

УДК 631.4

DOI: 10.19047/0136-1694-2020-101-159-181



Ссылки для цитирования:

Чурилин Н.А., Лебедева М.П., Варламов Е.Б. Сравнительный анализ минералогического состава ила лугово-каштановой почвы и солонца на территории с невыраженным микрорельефом в северо-западной части Прикаспийской низменности // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 101. С. 159-181. DOI: 10.19047/0136-1694-2020-101-159-181

Cite this article as:

Churilin N.A., Lebedeva M.P., Varlamov E.B., Mineralogical comparative analysis of the clay fraction of solonetz and chestnut soil without apparent microrelief in the north-western part of the Caspian lowland, Dokuchaev Soil Bulletin, 2020, V. 101, pp. 159-181, DOI: 10.19047/0136-1694-2020-101-159-181

Сравнительный анализ минералогического состава ила лугово-каштановой почвы и солонца на территории с невыраженным микрорельефом в северо-западной части Прикаспийской низменности

© 2020 г. Н. А. Чурилин*, М. П. Лебедева, Е. Б. Варламов

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россия,
119017, Москва, Пыжевский пер, 7, стр. 2,
e-mail: nikitachur@ya.ru.*

*Поступила в редакцию 03.12.2019, после доработки 18.02.2020,
принята к публикации 03.04.2020*

Резюме: Проведен сравнительный анализ минералогического состава фракции ила (< 1 мкм) целинных почв (лугово-каштановой почвы и солонца). Почвы изучены на наиболее древней подсыртовой части северо-западной части Прикаспийской низменности на участке с невыраженным микрорельефом (микроразпадины глубиной не более 5–10 см), но с контрастным почвенным покровом. Содержание илистой фракции в лугово-каштановой почве варьирует от 25.6 до 33.9%, в солонце – от 11.7 до 51.6%. Во всех горизонтах сравниваемых почв, за исключением поверхностных (гор. SEL – AU1), преобладают смешанослойные минералы (39–52% во фракции) над иллитом (27–37% во фракции). В

поверхностных горизонтах наблюдается преобладание иллита (48%) над смешанослойными минералами (35%). Сравнимые почвы имеют определенные черты сходства по кристаллохимическому состоянию: несовершенство структуры каолинита и супердисперсное состояние смешанослойной фазы в самых поверхностных горизонтах, а также появление индивидуального смектита и хлоритовых пакетов в смешанослойной фазе в нижних горизонтах (BC, C). Степень совершенства структуры каолинита как в солонце, так и в лугово-каштановой почве возрастает вниз по профилю. Полученные данные позволяют предполагать, что в лугово-каштановой почве глинистая фаза сохранила следы солонцового этапа развития.

Ключевые слова: лугово-каштановые почвы, солонцы, минералогический состав, сухостепные комплексы, Прикаспийская низменность.

Mineralogical comparative analysis of the clay fraction of solonetz and chestnut soil without apparent microrelief in the north-western part of the Caspian lowland

N. A. Churilin^{*}, M. P. Lebedeva, E. B. Varlamov

*V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,
7 Bld. 2 Pyzhevskiy per., Moscow 2119017, Russian Federation,
e-mail: nikitachur@ya.ru.*

Received 03.12.2019, Revised 18.02.2020, Accepted 04.03.2020

Abstract: A comparative analysis of the mineralogical composition of the clay fraction ($< 1 \mu\text{m}$) of chestnut soil and solonetz has been performed in the article. Soils were studied in the oldest part of the Caspian lowland in north-west where the microrelief is not quite apparent (microdepressions no more than 5–10 cm depth), but with a contrast soil cover. The content of silt fraction in chestnut soil varies from 25.6 to 33.9%, in the solonetz – from 11.7 to 51.6%. In all horizons of the compared soils, except for the upper surface horizons (SEL, AU1), mixed-layered minerals dominate (39–52% in the fraction) over illite (27–37% in the fraction). In the surface horizons illite (48%) dominates over mixed-layer minerals (35%). The compared soils have some similarities in their crystal-chemical state: the imperfection of the kaolinite structure and the superdispersed state of the mixed-layer phase in the upper horizons, as well as the appearance of individual smectite and chlorite packets in the mixed-layer phase in the lower horizons (BC, C). The degree of

perfection of the kaolinite structure both in the solonetz and in the meadow-chestnut soil increases towards the bottom of the profiles. The obtained data allow suggesting that in the meadow-chestnut soil the clay phase retained traces of the solonetzic stage of soil formation.

Keywords: chestnut soils, solonetz, mineralogical composition, dry steppe complexes, Caspian lowland.

ВВЕДЕНИЕ

Лугово-каштановые почвы, являясь обязательным компонентом солонцовых комплексов северной части Прикаспийской низменности, отличаются от солонцов морфологическими свойствами горизонтов, хотя расположены обычно эти почвы на расстоянии первых десятков метров.

Минералогический состав лугово-каштановых и каштановых почв, как компонентов солонцового комплекса сухостепной зоны, описан в большом количестве работ ([Корнблум и др., 1972](#); [Травникова, 1973](#); [Соколова, Григорьева, 1989](#)). При этом в илистой фракции солонца в поверхностном горизонте, по сравнению с материнской породой, содержание иллита выше, чем содержание смешанослойных образований ([Корнблум и др., 1972](#)).

Известно, что Прикаспийская низменность отличается комплексным почвенным покровом. Так Е.Н. Иванова и В.М. Фридланд выделяли около 100 вариантов комплексов, различающихся составом почв и соотношением компонентов при разном уровне грунтовых вод. В большинстве работ были изучены почвы солонцового комплекса с выраженным микрорельефом, где солонцы приурочены к повышениям микрорельефа, а лугово-каштановые занимают микропонижения ([Травникова, 1973](#)). Интересной особенностью минералогического состава одного из разрезов лугово-каштановой почвы Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН является преобладание иллита на всю глубину профиля, за исключением только лишь одного горизонта ВЗСа (более 100 см) ([Борзенко и др., 2003](#)). Исследования минералогического состава лугово-каштановых почв и сравнение их с солонцами на территории с невыраженным микрорельефом ранее не проводились. Особенности распределения минералов по профилю лугово-каштановой почвы сравнивались с минералогиче-

ским составом солонца на том же самом ключевом участке, который подробно был охарактеризован нами ранее ([Варламов и др., 2018](#)).

Цель – изучить минералогический состав ила (< 1 мкм) лугово-каштановой почвы и провести его сравнение с минералогическим составом солонца на участке с невыраженным микрорельефом, но с контрастным почвенным покровом.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Сравниваемые почвы расположены в наиболее древней подсыртовой части Прикаспийской низменности на абсолютных высотах около 42–44 м над ур. м., примыкающей к раннехвалынской морской террасе, ограниченной высотой около 50 м над ур. м. (примерно в 5 км на восток от села Борси Западно-Казахстанской области Республики Казахстан; 50.108°N, 47.496°E). Согласно геоморфологическому районированию, эта территория относится к Урдинско-Торгунской повышенной плоской равнине, расположенной в северной части Прикаспийской низменности.

Особенностью изучаемой территории (далее будем называть ключ Борси) является слабая выраженность микрорельефа (микроравнины глубиной 5–10 см) при сильноконтрастном почвенном покрове ([Конюшкова, Абатуров, 2016](#)). Разрезы солонцового комплекса расположены на расстоянии 13 м друг от друга. Подробное морфологическое описание сравниваемого коркового солонца представлено в предыдущей нашей работе ([Варламов и др., 2018](#)).

Разрез лугово-каштановой почвы (ЗК-1) заложен под целинной растительностью – разнотравно-типчаково-ковыльной со спиреей (в микропонижении глубиной 5 см). Местами на поверхности отмечен тонкий моховой покров. ПП – 80% из-за наличия зоогенной перерытости. Вскипание с 46 см. При бурении до глубины 5 м зеркала грунтовой воды не обнаружено.

Морфологические особенности разреза ЗК-1 (индексы горизонтов, согласно их свойствам, даны по Полевому определителю почв (2008):

AU1 (0–25 см) – темно-серый (10YR3/2), неоднородный по цвету, на правой стенке видны пятна с нечеткими границами из бурого материала, свежий, комковато-порошистый, с большим

количеством корней, книзу структура становится зернистой, уплотненный в зонах, где мало корней, тяжелосуглинистый, переход заметный по цвету и структуре.

AU2 (25–34 см) – серовато-бурый (7.5YR4/2), с многочисленными кротовинами с темно-серым материалом, свежий ореховато-зернистый, разваливается на мелкие орешки, довольно много корней, уплотненный, легкоглинистый, переход постепенный по уменьшению сероватого оттенка.

ВМК (34–46 см) – бурый (7.5YR4/3), призмовидно-мелкоореховатый, влажноватый, по граням структурных отдельных войлок из тонких белых корней, легкоглинистый, гумусовые тонкие кутаны-лаки, переход заметный по вскипанию.

ВМ (46–60 см) – палево-бурый (7.5YR4/4), мелкоореховатый, влажный, много корней, обилие разных по размеру кротовин с темно-серым материалом, легкоглинистый, по магистральным трещинам и граням структурных отдельных темные гумусовые затеки, переход заметный по появлению рыхлой белоглазки.

ВСAnc,q (60–100 см) – палевый, мелкоореховатый, влажный, довольно много корней, обилие мелкой (с диаметром до 1 см) рыхлой из-за влажности белоглазки, имеющей вертикальную ориентацию, много Mn-Fe-примазок и мелких конкреций (2–0.5 мм), тяжелосуглинистый, очень плотный, переход заметный по исчезновению белоглазки.

ВС/Cq (100–150 см) – горохово-бурый, свежий, очень рыхлый, сыпучий, с мелкими плоскими призмами длиной до 1–2 мм тяжело-суглинистый, с отдельными палевыми карбонатными пятнами.

Изученную почву невозможно отнести к определенному типу по Полевому определителю почв России (2008). По субстантивным свойствам ее можно было бы отнести к темно-каштановой квазиглееватой, но такого типа почв пока нет. Поэтому в данной статье мы будем ее называть лугово-каштановой (по “Классификации и диагностике почв СССР”, 1977). Как известно, профиль лугово-каштановых почв формируется другими элементарными почвообразовательными процессами (ЭПП) – промывным водным режимом с выщелачиванием как легкорастворимых солей, так и карбонатов, гипса и активным гумусово-аккумулятивным процес-

сом, что связано с их современным (или былым) расположением в микропонижении под разнотравно-злаковой растительностью в напочвенном покрове ([Роде, Польский, 1961](#)).

Изучен состав глинистых минералов во фракции ила (< 1 мкм). Фракционное разделение образцов проведено по методике Горбунова (1963) путем последовательного отмучивания. Карбонаты, легкорастворимые соли и аморфные вещества перед фракционированием удалялись. Минералогический состав исследовали с помощью универсального рентгендифрактометра HZG-4a. Режим съемки: излучение – Cu, напряжение на трубке – 30кВ, сила тока – 20мА, угловая скорость движения счетчика 2θ град/мин. Расчеты производили с применением программного обеспечения дифрактометр-авто версия 2014, разработчик ООО “Ирис”. Съемка ориентированных препаратов, насыщенных магнием выполнена для фракции < 1 мкм в трех состояниях образца: воздушно-сухом, сольватированном этиленгликолем, после прокаливании в течение двух часов при температуре 550 °С с целью уточнения особенностей кристаллохимического строения лабильных минералов. Качественный состав минералов установлен по известным рекомендациям ([Рентгеновские методы и структура...., 1965](#); [Градусов, 1967](#); [Соколова и др., 2005](#)). Соотношение основных минеральных фаз глинистой фракции рассчитано полуколичественно по стандартной методике ([Biscaye, 1965](#)).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание илистой фракции, выделенной из горизонтов лугово-каштановой почвы, варьирует от 25.6 до 33.9%. Наибольшее ее содержание отмечено в горизонте AJ2 на глубине 25–34 см, а наименьшее – в горизонте BC на глубине 100–120 см. Характер распределения фракции – неравномерный, но в верхних 34 см отмечается более высокое содержание ила по сравнению с нижележащими горизонтами, что позволяет говорить о слабом аккумулятивном характере распределения ила со слабым варьированием по профилю (табл. 1, рис. 6), но в пределах гумусовых горизонтах – о слабом обеднении илом поверхностного горизонта.

Таблица 1. Соотношение основных минеральных фаз во фракции ила (< 1 мкм)

Table 1. Ratio of basic mineral phases in silt fraction (< 1 micron)

Горизонт	Глубина, см	Фракция < 1 мкм, %	Фракция < 1 мкм, %				Почва в целом, %			
			СМ	И	Х	Кл	СМ	И	Х	Кл
<i>Лугово-каштановая (раз. ЗК-1)</i>										
AU1	0–25	31.3	35	48	4	13	10.8	15.1	1.4	4.0
AU2	25–34	33.9	39	37	6	17	13.4	12.6	2.2	5.7
ВМК	34–46	27.0	39	33	10	18	10.6	8.9	2.6	4.9
ВМ	46–60	30.7	44	30	6	20	13.4	9.2	1.9	6.2
ВСапс,q	60–100	27.6	49	28	7	16	13.4	7.7	2.0	4.5
ВС	100–120	25.6	50	27	7	16	12.8	7.0	1.7	4.1
С	120–150	29.5	47	30	7	16	13.9	8.8	1.9	4.8
<i>Солонец (раз. ЗК-2) (Варламов и др., 2018)</i>										
SEL	0–5	11.7	23	52	6	20	2.6	6.1	0.7	2.3
BSN1	5–16	39.7	52	30	5	14	20.6	11.8	1.8	5.5
BSN2	16–26	51.6	46	33	3	18	23.7	17.0	1.4	9.4
BSN3s	26–35	28.3	41	35	5	19	11.7	9.9	1.3	5.4
ВСа s.cs	35–45	25.7	37	37	6	20	9.6	9.6	1.4	5.1
ВСапс	45–60	27.9	42	31	5	19	14.1	10.1	2.0	6.3
Сса.s	110–130	32.5	42	30	6	23	11.7	8.3	1.5	6.4

Примечание. СМ – смешанослойная; И – иллит; Х – хлорит; Кл – каолинит.

Илистая фракция лугово-каштановой почвы представлена следующими минеральными фазами: иллитом, смешанослойной фазой, каолинитом и хлоритом. В толще с гумусовыми горизонтами (гор. AU 0–34 см) содержание иллита больше, чем смешано-

слоистых минералов, особенно в самой верхней части гумусового горизонта (0–25 см). Ниже до конца профиля наблюдается преобладание смешанослойных минералов над иллитом. Содержание хлорита в данной почве наименьшее по сравнению с остальными минеральными фазами. Наблюдается небольшое повышение по содержанию хлорита и каолинита в средней части профиля – в горизонтах ВМК и ВСАпс,q соответственно (табл. 1, рис. 7).

При пересчете на почву в целом в составе ила по всему профилю лугово-каштановой почвы также преобладают смешанослойные минералы и иллит, хотя наблюдается неравномерное распределение смешанослойных минералов (рис. 3). Наибольшее количество иллита содержится в верхних горизонтах (AU1 и AU2). Распределение хлорита и каолинита также неравномерное (рис. 3А).

Диагностика минералов фракции ила лугово-каштановой почвы (разрез ЗК-1)

Иллит диагностирован по наличию рефлексов 1 нм, 0.5 нм и 0.3 нм как триоктаэдрический. При насыщении этиленгликолем и при прокаливании при 550 °С положение пиков не меняется. Форма пиков и интенсивность при обработках возрастает за счет смектитовой фазы. По соотношению I001/I002 в верхнем горизонте AU1 октаэдрический слой иллита заполнен преимущественно Mg (соотношение I001/I002 составило 3.5) в отличие от нижележащих горизонтов, где заполнение преимущественно Al + Fe (соотношение I001/I002 – 2.6–2.9) и Al (соотношение I001/I002 – 2.4 и 2.5) (табл. 2) (Рентгеновские методы..., 1965). Также это соотношение (I001/I002 – 3.5) говорит о присутствии значительной доли иллита, пополняемого из фракций других размерностей (тонкой и средней пыли) при их физическом дроблении, которые в основном триоктаэдрические с невысокой устойчивостью к выветриванию. Присутствие синтетического иллита наблюдается за счет иллитизации смектита.

Таблица 2. Соотношение рефлексов иллита I001/I002 в лугово-каштановой почве

Table 2. I001/I002 ratio of illite reflexes in meadow-chestnut soil.

Горизонт	Глубина, см	I001/I002
AU1	0–25	3.5
AU2	25–34	2.7
ВМК	34–46	2.9
ВМ	46–60	2.9
BCAnc,q	60–100	2.6
BC	100–120	2.5
C	120–150	2.4

Смешанослойная фаза в лугово-каштановой почве представлена иллит-сметкитовым образованием. Небольшое количество индивидуальной сметкитовой фазы появляется в нижних горизонтах с глубины 46–50 см (рис. 9). В смешанослойной фазе иллитовые пакеты преобладают над сметкитовыми в верхних горизонтах AU1 и AU2 (рис. 1 и рис. 2), вниз по профилю наблюдается преобладание сметкитовых пакетов (рис. 3 и рис. 4). В почвообразующей породе на глубине 100–120 см в состав смешанослойного образования входит хлорит. Наблюдается тенденция к упорядочиванию кристаллической структуры с глубины 25–34 см (рис. 2). Таким образом, минералогический состав гор. BC и C по кристаллохимическому состоянию смешанослойных минералов отличается от вышележащих почвенных горизонтов по появлению индивидуальной сметкитовой фазы и хлоритовых пакетов, которых не было выше профилю. Супердисперсное состояние данной фазы наблюдается только в горизонте AU1 на глубине 0–25 см.

Хлорит диагностирован по наличию рефлексов 1.45 нм, 0.71 нм, 0.47 нм и 0.354 нм. Диагностические рефлексы не изменяются при прокаливании при 550 °C и при насыщении этиленгликолем (рис. 1–4). Диоктаэдрический хлорит является магнезиальным, так как присутствуют четкие отражения 001, 002, 003 и 004. Ближе к нижней части профилю, начиная с горизонта BCAnc,q (60–100 см)

(рис. 3), хлорит становится менее разрушенным и более окристаллизованным.

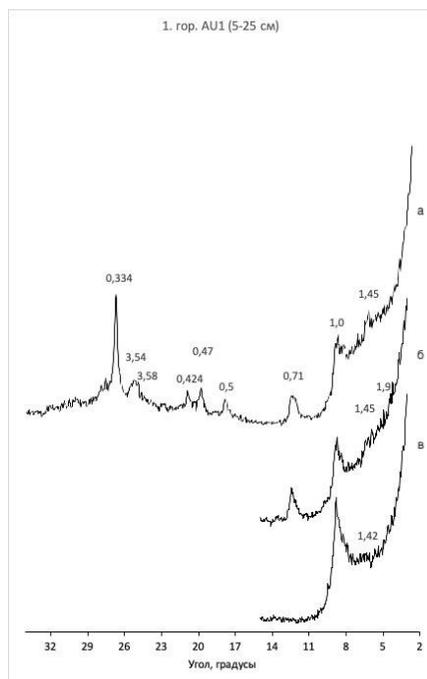


Рис. 1. Рентгендифрактограмма гор. AU1 (0–25 см) лугово-каштановой почвы: а – воздушно- сухое состояние образца, б – после сольватации этиленгликолем, в – после прокаливания при 550°С в течение 2 ч, межплоскостные расстояния в нм.

Fig. 1. X-ray diffractogram of the horizon AU1 (0–25 cm) of meadow-chestnut soil: a – air-dry soil sample, b – after ethylene glycol solvation, c – after calcination at 550 °C for 2 hours, interplanar distances in nm.

Каолинит диагностирован по рефлексам 0.71 и 0.358 нм. При насыщении этиленгликолем изменение межплоскостного расстояния не происходит. Прокаливание при 550 °С приводит к разрушению структуры каолинита, и рефлексy полностью исчезают. В профиле почвы структура каолинита в верхнем горизонте AU несовершенная, так как пик 002 не остроконечный и имеет широкое основание. К нижней части профиля в горизонтах BM,

ВСапс,с и ВС (рис. 6 и рис. 7) структура становится более совершенной. Итак, самый поверхностный горизонт АU1 отличается от всех нижележащих горизонтов несовершенной структурой каолинита.

Калиевые полевые шпаты и кварц. Также в иле диагностировано незначительное количество кварца и калиевых полевых шпатов в горизонте АU на глубине 0–25 см (рис. 1).

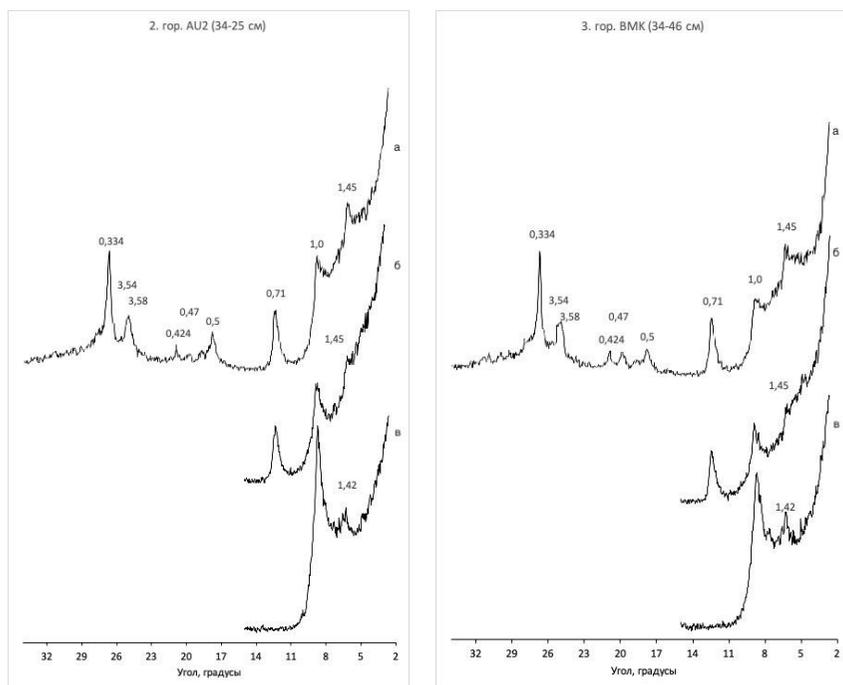


Рис. 2. Рентгендифрактограммы гор. АU2 (25–34 см) и гор. ВМК (34–46 см) лугово-каштановой почвы: а – воздушно-сухое состояние образца, б – после сольватации этиленгликолем, в – после прокаливания при 550°C в течение 2 ч, межплоскостные расстояния в нм.

Fig. 2. X-ray diffractogram of the horizons АU2 (25–34 cm) and ВМК (34–46 cm) of meadow-chestnut soil: а – air-dry soil sample, б – after ethylene glycol solvation, в – after calcination at 550 °C for 2 hours, interplanar distances in nm.

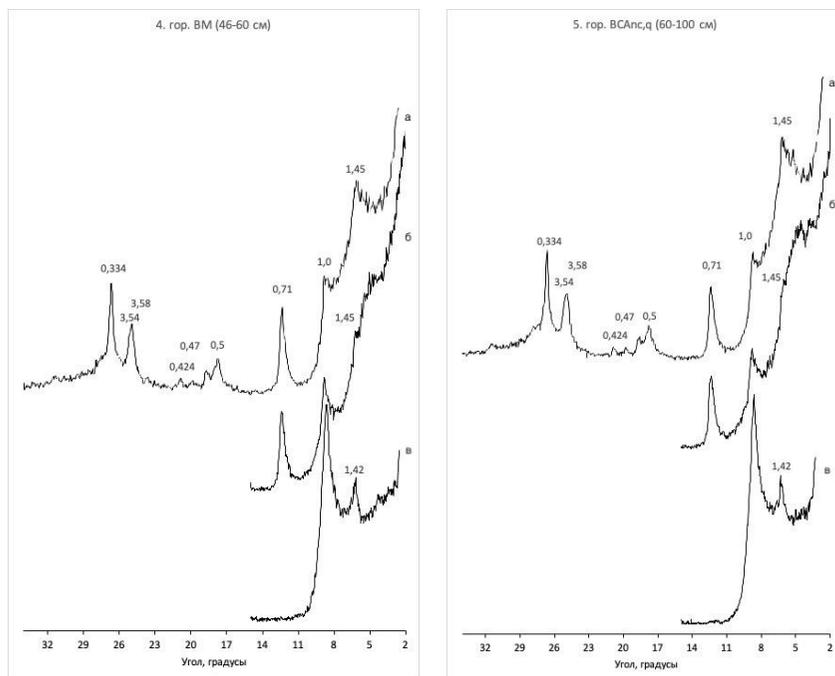


Рис. 3 Рентгендифрактограммы гор. BM (46–50 см) и гор. BCanc,q (60–100 см) лугово-каштановой почвы: а – воздушно- сухое состояние образца, б – после сольватации этиленгликолем, в – после прокаливания при 550°C в течение 2 ч, межплоскостные расстояния в нм.

Fig. 3. X-ray diffractogram of the horizons BM (46–50 cm) and BCanc,q (60–100 cm) and BMK (34–46 cm) of meadow-chestnut soil: a – air-dry soil sample, b – after ethylene glycol solvation, c – after calcination at 550 °C for 2 hours, interplanar distances in nm.

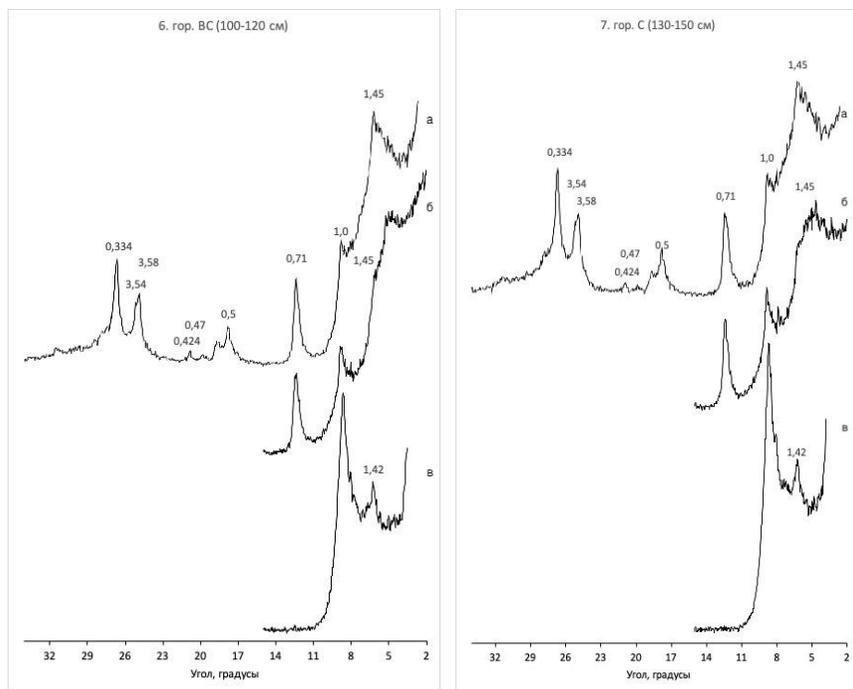


Рис. 4. Рентгендифрактограммы гор. BC (100–120 см) и гор. C (120–150 см) лугово-каштановой почвы: а – воздушно-сухое состояние образца, б – после сольватации этиленгликолем, в – после прокаливания при 550 °С в течение 2 ч, межплоскостные расстояния в нм.

Fig. 4. X-ray diffractogram of the horizons BC (100–120 cm) and C (120–150 cm) and BMK (34–46 cm) of meadow-chestnut soil: a – air-dry soil sample, b – after ethylene glycol solvation, c – after calcination at 550 °C for 2 hours, interplanar distances in nm.

Если сравнивать минералогический профиль лугово-каштановой почвы с солонцом данного комплекса, то можно сказать, что содержание илистой фракции по профилю лугово-каштановой почвы дифференцировано существенно слабее и то только в пределах верхней толщи (рис. 5, табл. 1).

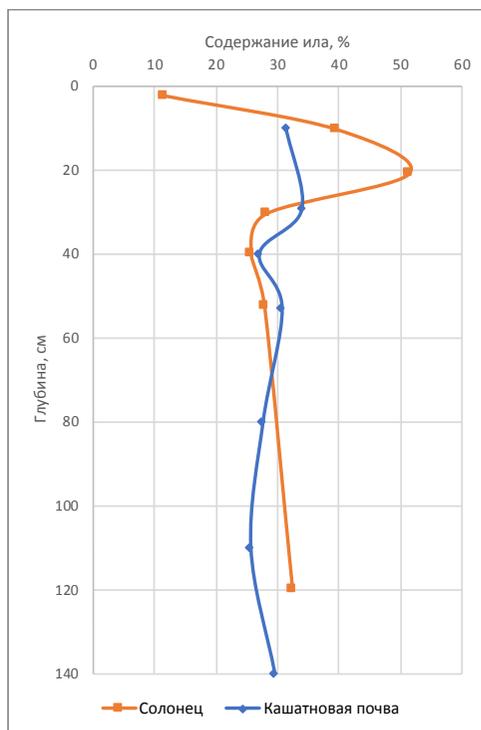


Рис. 5. Распределение ила в солонце и в лугово-каштановой почве.
Fig. 5. Distribution of silt in solonetz and meadow-chestnut soil.

Сравнение минералогического состава илистой фракции двух разрезов показало, что в лугово-каштановой почве она представлена теми же минеральными фазами, что и в солонце: иллитом, смешанослойной фазой (иллит-сметтит), хлоритом и каолинитом (рис. 6 и рис. 7). При пересчете на почву в целом характер распределения минералов в сравниваемых почвах связан с распределением ила по профилю, поэтому в солонце и лугово-каштановой почвах минимальное содержание ила в поверхностных горизонтах находит отражение при пересчете минеральных фаз на почву в целом (табл. 1).

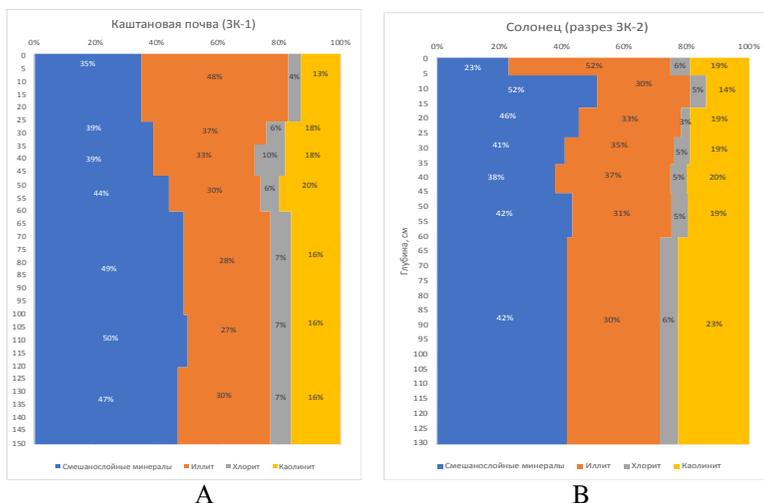


Рис. 6. Содержание минералов во фракции ила лугово-каштановой почвы (А) и солонца (В).

Fig. 6. Content of minerals in silt fraction in meadow-chestnut soil (A) and solonetz (B).

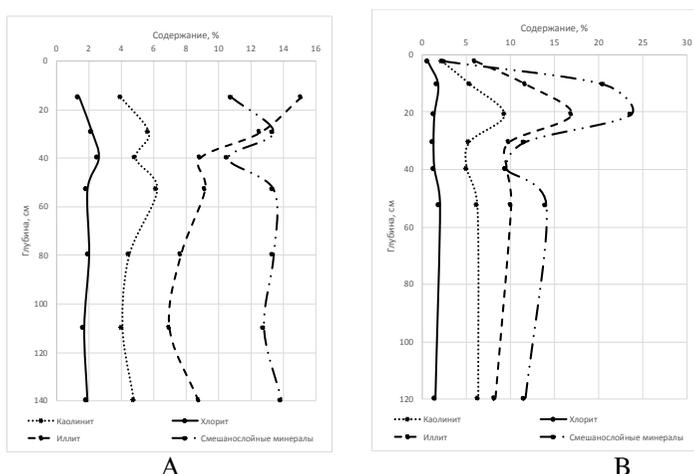


Рис. 7. Содержание минералов в почве в целом: А – лугово-каштановая почва, В – солонец.

Fig. 7. Content of minerals in soil in general: А – meadow-chestnut soil, В – solonetz.

Проведем анализ отдельных минеральных фаз сравниваемых почв солонцового комплекса.

Иллит. Во всех горизонтах лугово-каштановой почвы, как и в солонце, отмечено преобладание иллита и смешанослойных минералов (табл. 1). Максимальное количество иллита отмечено исключительно в поверхностных горизонтах – в солонце в горизонте SEL (51.8%), в лугово-каштановой в горизонте AU1 немного меньше – 48% (рис. 8). Ниже по профилю как в лугово-каштановой почве, так и солонце среди преобладающих минералов на первое место выступает смешанослойная фаза. Для горизонта SEL в солонце для иллита характерно заполнение октаэдрического слоя Al + Fe. Для гор. BSN1, BSN2, BSN3s (в толще верхних 5–35 см) – как Mg, так и Al + Fe. В лугово-каштановой почве выявлено несколько иное заполнение октаэдрического слоя – в верхнем горизонте AU1 (0–25 см) отмечено заполнение его Mg, а ниже в AU2 (25–34 см) – Al + Fe.

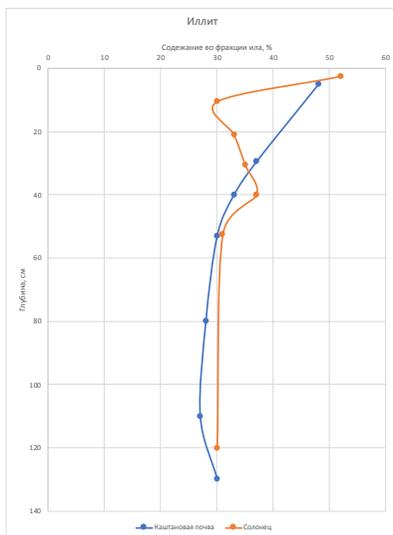


Рис. 8. Распределение иллита во фракции ила в лугово-каштановой почве и в солонце.

Fig. 8. Distribution of illite in silt fraction of meadow-chestnut soil and solonetz.

Смешанослойные минералы. Закономерности распределения смешанослойных минералов в лугово-каштановой почве существенно более равномерны по сравнению с солонцом. В солонце максимальное содержание данной фазы отмечается в горизонтах BSN, минимальное – в горизонте (SEL) (рис. 9). Горизонт SEL содержит преимущественно иллит-сметкитовое образование, ниже по профилю отмечено увеличение доли хлоритовых пакетов, особенно в почвообразующей породе ([Варламов и др., 2018](#)). Интересно, что супердисперсность смешанослойной фазы отмечается в самых поверхностных горизонтах сравниваемых почв – в верхнем горизонте SEL солонца и в верхнем горизонте AU1 лугово-каштановой почвы.

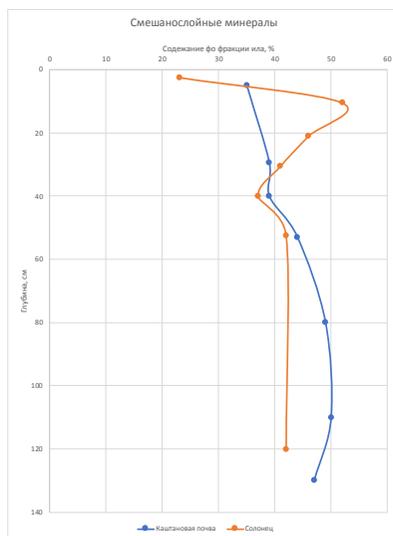


Рис. 9. Распределение смешанослойных минералов во фракции ила в лугово-каштановой почве и в солонце.

Fig. 9. Distribution of mixed layer lattice minerals in silt fraction of meadow-chestnut soil and of solonetz.

Индивидуальная смектитовая фаза отмечена в сравниваемых почвах в разных генетических горизонтах и немного на разной глубине. В солонце незначительное ее количество появляется в горизонте BSN1 на глубине 5–16 см, а в лугово-каштановой почве

его появление наблюдается в горизонте ВМ с глубины 46–50 см. В поверхностных горизонтах он отсутствует как в лугово-каштановой почве, так и в солонце.

Каолинит. Если сравниваемые почвы различаются по его количественному содержанию в генетических горизонтах в пределах верхних 40 см (рис. 10), то структура каолинита в обоих разрезах имеет одну и ту же особенность – в этой толще он отличается несовершенством структуры (рис. 1–2). Ниже по профилю степень совершенства каолинита возрастает как в лугово-каштановой почве, так и в солонце.

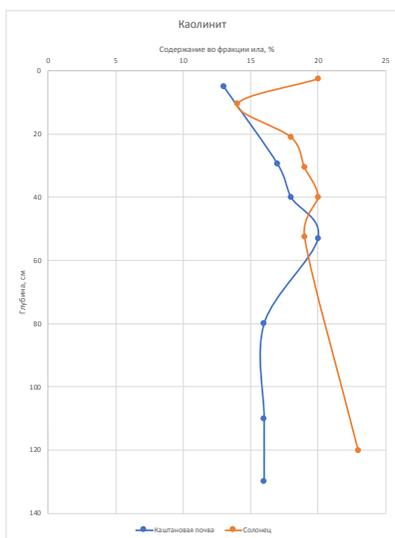


Рис. 10. Распределение каолинита во фракции ила в лугово-каштановой почве и в солонце.

Fig. 10. Distribution of kaolinite in silt fraction of meadow-chestnut soil and of solonetz.

Хлорит. Качественной минералогической особенностью хлорита является слабая устойчивость к разрушению в зоне гипергенеза, что находит отражение в его минимальном количестве при пересчете на почву в целом в гор. SEL. Аналогичная тенденция

наблюдается и в верхнем горизонте АU1 лугово-каштановой почвы, где содержание хлорита также наименьшее (рис. 11). Во фракции ила содержание хлорита минимально в обоих профилях по сравнению с другими минеральными фазами.

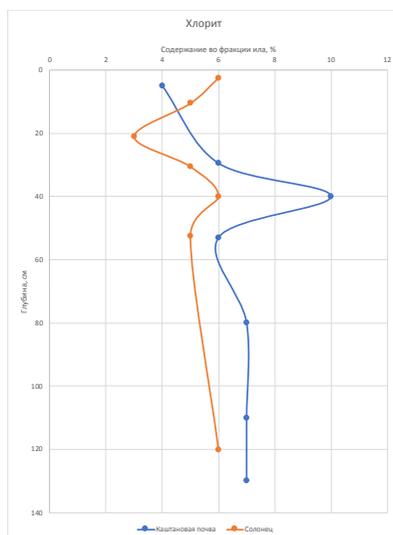


Рис. 11. Распределение хлорита во фракции ила в лугово-каштановой почве и в солонце.

Fig. 11. Distribution of chlorite in silt fraction of meadow-chestnut soil and of solonetz.

Калиевые полевые шпаты и кварц. В обоих разрезах в верхних горизонтах наблюдается наличие небольшого количество калиевых полевых шпатов, плагиоклаза и кварца тонкодисперсной размерности (< 1 мкм). Их количество несколько больше в солонце, чем в лугово-каштановой почве (рис. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты по анализу минералогического состава ила сравниваемых почв солонцового комплекса на ключе “Борси” без выраженного микрорельефа, но с контрастным почвенным покровом, показывают близкие значения как по содержа-

нию минеральных фаз, так и их распределению по профилям. И в солонце, и в лугово-каштановой почве во всех генетических горизонтах (за исключением поверхностных) и в почвообразующих породах в составе ила преобладают смешанослойные минералы и иллит, каолинит по содержанию занимает промежуточное положение, хлорит – минимальное. Исключением являются только самые поверхностные горизонты сравниваемых почв, в которых иллит преобладает над смешанослойными минералами. Мощность поверхностных горизонтов существенно различается (в 5 раз), а разница по содержанию иллита в иле невелика – в солонце гор. SEL (0–5 см) содержит 52% иллита, а в каштановой почве гор. AU1 (0–25 см) – 48%.

Для сравниваемых почв отмечены следующие общие свойства по кристаллохимическому состоянию: 1) в верхних 40 см отмечено несовершенство структуры каолинита; 2) смешанослойные минералы гор. BC и C обеих почв отличаются от вышележащих почвенных горизонтов по появлению индивидуального смектита и хлоритовых пакетов, которых не было выше по профилю; 3) оба разреза характеризуются супердисперсным состоянием смешанослойной фазы в верхних горизонтах (SEL в солонце и AU1 в лугово-каштановой почве).

Наибольшая разница в содержании ила между генетическими горизонтами выражена в пределах верхних 40 см обоих разрезов: максимальная элювиально-иллювиальная дифференциация выражена в солонце, в лугово-каштановой эта дифференциация выражена на уровне трендов, что находит отражение и в содержании минералов при расчете их содержания на почву в целом. То есть в сравниваемых почвах подтверждается отмечаемое многими исследователями более интенсивное элювиально-иллювиальное перераспределение ила в солонце, связанное как с процессом лессиважа, так и щелочного гидролиза, в результате чего зарегистрировано минимальное содержание лабильных минералов в самых поверхностных горизонтах. Если считать, что эти процессы являются ответственными за особенности профильного распределения лабильных минералов минеральных фаз в солонце, то и в лугово-каштановой почве, вероятно, эти процессы протекали. На это также указывает повышенное супердисперсное состояние смешано-

слоистой фазы в самых верхних горизонтах (SEL в солонце и AU1 в лугово-каштановой почве).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борзенко С.Г., Дронова Т.Я., Колесников А.В., Соколова Т.А., Толпешта И.И., Сиземская М.Л. Химико-минералогическая характеристика солончакового солонца и лугово-каштановой почвы // Вестник МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 2003. № 3. С. 3–8.
2. Варламов Е.Б., Лебедева М.П., Чурилин Н.А., Чурилина А.Е. Особенности профильного распределения минералов во фракциях разной размерности в солонце корковом светлом сухостепной зоны юга России // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2018. Вып. 93. С. 144–172. DOI: [10.19047/0136-1694-2018-93-144-168](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2018-93-144-168).
3. Градусов Б.П. Минералы со смешанослойной структурой в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1976. 127 с.
4. Егоров В.В., Иванова Е.Н. и Фридланд В.М. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 225 с.
5. Конюшкова М.В., Абатуров Б.Д. Особенности микрорельефа и свойства почв солонцового комплекса на поздних стадиях развития в Прикаспийской низменности // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2016. Вып. 83. С. 53–76. DOI: [10.19047/0136-1694-2016-83-53-76](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2016-83-53-76).
6. Корнблюм Э.А., Дементьева Т.Г., Зырин Н.Г., Бирин А.Т. Изменение глинистых минералов при образовании южного и слитого черноземов, лиманной солоди и солонца // Почвоведение. 1972. № 1. С. 67–85.
7. Полевой определитель почв. М., 2008. 182 с.
8. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов / Под ред. Брауна Г. М.: Мир, 1965. 599 с.
9. Роде А.А., Польский М.Н. Почвы Джаныбекского стационара, их морфологическое строение, механический и химический состав и физические свойства // Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. Т. 56. Почвы полупустыни Северо-Западного Прикаспия и их мелиорация (по работам Джаныбекского стационара). М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 3–214.
10. Соколова Т.А., Григорьева Е.Е. О количественном определении минералов группы почвенных хлоритов // Почвоведение. 1985. № 7. С. 132–136.
11. Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпешта И.И. Глинистые минералы в почвах. М., 2005.
12. Травникова Л.С., Мясников В.В. Особенности глинистого материала почв солонцового комплекса лимана Б. Царын Сарпинской низменности

// Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 1973. Вып. 6.
С. 100–109.

13. *Biscaye R.E.* Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent Seas and Oceans // Geological Soc. Am. Bull. 1965. Vol. 76. No. 7. P. 803–832.

REFERENCES

1. Borzenko S.G., Dronova T.Ya., Kolesnikov A.V., Sokolova T.A., Tolpeshta I.I., Sizemskaya M.L., *Khimiko-mineralogicheskaya kharakteristika solonchakovogo solontsa i lugovo-kashtanovoi pochvy* (Chemical and mineralogical characteristics of solonchak solonetz and meadow-chestnut soil), *Vestnik MGU, Ser. 17, Pochvovedenie*, 2003, No. 3, pp. 3–8.
2. Varlamov E.B., Lebedeva M.P., Churilin N.A., Churilina A.E., Profile distribution of minerals in textural fractions of different dimensions in the solonets in dry steppe zone of Russia, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2018, Vol. 93, pp. 144–172, DOI: [10.19047/0136-1694-2018-93-144-168](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2018-93-144-168).
3. Gradusov B.P., *Mineraly so smeshanosloinoi strukturoi v pochvakh* (Minerals with a mixed structure in soils), Moscow: USSR AS Publishing, 1976, 127 p.
4. Egorov V.V., Ivanova E.N., Fridland V.M., *Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR* (Classification and diagnostics of soils of the USSR), Moscow: Kolos, 1977, 225 p.
5. Konjushkova M.V., Abaturov B.D., The specificities and properties of soils of solonetzic complex on the latest stages of development in the area of caspian sea region, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2016, Vol. 83, pp. 53–76. DOI: [10.19047/0136-1694-2016-83-53-76](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2016-83-53-76).
6. Kornbluyem E.A., Dement'eva T.G., Zyrin N.G., Birina A.T., *Izmenenie glinistykh mineralov pri obrazovanii yuzhnogo i slitogo chernozemov, limannoi solodi i solontsa* (Clay minerals changing during formation of southern and vertic chernozems, liman solod and solonetz), *Pochvovedenie*, 1972, No. 1, pp. 67–85.
7. *Polevoi opredelitel' pochv* (Field soil guide), Moscow, 2008, 182 p.
8. *Rentgenovskie metody izucheniya i struktura glinistykh mineralov* (X-ray methods of studying and the structure of clay minerals), Braun G. (Ed.), Moscow: Mir, 1965, 599 p.
9. Rode A.A., Pol'skij M.N., *Pochvy Dzhanybekskogo stacionara, ikh morfoloicheskoe stroenie, mekhanicheskii i khimicheskii sostav i fizicheskie svoistva* (Soils of Janybek station, their morphological structure, mechanical and chemical composition and physical properties), In: *Tr. Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva. Pochvy polupustyni Severo-Zapadnogo Prikaspiya i ikh*

melioratsiya (po rabotam Dzhanybekskego stantsionara) (Soils of the semi-desert of the North-Western Caspian region and their reclamation), Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1961, Vol. 56, pp. 3–214.

10. Sokolova T.A., Grigor'eva E.E., O kolichestvennom opredelenii mineralov gruppy pochvennykh khloritov (Quantitative determination of soil chlorite group minerals), *Pochvovedenie*, 1985, No. 7, pp. 132–136.

11. Sokolova T.A., Dronova T.Ya., Tolpeshta I.I., *Glinistyie mineraly v pochvakh* (Clay minerals in soils), Moscow, 2005.

12. Travnikova L.S., Myasnikov V.V., Features of the clay material of the solonetz soils complex of the estuary B. Tsaryn of the Sarpinsky lowland, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 1973, Vol. 6, pp. 100–109.

13. Biscaye R.E., Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent Seas and Oceans, *Geological Soc. Am. Bull.*, 1965, Vol. 76, No. 7, pp. 803–832.