,9	60,8	39,2
BMK	110–120	23,1	20,8	23,9	7,9	4,1	20,2	67,8	32,2
BMK	150–160	23,4	19,1	20,0	9,6	4,6	23,3	62,5	37,5
C	170–180	13,9	37,9	19,6	4,6	3,2	20,8	71,4	28,6
C	206–216	13,3	32,3	23,5	2,4	5,8	22,7	69,1	30,9
Р. 13–07. Подбел тёмногумусовый									
AU	0–9	12,5	27,9	30,4	7,6	5,8	15,8	70,8	29,2
AU	10–20	15,5	26,6	27,1	8,7	9,2	12,9	69,2	30,8
AU	30–40	16,1	26,4	21,7	2,9	9,6	23,3	64,2	35,8
AEL	45–55	12,4	27,8	21,5	3,7	9,7	24,9	61,7	38,3
ELB	65–75	11,9	26,7	25,1	5,4	5,3	25,6	63,7	36,3
B	95–105	7,9	23,8	25,8	7,9	5,4	29,2	57,5	42,5
B	125–135	8,6	20,7	24,4	6,3	7,7	32,3	53,7	46,3
C <sub>К</sub>	155–165	9,2	19,7	27,7	2,6	5,8	35,0	56,6	43,4
D <sub>1К</sub>	200–210	23,0	35,3	16,1	3,8	1,6	20,2	74,4	25,6
D <sub>2К</sub>	220–230	10,9	22,0	25,5	9,5	8,1	24,0	58,4	41,6

Они являются экстразональными для данной территории и формируются только на определённых элементах рельефа, в особых почвенно-биоклиматических условиях ландшафтного экотона, таких как сбалансированное увлажнение, избыточное количество тепла, характеризуются кратковременным промыванием профиля, латеральным переносом продуктов почвообразования и, как результат, специфическими физико-химическими свойствами (табл. 2).

На исследованном склоне наблюдается своеобразная ландшафтная микрозональность. Согласно Ф.Н. Милькову, выделяется 4 ландшафтные микрозоны: приводораздельная, прибровочная (верхнесклоновая), среднесклоновая и нижнесклоновая (подножная) [14, 15]. Прибровочная микрозона обладает выпуклой формой, характеризуется энергичным смывом почв, здесь всегда выше скорости ветра, по сравнению с ровными местами и уклонами. Это зона максимального иссушения на склоне, вследствие чего она занята солонечно-крово-разнотравной растительностью. В среднесклоновой микрозоне склон постепенно выполаживается, вместе с этим уменьшается интенсивность сноса и в нижней её части заметной становится аккумуляция материала. Здесь вследствие близости грунтовых вод и направленности поверхностного стока под вейничниково-крупнотравной растительностью формируются лугово-чернозёмные почвы.

Исходя из представления о том, что катена – это линейное выражение орографического экотона [16] и одновременно одно из конкретных проявлений структуры почвенного покрова, а именно – закономерное чередование почв, обусловленное изменениями рельефа [17], исследованный ряд почв может быть отнесён, как и все ранее изученные [10, 11], к склоновым спектрам СПП элювиально-делювиального однонаправленного каскадного типа с преобладанием денудации по всему склону. Как было сказано выше, в ландшафтоведении смену природных комплексов, вызываемую наклоном поверхности, называют склоновой микрозональностью ландшафтов [14].

И.А. Соколов, развивая теорию почвенной зональности, предложил способность почвенного покрова отражать в составе и распределении компонентов пространственное разнообразие факторов почвообразования называть рефлекторностью почвенного покрова (ПП), а изменение его при смене факторов – сенсорностью ПП [18]. Следствием последней в пространственно-территориальном смысле является региональность почв, а её частным проявлением – фациальность и различные виды зональности. В свою очередь наиболее распространённый случай региональности почвенного покрова, особенно ярко проявляющийся на равнинах, в том числе и на Западно-Сибирской, предлагается называть полосчатостью, или стрийальностью. В зависимости от фактора, который её вызывает, различают клима-, фито-, лито-, топо- и хронострийальность. Вне зависимости от генезиса, с учётом лишь размера полос различают мега-, макро-, мезо-, микро- и нанострийальность ПП.

Основные физико-химические параметры почв

Гор-т	Глубина	ГВ, %	ПП, %	Гумус, %	Поглощенные катионы				рН водн. выт.	рН сол. выт.	СО <sub>2</sub> карб., %
					мг-экв. на 100 г почвы						
					Са+Mg	Са	Mg	Na			
Р. 23-07. Чернозём криогенно-мшечярный											
AU	0-10	3,30	9,09	6,64	36,46	31,31	5,15	0,14	6,88	5,75	-
AU	12-22	3,00	9,36	4,50	33,99	30,07	3,92	1,61	6,79	5,61	-
AU	30-40	3,00	4,21	2,20	28,76	21,48	7,28	1,54	6,87	5,26	-
B <sub>1</sub>	50-60	2,75	3,41	1,38	25,28	19,45	5,83	1,22	6,93	4,85	-
B <sub>2</sub>	70-80	2,73	2,91	0,92	25,54	20,60	4,94	-	6,87	4,35	-
B <sub>3</sub>	95-105	2,66	2,87	0,60	27,60	21,63	5,97	-	6,91	4,86	0,27
B <sub>3к</sub>	120-130	2,26	2,85	0,31	30,39	22,85	7,54	-	7,82	-	0,40
C <sub>к</sub>	165-175	2,72	2,98	-	-	-	-	-	7,38	-	0,45
Р. 3-07. Солонец тёмногумусовый											
AU	0-3	3,58	16,10	8,80	38,73	29,87	8,86	2,17	6,84	5,98	-
AU	5-15	2,37	6,84	6,01	28,84	24,72	4,12	1,06	6,70	5,11	-
AEL	18-25	1,02	3,02	2,27	27,56	22,05	5,51	1,84	6,66	5,13	-
BSN	30-40	3,17	5,08	1,67	18,97	13,06	5,91	9,93	6,58	4,81	-
BSN	50-60	2,21	2,90	1,05	14,54	9,69	4,85	3,76	6,92	5,08	-
BMK	110-120	1,32	4,76	0,38	15,76	8,88	6,88	1,34	7,39	-	-
BMK	150-160	1,96	2,10	-	15,85	8,99	6,86	1,05	7,14	-	-
C	170-180	1,36	1,67	-	15,34	9,70	5,64	0,36	7,71	-	-
C	206-216	1,56	2,50	-	16,57	10,30	6,27	0,23	7,75	-	-
Р. 13-07. Подбел тёмногумусовый											
AU	0-9	3,25	12,20	7,41	35,23	28,84	6,39	-	7,10	6,27	-
AU	10-20	2,96	7,34	5,08	28,22	21,84	6,38	-	6,73	5,49	-
AU	30-40	2,34	4,82	3,73	21,62	15,50	6,12	-	6,62	4,89	-
AEL	45-55	1,22	2,83	1,86	10,91	9,09	1,82	-	6,84	5,29	-
ELB	65-75	1,89	3,20	0,87	15,50	13,87	1,63	-	6,27	3,98	-
B	95-105	3,00	3,29	0,55	20,16	15,18	4,98	-	6,58	4,30	-
B	125-135	2,96	3,33	0,41	25,75	20,39	5,36	-	7,19	5,59	0,18
C <sub>к</sub>	155-165	2,75	3,25	0,26	30,90	26,78	4,12	-	8,24	-	0,59
D <sub>1к</sub>	200-210	1,93	2,15	-	22,44	-	-	-	8,45	-	0,50
D <sub>2к</sub>	220-230	2,40	3,74	-	26,52	-	-	-	8,87	-	0,64

Исходя из всего сказанного выше, применительно к изученному объекту возможно использование терминов «микрорландшафтность» и «микростриальность». Последний, на наш взгляд, с большей детальностью отражает изменение ПП в пространстве, так как его компоненты на крутом склоне адекватно реагируют на смену рельефа, почвообразующих пород и растительности. На крутых склонах, вследствие быстрой смены всех перечисленных факторов, а также активного проявления склоновых процессов [12], ширина полос («стрий») ограничивается первыми метрами, компонентный состав ПП отличается высокой контрастностью, а дифференциация профилей во многом зависит от исходной литогенной неоднородности почвообразующих пород.

Изученный нами сопряжённый ряд почв представлен чернозёмом криогенно-мицеллярным (прибровочная зона, трансэлювиальная позиция, р. 23–07), солонцом тёмногумусовым – транзитная позиция, р. 3–07 и подбелом тёмногумусовым в трансаккумулятивной позиции (р. 13–07). Все почвы изученного ряда сформировались на породах аллювиального генезиса, о чём свидетельствует значительное количество фракции мелкого песка, в профилях почв р. 13–07 и 3–07 – также крупного и среднего, а существенное содержание фракции крупной пыли – об их облессованности. Распределение илистой фракции наиболее равномерное в профиле чернозёма (р. 23–07), в то время как в профилях солонца и подбела наблюдаются отчётливо выраженные её максимумы в сфере текстурных горизонтов (см. табл. 1).

Компоненты сопряженного ряда связаны между собой миграционными потоками [19], совокупность которых предложено называть миграционной структурой геохимического ландшафта. На основе этого Ф.И. Козловским был сформулирован принцип максимального миграционного взаимодействия (принцип Козловского), а М.А. Глазовская в развитие этого принципа обосновала представления об элементарных ландшафтно-геохимических системах и ландшафтно-геохимических процессах (ЛГП) [20]. В соответствии с рассматриваемыми принципами в пределах изученного ряда почв главенствующими в формировании их свойств ЛГП являются: 1) внутрикомпонентные, т.е. внутрипочвенные; 2) внутриландшафтные (радиальные); 3) внутриландшафтные катенарные (латеральные). Значимость последних в свойствах изученных почв невозможно переоценить, так как в условиях крутого склона регулярно осуществляется межкомпонентная связь по латерали, особенно в период оттаивания почв, когда сток идёт по слабоводопроницаемой мёрзлой толще.

Высказанное положение подтверждается сходством большинства физико-химических свойств, несмотря на значительные различия в систематической принадлежности изученных почв. Следствием общности ЛГП являются такие свойства, как достаточно высокое содержание гумуса и поглощённых оснований, присутствие поглощённого натрия в ППК, нейтральная в верхней части профиля и щелочная в нижней реакция среды. Невысокое содержание карбонатов в нижней части профиля обусловлено, по-видимому, их биогенным происхождением (см. табл. 2). В то же время в профилях почв, несмотря на их ксероморфный облик, отсутствует иллювиально-карбонатный горизонт, маркирующий постоянную глубину промачивания профиля, что еще раз подтверждает наличие латерального выноса продуктов почвообразования.

Исходя из свойств почв, нами определена их систематическая принадлежность в соответствии с классификацией 2004 г. [21]. Названия имеют предварительный характер. Чернозём (р. 23–07) отнесён к подтипу криогенно-мицеллярных в соответствии с формой и характером распределения карбонатов. Солонец (р. 3–07) выделен по совокупности морфологических (наличие столбчатой и ореховатой структуры, слитного сложения, повышенной плотности и трещиноватости, присутствие гипса в нижней части профиля), физических и физико-химических свойств, характерных для этого типа. Подбел тёмногумусовый выделен по наличию осолоделого горизонта и другим свойствам, сближающим его с лесостепными солодами Западной Сибири. Существенным отличием от таковых является его положение в рельефе и вследствие этого отсутствие орштейнов в элювиальном горизонте, что объясняется коротким периодом сезонного переувлажнения. Элювиальный горизонт формируется в результате тотального выноса оксидов железа по латерали. Кроме того, для него характерна нейтральная реакция среды, что также не свойственно солодам западин и объясняется интенсивным биологическим круговоротом на южном склоне, выносом продуктов почвообразования в почвы трансаккумулятивной позиции.

Таким образом, в пределах изученного склона наблюдается отчётливо выраженная микростриальность, обусловленная крутизной склона, литологической неоднородностью пород, повышенной инсоляцией, быстрой сменой растительности, что обусловило высокую контрастность почвенного покрова. Компоненты ПП отличаются от зональных серых лесных почв довольно высоким содержанием гумуса, составом катионов ППК (присутствие натрия), нейтральной реакцией среды, высокой насыщенностью основаниями.

### Литература

1. Шумилова Л.В. Ботаническая география Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1962. 569 с.
2. Шумилова Л.В. Ботанико-географическое районирование Томской области // Вопросы биологии. 1978. Вып. 1. С. 114–119.
3. Вальтер Г. Растительность земного шара. М.: Прогресс, 1974. Т. 2. 258 с.
4. Назимова Д.И. Типы лесов гор юга Сибири. Новосибирск: Наука, 1980. 334 с.
5. Прокопьев Е.П., Герасько Л.И. К характеру экосистем юго-западных окрестностей г. Томска // Вестник ТГУ. 2002. Приложение № 2. С. 223–224.
6. Кузнецов К.А. Генезис и эволюция почв террас р. Томи // Труды научной конференции по изучению и освоению производительных сил Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1946. Т. VII. С. 192–236.
7. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 274 с.
8. Коломыц Э.Г. Организация и устойчивость хвойнолесных экосистем на бореальном экотоне Русской равнины // Изв. РАН. Сер. геогр. 1995. № 3. С. 37–51.
9. Скобинова И.В. Чернозёмные почвы подтайги Притомья. Матер. LV науч. студ. конф. биол.-почв. фак-та. Томск, 2006. С. 30–31.
10. Герасько Л.И. Подтайга Западной Сибири: ландшафтно-динамические аспекты // Сибирский экологический журнал. 2007. № 5. С. 719–724.
11. Герасько Л.И., Анисеева С.А. Компоненты почвенного покрова подтайги Притомья: основные параметры, функционирование, систематика // Вестник ТГУ. 2008. № 314. С. 187–192.

12. *Герасько Л.И., Кряк О.Н.* Роль склоновых процессов в формировании почв трансаккумулятивных и аккумулятивных ландшафтов правобережья Томи // Вестник ТГУ. 2003. Приложение № 3 (IV). С. 247–249.
13. *Николаев В.А.* Ландшафтные экотоны // Вестник МГУ. Сер. 5, геогр. 2003. № 6. С. 3–9.
14. *Мильков Ф.Н.* Основные географические закономерности склоновой микрозональности ландшафтов. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1974. С. 5–11.
15. *Мильков Ф.Н.* Склоновая микрозональность ландшафтов // Научные записки Воронежского отдела Географического общества СССР. Воронеж, 1974. С. 3–9.
16. *Коломыц Э.Г.* Ландшафтные исследования в переходных зонах: методологический аспект. М.: Наука, 1987. 115 с.
17. *Мильков Ф.Н., Бережной А.В., Михно В.Б.* Терминологический словарь по физической географии: Справ. пособие / Под ред. Ф.Н. Милькова. М.: Высш. шк., 1993. 288 с.
18. *Соколов И.А.* Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: Гуманитарные технологии, 2004. С. 296.
19. *Козловский Ф.И.* Структурно-функциональная и математическая модель миграционных ландшафтно-геохимических процессов // Почвоведение. 1972. № 4. С. 122–138.
20. *Глазовская М.А.* От элементарных почвообразовательных к ландшафтно-геохимическим процессам // Вопросы почвоведения и палеогеографии. М.: Наука, 1991. С. 4–28.
21. *Классификация почв России.* Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.