

7. Прохорова Н.В., Матвеев Н.М. Тяжёлые металлы в почвах и растениях в условиях техногенеза // Вестн. СамГУ. – 1996. – Спец. выпуск. – С. 125–136.
8. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / под ред. Н.С. Егорова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 224 с.
9. Экологическая биохимия растений: химические и биохимические методы анализа: метод. рекомендации / С.Н. Русак [и др.]; Сургут. гос. ун-т. – Сургут: Изд. центр СурГУ, 2012. – 39 с.



УДК 631.4: 551.4

Э.О. Макушкин

### ДИАГНОСТИКА СЛОИСТО-АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ГУМУСОВЫХ ПОЧВ ПЕРВИЧНОГО СТВОЛА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ДЕЛЬТЫ р. СЕЛЕНГИ

*Исследованиями автора установлено, что в дельте реки Селенги слоисто-аллювиальные гумусовые почвы первичного ствола почвообразования были сформированы при пульсирующем режиме поемных условий в результате циклических смен климатических условий в регионе. Рассмотрены морфогенетические и физико-химические свойства исследуемых почв.*

**Ключевые слова:** дельта Селенги, почвы, морфология, свойства, цикличность климата.

*E.O. Makushkin*

### THE DIAGNOSTICS OF THE LAYERED-ALLUVIAL HUMIC SOILS OF THE SOIL FORMATION PRIMARY TRUNKIN THE SELENGARIVER DELTA

*It is established by the author's research that in the Selenga River delta the layered-alluvial humic soils of the soil formation primary trunk were formed at the pulsing mode of the floodplain conditions as a result of the climatic conditioncyclic changes in the region. The morphogenetic and physical-chemical properties of the studied soils are considered.*

**Key words:** delta Selenga, soils, morphology, properties, climate cyclicity.

---

**Введение.** Ранее нами в соавторстве [9] была сделана первичная попытка идентифицировать слоисто-аллювиальные гумусовые почвы первичного ствола почвообразования в дельте р. Селенги. При диагностике исследуемых почв был сделан акцент на слабую развитость гумусовых горизонтов, а также слоистость профилей. Однако не было уделено необходимого внимания морфогенетическому анализу рассматриваемых почв и оценке содержания гумуса.

Устранение обозначенных пробелов позволяет более объективно диагностировать почвы этого ствола в дельте Селенги. Ключевым моментом является положение о том, что горизонты почв, по сути, являются конкретной реализацией почвообразовательных процессов в почвенных телах [4].

Отметим, что данный ствол в составе одного отдела *слаборазвитых почв* был выделен впервые Почвенным институтом им. В.В. Докучаева в «Полевом определителе почв России» [7, с. 130–131]. Определитель рассматривает 17 типов почв в данном стволе. До выхода данного определителя отдел слаборазвитых почв рассматривался в составе ствола синлитогенного почвообразования всего с двумя типами: аллювиальными слоистыми (W-C<sup>-</sup>) и слоисто-пепловыми (W-C<sup>''</sup>) [10, с. 255–256].

**Цель исследований.** Осуществить диагностику слоисто-аллювиальных гумусовых почв первичного ствола почвообразования дельты р. Селенги на основе субстантивно-генетического подхода с учетом результатов морфогенетического исследования профилей почв и их физико-химических показателей, в особенности содержания гумуса.

**Задачи исследований.** Проанализировать морфогенетические особенности слоисто-аллювиальных гумусовых почв, принадлежащих первичному стволу почвообразования дельты р. Селенги, дать их физико-химическую характеристику. Выявить взаимосвязи между свойствами исследуемых почв и климатическими условиями их формирования.

**Материалы и методы исследований.** При исследовании почв использовались морфологические, сравнительно-географические и физико-химические методы [8, 1, 2]. Классификацию почв осуществляли согласно «Классификации почв России» [10] и по «Полевому определителю почв России» [7]. Нумерацию погребенных горизонтов осуществляли, начиная снизу почвенного профиля, римскими прописными цифрами, как это принято при изучении почвообразования в поймах рек [6]. Классификацию растений осуществляли с помощью «Определителя растений Бурятии» [5].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В сравнительном аспекте рассматриваются результаты диагностики слоисто-аллювиальных гумусовых почв двух островов дельты Селенги – верховьев (основания) и начала правобережной части.

*Слоисто-аллювиальные гумусовые почвы верховьев (основания) дельты.* Разрез (р.) 3–05 (13.07.2005 г.) заложен в 30 м от берега, в прирусловой пойме о. Митрошина в верховье дельты на основном русле левобережной части Селенги, в 3 км выше по течению от села (с.) Мурзино (52°10'30" N и 106° 29'30" E), под разнотравно-хвощово-осоковым растительным сообществом. Среди разнотравья присутствуют клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), тысячелистник азиатский (*Achillea asiatica* Serg.), подорожник прижатый (*Plantago depressa* Willd.), хвощ речной (*Equisetum fluviatile* L.). Доминанта осока двуокрашенная (*Carex dichroa* Freyn). Высота травостоя до 40–50 см. Проективное покрытие 100 %. Имеет сенокосное значение. Место ровное, вокруг кустарник из сочетания смородины (*Ribes* sp. L.) и ивняка (*Salix* sp. L.), есть береза повислая (*Betula pendula* Roth). Высота гипсометрической отметки биотопа примерно 459 м над у.м.

W@ 1–4 см – темно-коричневый, влажный, мелкозернистый, по гранулометрическому составу – песок связный, хотя на ощупь супесчаный, насыщен корнями растений, мерзлотные нарушения проявляются в изгибах горизонта, переход заметен слабо, от HCl не вскипает.

C~@ 4–6 см – светло-коричневый, влажный, мелкозернистый, песчаный, мерзлотные нарушения проявляются в изгибах горизонта, пронизан корнями, переход нечеткий, от HCl не вскипает.

[AY@] 6–10 см – буровато-серый, по шкале Манселла светлота в сухом состоянии равна 5, насыщенность 2, влажный, структура непрочно-комковатая, с мелкими корнями растений, по гранулометрическому составу песок связный, мерзлотные нарушения проявляются в изгибах горизонта, переход заметен слабо, не вскипает от HCl.

[WC~@,g]VI 10–15 см – светло-коричневый, присутствуют продольные охристые прожилки, влажный, мелкозернистый, песчаный, с мелкими корнями, мерзлотные нарушения проявляются в изгибах горизонта, переход резкий, от HCl не вскипает.

C~@,g]VI 15–18,5 см – светло-коричневый, слегка влажный, мелкозернистый песок, с охристыми пятнами, мерзлотные нарушения проявляются в изгибах горизонта, переход резкий, от HCl не вскипает.

[W@,g] IX 18,5–19,5 см – темно-коричневый, слегка влажный, мелкозернистый, песок связный, с охристыми мелкими пятнами, мерзлотные нарушения проявляются в изгибах горизонта, переход плавный, от HCl не вскипает.

C~@,g V 19,5–23 см – неоднородный по цвету: темно-коричневый со светло-коричневым оттенком, слегка влажный, мелкозернистый песок, с охристыми ячеистыми прожилками, мерзлотные нарушения проявляются в изгибах горизонта, переход резкий, от HCl не вскипает.

[W@,g]VIII 23–26,5 см – темно-коричневый, влажный, с охристыми прожилками, мелкозернистый, песок связный, хотя на ощупь супесчаный, мерзлотные нарушения проявляются в изгибах горизонта, переход резкий, от HCl не вскипает.

[WC~@,g]V 26,5–29,5 см – светло-коричневый с темно-коричневыми оттенками цветов, слегка влажный, мелкозернистый, с охристыми прожилками, мерзлотные нарушения проявляются в изгибах горизонта, переход заметный, от HCl не вскипает.

[W@,g]VI 29,5–31 см – темно-коричневый, влажный, с охристыми прожилками, мелкозернистый, супесчаный, мерзлотные нарушения проявляются в изгибах горизонта, переход резкий, от HCl не вскипает.

C~@,g]IV 31–32 см – светло-коричневый, влажный, мелкозернистый, песчаный, с охристыми прожилками, мерзлотные нарушения проявляются в изгибах горизонта, переход заметный, от HCl не вскипает.

Ниже идет чередование супесчано-песчаных горизонтов [W@,g]–C~@,g с включениями охристых прожилков и пятен, с мерзлотными нарушениями в виде изгибов горизонтов. Начиная с 92 см и ниже, смесь крупнозернистого песка с мелкой галькой, влажный, от HCl не вскипает. Формула морфологического строения данного профиля: W@–C~@– [AY@,g]–[W@,g]k–[WC~@,g]m–[C~@,g~]n, где k=9, m=6, n=6 кратности повторений чередующихся горизонтов.

Судя по кратностям повторения по профилю гумусово-слаборазвитых горизонтов W, их комбинаций с наносным песком (горизонты WC) и песчаных горизонтов C, можно видеть, что по причине некоторой отдаленности от реки здесь процесс гумусообразования незначительно преобладал над процессом отложений песчаного аллювия, но прерывался им. Аллювиальность происхождения почвы очевидна.

Реакция среды дневного диагностического горизонта W@(1–4 см) слабокислая, повышаясь вниз по профилю до уровня слабощелочной. Значение гумуса в дневном горизонте меньше 1 % (табл.). Имеются

характерные признаки (темный окрас, насыщенность живыми корнями, маломощность – менее 5 см, содержание гумуса < 1,0 %), позволяющие отнести этот горизонт к гумусово-слаборазвитому горизонту (W) согласно «Полевому определителю почв России» [7, с. 39].

**Физико-химические свойства почв**

Горизонт, см	рН водн.	Гу- мус	N	Обменные катионы, мг-экв /100 г почвы				Содер- жение частиц <0,001 мм, %	Содер- жение частиц <0,01 мм, %
		%	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Σ			
<i>Слоисто-аллювиальная гумусовая, р. 3-05</i>									
W@(1-4)	6,3	0,93	0,062	10,42	2,08	0,10	12,6	1,93	2,08
[AY@](6-10)	6,5	1,34	0,083	11,29	2,69	0,12	14,1	3,64	8,9
[W@,g] VIII(23–26,5)	7,3	0,95	0,061	13,64	3,41	0,13	17,18	3,24	9,32
W@,g III(42,0–45)	7,4	0,59	0,042	13,85	2,31	0,17	16,33	2,43	11,35
C~@,gIII (49,0–64,5)	7,1	0,29	0,023	5,00	1,00	0,04	6,04	1,61	3,21
[W@,g]II (71–85,5)	7,1	0,95	0,062	12,07	3,45	0,11	15,63	8,51	8,51
C~@,gI (92,5 и ниже)	7,0	-	0,023	5,17	3,45	0,02	8,64	4,83	4,83
<i>Слоисто-аллювиальная гумусовая, р. 14-03</i>									
W@II (1-4)	7,8	0,47	0,14	9,09	2,27	1,6	12,96	0	3
W@I (4-8)	7,7	0,59	0,142	13,0	4,35	1,4	18,79	0	3
[AY@]V (8-14)	7,7	2,52	0,282	20,45	9,09	4,0	33,54	0	14
C@ (14-17)	8,0	0,79	0,081	-	-	2,8	<sup>†</sup> 12,0	0	2
[AY@] IV(17-20)	7,9	1,39	0,152	19,23	11,54	4,0	34,77	1	6
[AY@] III(20-25)	7,8	4,6	0,443	32,61	10,87	7,4	50,88	1	33
[C@]II (25-30)	8,1	0,60	0,141	-	-	2,4	<sup>†</sup> 10	0	2

Примечание. <sup>†</sup> – значение ЕКО; - – не анализировалось; - " – аналогичный тип почвы.

По отсутствию карбонатов в почвенном профиле (не вскипание от 10 % HCl) [10, с. 266] исследуемые в настоящей работе почвы в целом следует отнести к роду бескарбонатных. Мерзлотные нарушения, проявляющиеся в изгибах горизонта, позволяют диагностировать подтип почвы как «криотурбированный» согласно [7, с. 69].

Почву диагностировали как относящуюся к типу (подтипу) слоисто-аллювиальных гумусовых (криотурбированных), сформированную на погребенной аллювиальной гумусовой (криотурбированной), которая сформировалась в свою очередь на погребенных слоисто-аллювиальных гумусовых (криотурбированных, глееватых) почвах. Вид по мощности гумусового горизонта маломощный. По глубине и месту оглеения в профиле почву можно отнести к виду профильно-оглеенных, несмотря на то, что в слое 0–10 см не выражены признаки оглеенности по причине сухости.

Разновидность по гранулометрическому составу песчаная. Следует отметить присутствие супесчаного погребенного гор. [Wg,@]VIII (42,0–45 см) (см. табл.). Последнее связано, очевидно, с уменьшением уровня осадков в регионе в период формирования данного горизонта согласно принципу цикличности их соответственно при уменьшении скорости водотока с осаждением на участке дисперсных частиц аллювия. По генетическому признаку почвообразующих пород почва отнесена к разряду аллювиальных, как и вторая рассматриваемая далее в настоящей работе почва дельты.

Меньшее содержание обменных катионов, особенно катионов Ca<sup>2+</sup> и Na<sup>+</sup> в поверхностных гумусовых горизонтах профиля почвы, по сравнению с таковыми погребенными свидетельствует о выщелачивании их в процессе длительного поверхностного затопления биотопа, а соответственно миграции их в нижние погребенные гумусовые горизонты. В целом, исходя из величины суммы обменных катионов, можно говорить о ненасыщенности почвы основаниями (см. табл.).

Слоисто-аллювиальные гумусовые почвы начала правобережья дельты. Р. 14-03 (24.09.2003 г.) заложен на крупном о. Дологан (52°15'10" N и 106°32'50" E), в его юго-восточной оконечности, где правое русло Селенги разделяется на два русла, собственно Лобановская и Дологан. Имеет место разбой речного русла.

Поэтому здесь достаточно высокая местность из-за постоянных песчаных наносов в периоды паводков. Высота гипсометрической отметки примерно 460 м над у.м. По этой же причине, как увидим ниже в описании горизонтов профиля, почва здесь испытывает достаточно высокое поднятие уровня грунтовых вод (УГВ). Недалеко растет редкий тальник, растительность выбита крупнорогатым скотом (КРС), поэтому высота травостоя примерно 20 см. Из растений буквально проглядываются одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), редко подорожник прижатый (*Plantago depressa* Schlecht.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.), череда (*Biden* ssp. L.). Проективное покрытие 40 %. От берега примерно в 30 м; от уреза воды берег поднят высоко, порядка 7–8 м.

W@ II 1–4 см – серый, сухой, песчаный, пронизан мелкими корнями растений, мелкозернистый, переход неясный, имеются мерзлотные нарушения горизонта в виде изгибов, от 10 % HCl не вскипает.

W@,gl 4–8 см – серый, слегка влажный, песчаный, с корнями растений, мелкозернистый, присутствуют охристые пятна, переход ясный, есть мерзлотные нарушения горизонта в виде изгибов, от 10 % HCl не вскипает.

[AY@,g]V 8–14 см – буровато-серый, по шкале Манселла светлота в сухом состоянии равна 5, насыщенность 2, влажный, структура непрочно комковатая, супесчаный, с корнями растений, присутствуют охристо-ржавые пятна, переход ясный, есть мерзлотные нарушения горизонта в виде изгибов, от 10 % HCl не вскипает.

C@ 14–17 см – серый, влажный, уплотненный, песчаный, мелкозернистый, переход ясный, от 10 % HCl не вскипает.

[AY@]IV 17–20 см – темновато-серый, по шкале Манселла светлота в сухом состоянии равна 5, насыщенность 2, влажный, структура непрочно комковатая, супесчаный, переход неясный, есть мерзлотные нарушения горизонта в виде изгибов, от 10 % HCl не вскипает.

[AY@]III 20–25 см – темновато-серый, по шкале Манселла светлота в сухом состоянии равна 5, насыщенность 2, влажный, структура непрочно комковатая, супесчаный, переход ясный, есть мерзлотные нарушения горизонта в виде изгибов, от 10 % HCl не вскипает.

[C@]II 25–30 см – серый, влажный, уплотненный, песчаный, мелкозернистый, переход ясный, есть мерзлотные нарушения горизонта в виде изгибов, от 10 % HCl не вскипает.

[AY@,g]II 30–42 см – темновато-серый, по шкале Манселла светлота в сухом состоянии равна 5, насыщенность 2, влажный, структура непрочно комковатая, супесчаный, с ржавыми пятнами, переход ясный, есть мерзлотные нарушения горизонта в виде изгибов, от 10 % HCl не вскипает.

[AY@,g]I 42–55 см – темновато-серый, по шкале Манселла светлота в сухом состоянии равна 5, влажный, насыщенность 2, влажный, песчаный, структура непрочно комковатая, имеются ржавые пятна, переход ясный, есть мерзлотные нарушения горизонта в виде изгибов, от 10 % HCl не вскипает.

[C@]I 55–90 см – серый, влажный, песчаный, среднезернистый, есть мерзлотные нарушения горизонта в виде изгибов, от 10 % HCl не вскипает.

Содержание гумуса в двух поверхностных горизонтах вдвое меньше 1,0 % (см. табл.). Толщина их меньше 5 см. С учетом этих показателей их идентифицировали как гумусово-слаборазвитые горизонты [7, с. 39].

Реакция почвенной среды по горизонтам профиля слабощелочная. Очевидно, что на такую реакцию сказался эффект постоянного грунтового увлажнения почвенного профиля, испарения ее с поверхности и концентрирования обменных катионов, включая и катион  $\text{Na}^+$ , по горизонтам профиля.

По содержанию частиц <0,01 мм слоисто-аллювиальная гумусовая почва связнопесчаная, соответственно разновидность современной почвы «песчаная» согласно [7, с. 137]. Ниже представлены чередующиеся супесчаный, а затем и суглинистый серогумусовые горизонты. Следовательно, современные почвообразовательные процессы здесь связаны с интенсификацией поемных процессов в дельте.

Почва диагностирована как слоисто-аллювиальная гумусовая, криотурбированная, песчаная, сформированная на погребенных аллювиальных гумусовых криотурбированных, глееватых, супесчаных и суглинистых почвах. Как и в первом случае, с аналогичной оговоркой можно обозначить признак видообразования – профильную оглеенность почвы. И маломощность гумусового горизонта тоже как видовой признак.

В среднесуглинистом гор. [AY@]III(20–25 см) максимально выражены значения содержаний гумуса, азота и обменных катионов (см. табл.). Среди обменных катионов высока доля катиона  $\text{Ca}^{2+}$ , соотношение  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  (4,0) максимально в дневном горизонте, плавно убывая вниз, например, в гор. [AY]IV(17–20 см) равно 1,7 и до гор. [AY@]III(20–25 см), в котором это соотношение обратно повышено (3,0). Причиной последнего явилась значительная концентрация катиона  $\text{Ca}^{2+}$  в данном горизонте. В данном горизонте повышена также концентрация катиона  $\text{Na}^+$ . В целом погребенные гумусовые горизонты профиля данной почвы более насыщены обменными катионами, чем в первом случае.

Значительная концентрация катиона натрия в горизонтах профиля второй почвы напрямую связана, очевидно, с аллювиальностью их происхождения в результате смыва опесчаненного и солонцеватого грунта с прилегающих к реке территорий и последующего осаждения в почве рассматриваемого острова. Подобный

вынос данного катиона с прилегающих территорий отмечен, например, применительно к аллювиальным гидроморфным солонцам Среднерусского Черноземья [3].

**Заключение.** На основании сравнительного морфогенетического анализа профилей почв двух островов верховьев и начала правобережья дельты р. Селенги и содержания гумуса в горизонтах можно заключить, что в первом случае эволюция развития почвообразовательного процесса по пути формирования слоисто-аллювиальной гумусовой почвы более характерна, нежели для острова ниже по течению реки. В первом случае значительна роль колебаний уровня реки, обусловленная цикличностью смены колебаний осадков в регионе. Когда на песчаных периодических наносах собственно и начинался почвообразовательный процесс (гумусообразование) с так называемого «0» момента. Отсюда сравнительно больше развита слоистость профиля и малогумусность горизонтов профиля.

Отметим сравнительную позитивность замедления водотока реки по мере отдаления от верховьев дельты на почвообразование во втором случае по сравнению с первым. При меньшей затопляемости о. Дологан оно выражено в меньшей слоистости профиля, чем в первом случае на о. Митрошина и в присутствии погребенных серогумусовых горизонтов (АУ), определяющих цикличное формирование череды погребенных аллювиальных гумусовых почв, с большим содержанием гумуса. Формирование их проходило при хорошем грунтовым увлажнении по причине наличия здесь разбоя водотока реки. Здесь сравнительно повышено содержание гумуса и обменных катионов в погребенных гумусовых горизонтах относительно таковых в профиле почвы в верховьях дельты. При увлажненности в результате испарительного эффекта с поверхности почвенного покрова имело место концентрирование обменных катионов, особенно катиона  $\text{Na}^+$  по горизонтам профиля. Значительно в современный период деятельности человека влияние антропогенного фактора – неконтролируемого пастбищного использования крупного о. Дологан населением близлежащего села Корсаково. Оно визуальным отмечено по растительности, выбитой крупным рогатым скотом. Наряду с процессом периодического длительного затопления острова в современный период голоцена последний был, очевидно, также лимитирующим фактором, ограничивающим процесс гумусообразования, в результате чего формировались дневные гумусово-слаборазвитые горизонты.

В целом на обоих островах при высоких скоростях речного потока имело место осаждение преимущественно песчаных фракций аллювия, определивших соответствующую разновидность почв по гранулометрическому составу, в то же время отразившихся на маломощности гумусовых горизонтов почв как видообразование. И пульсация УГВ определила формирование признаков ожелезнения, обуславливающих глееватость тоже как видообразование. Кроме того, имело место на данных участках влияние на почвообразование сезонно мерзлотных условий, чаще всего в виде изгибов горизонтов, что определило подтиповой признак. Особенности влияния рассмотренных факторов на почвообразование по путям формирования слоисто-аллювиальных гумусовых или аллювиальных гумусовых почв при эволюции островов дельты Селенги вытекают из результатов исследования морфогенетического строения профилей исследованных почвенных разрезов и находят подтверждение в физико-химических показателях горизонтов исследованных почв. Условия пресноводности р. Селенги и водоприемника оз. Байкал определили бескарбонатность исследованных почв как их родовой признак.

### Литература

1. Агрофизические методы исследования почв. – М.: Наука, 1960. – 259 с.
2. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
3. Ахтырцев Б.П., Ахтырцев А.Б., Яблонских Л.А. Особенности гидроморфных солонцов пойм Среднерусского Черноземья // Почвоведение. – 2004. – № 1. – С. 5–17.
4. Лебедева И.И., Герасимова М.И. Диагностические горизонты в классификации почв России // Почвоведение. – 2012. – № 9. – С. 923–934.
5. Определитель растений Бурятии / О.А. Аненхонов, Т.Д. Пыхалова, К.И. Осипов [и др.]. – Улан-Удэ: Изд-во ИОЭБ СО РАН, 2001. – 672 с.
6. Плеханова Л.Н., Демкин В.А., Зданович Г.Б. Эволюция почв речных долин степного Зауралья во второй половине голоцена. – М.: Наука, 2007. – 236 с.
7. Полевой определитель почв России. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.
8. Розанов Б.Г. Морфология почв: учебник. – М.: Академ. проект, 2004. – 432 с.
9. Убугунова В.И., Макушкин Э.О., Павлова И.И. Почвы первичного ствола почвообразования дельты Селенги // Вестн. Бурят. гос. с.-х. академии им. В.Р. Филиппова. – 2010. – № 1. – С. 41–47.
10. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедев И.М. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.