

## ГЕОГРАФИЯ И ГЕНЕЗИС ПОЧВ

ГРНТИ 68.05.01; 68.05.29; 68.05.33; 68.05.37

DOI: [10.51886/1999-740X\\_2023\\_4\\_19](https://doi.org/10.51886/1999-740X_2023_4_19)**К. Мансурова<sup>1\*</sup>, С. Калдыбаев<sup>1</sup>, А. Наушабаев<sup>1</sup>, Н. Абдрахымов<sup>1</sup>, Н. Бектаев<sup>1</sup>****РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ЗАСОЛЕННЫХ И ЗАБОЛОЧЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОЛУПУСТЫННОЙ И СУХОСТЕПНОЙ ЗОН АБАЙСКОЙ, ПАВЛОДАРСКОЙ И КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ КАЗАХСТАНА**

<sup>1</sup>НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,  
050010, г. Алматы, пр. Абая 8, Казахстан. \*e-mail: mansurova\_kamshat@mail.ru

*Аннотация.* В данной статье авторами разработаны и использованы в ходе проведенных полевых работ почвенно-морфогенетические показатели для определения засоленных и заболоченных почв полупустынной и сухостепной зон Абайской, Павлодарской и Карагандинской областей Казахстана. В Казахстане нет практических и научных положений по мониторингу и управлению засоленных и заболоченных почв на базе цифровых технологий. Эта разработка дает возможность определить местонахождение таких земель в зависимости от почвенно-климатических зон. Также, разработка картографической модели этих почв с определением степени их засоления, позволяет разработать рекомендации по их освоению (улучшению) с последующим сохранением продуктивного долголетия. Изучение современного состояния засоленных и заболоченных почв проводилось путем полевых работ по маршрутам, охватывающим территорию 3 административных областей республики. Проведены описания состояния почв на 38 базовых точках. Составлена база данных засоленных и заболоченных почв полупустынной и сухостепной зон, включающая следующие показатели: тип и подтип почвы, морфология профиля, содержание гумуса и питательных элементов, водорастворимых солей, гранулометрический состав, поглощенные основания и емкость катионного обмена.

*Ключевые слова:* информационная база, засоление, заболачивание, дистанционное зондирование, солончаковая почва, болотная почва.

## ВВЕДЕНИЕ

В Республике Казахстан числится 35,8 млн га засоленных почв или 16,7 % от общей площади сельскохозяйственных угодий. В зависимости от степени засоления почвы, а также содержания в комплексах солончаков, группа подразделяется на три градации:

-слабозасоленные, куда входят все солончаковые почвы, а также их комплексы с солончаками до 10 %, занимают площадь 11,5 млн га;

-среднезасоленные включают все солончаковатые почвы в комплексе с солончаками от 10 до 30 %, площадь их 7,3 млн га;

-сильнозасоленные включают все сильно солончаковатые почвы в комплексе с солончаками от 30 до 50 % и более, площадь 14,2 млн га;

-солончаки выделены в отдельную группу и занимают 2,8 млн га.

Засоленные почвы имеются во всех зональных типах почв, из них более 58 % числится в составе бурых и серобурых почв, в том числе в средней и сильной степени 64 % от общего их количества. В зоне бурых и серобурых почв имеется более 50 % площади всех солончаков.

В черноземной зоне засоленные земли выявлены на 1,6 млн га, в зоне темно-каштановых и каштановых почв – 6,2 млн га, светло-каштановых – 2,7 млн га [1-3].

Площадь засоленных почв в Абайской области составляет 1587,2, Карагандинской области - 2604,6, Павлодарской области - 775,6 тыс. га. Заболоченные почвы - 111,7, 61,8, 34,8 тыс. га соответственно.

На современном уровне развития технического и технологического уровня науки проблема получения информации о состоянии земной поверхности решается с применением дистанционных методов, позволяющих оперативно получать достаточно полный объем сведений о заболоченных и засоленных почвах на обширной территории республики. Сегодня космическому зондированию, как методу оперативного и масштабного мониторинга сельскохозяйственных угодий, практически нет альтернативы.

Географические информационные системы (ГИС), дают возможность людям, занимающимся сельским хозяйством, легко интегрировать и использовать имеющиеся источники цифровой и картографической информации для повышения качества принимаемых решений. Системы дают мощный импульс для того, чтобы показать применение принципов стабильного развития и интегрированного управления земельными ресурсами [4].

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Методология, методы и формы научного исследования, которые были использованы в рамках данного проекта, соответствуют главным тенденциям передовых научных разработок. Засоленные и солонцеватые почвы - один из самых сложных объектов при обследовании и картографировании почвенного покрова. Различный уровень минерализации грунтовых вод, влияние микрорельефа все это находит отражение в особенностях распространения галогенных почв. При этом пространственная неоднородность солонцевато-засоленных почв сопровождается контрастными различиями в тональности изображения как открытой поверхности (различное содержание гумуса, наличие присыпки  $\text{SiO}_2$ , возможных солевых выцветов), так и покрытой растительностью (депрессивное влияние солонцеватости и

засоления, сенсорность сельскохозяйственных и природных растений к увлажненности через различный уровень грунтовых вод). Это позволяет широко применять дистанционные методы зондирования земной поверхности в сочетании с традиционной методикой наземного обследования для картографирования засоленных и солонцевых почв [5-7].

Современным и высокоэффективным методом картографирования засоленных и солонцевых почв является метод цифровой обработки и классификации данных много спектрального космического сканирования (МКС). Обследование засоленных и солонцевых почв состоял из трех этапов: подготовительного, полевого и камерального.

*Подготовительный этап* включал следующие работы:

- сбор и систематизация информации о почвенно-природных условиях, существующих картографических материалов и аналитических данных;
- разработка предварительного номенклатурного списка почв, исходя из предполагаемой структуры почвенного покрова;
- разработка предварительной карты;
- версии почвенного покрова по данным дистанционного зондирования, с использованием космических снимков высокого разрешения, либо данным аэрофотосъемки.

К наиболее известным прямым дешифровочным признакам засоленных и солонцевых почв для аридных условий территории пустыни, полупустыни и сухой степи следует отнести сравнительно светлый тон изображения в большинстве спектральных диапазонов, а также сложно контурный рисунок изображения. Надежным косвенным способом картографирования является фитоиндикация засоленных почв по данным многоспектрального

космического сканирования (МКС) с использованием космических данных высокого и сверхвысокого пространственного разрешения (например, Spot, Landsat, Terra, Pleiades) [8-13]. Картографирование засоленных и солонцовых почв по данным МКС проводилось по общепринятому алгоритму, включающему несколько этапов. На этапе первичной обработки изображения последовательно проводится систематическая, радиометрическая, атмосферная и геометрическая коррекция изображения, его радиометрическая калибровка, повышение контраста и пространственная фильтрация. На этапе общего статистического анализа изображения определялось оптимальное количество классов для последующего этапа - классификации изображения. Результатом цифровой обработки и классификации являлась гипотетическая карта, отражающая взаимное расположение ареалов, значимо отличающихся по оптическим характеристикам земной поверхности и привязанных в системе географических координат.

*Полевой наземный этап обследования.* Полевой этап обследования проводился путем дешифрирования наземным способом карты-версии, полученной методом дистанционного зондирования земной поверхности на основе космической либо аэрофотосъемки. Включало рекогносцировочное обследование для установления почвенно-ландшафтных связей и уточнения номенклатурного списка почв. Собственно, полевой этап проводился путем заложения почвенных разрезов согласно контурам карты-версии почвенного покрова. Первичное почвенное диагностирование солонцовых и солончаковых комплексов производилось по морфологическому строению профиля с последующим уточнением генетического статуса почв по результатам анализа [14, 15].

*Камеральный этап.* Анализировали отобранные пробы солонцовых и засоленных почв, особое внимание уделялось определению содержания гумуса, гранулометрического состава, емкости поглощения и количества поглощенного натрия, катионно-анионного состава водной вытяжки. По результатам анализа уточнялись названия почв, составлялся окончательный номенклатурный список почв, почвенная карта с легендой к ней как основа последующих рекомендаций по мелиорации солонцовых и засоленных почв. Исследования засоленных и заболоченных почв полупустынной и сухостепной зон с использованием данных полевых исследований и цифровых технологий осуществляли на принципиально новой методической и методологической основе. В основу исследований по физическому (почвенному) индикатору положены традиционные методы. На этапе проведения маршрутных полевых работ использованы морфологические методы

Лабораторно-аналитические исследования почв проводились по общепринятым методикам. Составление почвенной карты велось методом картирования с использованием ГИС-технологий материалов дистанционного зондирования. Изучались следующие показатели почвенных индикаторов: мощность гумусового горизонта; содержание гумуса в гумусовых горизонтах, сумма и состав обменных катионов; гранулометрический состав почвы; pH почвы; содержание водорастворимых солей и подвижных питательных веществ (N, P, K) [16].

В ходе полевых исследований закладывались полнопрофильные почвенные разрезы, описаны их морфологические признаки и отобраны образцы почв по генетическим горизонтам и определен химический состав. Почвенные анализы проведены в

лицензированных лабораториях ТОО «КазНИИПиА имени У. Успанова», имеющих соответствующие сертификаты.

Определения засоленности и заболоченности почв были проведены с помощью данных дистанционного зондирования земли.

Космические снимки подбирались по каталогу на вегетационный период. Данные со спутников среднего разрешения (Landsat 8, Sentinel 2, Modis TERRA) - для целей подспутниковых исследований (определения степени засоленности и заболоченности, проведения детальной классификации ключевых участков, с последующей верификацией наземной и космической информации).

Тематические слои содержали данные оцифровки тематических карт с необходимой атрибутивной информацией. Данные полевых исследований заносились в виде полигонных объектов с GPS приемника и пополнялись атрибутивной информацией с полевых дневников и бланков.

Метод расчета был основан на применении двух спектральных индексов (LDI-NDVI, LDI-TCW), разработанных для оценки засоленности и заболоченности почв. Разработанный метод расчета очагов засоления и заболочивания по спутниковым снимкам учитывает такие параметры, как характер и динамика растительного покрова (через NDVI), поверхностная влажность (TCW) и яркость поверхности в красном канале спутникового снимка, где открытые почвы имеют самые высокие яркостные характеристики. Изучение данного метода расчетов на различных территориях показывает, что для спутниковых данных Landsat 8, Sentinel 2, Modis TERRA существует определенный диапазон значений индекса, определяющий участки с засоленным и заболоченным почвенным покровом, которые обнаруживаются на снимках вне зависимости от времени или года съемки. В то же время, выделен диапазон значений

индекса, описывающий сезонные изменения почвенного покрова, например, пересыхание берега и дна временных водоемов, болот.

Для определения засоленности и заболоченности применялись специальные индексы спектральных яркостей, разработанные с учетом того, в какой длине волны видимого и инфракрасного спектров данный класс имеет минимальное и максимальное поглощение. Основными спутниковыми индексами, применяемыми для расчета, являются [17]:

- NDVI (Нормализованный разностный вегетационный индекс);
- SAVI (Вегетационный индекс с поправкой на почву);
- Bare Soil Index (Индекс открытых почв);
- Salinity Index (Индекс солености);
- Top-Soil Grain Size Index (Индекс песчаных фракций) [18].

С учетом вышеперечисленных индексов, выделялись следующие виды поверхности:

- растительность густая, редкая, умеренная, сбитая, околородная, тростники;
- почвы (глинистые, песчаные, такыры и солончаки);
- сбитые почвы (слабо, умеренно, сильно);
- вода, болота, отмели [19, 20].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение состояния засоленных и заболоченных почв на территории полупустынной и сухостепной зон осуществлялось в базовых точках по маршруту: Сасыккол 1→ Сасыккол 2→ Сасыккол 3→ Сасыккол 4→ Каракол → Разъезд №16-1→ Разъезд №16-2→ Капанбулак → Делбегетей → Карабас 1 → Карабас 2→ Шарбакты 1→ Шарбакты 2→ Айтей → Ямышево → Байден → Ленинск → Экибастуз 1→ Экибастуз 2→ Степное 1 → Степное 2→ Майозек→ Шахтинск→ Акой→ Аксу-Аюлы→ Бидайык → Басынколь→ Бектауата 1→

*Бектауата 2* → *Актубек 1* → *Актубек 2* → *Кабыршақты 1* → *Кабыршақты 2* → *Кенгир* → *Кумисбулак* → *Бозтумсык 1* → *Бозтумсык 2*, всего 38 мониторинговых площадок.

Ниже приводим описание некоторых морфогенетических признаков, состава и свойств засоленных и заболоченных почв, обследованных наземными исследованиями 38 базовых участков в трех областей Казахстана – Абайская, Павлодарская и Улытауская.

*Точка исследования №1 – Сасыккол 1.* Разрез заложен от трассы Семей-

Алматы в 200 м к северу на равнине, примыкающей к озеру Сасыккол, находящийся в пределах Уржарского района Абайской области (25.06.2022 г.). Координаты разреза: N46°40'50.9, E080°35'06.3. На обследуемой территории выпасается скот, что относит их к пастбищам. Аспект ландшафта зеленоватый. Растительное сообщество представлено различными видами солянок. Под ними образовались засоленные почвы – солончаки-солонцы. Ниже приводим морфогенетическое описание их генетических горизонтов (рисунок 1):



Рисунок 1 - Строение профиля солончака-солонца

0-10 см - светло-серый, сухой, рыхлый, пылеватый, суглинистый, на поверхности почвы налеты солей, вскипает от HCl, корешки, переход ясный;

11-28 см - буровато-серый, свежий, слабоуплотнен, средний суглинок, комковатый, бурно вскипает, мелкие корешки, переход ясный по окраске;

29-60 см - сизый, влажный, слабоуплотнен, глинистый - бесструктурный, отмечаются коричневые пятна, бурно вскипает от HCl, переход постепенный;

61-120 см - чуть темнее предыдущего, слабоуплотнен, бесструктурный, влажный, глинистый, бурно вскипает от HCl, малозаметные пятна карбонатов и гипса.

Из данных морфогенетических признаков профиля солончака-солонца №1 точки исследования (Сасыккол 1) следует, что она слабо дифференцирована на генетические горизонты. В нем выделяются гумусовый горизонт А мощностью 10 см, переходные горизонты В и бесструктурная материнская порода. Отличительная особенность профиля вышеуказанной почвы — это наличие достаточно влажного глинистого оглеенного горизонта сизого цвета. Поверхность почвы и ее верхний горизонты пропитаны легкораствори-

мыми солями, которые при высыхании образуют белесые налеты.

Анализ химического состава солончака-солонца показывает достаточно низкое содержание гумуса (0,83 %), которое в нижеследующем горизонте незначительно увеличивается до 1,21 % (таблица 1). Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия в верхнем 0-10 см слое составляет соответственно 33,6, 83,0 и 750 мг/кг почвы. С глубиной содержание азота и калия увеличивается соответственно до 47,6 и 1000 мг/кг почвы, а фосфор, наоборот,

снижается до 65,0 мг/кг почвы. CO<sub>2</sub> увеличивается от 4,61 до 8,72 % с карбонатов с глубиной постепенно максимумом в слое 40-50 см (11,39 %).

Таблица 1 – Химический состав солончака-солонца и болотных почв

| Точка № | Тип почвы        | Глубина, см | Общий гумус, % | Содержание подвижных форм, мг/кг |         |         | азот, % | CO <sub>2</sub> |
|---------|------------------|-------------|----------------|----------------------------------|---------|---------|---------|-----------------|
|         |                  |             |                | азот                             | фосфор  | калий   |         |                 |
| 1       | Солончак-солонец | 0-10        | 0.83           | 33.6                             | 83.0    | 750     | 0.098   | 4.61            |
|         |                  | 15-25       | 1.21           | 47.6                             | 65.0    | 1000    | 0.098   | 7.29            |
|         |                  | 40-50       | Не опр.        | Не опр.                          | Не опр. | Не опр. | Не опр. | 11.39           |
|         |                  | 80-90       | Не опр.        | Не опр.                          | Не опр. | Не опр. | Не опр. | 8.72            |
| 31      | Болотная почва   | 0-7         | 6.10           | 204.4                            | 36.0    | 410     | 0.434   | 3.81            |
|         |                  | 8-15        | 1.65           | 44.8                             | 10.0    | 160     | 0.112   | 1.86            |
|         |                  | 16-33       | 0.31           | 11.2                             | 23.0    | 60      | 0.056   | 0.49            |
|         |                  | 35-90       | Не опр.        | Не опр.                          | Не опр. | Не опр. | Не опр. | 1.17            |

Как было указано выше изучаемая почва характеризуется признаками засоленным почвам. Образование налетов солей с поверхности обусловлено накоплением нейтральных солей (таблица 2).

Таблица 2 – Ионный состав водной вытяжки солончака - солонца и болотных почв, мг-экв/%

| №  | Тип почвы        | Глубина, см | Сумма солей, % | Щелочность               |  | Cl'            | SO <sub>4</sub> '' | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | pH    |
|----|------------------|-------------|----------------|--------------------------|--|----------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|-------|
|    |                  |             |                | Общая в HCO <sub>3</sub> | От нормальных карбонатов в CO <sub>3</sub> |                |                    |                  |                  |                 |                |       |
| 1  | Солончак-солонец | 0-10        | 3.871          | 1.20<br>0.073            | 0.40<br>0.012                              | 0.95<br>0.034  | 52.27<br>2.509     | 0.69<br>0.014    | 0.49<br>0.006    | 52.54<br>1.208  | 0.70<br>0.027  | 9.5   |
|    |                  | 15-25       | 1.480          | 2.80<br>0.171            | 1.68<br>0.050                              | 3.71<br>0.132  | 14.41<br>0.692     | 0.29<br>0.006    | 0.29<br>0.004    | 19.75<br>0.454  | 0.58<br>0.023  | 10.0  |
|    |                  | 40-50       | 3.436          | 5.12<br>0.312            | 4.24<br>0.127                              | 17.1<br>0.606  | 28.18<br>1.353     | 0.10<br>0.002    | 0.29<br>0.004    | 49.46<br>1.137  | 0.55<br>0.022  | 10.36 |
|    |                  | 80-90       | 1.304          | 3.84<br>0.234            | 2.96<br>0.089                              | 14.01<br>0.497 | 2.30<br>0.11       | 0.20<br>0.004    | 0.49<br>0.006    | 19.13<br>0.44   | 0.33<br>0.013  | 10.46 |
| 31 | Болотная почва   | 0-7         | 2.916          | 0.68<br>0.041            | 0.00<br>0.000                              | 19.83<br>0.703 | 24.21<br>1.162     | 4.61<br>0.092    | 0.88<br>0.011    | 38.94<br>0.896  | 0.29<br>0.011  | 8.52  |
|    |                  | 8-15        | 0.228          | 0.68<br>0.041            | 0.00<br>0.000                              | 0.73<br>0.026  | 1.90<br>0.091      | 0.49<br>0.010    | 0.49<br>0.006    | 2.31<br>0.053   | 0.02<br>0.001  | 8.95  |
|    |                  | 16-33       | 0.087          | 0.32<br>0.02             | 0.00<br>0.000                              | 0.22<br>0.008  | 0.74<br>0.036      | 0.20<br>0.004    | 0.49<br>0.006    | 0.58<br>0.013   | 0.01<br>0.001  | 9.30  |
|    |                  | 35-90       | 0.090          | 0.36<br>0.022            | 0.00<br>0.000                              | 0.25<br>0.009  | 0.70<br>0.033      | 0.20<br>0.004    | 0.39<br>0.005    | 0.71<br>0.016   | 0.01<br>0.001  | 9.39  |

В составе солей абсолютным преобладанием отличается сульфат ион. Он максимально содержится в верхнем слое (52,27 мг-экв на 100 г почвы), с глубиной резко снижается до 14.41 мг-экв, а затем обратно доходит до 28.18 мг-экв на 100 г почвы. Несмотря на варьирование значений этого показателя она остается на уровне выше порога токсичности солей (1,7 мг-экв на 100 г почвы). Содержание хлор иона по сравнению с сульфат ионом увеличивается с глубиной от 0,95 до 17,1 мг-экв на 100 г почвы, являясь токсичным для растений. Кроме того, в составе солей в ощутимом содержании присутствуют карбонат и гидрокарбонат ионы, особенно в полуметровой глубине.

В составе катионов почвенного раствора преобладает натрий, где его очень высокое содержание наблюдается в слоях 0-10 и 40-50 см (52,54 и 49,46 мг-экв на 100 г почвы). Такое вы-

сокое содержание ионов получило отражение в сумме солей и значений рН. Содержание солей самое высокое (3,871 и 3,436 %) в слоях 0-10 и 40-50 см, а в других находится на уровне 1,3-1,5 %, что дает основание их считать солончаками. Их высокое значение рН (9,5-10,46) говорит об очень высокой щелочности почвенной среды.

Данные состава поглощенных оснований показали, что среди катионов доля поглощенного натрия достигает 65,67-77,00 % от емкости катионного обмена. Это говорит о солонцовости рассматриваемой почвы. Содержание поглощенного кальция незначительное (8,40-11,03 % от суммы). Емкость катионного обмена почвы высокая (29,13 мг-экв/100 г почвы) в слое 15-25 см и очень высокая (>40 мг-экв на 100 г почвы) в остальных горизонтах (таблица 3).

Таблица 3 - Содержание поглощенных оснований солончака-солонца и болотных почв

| № точки | Тип почвы        | Глубина взятия образца, см | Поглощенные катионы, мг/экв на 100 гр.почвы/ % |       |         |        | ЕКО, мг-экв на 100 г почвы |
|---------|------------------|----------------------------|--|-------|---------|--------|----------------------------|
|         |                  |                            | натрий   | калий | кальций | магний |                            |
| 1       | Солончак-солонец | 0-10                       | 31.68  | 0.78  | 4.95    | 7.43   | 44.84                      |
|         |                  |                            | 70.65  | 1.74  | 11.03   | 16.57  |                            |
|         |                  | 15-25                      | 19.13  | 1.09  | 2.97    | 5.94   | 29.13                      |
|         |                  |                            | 65.67  | 3.74  | 10.20   | 20.4   |                            |
|         |                  | 40-50                      | 31.68  | 1.21  | 3.47    | 4.95   | 41.31                      |
|         |                  |                            | 76.70  | 2.90  | 8.40    | 12.0   |                            |
|         |                  | 80-90                      | 30.84  | 0.79  | 3.96    | 4.46   | 40.05                      |
|         |                  |                            | 77.00  | 1.97  | 9.88    | 11.13  |                            |
| 31      | Болотная почва   | 0-7                        | 19.56  | 0.12  | 22.28   | 12.38  | 54.34                      |
|         |                  |                            | 35.99  | 0.22  | 41.03   | 22.78  |                            |
|         |                  | 8-15                       | 0.18   | 0.26  | 4.46    | 3.47   | 8.37                       |
|         |                  |                            | 2.15   | 3.10  | 53.28   | 41.45  |                            |
|         |                  | 20-30                      | 0.10   | 0.26  | 0.99    | 2.97   | 4.32                       |
|         |                  |                            | 2.31   | 6.01  | 22.91   | 68.98  |                            |
|         |                  | 50-60                      | 0.01   | 0.26  | 1.98    | 2.97   | 5.22                       |
|         |                  |                            | 0.19   | 4.98  | 37.93   | 56.89  |                            |

По гранулометрическому составу солончаки-солонцы в полуметровой толще характеризуются легкой глиной (52,9-58,7 %), что подтверждается данными описаний морфогенетических признаков. В составе механических фракций преобладают мелкий песок (0,25-0,05 мм), который варьирует по глубине от 24,48 до 41,24 % (таблица 4).

Точка исследования №31 – Актубек 1. Разрез заложен (18.06.2022 в Жанааркинском районе Карагандинской области в 4-х км от поселка Актубек в восточном направлении. Координата разреза: N48°33'55.3, E071°07'24.9. Рельеф местности холмистый (плотина пос.

Актубек). Угодье используется под пастбища. В растительном покрове присутствует тростник, полынь, осока, рогоза, разнотравье и солянки. Аспект ландшафта зеленый. В зоне влияния плотины поселка Актубек образовались болотные почвы, которые имеют нижеследующее строение.

Для них характерными являются слабо развитый темно-бурый торфяной горизонт мощностью 0-7 см. Здесь развитая часть торфа имеет мощность всего 2-3 см в виде прослойки, где густо переплетенные остатки корней растений подвержены медленному разложению (рисунок 2).

Таблица 4 - Гранулометрический состав солончака-солонца и болотных почв

| № точки  | Тип почвы        | Глубина взятия образца, см | А.С.Н % H <sub>2</sub> O | Содержание фракции в % на абсолютную сухую почву |        |        |        |        |        |                  |
|----------|------------------|----------------------------|--------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
|          |                  |                            |                          | Размеры фракции в мм                             |        |        |        |        |        |                  |
|          |                  |                            |                          | Песок  |        | Пыль   |        |        | Ил     | Физическая глина |
| 1,0-0,25 | 0,25-0,05        | 0,05-0,01                  | 0,01-0,005               | 0,005-0,001                                      | <0,001 | <0,01  |        |        |        |                  |
| 1        | Солончак-солонец | 0-10                       | 1,22                     | 1,255  | 41,243 | 0,810  | 23,487 | 19,842 | 13,363 | 56,692           |
|          |                  | 15-25                      | 1,94                     | 0,795  | 31,899 | 8,566  | 24,883 | 6,119  | 27,738 | 58,740           |
|          |                  | 40-50                      | 2,46                     | 0,472  | 24,482 | 22,145 | 7,382  | 19,684 | 25,836 | 52,901           |
|          |                  | 80-90                      | 1,84                     | 0,326  | 35,289 | 20,375 | 7,742  | 15,892 | 20,375 | 44,010           |
| 31       | Болотная почва   | 0-7                        | 4,04                     | 36,828   | 21,905 | 22,509 | 5,419  | 10,838 | 2,501  | 18,758           |
|          |                  | 8-15                       | 1,52                     | 32,494   | 31,763 | 18,684 | 4,062  | 6,093  | 6,905  | 17,059           |
|          |                  | 20-30                      | 0,38                     | 63,200   | 17,527 | 3,614  | 6,826  | 1,205  | 7,629  | 15,660           |
|          |                  | 50-60                      | 0,80                     | 57,036   | 26,835 | 0,403  | 3,226  | 8,065  | 4,435  | 15,726           |

Анаэробные условия, переизбыток влаги и протекание восстановительных процессов приводят к образованию влажного оглеенного горизонта (8-15 см) с множеством мелких корней. Чем ближе к зеркалу грунтовых вод, тем ярче проявляется ржавчина. Верхний торфяной горизонт достаточно обеспечен гумусом (6,10 %), в ниже расположенном горизонте содержание гумуса падает (0,31-1,65 %). По содержанию азота верхний торфяной горизонт очень

высоко обеспечен (204,4 мг/кг почвы), обеспеченность фосфором повышенная (36,0 мг/кг почвы) (таблица 1).

Ионный состав водной вытяжки болотных почв показывает наличие солей в поверхностном торфяном горизонте в токсичной для растений концентрации (сумма солей 2,916 %). Однако, глубже расположенные горизонты практически не засолены (сумма солей <0,2 %). В торфяном горизонте в составе анионов преобладают хлориды и

сульфаты, причем последних больше. В связи с чем в указанном слое химизм засоления соответствует хлоридно-сульфатному (таблица 2).

Очень высокую емкость катионного обмена имеет торфяной горизонт (0-7 см), где ее значение равно 54,34 мг-экв на 100 г почвы. Остальные горизонты имеют низкую емкость катионного обмена (ЕКО 4,32-8,37 мг-экв на 100 г почвы). В составе катионов значительные доли занимают катионы кальция и магния (таблица 3).

Гранулометрический состав болотных почв показывает однородный супесчаный состав. Значение физической глины по профилю варьирует от 15,66 до 18,76 % (таблица 4).

Результаты проведенных спутниковых и наземных исследований позволили создать цифровую информационную базу данных засоленных и заболоченных почв полупустынной и сухостепной зон Абайской, Павлодарской и Карагандинской областей Казахстана (рисунок 3).



Рисунок 2 - Строение профиля болотной почвы

0-7 см - темно бурый, влажный, с прослойкой 2-3 см торфа разной степени разложения с густо переплетенными корнями, рыхлый, зернисто-комковатый, суглинок, вскипает поверхностный слой, переход резкий по цвету;

8-15 см - глеевый, влажный, комковатый, легкий суглинок, слабо уплотнен, много мелких корней, бурно вскипает от HCl, переход к следующему горизонту резкий по цвету;

16-33 см - серый с ржавчиной, влажный, слабо уплотнен, единичные корешки, бесструктурный, супесчаный, бурно вскипает от HCl, переход постепенный;

35-90 см - светлее чем предыдущий, тоже со ржавчиной, мокрый, книзу вода, рыхлый, бесструктурный, песчаный, грунтовая вода остановилась на уровне 45 см.



Рисунок 3 – Электронная цифровая информационная карта засоленных и заболоченных почв Казахстана

Разработанная интерактивная онлайн карта на базе программного обеспечения Arcgis – это система, позволяющая работать с онлайн-картами и связанной географической информацией, которая отображает, интегрирует и синтезирует значительный слой географической и описательной информации из различных источников. Для перехода на портал необходимо использовать следующую ссылку: <https://arcg.is/0bW0Gn0>. Так же карта доступна через QR код.

#### ВЫВОДЫ

1. Площадь засоленных почв республики составляет 35817,4 тысяч гектаров, удельный вес в процентах от всей площади сельскохозяйственных угодий (214348,8 тыс. га) –16,7%, а площадь заболоченных почв –1083,4 тысяч гектаров (0,5 % от всей площади сельхозугодий).

2. Площадь засоленных почв в Абайской области –1587,2 тыс. га; Павлодарской области –775,6 тыс. га; Карагандинской области –2604,6 тыс. га, заболоченных почв –111,7; 34,8 и 61,8 тыс. га соответственно.

3. Изучение современного состояния засоленных и заболоченных почв проводилось путем полевых работ по маршрутам, охватывающим территорию 3 административных областей республики. Проведено описание состояния почв 38 базовых точках.

4. Полученные данные о состоянии заболоченных и засоленных почв полупустынной и сухостепной зон позволяют: оценить состояние засоленных и заболоченных почв конкретной территории и разработать технологии по восстановлению их плодородия.

5. Отличительной чертой заболоченных почв полупустынной и сухостепной зон является наличие оторфованного гумусового горизонта (0-7 см) с сравнительно высоким содержанием гумуса (6,10 %) и нижележащих оглеенных горизонтов (8-15 см) с сопутствующими им признаками - наличие окисей железа, ржавость и т.д. (35-90 см). Засоленным почвам характерно высокое содержание легкорастворимых солей по всему профилю (в слое 0-90 см - 3,871-1,304 %), в верхнем слое особенно с преобладанием в почвенном растворе сульфатов и хлоридов натрия (в слое 0-10 см - 52,27 мг-экв  $SO_4^{2-}$ , 0,95 мг-экв  $Cl^-$ ).

6. Составлена база данных заболоченных и засоленных почв полупустынной и сухостепной зон, включающая следующие показатели: тип и подтип почвы, морфология профиля, содержание гумуса и питательных элементов, водорастворимых солей, гранулометрический состав, поглощенные основания и емкость катионного обмена.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Қалдыбаев С., Әбдірахымов Н., Бектаев Н., Абдраим Г. Қазақстанның шөлейт және құрғақ дала аймақтарының деградацияланған жайылымдарын бағалау, олардың геоақпараттық жүйесін құрастыру // Ғылым және білім, 2022. – Том 2. - №1 (66). – С. 67-76.

2. Yerzhanova K., Abdirakhymov N., Bektayev N., Abdraim G. Soil indicators in degraded pastures of foothill semi-desert and desert zone of Kazakhstan// Science and education, 2022. – Т.2. - №1 (66). – P. 12-21.

3. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2020 год. Нур-Султан, 2021. – С. 102-104.

4. Отчет о создании базы данных заболоченных и засоленных земель Казахстана за 2022 год. Алматы, 2022 – С 7-8.

5. Калдыбаев С. Засоленные почвы Казахстана и их мелиорация Учебник, Алматы, 2014. – 484 с.

6. Калдыбаев С. Қазақстанның тұзды топырақтары және оларды мелиорациялау Алматы, Издательство ИП «Центр Оперативной Полиграфии», 2016. – 502 с.
7. Нурсеитов Ж.Т., Калдыбаев С. Адаптивно-ландшафтная система мелиорации в Казахстане (теория, методология, практика) / Под общей редакцией академика АСХН РК доктора с-х наук Калдыбаева С. Монография. – Алматы, 2020. – 272 с.
8. Lusevics L. Seasonal changes of permanent wilting coefficient in some selected tropical soil, –Common Soil Sci. and Plant anal||. - 1980.- P. 843-853.
9. Wilson L.C. Time of somplng after an irrigation to determine field capacity of soil, –Canad Soil Sci.||, 1965. – 45 p.
10. Боровский В.М. Геохимия засоленных почв Казахстана. Москва. Изд-во «Наука». 1978. - 190 с.
11. Глазовский Н.Ф. Избранные труды. Т. 1-2. Российская Академия наук. 2006. – 535 с.
12. Мазиков В.М. Дистанционная диагностика свойств почв и почвенного покрова// Диссертация на соискание степени доктора географических наук. Москва, 2001. – 222 с.
13. Wu J., Vincent B., Yang J., Bouarfa S., Vidal A. 2008. Remote Sensing Monitoring of Changes in Soil Salinity: A Case Study in Inner Mongolia, China. // Sensors, - P. 7035-7049.
14. Khan N.M., Rastoskuev V.V., Shalina E.V., Sato Y. 2001. Mapping salt-affected soils using remote sensing indicators – a simple approach with use of GIS IDRISI // 22nd Asian Conference on Remote Sensing. 5-9 November 2001, Singapore.
15. Al-Khaier F. 2003. Soil Salinity Detection Using Satellite Remote Sensing// PhD Thesis. International Institute for Geo-information Sceince and Earth observation. Enschede, the Netherlands. 61 p.
16. Т. Тазабеков и др. Практикум по почвоведению. Выпуск IV. Алма-ата 1970. -117 с.
17. Chavez, P. S. Jr, 1988. An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data. Remote Sensing of the Environment, №24. – P. 459-479.
18. Chavez, P. S. Jr, 1989. Radiometric Calibration of Landsat Thematic Mapper Multispectral Images. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 55(9). – P.1285-1294.
19. Классификация и диагностика почв СССР. Колос. 1977. - 175 с.
20. Основные диагностические показатели почв равнинных, горных и предгорных территорий. Алма-Ата. 1989-1995. - Том I и II.

## REFERENCES

1. Kaldybaev S., Abdirahymov N., Bektaev N., Abdraim G. Kazakstannyn sholeit zhane kurgak dala aimaktarynyn degradaciyalangan zhailylymdaryn bagalau, olardyn geoakparattyk zhuiesin kurastyru // Gylm zhane bilim, 2022. – Tom 2. - №1 (66). – B. 67-76.
2. Yerzhanova K., Abdirakhymov N., Bektayev N., Abdraim G. Soil indicators in degraded pastures of foothill semi-desert and desert zone of Kazakhstan // Science and education, 2022. – Vol.2. - №1 (66). – P. 12-21.
3. Svodnij analiticheskii otchet o sostoyanii i ispolzovanii zemel Respubliki Kazahstan za 2020 year. Nur-Sultan, 2021. – P. 102-104.
4. Report on the creation of a database of wetlands and saline lands of Kazakhstan for Almat, - 2022. - P. 7-8.
5. Kaldybaev S. Zasolennye pochvy Kazahstana i ih melioraciya Uchebnik, Almaty, 2014. –484 p.
6. Kaldybaev S. Kazakstannyn tuzdy topyraktary zhane olardy melioraciyalau Al-

maty, Izdatelstvo IP «Centr Operativnoi Poligrafii», 2016. – 502 p.

7. Nurseitov Zh.T., Kaldybaev S. Adaptivno-landshaftnaya sistema melioracii v Kazahstane (teoriya, metodologiya, praktika) / Pod obshchei redakciei akademika ASKHN RK doktora s-h nauk Kaldybaeva S. Monografiya. – Almaty, 2020. – 272 p.

8. Lusevics L. Seasonal changes of permanent wilting coefficient in some selected tropical soil, «Common Soil Sci. and Plant anal». - 1980.- P. 843-853.

9. Wilson L.C. Time of sompling after an irrigation to determine field capacity of soil, «Canad Soil Sci», 1965. – 45 p.

10. Borovskii V.M. Geohimiya zasolennyh pochv Kazahstana. Moskva. Izd-vo «Nauka». 1978.- 190 p.

11. Glazovskii N.F. Izbrannye trudy. T.1-2.Rossiyskaya Akademiya nauk. 2006. – 535 p.

12. Mazikov V.M. Distancionnaya diagnostika svoistv pochv i pochvennogo pokrova// Dissertaciya na soiskanie stepeni doktora geograficheskikh nauk. Moskva, 2001. – 222 p.

13. Wu J., Vincent B., Yang J., Bouarfa S., Vidal A. 2008. Remote Sensing Monitoring of Changes in Soil Salinity: A Case Study in Inner Mongolia, China. // Sensors, P. 7035-7049.

14. Khan N.M., Rastoskuev V.V., Shalina E.V., Sato Y. 2001. Mapping salt-affected soils using remote sensing indicators – a simple approach with use of GIS IDRISI. // 22nd Asian Conference on Remote Sensing. 5-9 November 2001, Singapore.

15. Al-Khaier F. 2003. Soil Salinity Detection Using Satellite Remote Sensing. // PhD Thesis. International Institute for Geo-information Science and Earth observation. Enschede, the Netherlands. 61 p.

16. T. Tazabekov i dr. Praktikum po pochvovedeniu. Vypusk IV. Alma-ata 1970. - 116p.

17. Chavez, P. S. Jr, 1988. An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data. Remote Sensing of the Environment, №24. – P. 459-479.

18. Chavez, P. S. Jr, 1989. Radiometric Calibration of Landsat Thematic Mapper Multispectral Images. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 55(9).- R1285-1294.

19. Klassifikaciya i diagnostika pochv SSSR.Kolos.1977. - 175 p.

20. Osnovnye diagnosticheskie pokazateli pochv ravninnyh, gornyh i predgornyh territorii. Alma-Ata. 1989-1995. - Tom I i II.

#### ТҮЙІН

К.Мансурова<sup>1\*</sup>, С.Калдыбаев<sup>1</sup>, А.Наушабаев<sup>1</sup>, Н.Абдрахымов<sup>1</sup>, Н.Бектаев<sup>1</sup>

ҚАЗАҚСТАННЫҢ АБАЙ, ПАВЛОДАР ЖӘНЕ ҚАРАҒАНДЫ ОБЛЫСТАРЫНЫҢ  
ЖАРТЫЛАЙ ШӨЛЕЙТ ЖӘНЕ ҚҰРҒАҚ ДАЛА АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ ТҰЗДАНҒАН ЖӘНЕ  
БАТПАҚТАНҒАН ЖЕРЛЕРІНІҢ АҚПАРАТТЫҚ БАЗАСЫН ӘЗІРЛЕУ

<sup>1</sup>«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ,

050010, Алматы қ., Абай даңғылы 8, Қазақстан,

\*e-mail: mansurova\_kamshat@mail.ru

Бұл мақалада авторлар Қазақстанның Абай, Павлодар және Қарағанды облыстарының жартылай шөлейт және құрғақ дала аймақтарының тұзданған және батпақтанған топырақтарын анықтау үшін жер үсті далалық жұмыстар барысында топырақ-морфогенетикалық көрсеткіштерді әзірлеп, пайдаланған. Қазақстанда цифрлық технологиялар негізінде тұзды және батпақты топырақтарды басқару мен мониторингтеу бойынша ғылыми және практикалық ережелер өкінішке орай бүгінгі күнге әлі жоқ. Биыл

әзірлеме топырақтық-климаттық аймақтардың орналасуына байланысты осындай жерлердің орналасқан жерін анықтауға мүмкіндік береді. Бұдан басқа, осы топырақтың тұздану дәрежесін ескере отырып, картографиялық моделін әзірлеу өнімді ұзақ өмір сүруін кейіннен сақтай отырып, оларды игеру (жақсарту) жөнінде ұсыныстар әзірлеуге мүмкіндік береді. Тұзды және батпақты топырақтардың қазіргі жағдайын зерттеу республиканың 3 әкімшілік облысын қамтитын бағыттар бойынша дала жұмыстары арқылы жүргізілді. Жартылай шөлейт және құрғақ дала аймақтардың тұзды және батпақты топырақтарының дерекқоры жасалды, ол келесі көрсеткіштерді қамтиды: топырақтың типі және типшесі, топырақ кескіні, морфологиясы, қарашірік пен қоректік элементтердің, суда еритін тұздардың құрамы, гранулометриялық құрамы, сіңірілген негіздер және катионды алмасу сыйымдылығы.

*Түйінді сөздер:* ақпараттық база, тұздану, батпақтану, қашықтықтан зондтау, тұзды топырақ, батпақты топырақ.

#### SUMMARY

K.Mansurova<sup>1\*</sup>, S.Kaldybayev<sup>1</sup>, A.Naushabayev<sup>1</sup>, N.Abdirakhymov<sup>1</sup>, N.Bektayev<sup>1</sup>

#### DEVELOPMENT OF AN INFORMATION DATABASE OF SALINE AND WETLANDS IN SEMI-DESERT AND DRY STEPPE ZONES OF ABAI, PAVLODAR AND KARAGANDA REGIONS OF KAZAKHSTAN

<sup>1</sup>*NJSC «Kazakh National Agrarian Research University»,*

*050010, Almaty, Abay avenue 8, Kazakhstan, \* e-mail: mansurova\_kamshat@mail.ru*

In this article, the authors have developed and used soil morphogenetic indicators in the course conducted ground field work to determine saline and waterlogged soils in the semi-desert and dry steppe, zones of the Abay, Pavlodar and Karagandy regions of Kazakhstan. In Kazakhstan, there are no practical and scientific provisions for monitoring and managing saline and waterlogged soils based on digital technologies. This development makes it possible to determine the location of such lands depending on the location of soil and climatic zones. And also, the development of a cartographic model of these soils with the determination of the degree of their salinity makes it possible to develop recommendations for their development (improvement) with the subsequent preservation of productive longevity. The study of the current state of saline and waterlogged soils was carried out through field work along routes covering the territory of 3 administrative regions of the republic. Descriptions of the state of soils were carried out at 28 base points. A database of saline and waterlogged soils of the semi-desert and dry steppe (latitudinal), zones has been compiled, including the following indicators: soil type and subtype, profile morphology, content of humus and nutrients, water-soluble salts, particle size distribution, absorbed bases, and cation exchange capacity.

*Key words:* information base, salinization, waterlogging, remote sensing, salt marsh soil, swamp soil.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Мансурова Камшат Алмабековна - докторант кафедры «Почвоведения, агрохимии и экологии», e-mail: mansurova\_kamshat@mail.ru

2 Калдыбаев Сагынбай - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведения, агрохимии и экологии», sagynbay@gmail.com

3 Наушабаев Асхат Хамитович - PhD доктор, ассоциированный профессор кафедры «Почвоведения, агрохимии и экологии», e-mail: askhat.naushabayev@kaznaru.edu.kz

4 Абдрахымов Ниет Абдрахымович - PhD доктор, старший преподаватель кафедры «Почвоведения, агрохимии и экологии», e-mail: boss.niet85@gmail.com,

5 Бектаев Нурғали - докторант кафедры «Почвоведения, агрохимии и экологии», e-mail: nurgali.bektayev@mail.ru