

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АГРОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛУГОВЫХ ПОЧВ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ И ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГИ

А. П. СОРОКИН, кандидат биологических наук,
С. П. СТРЕЛКОВ, кандидат биологических наук,
А. В. ФЕДОТОВА, доктор биологических наук, профессор,
Астраханский государственный университет
(414056, г. Астрахань, пл. Шаумяна, д. 1)

Ключевые слова: аллювиальные почвы, луговые экосистемы, Волго-Ахтубинская пойма, дельта Волги, агрофизические свойства, сравнительный анализ.

Цель данной работы – изучение состояния и проведение сравнительного анализа аллювиальных почв луговых биocenозов Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги по некоторым агрофизическим свойствам с помощью методов математической статистики. В качестве объекта исследования выбраны почвы лугового ландшафта Центральной дельты Волги. Почвенный покров участка представлен аллювиальными гумусовыми (луговыми дерновыми маломощными) почвами на рыхлых аллювиальных отложениях. Проведен сравнительный анализ современного агрофизического состояния аллювиальных почв луговых экосистем Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Установлено, что отличительной чертой луговых почв Волго-Ахтубинской поймы является общая мощность горизонтов А и АВ, которая в сумме колеблется от 65 до 67 см, что значительно больше, чем в почвах дельтовых экосистем. Исследуемые почвы поймы и дельты Волги отличаются хорошим агрофизическим состоянием, низкой засоленностью и достаточно высоким содержанием гумуса. Однако почвы пойменной части, отличающиеся большей мощностью гумусового горизонта, как следствие, отличаются большим содержанием гумуса. Из проведенного сравнительного анализа почвы поймы и дельты по основным статистическим параметрам установлено, что почвы поймы характеризуются большей увлажненностью, меньшей уплотненностью и большим содержанием гумуса, как по почвенному профилю, так и в пространственном распределении в ландшафте. Также установлено, что исследуемые почвы Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги достоверно и значимо различаются по исследуемым свойствам, что доказано методами сравнительного статистического анализа.

COMPARATIVE ANALYSIS OF AGROPHYSICAL STATE OF MEADOW SOILS OF THE VOLGA – AKHTUBA FLOOD LANDS AND THE VOLGA DELTA

A. P. SOROKIN, candidate of biological sciences,
S. P. STRELKOV, candidate of biological sciences,
A. V. FEDOTOVA, doctor of biological sciences, professor,
Astrakhan State University
(1 Shaumyana Sq., 414056, Astrakhan)

Keywords: alluvial soils, meadow ecosystems, Volga-Akhtuba flood lands, the Volga delta, agrophysical properties, comparative analysis.

The purpose of this work was to study the state of alluvial soils of meadow biocenoses of the Volga-Akhtubinsk flood plain and delta of Volga on some agrophysical properties according to the methods of mathematical statistics. Soils of meadow landscape of the Central delta of Volga were chosen as the object of research. The soil cover of the site is composed of alluvial humic (meadow cespitose low-power) soils on friable alluvial deposits. The paper presents the conducted comparative analysis of agrophysical state of the meadow ecosystems alluvial soils of the Volga – Akhtuba flood lands and the Volga delta. It was identified that a specific feature of meadow soils of the Volga-Akhtuba flood lands is total depth of horizons A and AB that varies from 65 to 67cm, which is far more than in the delta ecosystems soils. The soils of the Volga delta and flood lands under study are characterized by good agrophysical state, low salinity level and sufficiently high humus content. However, flood lands soils, characterized by deeper humus horizon, as a result, have a higher content of humus. The conducted comparative analysis of flood lands and delta soils on basic statistical parameters showed that flood lands soils are more wetted, less compressed and have high content of humus both by soil profile and by space distribution over the landscape. The methods of mathematical statistics and comparative analysis allow to identify that the soils of the Volga – Akhtuba flood lands and the Volga delta under study do differ significantly by the examined parameters.

Положительная рецензия представлена М. Ю. Пучковым, доктором сельскохозяйственных наук, доцентом, директором Всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства.

Астраханская область – это 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, которые являются самыми плодородными в регионе и используются не только в качестве пашни, но и в качестве сенокосов и пастбищ.

Основную часть площади Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги занимают экосистемы с естественным растительным покровом, в большинстве являющимися заливными сенокосными лугами и составляющие основу лучших кормовых угодий региона. Данные экосистемы Нижней Волги существуют и растут в зависимости от переменного и своеобразного режима реки Волги. Уровни наводнений и их продолжительность напрямую зависят от потока Волги и уровня Каспийского моря [10]. Продуктивность таких экосистем непосредственно зависит от гидрологического режима и засоления почвы, а так же от ряда агрофизических свойств.

Как важнейший компонент биосферы, такие местообитания обладают не только кормовыми ресурсами, но и определяют состояние земельных ресурсов, плодородия почв, биологическое разнообразие флоры и фауны, а также качество среды обитания человека в аридных регионах России [7]. Поэтому вопросы контроля за состоянием почвенного покрова естественных луговых экосистем Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки Волги актуальны и своевременны.

Исходя из этого, **целью** данной работы является изучение состояния и проведение сравнительного анализа аллювиальных почв луговых биоценозов Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги по некоторым агрофизическим свойствам с помощью методов математической статистики.

В качестве объекта исследования выбраны почвы лугового ландшафта Центральной дельты Волги (рис. 1). Участок расположен на равнинном лугу среднего уровня в 3,5 км к востоку от села Яблонька Володарского района Астраханской области. Почвенный покров участка представлен аллювиальными гумусовыми (луговыми дерновыми маломощными) почвами на рыхлых аллювиальных отложениях [2, 3].

По сравнению с почвами зонального ряда (бурыми полупустынными), эти почвы характеризуются значительно большей мощностью гумусового слоя и высокой гумусированностью. Общая мощность горизонта А колеблется от 15 до 25 см. Ниже гумусового горизонта с весьма четкой границей залегает почвообразующая, рыхлая, опесчаненная, порода аллювиального происхождения, где отмечены ржавые пятна оглеения и белые прожилки (соли, карбонаты, псевдомицелий). Тёмные тона окраски и наличие ржавых пятен свидетельствует о влиянии избыточного увлажнения на породу [5].

Участок в пойме расположен в 9-ти км на юг от села Новострой Енотаевского района Астраханской области на расстоянии около 1,5 км от реки Волга. Почвенный покров представлен аллювиальной темногумусовой (луговой дерновой насыщенной) почвой на рыхлых аллювиальных отложениях [2, 3].

Отличительной чертой почв исследуемой территории является общая мощность горизонтов А и АВ, которая в сумме колеблется от 65 до 67 см, что значительно больше, чем в почвах дельтовых экосистем. Ниже гумусового горизонта так же залегает почвообразующая порода аллювиального происхождения с ярко выраженными глинистыми прослойками мощностью 3–6 см, где так же отмечены ржавые пятна оглеения и белые прожилки солей.

Характерной особенностью пойменных почв является хорошо выраженная неоднородность их свойств как по вертикали (по почвенному профилю), так и по горизонтали (в пространстве), что является следствием поемного и аллювиального процессов и



Рис. 1. Луговой ландшафт Центральной дельты Волги
Fig. 1. Meadow landscape of the Central Volga delta



Рис. 2. Луговой ландшафт Волго-Ахтубинской поймы
Fig. 2. Meadow landscape of the Volga-Akhtuba flood lands

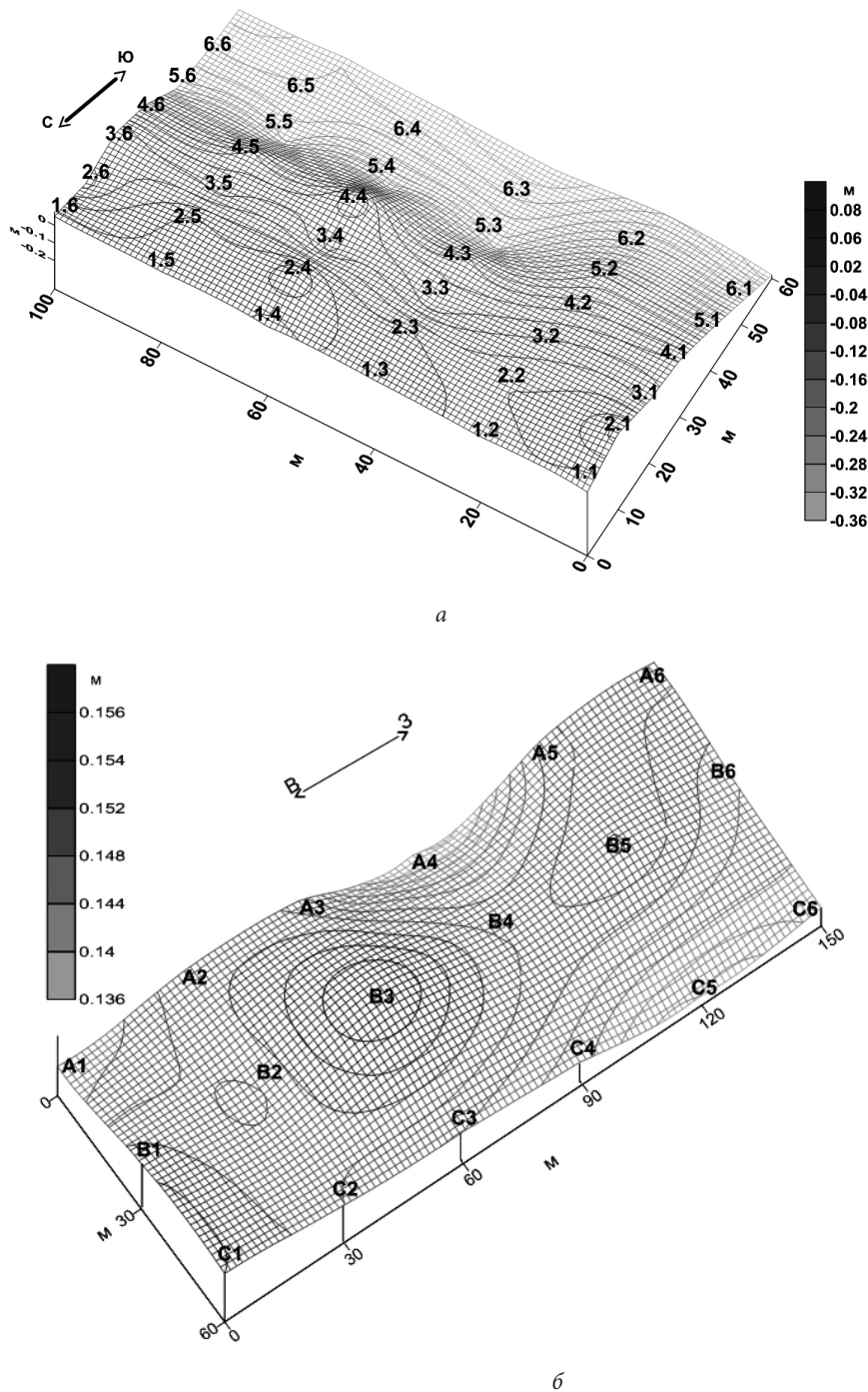


Рис. 3. Рельеф и схема расположения почвенных прикопок в исследуемых ландшафтах (а – Волго-Ахтубинская пойма, б – дельта Волги)
 Fig. 3. Terrain and the scheme of location of soil inflows in the investigated landscapes (a – the Volga – Akhtuba flood lands, b – the Volga delta)

особенностей их проявления [1]. Исследуемые почвы характеризуется более темной окраской верхнего горизонта и наличием большого количества гумуса в верхнем горизонте, что свидетельствует о том, что процессу остепнения противостоит периодическое поверхностное заболачивание, которое имеет место весной в период паводка. Почвы отличаются также разнообразием гранулометрического состава и слоистостью.

Методы исследования. В настоящем исследовании за основу взят комплекс экспресс-методов полевых и лабораторных исследований агрофизических свойств почв [4, 6]. Для изучения агрофизического состояния исследуемых почв использовали метод равномерной сетки (рис. 3), заложенной на объектах исследования с помощью GPS-приемника. Данный метод исследования использован авторским коллективом при изучении почвенного покрова разноо-

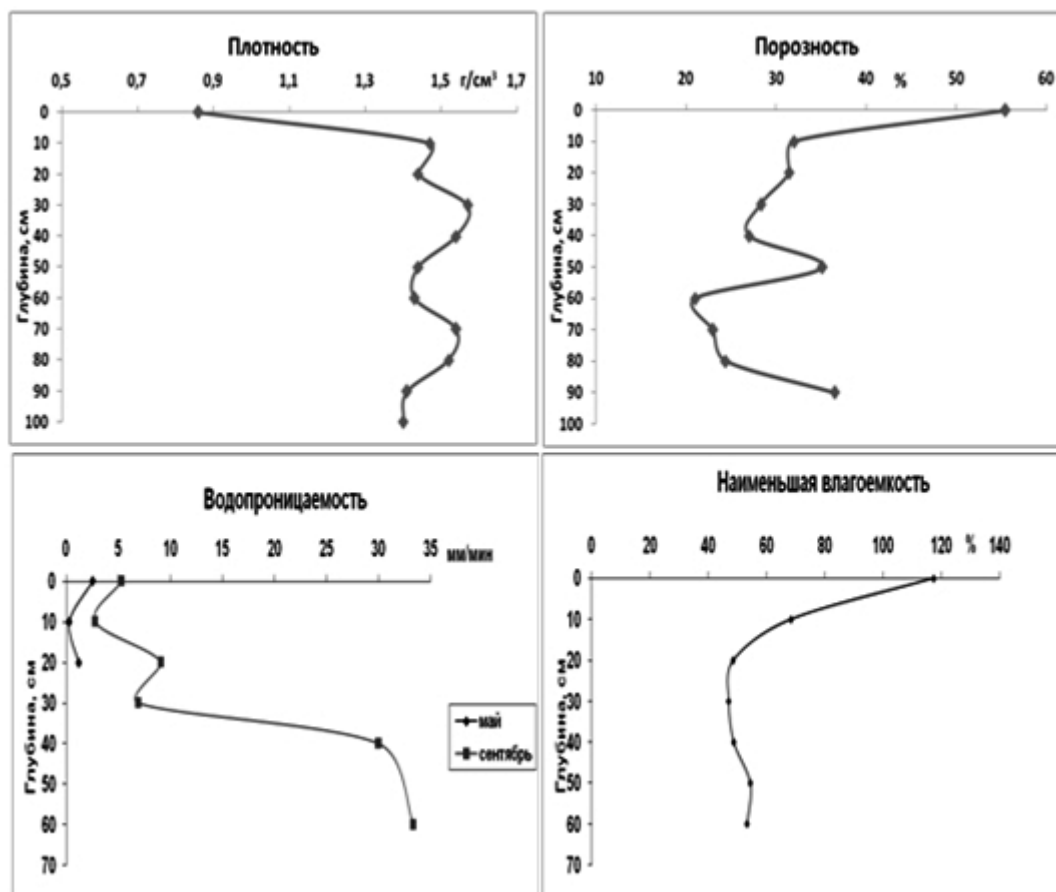


Рис. 4. Водно-физические свойства луговой почвы дельты
Fig. 4. Water and physical properties of the meadow soils of the delta

бразных ландшафтов дельты Волги, например, таких специфических и присущих только Прикаспийской низменности ландшафтов бугров Бэра [8], антропогенно измененных ландшафтов, осложненных оросительными и дренажными каналами [9].

Влажность определяли традиционным термостатно-весовым методом и на влагомере МХ-50. Плотность почвы определялась буровым методом с использованием бура Качинского объемом 100 см³ по слоям 0–5 см, 10–15 см, 20–25 см, 30–35 см и 40–45 см. Общее содержание гумуса определялся титриметрическим методом по Тюрину в слое 0–25 см (бралась средняя проба).

Обработка и анализ результатов проводились с использованием интегрированных пакетов обработки информации Statistica v.7, Microsoft Excel v.07, Golden Surfer v.9. Результаты исследования почвенных свойств представлены в виде графиков и изоплет.

Результаты исследования. Что касается общего агрофизического состояния исследуемых почв, установлено, что почвы поймы и дельты реки Волги отличаются хорошим агрофизическим состоянием, низкой засоленностью и достаточно высоким содержанием гумуса.

На рисунке 4 представлено пространственное распределение основных водно-физических свойств по профилю луговой почвы дельтовой экосистемы.

Из данного рисунка видно, что свое минимальное значение плотность почвы принимает на поверхности (0,86 г/см³), это связано с рыхлым сложением верхнего горизонта. На глубине 10 см значение плотности значительно выше, чем на поверхности и составило 1,47 г/см³. Далее с глубиной значения плотности изменяются не значительно и варьируют в пределах от 1,44 до 1,57 г/см³, что свидетельствует о слоистости данного профиля и что нижележащие горизонты данной почвы различны по гранулометрическому составу и сложению.

Порозность на поверхности оказывается максимальной (55,44 %), так как верхний горизонт данной почвы сильно дренирован и хорошо оструктурен. А на глубине 10 см порозность резко уменьшается до 31,97 %, потому что нижележащий горизонт намного плотнее предыдущего и далее порозность, как и плотность, варьирует от 21,01 % до 36,49 %. Такое варьирование величин порозности по профилю объясняется, так же слоистым сложением профиля и пестротой гранулометрического состава.

Наихудшей водопроницаемостью обладает слой 10–20 см. Наилучшая водопроницаемость соответствует слою почвы 40–60 см, где по всему видимому, расположены песчаные фракции. Величина НВ на поверхности оказалась максимальной (117,29 %), что объясняется оторфованностью верхнего горизонта.

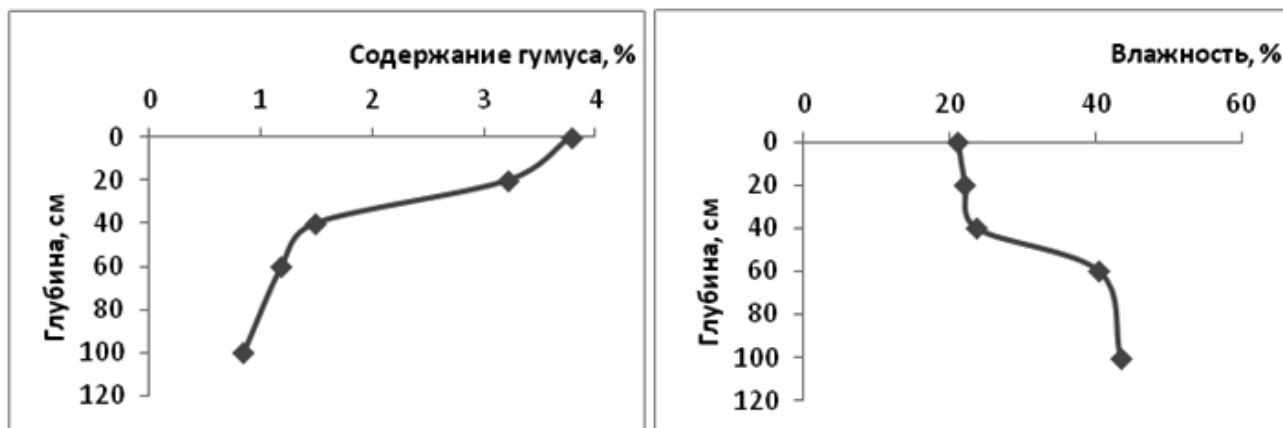


Рис. 5. Влажность и содержание гумуса в почве поймы
Fig. 5. Moisture and humus content in the soil of the flood lands

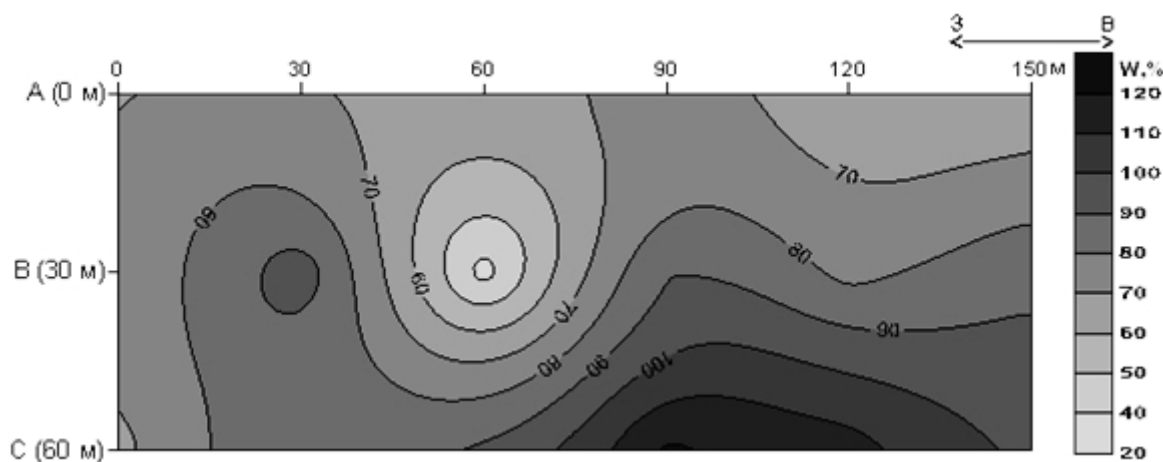


Рис. 6. Пространственное распределение влаги в слое 0–5 см
Fig. 6. The spatial distribution of moisture in the layer 0–5 cm

Далее до слоя 30 см НВ уменьшается до минимального значения (46,92 %), затем с глубиной незначительно увеличивается до 53,23 % на отметке 60 см.

При изучении агрофизического состояния аллювиальных почв поймы установлено, что общее содержание легкорастворимых солей в гумусовом горизонте исследуемых почв не превышает 0,25 %. Что позволяет отнести данные почвы к слабо засоленным разновидностям, а так же предположить, что процессы засоления проявляются слабо, скорее всего, из-за специфического водного режима территории.

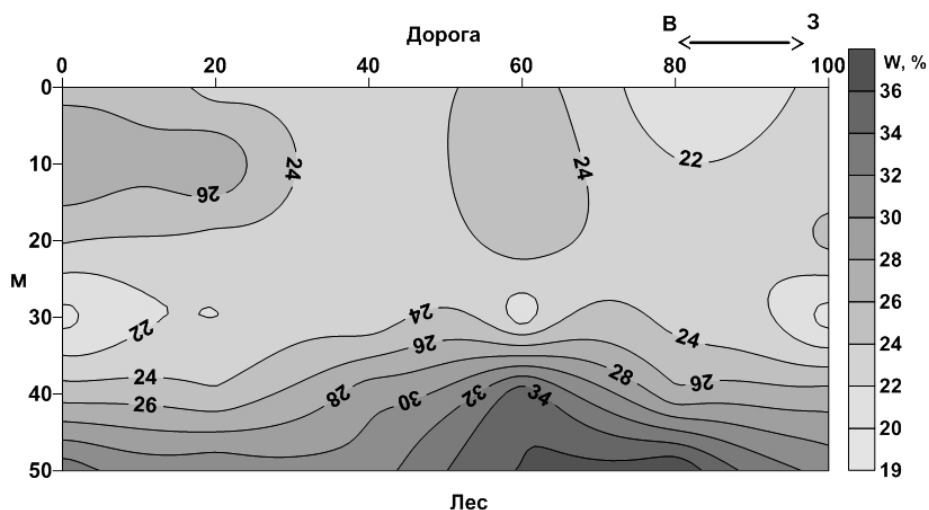
Влажность исследуемой почвы колеблется в пределах от 21 % в горизонте В до 43 % в поверхностном дерновом слое (рис. 5), что характеризует данные почвы, как достаточно увлажненные, среднее значение по горизонту А (0–60 см) составляет 28,40 %.

Так же в ходе исследования установлено, что луговая почва характеризуется достаточно хорошими физическими свойствами. Хорошей водопроницаемостью (среднее 18,3 мм/мин) и не высокой плотностью, значения которой колеблются в пределах от 0,91 до 1,22 г/см³, а среднее значение по гумусовому слою составляет 1,08 г/см³. Достаточно высокой порозностью, значения которой не опускаются ниже 45 %, основные значения сосредоточены в интервале

от 50 до 55 %. Так же гумусовый слой исследуемой почвы характеризуется как хороший по содержанию агрономически ценных агрегатов (менее 65 %) и очень хорошей структурностью (коэффициент структурности варьирует в пределах от 1,55 до 1,65). Содержание гумуса в исследуемой почве варьирует от 3,78 % в поверхностном слое до 1,18 и 0,84 % на глубинах 60–65 и 100–105 см соответственно.

Что касается пространственного варьирования некоторых свойств исследуемых почв, установлено, что влажность поверхностного слоя почв дельтового ландшафта варьирует весьма значительно. Размах варьирования составляет 36,07 % (минимум) и 121,77 % (максимум) (рис. 6).

Так же здесь наблюдается увеличение влажности в восточном направлении в сторону луга низкого уровня, особенно по линии С, что является характерным для исследуемого ландшафта. Далее с глубиной, как значения, так и варьирование влажности уменьшается, в слое 10–15 см размах варьирования составляет около 10 %. Это свидетельствует о том, что в почвенном профиле присутствуют слои практически идентичные по гранулометрическому составу. Увеличение значений на данной глубине наблюдается так же по направлению к более влажной почве луга низкого уровня.



Лес
Рис. 7. Пространственное распределение влажности в слое 10–15 см
Fig. 7. The spatial distribution of moisture in the layer 10–15 cm

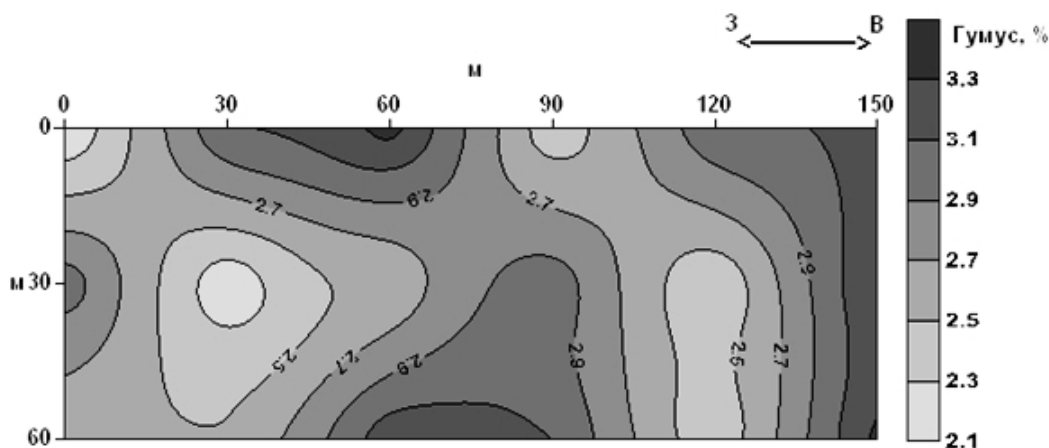


Рис. 8. Пространственное распределение гумуса в слое 0–25 см
Fig. 8. The spatial distribution of humus in the layer 0–25 cm

Величина варьирования влажности в слоях 20–25 и 40–45 см остается приблизительно одинаковой (около 8 %). Однако слой 40–45 см характеризуется более высокими преобладающими значениями влажности по сравнению с предыдущими слоями (28–30 %).

Исследования пространственной вариабельности влажности почв равнинной части Волго-Ахтубинской поймы показали, что ее значения в слое 0–5 см колеблются в пределах от 16 до 41 %. Что гораздо ниже значений, полученных для дельтовых экосистем, это связано, в свою очередь, с отсутствием отторфованного слоя на поверхности почвы.

Далее с глубиной, так же наблюдается уменьшение варьирования влажности до 16 % по слою 10–15 см (рис. 7) и остается стабильным по следующим слоям.

Как видно из рисунка увеличение значений влажности на данной глубине наблюдается в северном направлении в сторону реки. Такая же закономерность, хоть и не настолько ярко выраженная, наблюдается и для следующего слоя 20–25 см. Преобладающая величина влаги в данных слоях немного меньше чем в поверхностном слое и слое 40–45 см.

В общем, следует отметить, что луговые почвы поймы по сравнению с луговыми почвами дельты, более обеспечены влагой по профилю, однако почвы дельты обеспечены влагой более стабильно в пространственном отношении (более низкая вариабельность по слоям). Возможно, здесь сыграл роль при- славуемый антропогенный фактор, а точнее обваловка территории луговых экосистем дельты Волги, а так же вследствие этого, небольшое различие в интенсивности протекания и качественном составе почво- образовательных процессов.

В ходе изучения пространственного варьирования содержания гумуса в корнеобитаемом слое исследуемых аллювиальных почв установлено, что в почвах дельтовых экосистем содержание гумуса колеблется в пределах от 2 до 3 % (рис. 8).

Так же из рисунка видно, что содержание гумуса незначительно возрастает в восточном направлении (в сторону лугов низкого уровня). Подобное обстоятельство связано с микрорельефом, влажностью и сменой растительных сообществ.

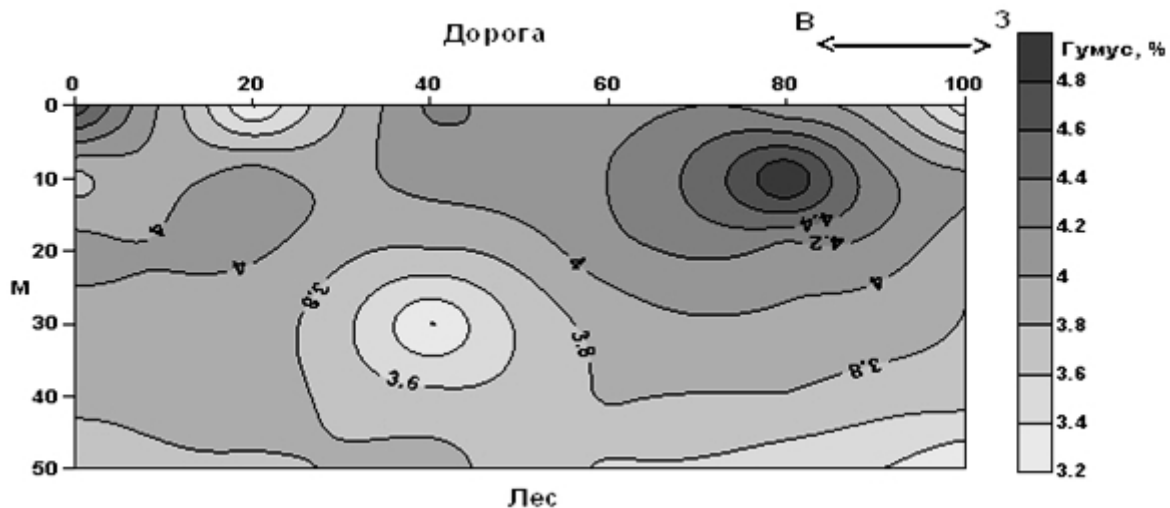


Рис. 9. Пространственное распределение гумуса в слое 0–25 см
Fig. 9. The spatial distribution of humus in the layer 0–25 cm

Таблица 1
Основные статистические параметры
Table 1
Basic statistical parameters

Статистические параметры <i>Statistic parameters</i>	Влажность, % <i>Humidity, %</i>		Плотность, г/см ³ <i>Density, g/cm³</i>		Гумус, % <i>Humus, %</i>	
	Дельта <i>Delta</i>	Пойма <i>Flood lands</i>	Дельта <i>Delta</i>	Пойма <i>Flood lands</i>	Дельта <i>Delta</i>	Пойма <i>Flood lands</i>
Среднее <i>Average</i>	40,27	28,39	1,22	1,08	2,48	3,94
Медиана <i>Median</i>	27,42	28,26	1,36	1,13	2,55	3,90
Стандартное отклонение <i>Standard error</i>	25,45	5,66	0,34	0,18	0,92	0,39
Интервал <i>Interval</i>	99,46	30,09	1,28	0,71	3,25	1,90
Минимум <i>Minimum</i>	22,31	15,77	0,32	0,66	0,10	3,17
Максимум <i>Maximum</i>	121,77	45,86	1,60	1,37	3,35	5,07
Коэффициент вариации <i>Variation coefficient</i>	63,20	19,94	28,17	16,45	36,91	9,99

Результаты изучения общего содержания гумуса в аллювиальных луговых почвах Волго-Ахтубинской поймы показали, что в корнеобитаемом слое содержится достаточно большое количество гумуса, которое, в основном, варьирует в пределах от 3,6 до 4,4 % (рис. 9). Наблюдается незначительная тенденция к уменьшению содержания гумуса в южном и юго-западном направлении (в сторону реки Волги).

В общем, следует отметить, что луговые почвы поймы более обеспечены гумусом по сравнению с луговыми почвами дельты, так же ранее отмечалось, что гумусовый горизонт данных почв так же отличается большей мощностью.

Сравнительный анализ исследуемых почв по полученным данным с помощью основных статистических параметров показал, что среднее значение содержания влаги в почвах дельты больше, чем в почвах поймы, однако медианы практически равны (табл. 1). Данный факт свидетельствует о наличии

одинаковых значений влажности в середине той и другой выборки, а это значит, что исследуемые почвы по содержанию влаги практически одинаковы, немного больше увлажнены почвы поймы. По величине коэффициента вариации степень варьирования влаги в почвах дельты можно охарактеризовать как очень большую, а в почвах поймы – как значительную. Это говорит о том, что почва поймы более однородна по распределению влаги, как по профилю, так и в пространстве.

Что касается плотности почвы, то для почвы поймы практически все статистические показатели оказались ниже, чем для почвы дельты. Таким образом, можно отметить, что почвы поймы менее уплотнены и более однородны по плотности как по профилю почвенной толщи, так в пространственном распределении в ландшафте, по сравнению с почвами дельты.

Среднее значение и медиана для содержания гумуса в почве поймы оказались выше почти на 1,5 %, www.avu.usaca.ru

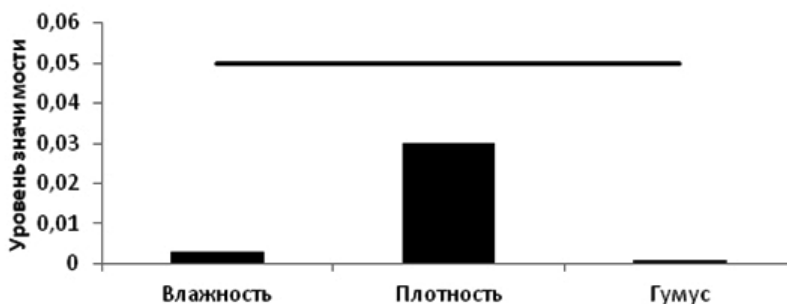


Рис. 10. Диаграммы достоверности различий
Fig. 10. Differences in reliability diagrams

Таблица 2
Результаты проведения t-теста
Table 2
Results of the t-test

Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями <i>Two sample t-test with various dispersions</i>	Содержание гумуса в почвах Волго-Ахтубинской поймы <i>Humus content in the soils of Volga – Akhtuba flood lands</i>	Содержание гумуса в почвах дельты Волги <i>Humus content in the soils of Volga delta</i>
Среднее <i>Average</i>	3,88	2,81
Дисперсия <i>Dispersion</i>	0,15	0,20
Наблюдения <i>Research</i>	36	18
Гипотетическая разность средних <i>Hypothetical difference of averages</i>	0	
df <i>df</i>	30	
t-статистика <i>t-statistics</i>	8,71	
P (T ≤ t) одностороннее <i>P (T ≤ t) one-sided</i>	5,20E-10	
t критическое одностороннее <i>Critical one-sided t</i>	1,70	
P (T ≤ t) двухстороннее <i>P (T ≤ t) two-sided</i>	1,04E-09	
t критическое двухстороннее <i>Critical two-sided t</i>	2,04	

это свидетельствует о том, что содержание гумуса в почвах поймы выше, а величина дисперсии и стандартного отклонения – ниже, что так же свидетельствует о довольно равномерном распределении гумуса по слоям опробования, в отличие от почвы дельты, где наблюдается большая степень варьирования гумуса по слоям (коэффициент вариации – 36,91 %).

Так как установлено, что почвы дельты и поймы различаются по исследуемым свойствам, представляет интерес установить достоверность и значимость данных различий, для чего используем так называемый F-тест и двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями.

В результате проведенного сравнительного анализа установлено, что аллювиальные луговые почвы поймы и дельты достоверно различаются по исследуемым свойствам, величина результата F-теста меньше величины уровня значимости для всех исследуемых свойств (рис. 10). Наиболее различаются

исследуемые почвы по содержанию гумуса, а наименее – по плотности. Подтвердить достоверность и установить значимость различий попытаемся с помощью двухвыборочного t-теста с различными дисперсиями. В таблице 2 представлены результаты теста для сравнения исследуемых почв по содержанию гумуса.

Из таблицы видно, что по содержанию гумуса исследуемые аллювиальные луговые почвы Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги с достоверностью 95 % отличаются друг от друга, так как полученное значение t-статистики = 8,71 больше по сравнению с t критическим двухсторонним, которое в свою очередь равно 2,04. Отличие данных почв по содержанию гумуса является еще и значимым, так как P (T ≤ t) двухстороннее = 1,04*10⁻⁹ меньше принятого уровня значимости α = 0,05.

Выводы. Установлено, что отличительной чертой луговых почв Волго-Ахтубинской поймы является

общая мощность горизонтов А и АВ, которая в сумме колеблется от 65 до 67 см, что значительно больше, чем в почвах дельтовых экосистем. Влажность исследуемых почв поймы и дельты Волги практически колеблется в одинаковых пределах (около 30 %), за исключением поверхностного слоя почв дельты, где влажность достигает 125 %, что связано с проявлением торфообразующего процесса и наличием незначительной отторфованности на поверхности данных почв. Плотность поверхностных слоев исследуемых почв не велика, не более 0,95 г/см³, с глубиной плотность повышается, но сильно варьирует из-за специфического строения профиля (слоистость, гранулометрический состав), большей плотностью отличаются почвы дельты Волги (до 1,60 г/см³).

Из проведенного сравнительного анализа почвы поймы и дельты по основным статистическим параметрам, установлено, что аллювиальные луговые почвы Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги различаются по исследуемым свойствам. Почвы поймы характеризуются большей увлажненностью, меньшей уплотненностью и большим содержанием гумуса, как по почвенному профилю, так и в пространственном распределении в ландшафте. Так же установлено, что исследуемые почвы Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги достоверно и значительно различаются по исследуемым свойствам, что доказано методами сравнительного статистического анализа.

Литература

1. Королев В. А. Водно-физические свойства аллювиальных луговых почв поймы Верхнего Дона // Вестник ВГУ. 2014. № 1. С. 61-66.
2. Классификация и диагностика почв России. М., 2004.
3. Полевой определитель почв. М. : Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2008. 182 с.
4. Полевые методы определения физических свойств и режимов торфяных и минеральных почв : учебное пособие / Шваров А. П., Смагин А. В., Дембовецкий А. В., Умарова А. Б. и др. М., 2012. 144 с.
5. Сорокин А. П. Особенности пространственной вариабельности почвенных свойств в ландшафтах дельты Волги : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2009. 22 с.
6. Сорокин А. П. Программа проведения экспериментов по выявлению деградированных почв : методические рекомендации. Астрахань, 2013. 25 с.
7. Сорокин А. П., Лыкова В. А. Оценка современного состояния почв луговых экосистем поймы и дельты реки Волги // Экология и биология почв : мат. Междунар. науч. конф. Ростов-на-Дону, 2014. С. 185-188.
8. Стрелков С. П., Сорокин А. П., Федотова А. В., Кондрашин К. Г. Сравнительный анализ состояния почвенного покрова антропогенно нарушенных ландшафтов бугров Бэра // Естественные науки. 2011. № 1. С. 69-78.
9. Федотова А. В., Сорокин А. П., Стрелков С. П., Кондрашин К. Г. Особенности пространственного варьирования влаги и солей в почвах антропогенно преобразованных ландшафтов дельты Волги // Естественные науки. 2017. № 2. С. 22-31.
10. Fedotova A. V., Yakovleva L. V., Loktionova E. G. The environmental problems of the delta areas (on the example of the delta of the Volga) // European Geographical Studies. 2014. № 2. С. 70-74.

References

1. Korolev V. A. Water physical properties of alluvial meadow soils of a flood plain of the Upper Don // Bulletin of VSU. 2014. № 1. P. 61-66.
2. Classification and diagnostics of soils of Russia. M., 2004.
3. Field determinant of soils. M. : Soil institute of V. V. Dokuchayev, 2008. 182 p.
4. Field methods of determination of physical properties and modes of peat and mineral soils : manual / Shvarov A. P., Smagin A. V., Dembovetsky A. V., Umarova A. B. et al. M., 2012. 144 p.
5. Sorokin A. P. Features of spatial variability of soil properties in landscapes of the delta of Volga : abstract of dis. ... cand. of boil. sci. Astrakhan, 2009. 22 p.
6. Sorokin A. P. Program of carrying out experiments for identification of degraded soils: methodical recommendations. Astrakhan, 2013. 25 p.
7. Sorokin A. P., Lykova V.A. Assessment of the current state of soils of meadow ecosystems of the floodplain and delta of the Volga River // Ecology and biology of soils : proc. of intern. scient. conf. Rostov-on-Don, 2014. P. 185-188.
8. Strelkov S. P., Sorokin A. P., Fedotova A. V., Kondrashin K. G. The comparative analysis of a condition of a soil cover of anthropogenically broken landscapes of hillocks of Baer // Natural sciences. 2011. № 1. P. 69-78.
9. Fedotova A. V., Sorokin A. P., Shooters S. P., Kondrashin K. G. Features of spatial variation of moisture and salts in soils of anthropogenically transformed landscapes of the delta of Volga // Natural sciences. 2017. № 2. P. 22-31.
10. Fedotova A. V., Yakovleva L. V., Loktionova E. G. The environmental problems of the delta areas (on the example of the delta of the Volga) // European Geographical Studies. 2014. № 2. P. 70-74.

Работа выполнена в рамках Госзадания 5.4869.2017/8.9.