

Научная статья  
УДК 631.412  
doi: 10.28983/asj.y2023i5pp47-56

**Оценка современного физико-химического состояния аллювиальных почв  
Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги**

Арстам Алмгалиевич Уталиев<sup>1</sup>, Андрей Павлович Сорокин<sup>2</sup>, Людмила Вячеславовна Яковлева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Агро-Департамент», г. Астрахань, Россия

<sup>2</sup>Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева, г. Астрахань, Россия

e-mail: sor-and@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию современного физико-химического состояния аллювиальных темногумусовых почв заливных сенокосных угодий Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Аллювиальные почвы формируются в особых «земноводных» условиях и являются результатом аллювиальных и почвообразовательных процессов, динамичны и в естественных, и в антропогенных условиях. Они находятся в подчиненном положении и являются барьерами и накопителями различных химических элементов, выполняя при этом санитарно-гигиеническую роль в пойменных и дельтовых экосистемах. Особую значимость в связи с возросшей антропогенной нагрузкой на аллювиальные почвы приобретает исследование их физико-химического состояния, которое влияет на миграцию химических элементов. Аллювиальные почвы Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги характеризуются многочленным профилем, в котором чередуются почвенные горизонты различной степени развитости с речными наносами. Почвы исследуемых ландшафтов отличаются хорошим агрофизическим и относительно удовлетворительным агрохимическим состоянием. Установлено, что обваловка территории, как в дельте, так и в пойме, негативно влияет на физико-химическое состояние аллювиальных почв и активно развивает вторичное засоление. Основное внимание уделено агрохимическим свойствам аллювиальных темногумусовых почв – содержанию гумуса и питательных элементов. По гранулометрическому составу исследуемые почвы средне- и тяжелосуглинистые, имеют хороший запас продуктивной влаги. В почвах юго-восточной части поймы наиболее ярко проявляются процессы засоления, дегумификации и подщелачивания.

**Ключевые слова:** луговые ландшафты; аллювиальные почвы; агрофизические и агрохимические свойства; антропогенное влияние.

**Для цитирования:** Уталиев А. А., Сорокин А. П., Яковлева Л. В. Оценка современного физико-химического состояния аллювиальных почв Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги // Аграрный научный журнал. 2023. № 5. С. 47–56. [http: 10.28983/asj.y2023i5pp47-56](http://10.28983/asj.y2023i5pp47-56).

AGRONOMY

Original article

**Assessment of the current physical and chemical status of the alluvial soils  
of the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga delta**

Arstam A. Utaliev<sup>1</sup>, Andrey P. Sorokin<sup>2</sup>, Lyudmila V. Yakovleva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agro-Department, Astrakhan, Russia

<sup>2</sup>Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Astrakhan, Russia

e-mail: sor-and@mail.ru

**Abstract.** The article dwells upon the study of the current physico-chemical status of the alluvial dark-humus soils of the floodplain hayfields of the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga delta. Alluvial soils are formed in special semiaquatic conditions; they are the result of alluvial and soil-forming processes. Considered to be dynamic both in natural and anthropogenic conditions. They have subordinate status and remain to be barriers and accumulators of various chemical elements while performing a sanitary and hygienic role in floodplain and delta ecosystems. Due to the increased anthropogenic load on alluvial soils, the study of their physico-chemical status, which affects the migration of chemical elements, becomes particularly significant. The alluvial soils of the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga delta are characterized by a polynomial profile in which soil horizons of varying development degrees alternate with river sediments. The soils of the studied landscapes are characterized by good agrophysical and relatively satisfactory





agrochemical condition. It was found that bunds on the territory of the delta as well as in the floodplain have negative impact on the physico-chemical status of alluvial soils and actively develop secondary salinization. The focus is on the agrochemical properties of alluvial dark-humus soils, particularly on the content of humus and nutrients. According to the granulometric composition, the studied soils are medium and heavy loamy, they have a good supply of productive moisture. In the soils of the Southeastern part of the floodplain, the processes of salinization, dehumification and alkalization are most present.

**Keywords:** grassland landscapes; alluvial soils; agrophysical and agrochemical properties; anthropogenic influence.

**For citation:** Utaliev A. A., Sorokin A. P., Yakovleva L. V. Assessment of the current physical and chemical status of the alluvial soils of the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga delta. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(5):47–56. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i5pp47-56](http://10.28983/asj.y2023i5pp47-56).

**Введение.** Астраханская область – район пустынно-степного типа почвообразования, характеризующийся малым количеством атмосферных осадков, высоким испарением, сухостью воздуха и господством сухих восточных ветров. Эти зональные природные факторы дополняются здесь заметным участием в процессе почвообразования каспийских и волжских вод, под влиянием которых формируются аллювиальные луговые почвы. Они самые плодородные в регионе и используются не только в качестве пашни, но и в качестве заливных сенокосов [19], составляют основу лучших природных кормовых угодий и являются очагами интенсивного сенокоса и кормопроизводства [5].

Аллювиальные почвы речных долин изучены достаточно подробно [2, 3, 6, 7, 12, 14, 22–26]. Вместе с тем, почвы интенсивных агроэкосистем Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги изучены недостаточно. Отсутствие полных данных по составу и свойствам этих почв затрудняет разработку экологической оценки природных кормовых угодий.

Под сенокосные угодья на территории Астраханского региона отведены, как правило, луговые ландшафты, подвергающиеся ежегодным весенне-летним половодьям. В связи с этим почвы данных ландшафтов испытывают минимальное антропогенное воздействие и сохраняют естественное течение основных процессов почвообразования, характерных для аллювиальных почв. Исключение составляют антропогенно преобразованные луговые ландшафты, которые в результате развития инфраструктуры, в частности строительства автомобильных и железных дорог, подверглись обваловке для защиты инженерных сооружений от размыва паводковыми водами, тем самым нарушая гидрологический режим ландшафта в целом и почв в частности.

На некоторых «обвалованных» территориях, в основном в дельте, только лишь на 2–3 недели сдвигаются сроки смыкания поверхностных и грунтовых вод, а воздействие паводка на почвообразование, в том числе на продуктивность, остается неизменным. В пойме же существенно изменились сроки и уровень паводка по сравнению с естественными ландшафтами. В маловодные годы затопления почв практически не происходит, что нарушает почвообразовательные процессы, протекающие в пойме.

Целью исследования является изучение и анализ современного физико-химического состояния аллювиальных почв заливных сенокосов естественных и антропогенно измененных луговых ландшафтов, расположенных на территории Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги, как основной кормовой базы региона.

Рабочая гипотеза исследования заключается в следующем: антропогенное преобразование луговых ландшафтов (обваловка) оказывает негативное влияние на общее физико-химическое состояние аллювиальных почв путем отклонения их от естественного гидрологического режима независимо от месторасположения в регионе.

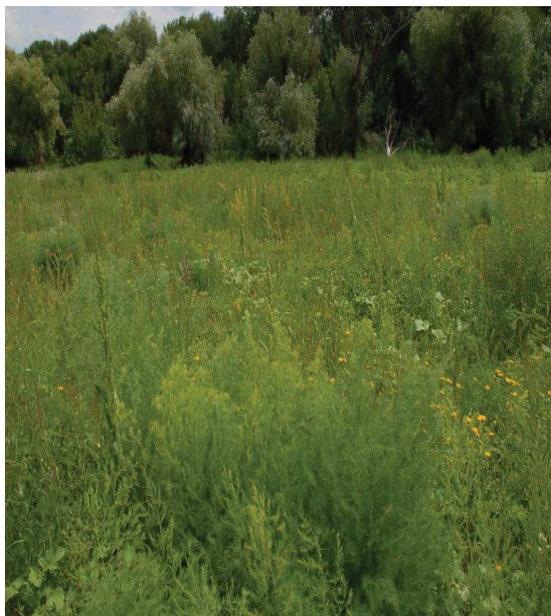
**Методика исследований.** Полевые исследования почвенного покрова луговых ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги проводили методом «ключей», при помощи которого проводится детальное изучение морфологических признаков почв, их агрофизических и химических свойств. Затем результаты интерполируются и экстраполируются на более обширные территории. Как правило, данный метод применяется при исследовании почв равнинных ландшафтов с однородной структурой почвенного покрова и рельефа [18].

В качестве объектов исследования были выбраны аллювиальные почвы естественных луговых ландшафтов, расположенных в центральной (рис. 1, а) части Волго-Ахтубинской поймы

и в западной (рис. 1, в) части дельты Волги. Также изучали почвы антропогенно измененных луговых ландшафтов, расположенных в юго-восточной (рис. 1, б) части поймы и центральной (рис. 1, г) части дельты, подверженные влиянию весенне-летних паводков. Исследуемые территории подвергаются периодическому антропогенному воздействию и используются в качестве сенокосов.

Рельеф объектов исследования однороден, почвенный покров представлен аллювиальными темногумусовыми гидрометаморфическими почвами на рыхлых аллювиальных отложениях. Отличительной чертой почв луговых пойменных ландшафтов является общая мощность горизонтов А и АВ, которая в сумме колеблется от 65 до 67 см, что значительно больше, чем в почвах дельтовых экосистем [19]. Почвы отличаются также сравнительно хорошей оструктуренностью верхних горизонтов, четким обособлением зон окисления, восстановления, интенсивным проявлением процессов оглеения в нижних частях профиля, слоистостью [5].

На территории каждого объекта исследования были заложены полнопрофильные почвенные разрезы, проведено подробное морфологическое описание почв и отобраны почвенные образцы (ГОСТ Р 58595-2019; ГОСТ 17.4.3.01-2017) для дальнейшего лабораторного исследования. Отбор образцов проводили с поверхностного гумусового горизонта А в виде смешенного образца методом конверта по всей его мощности.



*а*



*б*



*в*



*г*

*Рис. 1. Ландшафты объектов исследования (а – центральная пойма, б – юго-восточная пойма, в – западная дельта, г – центральная дельта)*





Исследования проводили серией стационарных и экспедиционных выездов. Закладку почвенных разрезов и отбор проб проводили в межливневый период низкого стояния воды в водотоках (июль-август 2021 г.), чтобы исключить влияние паводковых и высоких грунтовых вод на результаты исследования.

Для физико-химической характеристики аллювиальных почв исследуемых луговых ландшафтов определяли следующие показатели: рН и плотный остаток водной вытяжки (ГОСТ 26423-85); подвижные формы фосфора и калия по методу Мачигина в модификации по ЦИНАО (ГОСТ 26205-91); органическое вещество по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91). По результатам определения углерода органических соединений рассчитывали содержание гумуса путем умножения на коэффициент. Также определяли подвижные соединения цинка, марганца, меди и кобальта по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50686-94, ГОСТ Р 50685-94, ГОСТ Р 50683-94), подвижные соединения бора по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50688-94); гранулометрический состав пипед-методом с использованием пирофосфата натрия [21]; плотность буровым методом с использованием бура Качинского [16]; влажность термостатно-весовым методом [16]. Запасы влаги (ЗВ, мм водн. столба) в гумусовом горизонте рассчитывали по формуле:

$$ЗВ = \frac{W * p_b * h}{10},$$

где  $W$  – влажность почвы, %;  $p_b$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;  $h$  – мощность гумусового слоя [16].

Оценку физико-химического состояния проводили по величине коэффициента вариации; влияние антропогенного вмешательства в естественное развитие почв и на показатели почвенных свойств подтверждали значениями коэффициентов корреляции.

Компьютерную обработку, расчеты и графическую интерпретацию результатов исследования осуществляли при помощи программ MS Excel 2007 и Statistica v. 6.

**Результаты исследований.** Установлено, что водно-физические свойства оказывают влияние на высоту травостоя, проективное покрытие и продуктивность естественной растительности луговых почв, как на уровне почвенного типа, так и на ландшафтном уровне [17]. Также установлено, что аллювиальные луговые насыщенные (темногумусовые гидрометаморфические) почвы сенокосов отличаются благоприятными агрофизическими свойствами [11, 13, 20].

Исходя из полученных результатов исследования и анализа физических свойств аллювиальных почв, подробного морфологического описания, было установлено, что исследуемые почвы отличаются довольно хорошим агрофизическим состоянием (рис. 2). Показатели плотности почв укладываются в оптимальные нормативы для естественных (не окультуренных) почв, гранулометрический состав варьирует от среднего до тяжелого суглинка, структура – от мелко- до крупнокомковатой; верхние горизонты исследуемых почв достаточно хорошо обеспечены продуктивной влагой.

По величине коэффициента вариации агрофизические показатели обладают слабой (4 %), значительной (17 %) и большой (35 %) степенью варьирования плотности, содержания физической глины и продуктивной влаги в почвах исследуемых луговых ландшафтов. Что свидетельствует о более стабильном агрофизическом состоянии исследуемых почв.

Большую вариацию запасов продуктивной влаги по почвам можно не брать в расчет, так как ее величина напрямую зависит от мощности горизонта, что повлияло на вариацию данного параметра. Наиболее стабильным показателем оказалась плотность.

Как видно из рис. 2 агрофизические показатели почв исследуемых луговых ландшафтов не зависят от антропогенного преобразования, за исключением плотности, что подтверждается коэффициентами корреляции ( $r_{p_b} = 0,62$ ). Максимальной плотностью отличаются почвы обвалованного участка юго-восточной поймы, что свидетельствует о влиянии недостатка паводкового увлажнения на физическое состояние почв.

В отличие от вышесказанного показатели современного агрохимического состояния почв варьируют в широких пределах (см. таблицу). Например, большой степенью варьирования отличается содержание гумуса в почвах экосистем объектов исследования, коэффициент вариации

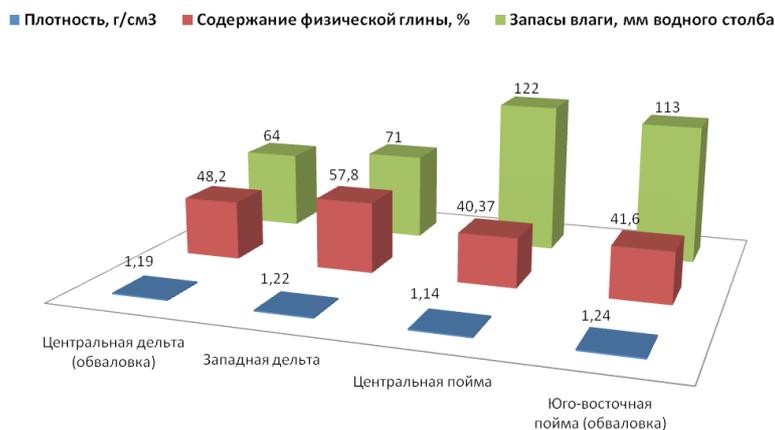


Рис. 2. Распределение агрофизических показателей почв по объектам исследования

равен 39 %. На рис. 3 приведено распределение содержания гумуса в верхних горизонтах почв по объектам исследования. Наибольшим содержанием гумуса обладает почва луговых экосистем не обвалованной Центральной поймы, где сохранилось естественное течение процессов образования и накопления гумусовых веществ под воздействием поемного, аллювиального и дернового процессов почвообразования.

#### Показатели агрохимического состояния почв

Объект исследования	Мощность гумусового горизонта, см	Гумус, %	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий подвижный, мг/кг	pH	ЛРС, %
Центральная часть дельты Волги	12	4,19	16	128	7,31	0,81
Западная часть дельты Волги	23	3,35	17	296	7,45	0,42
Центральная часть Волго-Ахтубинской поймы	60	4,65	42	237	5,32	0,17
Юго-восточная часть Волго-Ахтубинской поймы	44	1,62	32	273	8,10	0,68

Наименьшим содержанием гумуса характеризуется почва юго-восточной части поймы, где равнинный луговой ландшафт был подвержен антропогенному преобразованию, а именно, обваловке территории с целью защиты автодороги от размыва паводковыми водами. В результате этого на данной территории нарушился естественный процесс развития ландшафта, в том числе почвообразование, наблюдается процесс дегумификации.

Почвы дельты характеризуются довольно высоким содержанием гумуса. Почвы обвалованного лугового ландшафта дельты также отличаются высоким содержанием гумуса в верхнем гори-



Рис. 3. Распределение содержания гумуса верхнего горизонта почв по объектам исследования



зонте, что свидетельствует об отсутствии антропогенного влияния на почвообразование. В данном случае обваловка территории была сделана с той же целью, что и в ландшафте поймы. Однако здесь она кардинально не поменяла ситуацию, и процессы почвообразования в совокупности с гидрологическими процессами протекают интенсивно, за исключением сроков наступления паводка, который задерживается на две-три недели по сравнению с естественными ландшафтами.

Результаты проведенного анализа распределения гумуса в почвах естественных и антропогенно преобразованных луговых ландшафтов и его зависимость от обваловки территорий подтверждаются достаточно высоким положительным коэффициентом корреляции ( $r_{\text{гумус}} = 0,76$ ).

Достаточно динамичными показателями, с точки зрения коэффициентов вариации, оказались элементы питания, подвижный фосфор и калий (46 и 32 % соответственно). Ученые отмечают, что аллювиальные темногумусовые почвы характеризуются низким содержанием подвижного фосфора и высоким содержанием калия [4, 5, 9, 10]. Полученные результаты подтверждают данный факт с точки зрения обеспеченности исследуемых почв элементами питания, они варьируют от очень низкой до низкой по фосфору и от очень высокой до высокой по калию [1].

Большим содержанием подвижного фосфора отличаются аллювиальные почвы поймы. Меньшее содержание зафиксировано в почве антропогенно измененного ландшафта, что, возможно, связано с влиянием данного фактора. Меньшими значениями содержания подвижного фосфора отличаются почвы дельты, минимальное значение зафиксировано в почве антропогенно измененного лугового ландшафта.

Какие-либо закономерности, замеченные ранее в распределении подвижного калия в почвах по объектам исследования, отсутствуют, за исключением одной. Наибольшим значением отличается почва лугового ландшафта западной дельты, а наименьшим (более чем в 2 раза) – почва антропогенно измененного лугового ландшафта Центральной дельты. Почвы пойменных луговых ландшафтов также высоко обеспечены калием, больше обеспечены почвы обвалованного ландшафта.

Наибольшей величиной коэффициента вариации отличается содержание легкорастворимых солей в верхних горизонтах исследуемых почв естественных и антропогенно измененных ландшафтов (55 %), а наименьшей среди химических свойств – реакция среды (17 %). В распределении обоих показателей прослеживаются отмеченные нами ранее закономерности (рис. 4).

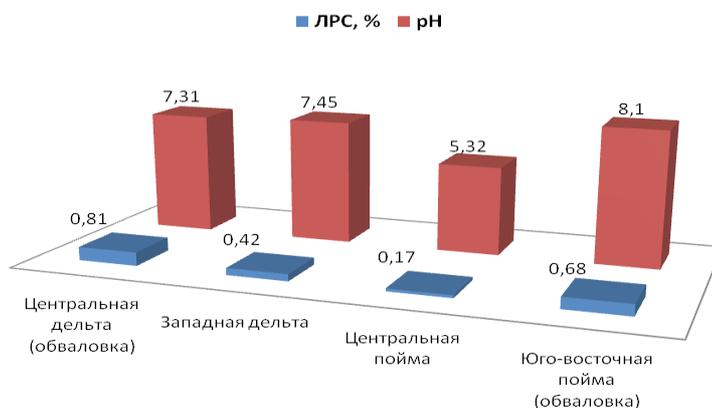


Рис. 4. Распределение содержания солей и реакции среды в верхнем горизонте почв по объектам исследования

Анализируя полученные данные, можно заметить четкую взаимосвязь концентрации солей и реакции среды в верхних горизонтах почв с обваловкой территории, что подтверждается высокими значениями коэффициентов корреляции: 0,75 и 0,69 соответственно.

Наибольшим содержанием солей в гумусовом горизонте отличаются аллювиальные почвы обвалованного лугового ландшафта Центральной дельты (см. рис. 4). В незначительно меньшей концентрации содержатся в почвах обвалованного ландшафта поймы. В почвах необвалованных ландшафтов солей содержится гораздо меньше, что напрямую связано с антропогенными преобразованиями.

В отличие от других типов почв аллювиальные луговые почвы склонны к засолению в результате испарения грунтовых вод [8] и находятся в зоне риска эволюции до солончаков луговых





гидроморфных. Обваловка не только препятствует проникновению паводковых вод на территорию, но и замедляет их уход обратно, в русла водотоков, способствуя тем самым активации на более длительный период процессов испарения поверхностных вод, а затем и влаги из почвы. Это, в свою очередь, ведет к миграции и последующей аккумуляции солей из нижележащих почвенных слоев в поверхностные горизонты. В естественных же условиях процесс схода паводковых вод обратно в русла водотоков проходит беспрепятственно и достаточно быстро, «промывая» тем самым верхние горизонты почв от легкорастворимых солей и способствуя их миграции вниз по профилю и в грунтовые воды.

Почвы дельты отличаются нейтральной реакцией среды независимо от обваловки. Реакция среды в почвах поймы изменяется от слабокислой в естественном ландшафте, до слабощелочной – в антропогенно преобразованном ландшафте. В нем из-за обваловки заметны процессы ухудшения агрохимического состояния почв, которые ведут в сторону деградации до опустынивающегося типа с высоким содержанием солей и щелочной реакцией среды.

Большое влияние на накопление и миграцию микроэлементов в аллювиальных почвах оказывают грунтовые и склоновые воды, способствующие переносу микроэлементов с водоразделов в поймы. Одновременно при фильтрации паводковых вод происходит вынос ряда элементов из одних горизонтов в другие или за пределы почвенного профиля. Это создает значительную сложность и пестроту распределения микроэлементов в аллювиальных почвах [15], которые обогащены многими микроэлементами (бором, ванадием, медью, марганцем), валовое содержание которых значительно варьирует [5].

Содержание микроэлементов в аллювиальных почвах исследуемых ландшафтов варьирует в широких пределах согласно коэффициентам вариации, полученным для меди (61 %), бора (60 %), кобальта (34 %) и марганца (31 %), за исключением цинка (15 % – значительная).

Большим содержанием подвижной меди (рис. 5) отличаются аллювиальные почвы поймы. В почвах естественного ландшафта меди содержится больше. Аналогично распределена медь и по почвам дельты. Наименьшее ее содержание зафиксировано в почве антропогенно преобразованного ландшафта Центральной дельты.

По распределению подвижного бора по объектам исследования наблюдается другая картина: наибольшим содержанием отличается почва естественного ландшафта дельты, незначительно ей уступает почва естественного ландшафта поймы. В почвах антропогенно преобразованных ландшафтов подвижного бора намного меньше (более чем в 3 раза). Зависимость содержания бора от обваловки подтверждена высоким значением коэффициента корреляции ( $r_B = 0,90$ ).

Наибольшим содержанием кобальта отличается почва обвалованного ландшафта Центральной дельты, наименьшим – почва естественного ландшафта Западной дельты. Почвы поймы содержат практически одинаковое его количество в гумусовом горизонте.

Что касается марганца, то почвы поймы отличаются большим и одинаковым его содержанием, наименьшим (более чем в 2 раза) – характеризуется почва естественного ландшафта Западной дельты. Так же, как и по марганцу почвы поймы характеризуются большим содержанием подвижного цинка, почвы дельты – меньшим.

Также почвы антропогенно преобразованных ландшафтов и поймы и дельты характеризуются большим содержанием цинка по сравнению с почвами аналогичных речных районов естественных ландшафтов. Обратная зависимость содержания подвижного цинка в почвах от обваловки луговых ландшафтов подтверждается отрицательным коэффициентом корреляции ( $r_{zn} = -0,61$ ).

**Заключение.** Аллювиальные темногумусовые почвы заливных сенокосных лугов Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги отличаются хорошим агрофизическим состоянием и, в целом, удовлетворительными агрохимическими свойствами. С одной стороны, довольно высокое, по сравнению с почвами зонального ряда, содержание гумуса (4,65–4,19 %) и подвижного калия (273–296 мг/кг), а с другой – низкое содержание подвижного фосфора (42–17 мг/кг) и микроэлементов, за исключением бора, высокое содержание легкорастворимых солей (0,42–0,81 %) в совокупности характеризует агрохимическое состояние почв как удовлетворительное.

В ходе проведенного сравнительного анализа аллювиальных почв исследуемых ландшафтов установлено, что на их современное физико-химическое состояние по большинству показате-

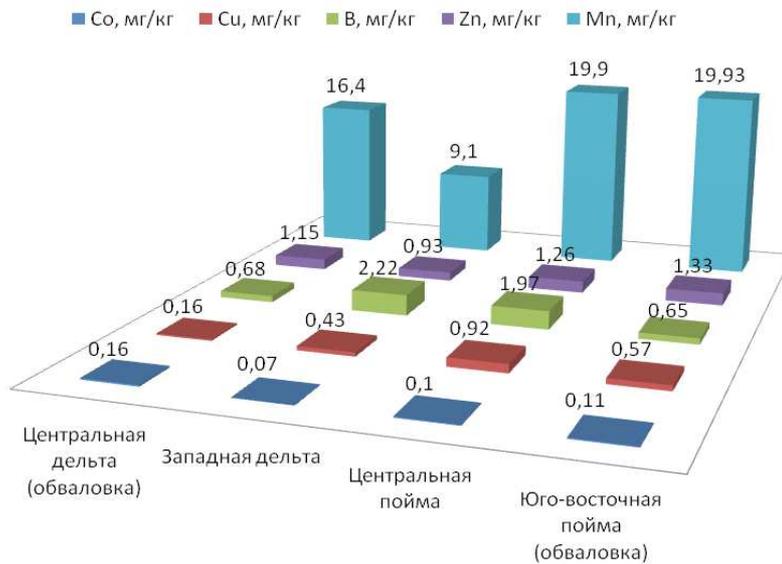


Рис. 5. Распределение содержания микроэлементов в верхнем горизонте почв по объектам исследования

телей оказывает влияние обваловка. Особенно сильно она влияет на солевое состояние данных почв. Выдвинутые гипотезы были подтверждены статистически значимыми коэффициентами корреляции.

Влияние антропогенного вмешательства в естественный ход почвообразования на обвалованных территориях сильнее выражено в почвах поймы, чем дельты. Это показано при проведении анализа по целому ряду параметров, таких как содержание гумуса, элементов питания, реакции среды и др.

Также было установлено, что по целому ряду агрофизических и агрохимических показателей аллювиальные почвы поймы отличаются от аллювиальных почв дельты в лучшую сторону. Исключение составили содержание гумуса и реакция среды, по значениям которых можно судить о недостаточном увлажнении и проявлении начальных этапов процессов эволюции аллювиальных темногумусовых почв в опустынивающийся тип аллювиальных почв в луговых ландшафтах юго-восточной части поймы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимическая характеристика почв Астраханской области: справочник / Ю. Б. Салина [и др.]. Астрахань: Типография «Молния», 2020. 68 с.
2. Балабко П. Н., Просьянников Е. В., Капля В. С. Аллювиальные почвы бассейна Днепра, особенности их формирования и экологическое состояние // Экология речных бассейнов. Владимир, 2002. С. 68–71.
3. Белевич Е. Ф. Развитие низовьев дельты Волги // Известия АН СССР. Серия: геогр. 1978. № 5. С. 79–89.
4. Володин Д. А., Яблонских Л. А., Салманова С. В., Божко С. Н. Физико-химические и химические свойства фоновых почв долины реки Икорец // Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. 2012. Т. 17. № 6. С. 1551–1554.
5. Добровольский Г. В., Балабко П. Н., Стасюк Н. В., Быкова Е. П. Аллювиальные почвы речных пойм и дельт и их зональные отличия // Аридные экосистемы. 2011. Т. 17. № 3(48). С. 5–13.
6. Добровольский Г. В. Учение о почвообразовании в поймах и дельтах рек и его значение в развитии генетического почвоведения // Почвоведение. 1984. № 12. С. 27–33.
7. Егоров В. В., Попов А. А., Коновалов Н. Н. Укрупненное почвенно-мелиоративное районирование Волго-Ахтубинской поймы // Почвоведение. 1962. № 3. С. 16–29.
8. Залибеков З. Г., Биарсланов А. Б., Мамаев С. А. О циклах соленакопления и классификации засоленных почв дельтово-аллювиальных равнин Прикаспийской низменности // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2020. № 1(80). С. 85–92. DOI 10.33580/2541-9684-2020-64-1-84-91.
9. Иванова Н. Н., Каргин В. И., Данилов А. Н., Летучий А. В. Агрохимические свойства аллювиальных почв поймы реки Инсар // Аграрный научный журнал. 2019. № 11. С. 8–12. DOI 10.28983/asj.y2019i11pp8-12.





10. Иванова Н. Н., Каргин В. И., Панасов М. Н., Молчанова Н. П. Влияние сельскохозяйственных культур на агрохимические свойства аллювиальных почв центральной поймы реки Мокша // Аграрный научный журнал. 2019. № 8. С. 17–23. DOI 10.28983/asj.y2019i8pp17-23.
11. Ильин Ю. М., Мангатаев А. Ц. Физические свойства аллювиальной луговой почвы сухостепной зоны Западного Забайкалья // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. 2021. № 3. С. 14–20. DOI 10.18101/2587-7143-2021-3-14-20.
12. Ковда В. А. Почвы дельты Волги и их место в почвообразовании // Тр. Гос. океаногр. ин-та. 1951. Вып. 18/30. С. 277–301.
13. Королев В. А. Водно-физические свойства аллювиальных луговых почв поймы верхнего Дона // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2014. № 1. С. 61–66.
14. Кузьменко И. Т., Павлова М. П., Богомолова Р. Т., Тюрюканов А. Н. Почвы и первичная биологическая продуктивность пойм рек центральной России. М.: Наука, 1977. 152 с.
15. Мартынов А. В. Содержание и распределение микроэлементов в аллювиальных почвах пойм крупных рек Зейско-Селемджинской равнины / География и природные ресурсы. 2015. № 3. С. 138–145.
16. Полевые методы определения физических свойств и режимов торфяных и минеральных почв: учебное пособие / А. П. Шваров [и др.]. М.: Гриф и К, 2012. С. 58–61.
17. Сорокин А. П., Стрелков С. П., Кондрашин К. Г. Оценка влияния физических свойств на продуктивность луговых почв дельты Волги // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2017. № 2(16). С. 8–17.
18. Сорокин А. П., Стрелков С. П. Оценка степени деградации почвенного покрова сельскохозяйственных земель: методические рекомендации. Астрахань, 2013. С. 8.
19. Сорокин А. П., Стрелков С. П., Федотова А. В. Сравнительный анализ агрофизического состояния луговых почв Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки Волги // Аграрный вестник Урала. 2017. № 9(163). С. 58–66.
20. Уткаева В. Ф., Скворцова Е. Б., Сапожников П. М., Щепотьев В. Н. Изменение агрофизических свойств почв пойм при различных антропогенных нагрузках // Почвоведение. 2009. № 2. С. 167–177.
21. Федотова А. В. Физика почв: Лабораторный практикум. Астрахань: Изд-во Астраханского гос. ун-та, 2003. С. 13–20.
22. Assessing Properties of the Lower Niger Flood Plain Alluvial Soils in Bayelsa State, Nigeria for Sustained Food Security / A. A. Dickson et al. // International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER). 2021. Vol. 9. Is. 10. P. 1–9.
23. Characterization and classification of some Alluvial soils of the Lower Niger River floodplains in Bayelsa State, Nigeria / A. A. Dickson et al. // Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology. 2021. Т. 55. №. 3–4. P. 45–62.
24. Dickson A., Aruleba J., Tate J. O. Morphogenesis, physico-chemical properties, mineralogical composition and nature of parent materials of some alluvial soils of the Lower Niger River plain, Nigeria // Environmental Research and Technology. 2022. Т. 5. No. 1. P. 72–83. <https://doi.org/10.35208/ert.973270>.
25. Kawalko D., Jezierski P., Kabala C. Morphology and physicochemical properties of alluvial soils in riparian forests after river regulation // Forests. 2021. Т. 12. No. 3. P. 329. <https://doi.org/10.3390/f12030329>.
26. Evaluation of Physico-chemical properties of old Alluvium soil of Malda District, West Bengal / M. R. Raja et al. // The Pharma Innovation Journal. 2021. No.10(9). P. 99–103.

## REFERENCES

1. Agrochemical characteristics of the soils of the Astrakhan region: handbook / Yu. B. Salina et al. Astrakhan: Printing house Lightning; 2020. 68 p. (In Russ.).
2. Balabko P. N., Prosyannikov E. V., Kaplya V. S. Alluvial soils of the Dnepr basin, features of their formation and ecological condition. The ecology of river basins. Vladimir; 2002. P. 68–71. (In Russ.).
3. Belevich E. F. The Development of the lower reaches of the Volga Delta. *Academy of Sciences of the USSR*. 1978;(5):79–89.(In Russ.).
4. Volodin D. A., Yablonskikh L. A., Salmanova S. V., Bozhko S. N. Physico-chemical and chemical properties of background soils of the valley of the Ikorets river. *Tambov University Review. Series: Natural and Technical Sciences*. 2012;17(6):1551–1554. (In Russ.).
5. Dobrovolsky G. V., Balabko P. N., Stasyuk N. V., Bykova E. P. Alluvial soils of river floodplains and deltas and their zonal differences. *Arid ecosystems*. 2011;17;3(48):5–13. (In Russ.).



6. Dobrovolskiy G. V. The doctrine of soil science in flood plains and river deltas and its significance in the development of genetic soil science. *Soil Science*. 1984;(12):27–33. (In Russ.).

7. Yegorov V. V., Popov A. A., Konovalov N. N. An integrated soil reclamation zoning of the Volga-Akhtuba floodplain. *Soil Science*. 1962;(3):16–29. (In Russ.).

8. Zalibekov Z. G., Biarslanov A. B., Mamaev S. A. About the cycles of salt accumulation and classification of saline soils of the delta-alluvial plains of the Caspian lowland. *Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2020;1(80):85–92. DOI 10.33580/2541-9684-2020-64-1-84-91. (In Russ.).

9. Ivanova N. N., Kargin V. I., Danilov A. N., Letuchy A. V. Agrochemical properties of alluvial soils of the floodplain of the Insar River. *Agrarian Scientific Journal*. 2019;(11):8–12. DOI 10.28983/asj.y2019i11pp8-12. (In Russ.).

10. Ivanova N. N., Kargin V. I., Panasov M. N., Molchanova N. P. Influence of agricultural crops on agrochemical properties of alluvial soils of the central floodplain of the Moksha river. *Agrarian Scientific Journal*. 2019;(8):17–23. DOI 10.28983/asj.y2019i8pp17-23. (In Russ.).

11. Ilyin Yu. M., Mangataev A. Ts. Physical properties of alluvial meadow soil of the dry steppe zone of Western Transbaikal. *The Buryat State University Bulletin. Biology, geography*. 2021;(3):14–20. DOI 10.18101/2587-7143-2021-3-14-20. (In Russ.).

12. Kovda V. A. The soil of the Volga Delta and its place in soil formation. *The works of the National Oceanographic Institute*. 1951;18/30:277–301. (In Russ.).

13. Korolev V. A. Water-physical properties of alluvial meadow soils of the upper Don floodplain. *The Bulletin of the Voronezh State Technical University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2014;(1):61–66. (In Russ.).

14. Kuzmenko I. T., Pavlova M. P., Bogomolova R. T., Tyuryukanov A. N. The soils and the primary biological productivity of the floodplains of the rivers of central Russia. M: Science; 1977. 152 p. (In Russ.).

15. Martynov A. V. The content and distribution of trace elements in alluvial soils of floodplains of large rivers of the Zeysko-Selezhdzhinskaya plain. *Geography and natural resources*. 2015;(3):138–145. (In Russ.).

16. Field methods for determining the physical properties and regimes of peat and mineral soils: A textbook for field practice for students majoring in the course of 021900 Soil science / A. P. Shvarov et al. M.: Grif and K; 2012. P. 58–61. (In Russ.).

17. Sorokin A. P., Strelkov S. P., Kondrashin K. G. Evaluation of the influence of physical properties on the productivity of meadow soils of the Volga Delta. *Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products*. 2017;2(16):8–17. (In Russ.).

18. Sorokin A. P., Strelkov S. P. Assessment of the degree of degradation of the soil cover of agricultural lands: methodological recommendations. Astrakhan; 2013. P. 8. (In Russ.).

19. Sorokin A. P., Strelkov S. P., Fedotova A. V. Comparative analysis of the agrophysical status of meadow soils of the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga River Delta. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017;9(163):58–66. (In Russ.).

20. Utkaeva V. F., Skvortsova E. B., Sapozhnikov P. M., Shchepotyev V. N. Change of agrophysical properties of floodplain soils under various anthropogenic loads. *Soil science*. 2009;(2):167–177. (In Russ.).

21. Fedotova A. V. Soil Physics: Laboratory workshop, Astrakhan: Publishing House of the Astrakhan State University; 2003. P. 13–20. (In Russ.).

22. Assessing Properties of the Lower Niger Flood Plain Alluvial Soils in Bayelsa State, Nigeria for Sustained Food Security / A. A. Dickson et al. *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*. 2021;9;10:1–9.

23. Characterization and classification of some Alluvial soils of the Lower Niger River floodplains in Bayelsa State, Nigeria / A. A. Dickson et al. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*. 2021;55(3-4):45–62.

24. Dickson A., Aruleba J., Tate J. O. Morphogenesis, physico-chemical properties, mineralogical composition and nature of parent materials of some alluvial soils of the Lower Niger River plain, Nigeria. *Environmental Research and Technology*. 2022;5(1):72–83. <https://doi.org/10.35208/ert.973270>.

25. Kawalko D., Jezierski P., Kabala C. Morphology and physicochemical properties of alluvial soils in riparian forests after river regulation. *Forests*. 2021;12(3):329. <https://doi.org/10.3390/f12030329>.

26. Evaluation of Physico-chemical properties of old Alluvium soil of Malda District, West Bengal / M. R. Raja et al. *The Pharma Innovation Journal*. 2021; 10(9):99–103.

Статья поступила в редакцию 06.10.2022; одобрена после рецензирования 27.10.2022; принята к публикации 01.11.2022.

The article was submitted 06.10.2022; approved after 27.10.2022; accepted for publication 01.11.2022.