

УДК 631.432

**Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова**

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация

## **ГРУНТОВАЯ ВОДА – КРИТЕРИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ**

Цель исследований – определить критический уровень залегания грунтовых вод (УГВ) для разработки мероприятий по улучшению эколого-мелиоративного состояния орошаемых участков поймы р. Дон. Исследования проведены на трех участках Усть-Донецкого района Ростовской области, расположенных в пойме р. Дон с различной глубиной залегания грунтовых вод исходя из того, что экологическое состояние территории во многом определяется уровнем залегания грунтовых вод и их минерализацией. Выявлена неравнозначность участков по глубине залегания грунтовых вод по гранулометрическому составу, высоте капиллярного поднятия и, соответственно, по критической глубине залегания грунтовых вод. В результате проведенных исследований выявлено, что наиболее благоприятное экологическое состояние наблюдается на участке 1, где уровень грунтовых вод в конце вегетационного периода располагался на глубине 2,8 м, максимум скопления незначительного количества солей, в основном сульфатов кальция, находится на глубине 1,0 м, а критическая глубина составляет 1,8 м. Такое состояние участка предопределено наличием в нижней части почвенного профиля грунтов с крупнозернистым составом, а именно тяжелых суглинков, которые сдерживают поднятие капиллярной каймы к поверхности. На участках 2 и 3 экологическая ситуация складывалась несколько иначе. Капиллярная кайма в обеих скважинах располагалась на уровне 0,6 м. Грунтовые воды находились на глубине соответственно 2,9 и 1,9 м, а расчетный критический УГВ равнялся 1,9 и 1,3 м. Поднятию капиллярной каймы содействовали грунты, расположенные в средней части почвенного профиля и обладающие глинистым составом, то есть водоподъемными свойствами. При проведении, например, химической мелиорации на данных участках в весенне-летний период следует уточнить уровень поднятия грунтовых вод к поверхности, так как данные исследований и расчетов показали наличие максимального содержания солей с глубины 0,6 м.

Ключевые слова: уровень грунтовых вод, пойменные почвы, капиллярная кайма, гранулометрический состав, критическая глубина залегания, экологическое состояние.

**L. M. Dokuchaeva, R. E. Yurkova**

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation

## **GROUND WATER – CRITERIA OF ECOLOGICAL STATE OF SOILS**

The aim of the research is to determine the critical level of groundwater depth (GWL) for the development of measures to improve the ecological and reclamation condition of irrigated areas of the river Don floodplain. The studies were conducted at three plots in Ust-Donetsky district Rostov Region, located in the floodplain of the river Don with different groundwater depths based on the fact that the ecological state of the territory is largely determined by the level of groundwater depth and its mineralization. The inequivalence of the plots by the groundwater depth in terms of the grain size distribution, the capillary rise and accordingly, by the critical groundwater depth was revealed. As a result of the research it was found that the most favorable ecological condition

is observed at plot 1, where the groundwater level at the end of the growing season was located at a depth of 2.8 m, the maximum accumulation of insignificant amounts of salts, mainly calcium sulfate is at a depth of 1.0 m and the critical depth is 1.8 m. Such site state is predetermined by the presence of soils with a coarse-grained composition, namely heavy loams, which restrain the raising of capillary fringe to the surface in the lower part of the soil profile. At plots 2 and 3, the environmental situation was somewhat different. The capillary fringe in both wells was at a level of 0.6 m. Groundwater was at a depth of 2.9 and 1.9 m, respectively, and the calculated critical groundwater table was 1.9 and 1.3 m. The soils located in the middle part of the soil profile and having a clay composition, that is, water-raising capacity, contributed to the capillary fringe raising. When conducting chemical reclamation for example, at these plots in the spring-summer period, it is necessary to clarify the groundwater level rise to the surface, since the data of studies and calculations showed the presence of a maximum salt content at a depth of 0.6 m.

Key words: groundwater table, floodplain soils, capillary fringe, grain size distribution, critical depth, ecological state.

**Введение.** Экологическое состояние территории во многом определяется уровнем залегания грунтовых вод и их минерализацией. Уровень грунтовых вод, при котором начинается угнетение и гибель растений, называется критическим. Несмотря на то, что во многих работах критический УГВ представляется как критерий оценки эколого-мелиоративного состояния почв, до сих пор нет аргументированного представления об этой величине [1, 2].

В работе В. А. Седых и других критерием благополучного состояния почв и ландшафтов в степной зоне считается глубина до грунтовых вод 8–10 м [3]. Но эти нормативы присущи для автоморфного почвообразования. При автоморфно-гидроморфном режиме, что характерно для орошаемых и пойменных земель, эта глубина до грунтовых вод на разных почвах должна составлять 3–4 м [4]. Высота капиллярного поднятия по данным Д. М. Каца составляет для суглинков тяжелых 0,7 м, для суглинков легких – 0,5 м, для супесей соответственно – 0,3–0,2 м, для песка мелкого глинистого 0,15 м, мелкого чистого 0,1 м, для глинистых грунтов – 0,9–1,5 м [5].

Наиболее признанной является классификация Д. М. Каца и Н. И. Парфеновой, в которой для черноземной и каштановой зон представлена критическая глубина УГВ с учетом ее минерализации и химического состава [6]. Рассматривая УГВ как критерий экологической оценки почв можно

пользоваться показателем «превышение УГВ», в % от критического [7]. При превышении УГВ на 50 % от критического наступает экологическое бедствие почв и агроландшафтов, а при 25–50 % их состояние оценивается как чрезвычайная экологическая ситуация. Считается, что при залегании грунтовых вод глубже 3–4 м их режим является нейтральным, не влияющим на развитие растений [8]. При глубине грунтовых вод ближе 0,5–1,0 м от поверхности их режим оценивается как критический. Когда УГВ составляет от 0,5(1,0) м до 3,0(4,0) м, то их режим можно оценить как оптимальный (нейтральный), если они пресные или слабоминерализованные. В случае повышенной минерализации даже на этих глубинах в зависимости от растений они будут действовать негативно [9].

Под воздействием почвенно-грунтовых вод может происходить заболачивание, оглеение, солонцеватость, вынос и привнос растворимых продуктов почвообразования, поднятие и опускание солей при колебании УГВ и капиллярной каймы [10, 11]. Чем выше минерализация и уровень грунтовых вод, тем ближе к поверхности обнаруживаются соли, и тем больше их содержание и выше щелочность [12]. Установлена зависимость содержания обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе от глубины залегания уровня грунтовых вод [13]. Все перечисленные процессы приводят к формированию почв с разными свойствами. Особенно опасны открытые грунтовые воды, когда над зеркалом грунтовых вод расположены водоупорные грунты, то есть водоупорная кровля отсутствует. Выше их залегают капиллярная кайма и пояс аэрации. Режим открытых грунтовых вод подвержен сильным сезонным колебаниям, связанным с атмосферными осадками, технологией полива, техническим состоянием оросительной сети и т. д. В то же время подъем грунтовых вод к поверхности влияет на их критический уровень, который определяется высотой капиллярного поднятия, зависящей от гранулометрического состава почв [14].

Знание залегания критического уровня грунтовых вод очень важно

при принятии решений по разработке агромелиоративных мероприятий по улучшению эколого-мелиоративного состояния участков для восстановления орошения, особенно при необходимости проведения химической мелиорации, основным требованием которой является залегание грунтовых вод глубже критического уровня.

Цель исследований – определить критический уровень залегания грунтовых вод для разработки мероприятий по улучшению эколого-мелиоративного состояния орошаемых участков поймы р. Дон.

**Методы и материалы.** Исследования проведены на трех участках АО «АгроФинИнвест» Усть-Донецкого района Ростовской области, расположенных в пойме р. Дон.

Отбор образцов почв осуществлен в трехкратной повторности с последующим их смешиванием по слоям 0–20, 20–40, 40–60, 60–80, 80–100, 100–130, 160–200, 200–250 см (до грунтовых вод).

Для определения критической глубины залегания грунтовых вод в эколого-аналитической лаборатории РосНИИПМ выполнены следующие виды анализов:

- солевой состав водной вытяжки почвенных образцов<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>;
- гранулометрический состав почв методом пипетки по Н. А. Качинскому [15];

---

<sup>1</sup> ГОСТ 26424-85. Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2017.

<sup>2</sup> ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2017.

<sup>3</sup> ГОСТ 26426-85. Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2017.

<sup>4</sup> ГОСТ 26427-85. Почвы. Метод определения натрия и калия в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2017.

<sup>5</sup> ГОСТ 26428-85. Почвы. Методы определения кальция и магния в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2017.

- солевой состав грунтовых вод по методикам, согласно ГОСТам.

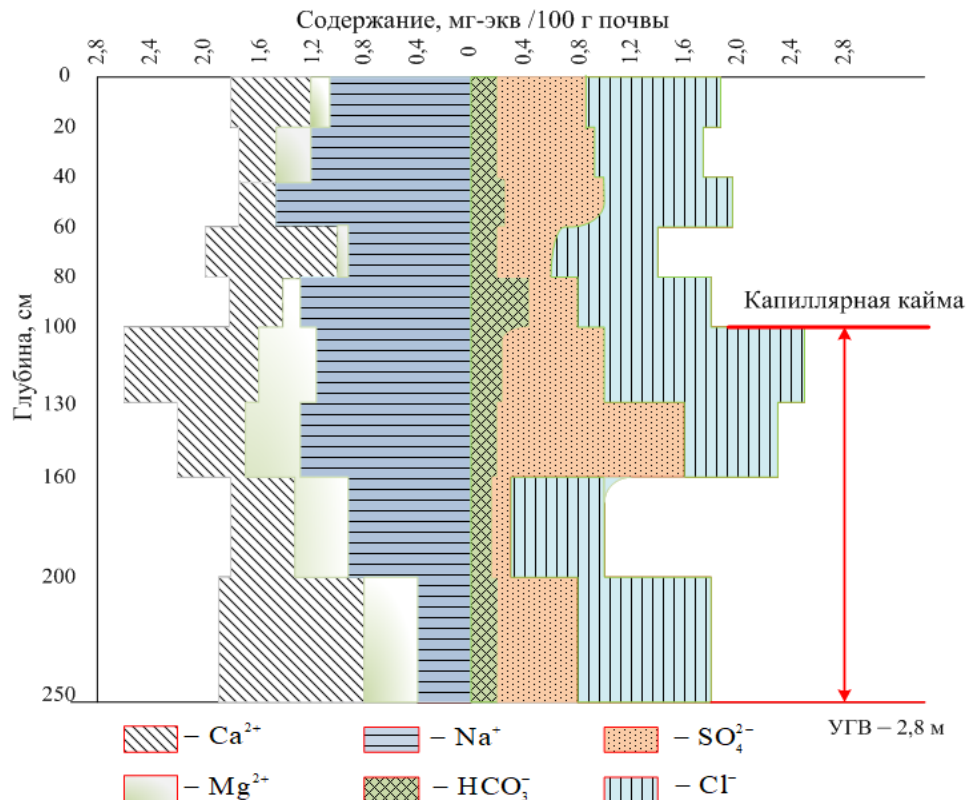
**Результаты и обсуждение.** Обследовано три участка с различной глубиной залегания грунтовых вод.

На участке 1, характеризуемым скв. 1, грунтовые воды располагались на глубине 2,8 м. Минерализация и состав воды представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Характеристика грунтовой воды на участке 1**

№ скважины	СГ	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Сумма ионов	Сухой остаток
	г/дм <sup>3</sup>							
1	0,966	1,993	0,273	0,644	0,308	0,361	4,54	4,45

По степени минерализации вода относится к среднеминерализованной, по химизму засоления – к сульфатно-кальциево-натриевому составу. Такой состав воды предопределяет при ее поднятии к верхним горизонтам накопление сульфатных солей: CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и хлоридных: CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, NaCl. Это наглядно видно из построенных по содержанию водорастворимых солей графику (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Расположение водорастворимых солей по почвенному профилю (участок 1)**

Согласно «способу определения» на графике выделяем верхний горизонт капиллярного подъема максимального содержания солей [16]. Он расположен, согласно рисунку 1, на глубине 1,0 м. При бурении скважины уровень грунтовых вод обнаружен на глубине 2,8 м.

По разности глубины залегания грунтовых вод и верхней границы капиллярного подъема хлоридов, сульфатов, карбонатов устанавливается критическая глубина грунтовых вод. На этом участке она равна 1,8 м.

На участке 2 грунтовая вода (скв. 2) по минерализации и химизму идентична воде, отобранной со скв. 1 (таблица 2).

**Таблица 2 – Характеристика грунтовой воды на участке 2**

№ скважины	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Сумма ионов	Сухой остаток
	г/дм <sup>3</sup>							
2	0,994	1,680	0,503	0,676	0,273	0,346	4,47	4,76

Грунтовые воды на этом участке к концу вегетационного периода располагались на глубине 2,5 м. Аналогичным образом выявлена верхняя граница капиллярного подъема солей. Она находится на глубине 0,6 м. Отсюда критический уровень залегания грунтовых вод на данном участке равен 1,9 м.

Ближе всех грунтовые воды располагались на участке 3 (1,9 м), состав и минерализация которых представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Характеристика грунтовой воды на участке 3**

№ скважины	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Сумма ионов	Сухой остаток
	г/дм <sup>3</sup>							
3	1,449	3,990	0,410	1,380	0,462	0,541	6,82	6,93

Вода, также как и на других участках, среднеминерализованная, состав – сульфатно-кальциевый. Ионов Ca<sup>2+</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> содержится фактически в два раза больше, чем в скважинах 1 и 2. Максимальное скопление сульфатных солей в этой скважине установлено с 0,6 м. Отсюда следует, что для этого участка критическая глубина грунтовых вод составляет 1,3 м.

Надо отметить, что на капиллярный подъем грунтовых вод большое влияние оказывает гранулометрический состав исследуемых почв (табли-

ца 4). Мелкозернистый грунт имеет меньшие поры и, соответственно, большую высоту капиллярного поднятия.

**Таблица 4 – Гранулометрический состав почв**

Слой, см	Участок 1		Участок 2		Участок 3	
	физическая глина, %	оценка	физическая глина, %	оценка	физическая глина, %	оценка
0–20	77	Гср	79	Гср	80	Гср
20–40	88	Гт	81	Гср	82	Гср
40–60	77	Гср	77	Гср	78	Гср
60–80	59	Ст	82	Гср	81	Гср
80–100	50	Ст	80	Гср	79	Гср
100–130	54	Ст	73	Гл	83	Гср
130–160	53	Ст	63	Гл	77	Гср
160–200	51	Ст	55	Ст	62	Гл
200–250	45	Ст	42	Сср	58	Ст

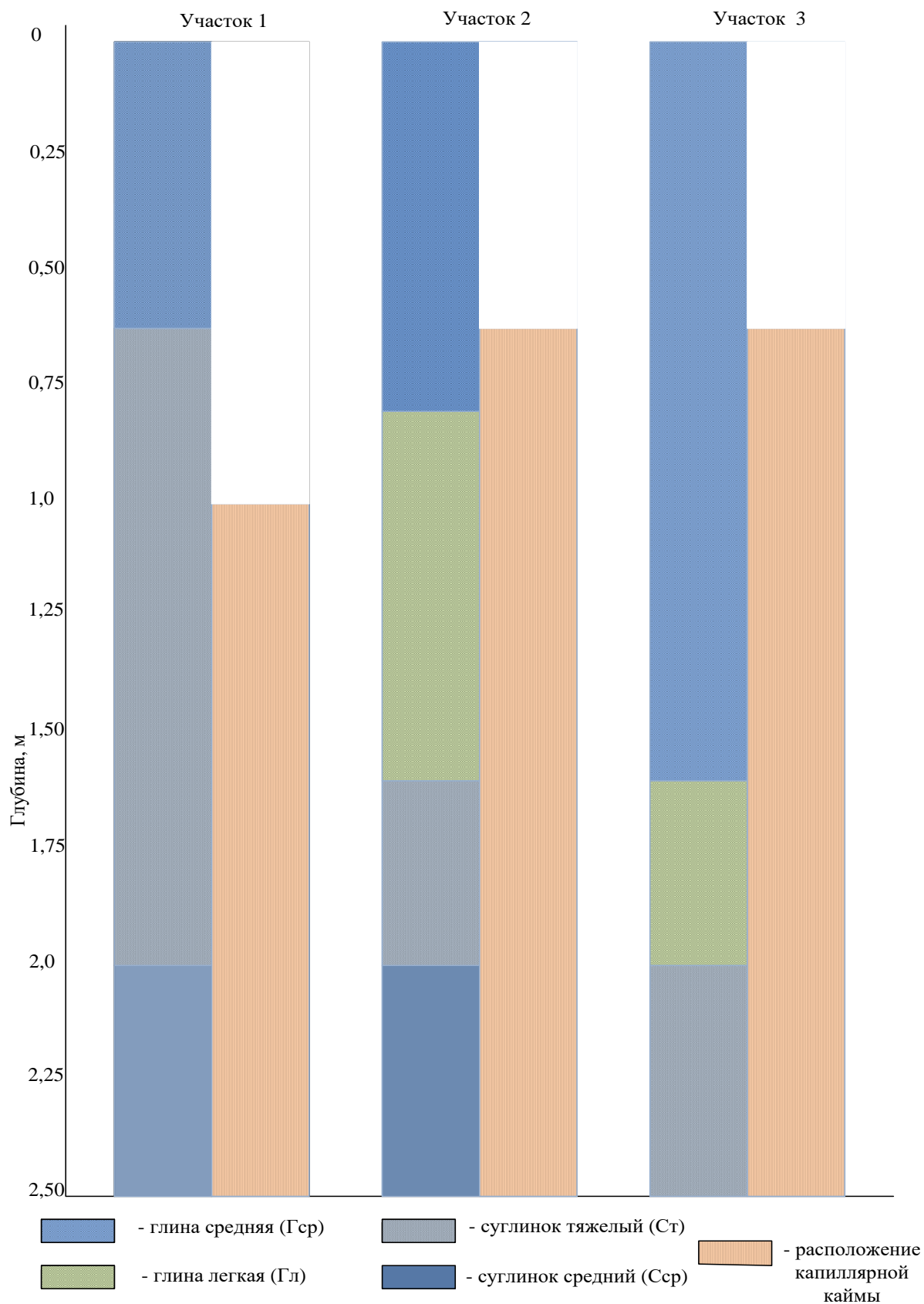
Примечание – Гср – глина средняя, Гл – глина легкая, Ст – суглинок тяжелый, Сср – суглинок средний.

В наших исследованиях высота капиллярного поднятия в скв. 1 находилась на уровне 1,0 м при наличии глинистых почвогрунтов до глубины 0,6 м (рисунок 2).

Ниже располагались более крупнозернистые грунты, а именно суглинок тяжелый, которые в меньшей степени способствовали капиллярному поднятию. В скв. 2 и 3 почвы до глубины 1,6 м имели глинистый состав (Гср и Гл), поэтому капиллярная кайма уже располагалась на высоте 0,6 м.

Грунтовые воды находились на глубине соответственно 2,9 и 1,9 м, а расчетный критический УГВ равнялся 1,9 и 1,3 м. Поднятию капиллярной каймы содействовали грунты, расположенные в средней части почвенного профиля и обладающие глинистым составом, то есть водоподъемными свойствами.

При проведении, например, химической мелиорации на данных участках в весенне-летний период следует уточнить уровень поднятия грунтовых вод к поверхности, так как данные исследований и расчетов показали наличие максимального содержания солей с глубины 0,6 м.



**Рисунок 2 – Расположение капиллярной каймы по участкам**



## **Выводы**

1 Обследование участков в пойме р. Дон показало, что по глубине залегания грунтовых вод, по гранулометрическому составу, высоте капиллярного поднятия и, соответственно, по критической глубине залегания грунтовых вод – обследуемые участки неравнозначны.

2 Наиболее благоприятное экологическое состояние наблюдается на участке 1, где уровень грунтовых вод в конце вегетационного периода располагался на глубине 2,8 м, максимум скопления незначительного количества солей, в основном сульфатов кальция, находится на глубине 1,0 м, а критическая глубина составляет 1,8 м.

Такое состояние участка предопределено наличием в нижней части почвенного профиля грунтов с крупнозернистым составом, а именно тяжелых суглинков, которые сдерживают поднятие капиллярной каймы к поверхности.

3 На участках 2 и 3 экологическая ситуация складывалась несколько иначе. Капиллярная кайма в обеих скважинах располагалась на уровне 0,6 м.

## **Список использованных источников**

1 Устинов, М. Т. Критический уровень грунтовых вод как критерий экологомелиоративного состояния почв / М. Т. Устинов, М. В. Глистин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2018. – № 3. – С. 14–16.

2 Васильев, С. М. Экологическая концепция оценки воздействия оросительных систем на ландшафты Нижнего Дона: монография / С. М. Васильев, В. Ц. Челахов, Е. А. Васильева; Сев.-Кавказ. науч. центр высш. шк., ФГНУ «РосНИИПМ». – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2005. – 307 с.

3 Седых, В. А. Почвенно-экологический мониторинг / В. А. Седых, В. И. Савич, П. Н. Балабко. – М., 2013. – 584 с.

4 Агроэкологическая оценка земель проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. рук. – М.: Росинформагротех, 2005. – 784 с.

5 Кац, Д. М. Гидрогеология / Д. М. Кац. – М.: Колос, 1969. – С. 96–97.

6 Кац, Д. М. Методические рекомендации по контролю за мелиоративным состоянием орошаемых земель / Д. М. Кац, Н. И. Парфенова. – М.: ВНИИГиМ, 1979. – Ч. I. – 120 с.

7 Критерии оценки экологической обстановки территории для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – М., 1992. – 32 с.

8 Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты / В. Ф. Вальков, Г. В. Денисов, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, Р. В. Кузнецов. – Ростов н/Д.: ЮФУ, 2008. – 416 с.

9 Вальков, В. Ф. Справочник по оценке почв / В. Ф. Вальков, Н. В. Елисеева, И. И. Имгрунт. – Майкоп: ГУР и ПП «Адыгея», 2004. – 236 с.

10 Щеглов, Д. И. Влияние уровня грунтовых вод на свойства и плодородие почв / Д. И. Щеглов, Л. А. Семенов // Перспектива науки. – 2011. – № 5(20). – С. 18–19.

11 Рабаданов, Г. Г. Грунтовые воды на засоленных светло-каштановых почвах равнинной провинции Дагестана / Г. Г. Рабаданов, Б. А. Алиева, Р. Г. Рабаданов // Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства. – 2015. – Т. 8. – С. 91–96.

12 Щедрин, В. Н. Теория и практика альтернативных видов орошения черноземов юга Европейской территории России: монография / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев. – Новочеркасск: Лик, 2011. – 435 с.

13 Докучаева, Л. М. Оценка почвообразовательных процессов длительно орошаемых пресной водой черноземов обыкновенных / Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2017. – № 1(25). – С. 66–80. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=458&id=463>.

14 Капиллярные свойства грунтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://cozyhomestead.ru/pochva\\_10161.html](http://cozyhomestead.ru/pochva_10161.html), 2019.

15 Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

16 Пат. 2115924 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/24. Способ определения критической глубины залегания грунтовых вод / Магаева Л. А., Елизарова Т. Н., Казанцев В. А.; заявитель и патентообладатель институт почвоведения и агрохимии СО РАН. – № 96120507/13; заявл. 08.10.96; опубл. 20.07.98.

## References

1 Ustinov M.T., Glistin M.V., 2018. *Kriticheskiy uroven' gruntovykh vod kak kriteriy ekologo-meliorativnogo sostoyaniya pochv* [Critical level of groundwater as a criterion for the ecological and environmental state of soil]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 3, pp. 14-16. (In Russian).

2 Vasil'ev S.M., Chelakhov V.Ts., Vasil'eva E.A., 2005. *Ekologicheskaya kontseptsiya otsenki vozdeystviya orositel'nykh sistem na landshafty Nizhnego Dona: monografiya* [Ecological concept of assessing the impact of irrigation systems on the landscapes of the Lower Don: monograph]. North-Caucasus Scientific Center of Higher School, FGNU "RosNIIPM". Rostov n/D., NCSC HE, 307 p. (In Russian).

3 Sedykh V.A., Savich V.I., Balabko P.N., 2013. *Pochvenno-ekologicheskiy monitoring* [Soil-Ecological Monitoring]. Moscow, 584 p. (In Russian).

4 *Agroekologicheskaya otsenka zemel' proektirovanie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekhnologii: metod. ruk.* [Agroecological Assessment of Land Design of Adaptive-Landscape Farming Systems and Agritechnologies: study guide]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2005, 784 p. (In Russian).

5 Kats D.M., 1969. *Gidrogeologiya* [Hydrogeology]. Moscow, Kolos Publ., pp. 96-97. (In Russian).

6 Kats D.M., Parfenova N.I., 1979. *Metodicheskie rekomendatsii po kontrolyu za meliorativnym sostoyaniem oroshaemykh zemel'* [Methodological Recommendations on Reclamation State of Irrigated Lands Control]. Moscow, VNIIGiM Publ., Part I, 120 p. (In Russian).

7 *Kriterii otsenki ekologicheskoy obstanovki territorii dlya vyyavleniya zon chrezvychaynoy ekologicheskoy situatsii i zon ekologicheskogo bedstviya* [Assessment Criteria of Environmental Situation of the Territory to Identify Environmental Emergency Areas and Ecological Disaster Zones]. Moscow, 1992, 32 p. (In Russian).

8 Val'kov V.F., Denisov G.V., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Kuznetsov R.V., 2008.

*Plodorodie pochv i sel'skokhozyaystvennyye rasteniya: ekologicheskie aspekty* [Soil Fertility and Agricultural Plants: Ecological Aspects]. Rostov n/D., Southern Federal University Publ., 416 p. (In Russian).

9 Val'kov V.F., Eliseeva N.V., Imgrunt I.I., 2004. *Spravochnik po otsenke pochv* [Reference Book on Soil Assessment]. Maikop, GUR and PP "Adygea", 236 p. (In Russian).

10 Shcheglov D.I., Semenov L.A., 2011. *Vliyanie urovnya gruntovykh vod na svoystva i plodorodie pochv* [Influence of groundwater level on soil properties and soil fertility]. *Perspektiva nauki* [Science Perspective], no. 5(20), pp. 18-19. (In Russian).

11 Rabadanov G.G., Alieva B.A., Rabadanov R.G., 2015. *Gruntovye vody na zasolennykh svetlo-kashtanovykh pochvakh ravninnoy provintsii Dagestana* [Groundwater in the saline light chestnut soils of the plain province of Dagestan]. *Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo zonal'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva* [Proceed. of the North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture], vol. 8, pp. 91-96. (In Russian).

12 Shchedrin V.N., Vasil'ev S.M., 2011. *Teoriya i praktika al'ternativnykh vidov orosheniya chernozemov yuga Evropeyskoy territorii Rossii: monografiya* [The Theory and Practice of Alternative Types of Irrigation of Chernozems in the South of European Russia: monograph]. Novocheerkassk, Lick Publ., 435 p. (In Russian).

13 Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., 2017. *Otsenka pochvoobrazovatel'nykh protsessov dlitel'no oroshaemykh presnoy vodoy chernozemov obyknovennykh* [Assessment of soil-forming process of ordinary chernozems irrigated long-term with fresh water]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 1(25), pp. 66-80, available: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=458&id=463>. (In Russian).

14 *Kapillyarnye svoystva gruntov* [Capillary Properties of Soils], available: [http://cozyhomestead.ru/pochva\\_10161.html](http://cozyhomestead.ru/pochva_10161.html), 2019. (In Russian).

15 Vadyunina A.F., Korchagina Z.A., 1986. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv* [Methods for Studying the Physical Properties of Soils]. Moscow, Agropromizdat Publ., 416 p. (In Russian).

16 Magaeva L.A., Elizarova T.N., Kazantsev V.A., 1996. *Sposob opredeleniya kriticheskoy glubiny zaleganiya gruntovykh vod* [The method of determining the critical depth of groundwater]. Patent RF, no. 2115924. (In Russian).

---

### **Докучаева Лидия Михайловна**

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: [rosniipm@yandex.ru](mailto:rosniipm@yandex.ru)

### **Dokuchayeva Lidiya Mikhaylovna**

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Leading Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocheerkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: [rosniipm@yandex.ru](mailto:rosniipm@yandex.ru)

### **Юркова Рита Евгеньевна**

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: [rosniipm@yandex.ru](mailto:rosniipm@yandex.ru)

**Yurkova Rita Yevgenyevna**

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: [rosniipm@yandex.ru](mailto:rosniipm@yandex.ru)