Таблица 1. Результаты химического анализа рассола озера Кучук в 2021 г.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц отбора | pH | CO32− | HCO3− | Cl− | SO42− | Са2+ | Mg2+ | Na+ | K+ | Минерализация |
| г/л | | | | | | | | |
| Июль | 7.2 | 0 | 0.7 | 161.0 | 52.6 | 0.2 | 13.2 | 81.9 | 0.7 | 310.3 |
| Август | 7.2 | 0 | 0.7 | 161.7 | 51.7 | 0.2 | 13.2 | 82.2 | 0.7 | 310.5 |

Таблица 2. Положение в рельефе, доминирующая растительность и классификационное положение почв

| Разрез | Координаты  (С.Ш. °, В.Д. °) | Абсолютная высота, м | Уровень рельефа | Доминирующая растительность (растительное сообщество) | Формула почвенного профиля | Название почвы | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Классификация и диагностика почв России (2004) | Мировая реферативная база почвенных ресурсов (IUSS Working Group WRB, 2022) |
| ***Почвы импактной зоны предприятия*** | | | | | | | |
| KC-20-12 | 52.76916, 79.90191 | 119 | очень пологий склон между I и II террасами бывш. оз. Селитренного, нижняя часть склона | *Leymus ramosus, Artemisia nitrosa* волоснецово-полынный солончак | AJ-BSN-BMKs-BCAs,bc | солонец светлый засоленный корковый средне карбонатный супесчаный | Nudinatric Calcic Salic Solonetz (Arenic, Columnic, Hypernatric) |
| KC-21-18 | 52.75149, 79.91580° | 103 | I терраса бывш. оз. Селитренного, очень пологий склон | *Artemisia nitrosa, Atriplex verrucifera*  полынно-лебедовый солончак | AJ-BSN-BMKs-BCAs,bc | солонец темный засоленный средний средне карбонатный среднесуглинистый | Calcic Salic Solonetz (Loamic, Columnic, Hypernatric) |
| KC-20-13 | 52.78249, 79.89604 | 110 | II терраса бывш. оз. Кривого | *Stipa pennata*  *Artemisia* sp.  полынно-типчаковая степь | AU-BSNs-BMKs1-BMKs2 BMKs3-BCAs,bc | солонец светлый засоленный мелкий глубоко карбонатный легкосуглинистый | Calcic Salic Solonetz (Loamic, Columnic, Hypernatric) |
| ***Почвы фоновой территории*** | | | | | | | |
| KC-20-3 | 52.76751, 79.85841 | 123 | II терраса бывш. оз. Селитренного, верхняя часть очень пологого склона | *Festuca valesiaca,*  *Stipa pennata*  типчаково-ковыльная степь | AJ-BSN1-BSN2-BMK-BCAs,bc-Сs,ca | солонец светлый засоленный мелкий средне карбонатный супесчаный | Calcic Salic Solonetz (Arenic, Columnic, Hypernatric) |
| KC-20-15 | 52.79454, 79.91653 | 114 | терраса оз. Кучук, выровненный участок | *Agropyron* sp.*, Carex* sp.*, Populus* sp.  Граница лесополосы с пашней (подсолнечник):  тополевник житняково-осоковый | AJ-BSN-BMK-BCAbc-Сca | солонец светлый мелкий средне карбонатный легкосуглинистый | Calcic Salic Solonetz (Loamic, Columnic, Hypernatric) |
| KC-20-1 | 52.80801, 79.85641 | 105 | терраса оз. Кучук, выровненный участок | *Elytrigia repens, Poa pratensis*  пырейно-мятликовая степь | AJ-BSN-BMKs-BCAs,bc1-BCAs,bc2-BCAs,bc3-Сs,ca | солонец светлый засоленный мелкий высоко карбонатный среднесуглинистый | Calcic Salic Solonetz (Loamic, Columnic, Hypernatric) |
| KC-20-2 | 52.80890, 79.85704 | 109 | терраса оз. Кучук, выровненный участок | *Glycyrrhiza* sp., *Elytrigia repens*  лоховник солодково-пырейный | AU-BSNs-BMKs1-BMKs2-BCAs,bc1-BCAs,bc2-BCAs,bc3-Сs,ca1-Сs,ca2 | солонец темный засоленный мелкий средне карбонатный тяжелосуглинистый | Calcic Salic Solonetz (Clayic, Columnic, Hypernatric) |
| KC-20-8 | 52.72584, 79.98481 | 120 | водораздел, выровненный участок | *Festuca valesiaca*  типчаковая степь | AJ-BSNs-BMKs,bc-BCAs,bc-Cs,ca | солонец светлый засоленный мелкий высоко карбонатный легкосуглинистый | Calcic Salic Solonetz (Loamic, Columnic, Hypernatric) |
| KC-20-9 | 52.72673, 79.98302 | 112 | водораздел, выровненный участок | *Agropyron* sp.*, Festuca valesiaca, Ulmus pumila*  вязовое редколесье житняково-типчаковое | AJs-BSNs-BMKs,bc-BCAs,bc-Cs,ca | солонец светлый засоленный мелкий высоко карбонатный легкосуглинистый | Calcic Salic Solonetz (Loamic, Columnic, Hypernatric) |

Таблица 3. Описательные статистики выборок значений содержания солей (%) и результаты оценки значимости различий по критерию Манна-Уитни

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ряд данных\* | N | Размах | Мин | Макс | Средн. знач. | Станд. отклон. | Дисперсия | Асимметрия | Эксцесс | Значение критерия Шапиро-Уилка | Значимость критерия Шапиро-Уилка | Значение критерия Манна-Уитни | Значимость критерия Манна-Уитни |
| 1 | 16 | 1.19 | 0.07 | 1.26 | 0.53 | 0.37 | 0.14 | 0.53 | -0.82 | 0.93 | 0.261 | 156.50 | 0.001 |
| 2 | 45 | 0.58 | 0.03 | 0.61 | 0.20 | 0.15 | 0.02 | 0.82 | 0.41 | 0.75 | 0.001 |
| 3 | 11 | 1.19 | 0.07 | 1.26 | 0.48 | 0.34 | 0.11 | 1.20 | 1.98 | 0.92 | 0.299 | 91.00 | 0.006 |
| 4 | 37 | 0.58 | 0.03 | 0.61 | 0.21 | 0.15 | 0.02 | 0.77 | 0.20 | 0.66 | 0.000 |

1 – выборка значений содержания солей в почвах импактной зоны предприятия

2 – выборка значений содержания солей в почвах фоновой территории

3 – выборка значений содержания солей в суглинистых почвах импактной зоны предприятия

4 – выборка значений содержания солей в суглинистых почвах фоновой территории

Таблица 4. Физико-химические свойства почв

| Горизонт | Глубина отбора, см | pHводн. | Cорг | Карб.\* | ЕКО | Обменные катионы | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Са2+ | Mg2+ | Na+ | | Са2+ | Mg2+ | Na+ |
| % | | смоль(+)/кг | | | | % от ЕКО | | | |
| ***КС-20-12*** | | | | | | | | | | | | |
| AJ | 0–2 | 7.2 | 1.49 | – | 12.9 | 5.7 | 3.2 | 3.0 | | 44 | 25 | 23 |
| BSN | 2–28 | 7.0 | 1.10 | – | 16.3 | 3.3 | 2.4 | 10.4 | | 20 | 15 | 64 |
| BMKs | 35–55 | 6.6 | н/о | – | 13.1 | 1.6 | 4.1 | 6.7 | | 12 | 31 | 51 |
| BCAs,bc | 70–90 | 7.2 | н/о | 6.8 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc | 90–105 | 7.3 | н/о | 7.4 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| ***КС-21-18*** | | | | | | | | | | | | |
| AJ | 0–10 | 7.0 | 2.17 | – | 20.0 | 2.0 | 2.6 | 13.2 | | 10 | 13 | 66 |
| BSNs | 10–22 | 7.1 | 1.72 | – | 24.0 | 1.8 | 2.8 | 17.4 | | 8 | 12 | 73 |
| BMKs | 30–50 | 6.9 | н/о | – | 20.0 | 1.8 | 2.6 | 15.0 | | 9 | 13 | 75 |
| BCAs,bc | 60–70 | 8.6 | н/о | 7.0 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc | 80–90 | 9.0 | н/о | 6.3 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| ***КС-20-13*** | | | | | | | | | | | | |
| AU | 0–9 | 8.4 | 2.62 | – | 18.0 | 5.5 | 2.9 | 8.9 | | 30 | 16 | 49 |
| BSNs | 9–34 | 7.6 | 1.07 | – | 24.8 | 5.0 | 3.4 | 15.9 | | 20 | 14 | 64 |
| BMKs1 | 35–50 | 6.8 | н/о | – | 24.0 | 6.1 | 4.8 | 12.4 | | 25 | 20 | 52 |
| BMKs2 | 55–70 | 6.6 | н/о | – | 21.0 | 8.1 | 6.0 | 6.3 | | 39 | 29 | 30 |
| BMKs3 | 80–100 | 6.7 | н/о | – | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc | 110–135 | 6.6 | н/о | 7.5 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| ***КС-20-3*** | | | | | | | | | | | | |
| AJ | 0–10 | 7.1 | 0.74 | – | 8.1 | 3.1 | 2.7 | 1.1 | | 38 | 34 | 13 |
| BSN1 | 10–19 | 7.4 | 0.63 | – | 9.7 | 3.4 | 2.4 | 2.7 | | 35 | 25 | 28 |
| BSN2 | 19–28 | 7.9 | н/о | – | 11.3 | 4.4 | 2.9 | 5.1 | | 39 | 26 | 45 |
| BMK | 30–40 | 7.8 | н/о | – | 11.8 | 5.8 | 3.2 | 4.0 | | 50 | 28 | 34 |
| BMK | 50–60 | 6.7 | н/о | – | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc | 70–80 | 6.9 | н/о | 6.7 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc | 95–105 | 7.8 | н/о | 5.8 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| Сs,ca | 110–120 | 7.6 | н/о | 4.9 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| ***КС-20-15*** | | | | | | | | | | | | |
| AJ | 0–8 | 7.0 | 1.54 | – | 20.0 | 4.0 | 3.9 | 10.8 | | 20 | 19 | 54 |
| BSN | 8–35 | 7.1 | 1.17 | – | 21.2 | 5.0 | 3.0 | 14.0 | | 23 | 14 | 66 |
| BMK | 35–45 | 7.2 | 0.84 | – | 24.0 | 7.1 | 3.4 | 13.6 | | 29 | 14 | 57 |
| BMK | 50–60 | 7.0 | 0.70 | 1.2 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAbc | 75–90 | 6.5 | н/о | 9.9 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| Сca | 110–120 | 7.0 | н/о | 5.0 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| ***КС-20-1*** | | | | | | | | | | | | |
| AJ | 0–5 | 6.7 | 1.49 | – | 23.6 | 4.5 | 8.2 | 9.9 | | 19 | 35 | 42 |
| BSN | 5–20 | 7.2 | 3.43 | – | 21.2 | 4.2 | 5.4 | 11.2 | | 20 | 26 | 53 |
| BMKs | 20–35 | 8.4 | н/о | 2.4 | 38.8 | 1.3 | 6.1 | 28.7 | | 3 | 16 | 74 |
| BCAs,bc1 | 40–60 | 9.5 | н/о | 10.7 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc2 | 60–80 | 9.6 | н/о | 14.2 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc3 | 80–110 | 9.4 | н/о | 13.6 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| Сs,ca | 110–130 | 9.4 | н/о | 6.2 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| Сs,ca | 130–150 | 9.2 | н/о | 5.1 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| ***КС-20-2*** | | | | | | | | | | | | |
| AU | 0–5 | 6.4 | 5.78 | – | 40.0 | 5.6 | 3.8 | 29.0 | | 14 | 9 | 73 |
| BSNs | 10–25 | 6.6 | 2.62 | – | 28.0 | 6.0 | 3.2 | 20.3 | | 21 | 11 | 73 |
| BMKs1 | 30–45 | 6.9 | 1.43 | – | 28.0 | 7.7 | 5.0 | 14.0 | | 28 | 18 | 50 |
| BMKs2 | 45–60 | 8.1 | н/о | – | 40.0 | 6.5 | 7.6 | 24.9 | | 16 | 19 | 62 |
| BCAs,bc1 | 65–80 | 9.1 | н/о | 10.4 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc2 | 83–95 | 9.7 | н/о | 7.7 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc3 | 95–120 | 9.7 | н/о | 7.1 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| Сs,ca1 | 125–135 | 9.7 | н/о | 6.5 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| Сs,ca2 | 135–140 | 9.5 | н/о | 8.5 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| Сs,ca2 | 140–160 | 9.4 | н/о | 4.4 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| ***КС-20-8*** | | | | | | | | | | | | |
| AJ | 0–5 | 7.9 | 1.93 | – | 24.0 | 4.1 | 5.0 | 13.5 | | 17 | 21 | 56 |
| BSNs | 5–20 | 9.2 | 1.38 | – | 28.0 | 3.3 | 5.5 | 18.6 | | 12 | 20 | 66 |
| BMKs,bc | 30–45 | 9.9 | 0.36 | 2.4 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc | 55–80 | 9.6 | н/о | 16.1 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| Cs,ca | 90–115 | 9.3 | н/о | 6.8 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| Cs,ca | 155–165 | 8.8 | н/о | 6.6 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| ***КС-20-9*** | | | | | | | | | | | | |
| AJs | 0–7 | 7.5 | 1.49 | – | 12.4 | 3.0 | 3.5 | 6.6 | | 25 | 28 | 53 |
| BSNs | 7–30 | 7.6 | 1.65 | – | 12.4 | 3.1 | 2.8 | 7.0 | | 25 | 23 | 57 |
| BMKs,bc | 35–50 | 9.5 | 0.17 | 1.2 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc | 65–75 | 9.1 | н/о | 12.2 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| BCAs,bc | 90–110 | 9.2 | н/о | 9.4 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| Cs,ca | 125–145 | 9.0 | н/о | 6.2 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |
| Cs,ca | 170–185 | 8.9 | н/о | 8.2 | н/о | н/о | н/о | н/о | | н/о | н/о | н/о |

\*значение «–» указано, когда в образце отсутствовала реакция с 10% HCl;

н/о – показатель не определялся

Таблица 5. Состав минералов-эвапоритов в пробах, отобранных с поверхности почв

| № на рис. 2 | Тенардит  Na2SO4 | Гипс  CaSO4 ∙ 2H2O | Уэделлит  CaC2O4 ∙ 2H2O | Натрон  Na2CO3 ∙ 10H2O | Галит  NaCl | Кальцит  CaCO3 | Доломит CaCO3 ∙ MgCO3 | Мирабилит  Na2SO4 ∙ 10H2O | Коньяит Na2Mg(SO4)2 ∙ 5H2O |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | + | + | – | – | – | – | – | – | – |
| 2 | + | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 3\* | + | + | + | – | – | – | – | – | – |
| 4 | + | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 5 | + | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 6 | + | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 7 | + | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 8 | + | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 9 | + | – | – | + | – | – | – | – | – |
| 10\* | + | – | – | – | + | – | – | + | + |
| 11 | + | + | – | – | – | + | – | – | – |
| 12\* | – | – | – | – | + | + | + | – | – |

\* места отбора проб на участках, значительно удаленных от источников техногенного загрязнения