

УДК 631.4

DOI: 10.19047/0136-1694-2022-110-51-89



Ссылки для цитирования:

Горохова И.Н., Панкова Е.И. Изменение мелиоративного состояния орошаемых земель в Волгоградской области за 2001–2018 годы // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2022. Вып. 110. С. 51-89. DOI: 10.19047/0136-1694-2022-110-51-89

Cite this article as:

Gorokhova I.N., Pankova E.I., Changes in the rehabilitation status of irrigated lands in the Volgograd Oblast during 2001–2018, Dokuchaev Soil Bulletin, 2022, V. 110, pp. 51-89, DOI: 10.19047/0136-1694-2022-110-51-89

Изменение мелиоративного состояния орошаемых земель в Волгоградской области за 2001–2018 годы

© 2022 г. И. Н. Горохова*, Е. И. Панкова

ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, Россия,
119017, Москва, Пыжжевский пер, 7, стр. 2,

* <https://orcid.org/0000-0002-0428-3330>, e-mail: g-irina14@yandex.ru.

Поступила в редакцию 21.03.2022, принята к публикации 24.05.2022

Резюме: Дана сравнительная оценка мелиоративного состояния орошаемых земель в Волгоградской области за 2001–2018 гг., которые расположены в разных природных районах. Установлено, что за указанный период произошли существенные изменения в мелиоративном состоянии орошаемых земель: резко сократилась общая площадь орошения с 2001 г. (-31%), особенно на местном стоке (-44.5%), понизился уровень грунтовых вод (уровень >5 м сохраняется на 78% площади) и на этом фоне сократились площади вторично засоленных почв (-3.9%). Основными проблемами на сегодня являются: наличие многолетней залежи и богарных земель, освоенных первоначально под орошение, отсутствие дренажа на большинстве оросительных системах (ОС) и значительные площади солонцеватых почв, требующих мелиорации. Различия природных условий во многом определили современное мелиоративное состояние орошаемых почв и интенсивность их изменения. Так, наибольшие площади вторично засоленных почв сохраняются на оросительных системах, расположенных на исходно сильнозасоленных, слабодренированных почвах Хвалынской глинистой

равнины (Палласовская, Светлоярская оросительные системы). Реконструкция ряда оросительных систем с участками вторично засоленных почв дала положительный результат, после которой вторично засоленные почвы на мелиорированных землях не отмечаются (Большая Волгоградская, Тажинская ОС). Значительные площади солонцеватых почв сохраняются на орошаемых землях, расположенных в ареалах распространения природных солонцов и каштановых, светло-каштановых солонцеватых почв – на юге Приволжской возвышенности (Городищенская ОС), в районе Северных Ергеней (Генераловская ОС) и на Хвалынской глинистой равнине (Палласовская и др. ОС). Собственные исследования на Волго-Донской ОС с привлечением дистанционной информации показали, что данная система отражает общие черты современного мелиоративного состояния орошаемых земель Волгоградской области – характерны залежные земли, отсутствие дренажа, распространены солонцеватые почвы. Использование мультиспектральных космических снимков высокого разрешения (Landsat-8, Sentinel-2) для обнаружения залежных и орошаемых в текущем сезоне земель демонстрирует возможность уточнения сведений по этой категории земель. Определение дистанционными методами распространения засоленных и солонцеватых почв на орошаемых землях Волгоградской области может осуществляться косвенно, по состоянию растительности, когда при выявлении на снимках участков с разреженным растительным покровом выбираются целенаправленные маршруты по изучению почв и отбору почвенных образцов.

Ключевые слова: оросительная система, площадь орошения, уровень грунтовых вод, засоление почв, солонцеватость почв.

Changes in the rehabilitation status of irrigated lands in the Volgograd Oblast during 2001–2018

© 2022 I. N. Gorokhova*, E. I. Pankova

*Federal Research Centre “V.V. Dokuchaev Soil Science Institute”,
7 Bld. 2 Pyzhevskiy per., Moscow 119017, Russian Federation,*

**<https://orcid.org/0000-0002-0428-3330>, e-mail: g-irina14@yandex.ru.*

Received 21.03.2022, Accepted 24.05.2022

Abstract: A comparative assessment of the rehabilitation status of irrigated lands, which are located in different natural areas of the Volgograd Oblast, is presented for 2001–2018. It was found that during the specified period there were recorded significant changes in the condition of irrigated lands: the total irrigation area has dramatically decreased since 2001 (-31%), especially at

local runoff (-44.5%), the groundwater level has decreased (the level >5 m remains on 78% of the area). Also on this background, the areas of secondary salinized soils were also decreased (-3.9%). The main problems at the present are: the presence of fallow lands and rain-fed lands initially cultivated for irrigation, the lack of drainage on the most of irrigation systems and significant areas of saline soils requiring rehabilitation. Differences in natural conditions have largely determined the current rehabilitation state of irrigated soils and the intensity of their changes. Thus, the largest areas of secondary saline soils are preserved on irrigation systems located on the initially highly saline, poorly drained soils of the Khvalyn clay plain (Pallasovka, Svetloyarsk irrigation systems). Reconstruction of a number of irrigation systems with areas of secondary saline soils gave a positive result, after which secondary saline soils on reclaimed lands were not detected (Large Volgograd, Tyazhin irrigation systems). Significant areas of saline soils can be found on irrigated lands in the distribution areas of natural saline soils and chestnut, light chestnut saline soils – in the south of the Volga Upland, in the area of the Northern Yergeni and on the Khvalyn clay plain (Gorodishyshe, Generalovskoye, Pallasovka, etc. irrigation systems). Inherent research on the Volga-Don irrigation system with the involvement of remote sensing data has shown that this system reflects the general features of the modern rehabilitation condition of irrigated lands of the Volgograd Oblast – fallow lands, lack of drainage, and widespread saline soils are specific for this area. The use of high-resolution multispectral satellite images (Landsat-8, Sentinel-2) for the purposes of detection of fallow and irrigated lands in the current season demonstrates the possibility of clarifying information on this category of land. The determination of the distribution of salinized and solonetzic soils on irrigated lands of the Volgograd Oblast by remote methods can be carried out indirectly, i. e. according to the state of vegetation: when areas of sparse vegetation cover are being identified on images, targeted routes for soil surveys and soil sampling are selected.

Keywords: irrigation system, irrigation area, groundwater level, soil salinity, solonetzicity of soils.

ВВЕДЕНИЕ

В 2019 г. в журнале “Почвоведение” вышла статья ([Горохова, Панкова, 2019](#)), в которой анализировалось мелиоративное состояние орошаемых почв Волгоградской области за 2001–2015 гг., когда после экономического спада в России началось постепенное восстановление и начало функционирования большинства оросительных систем (ОС). Для того чтобы понять,

каков вектор дальнейших мелиоративных изменений на орошаемых землях, нами был проведен анализ данных, предоставленных Волгоградской гидрогеолого-мелиоративной партией (ВГМП) за 2018 г.¹, лежащих в основе мелиоративного кадастра, а также результатов собственных исследований, которые проходили в Волгоградской области в 2020–2021 гг. на Волго-Донской ОС, позволившие подтвердить характер происходящих изменений. Отметим, что данные ВГМП для мелиоративных кадастров обобщаются на основе материалов, собранных на местах.

Орошение на территории Волгоградской области началось еще в дореволюционный период и площадь орошаемых земель в XIX веке составляла 8.7 тыс. га ([Приходько, 2012](#)). Широкое регулярное орошение стало развиваться в 50–60-х годах XX в. Пик ирригационного освоения отмечался в 1989 г., когда в орошение было вовлечено 345.2 тыс. га или 4.6% от площади сельскохозяйственных земель Волгоградской области ([Панкова, Новикова, 2004](#)). В 90-х годах, в связи с общей сложной экономической ситуацией в стране, площади орошаемых земель в области резко сократились. В 2001 г. они составили 259.4 тыс. га или 3.2% от площади сельскохозяйственных угодий, в 2015 г. осталось только около 179 тыс. га ([Панкова, Новикова, 2004](#); [Горохова, Панкова, 2019](#)). По данным ВГМП, в 2018 г. общая площадь орошаемых земель сохранилась на уровне 178.8 тыс. га.

На орошаемых землях Волгоградской области возделывают зерновые (пшеница, ячмень), однолетние (кукуруза на силос, суданка) и многолетние (люцерна) кормовые травы, технические (подсолнечник, горчица, рапс), овощные и бахчевые культуры.

Цель данной работы – анализ мелиоративной обстановки на ОС Волгоградской области за период 2001–2018 гг., по данным ВГМП и материалам собственных исследований, для установления направленности и причин изменений состояния орошаемых почв в регионе и выявление связи изменений с природными особенностями расположения ОС; рассмотрение примеров использо-

¹ Показатели по оценке и учету мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем на 01.01.2019 г. ВГМП, 2019.

вания дистанционной информации для сбора сведений при составлении мелиоративного кадастра.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являются орошаемые земли Волгоградской области, расположенные в разных геоморфологических районах. Основные методы исследований: сравнительный анализ данных ВГМП за 2001–2018 гг. и полевые исследования (2020–2021 гг.) на территории Волго-Донской ОС с привлечением дистанционной информации. Для этого использовались космические снимки Landsat-8 и Sentinel-2 и такие приемы их обработки как сочетание разных каналов и классификация космических изображений.

Орошаемые земли Волгоградской области расположены в различных природных условиях. В пределах области выделяются 4 почвенно-климатические зоны и провинции, а также 14 геоморфологических областей и районов. Почвенно-климатическое и геоморфологическое районирование (рис. 1) позволяет сгруппировать ОС в зависимости от их расположения и географии почв, согласно Почвенной карте Волгоградской области (М 1 : 400 000 под ред. Е.М. Цвылева, 1989).

На северо-западе Волгоградской области выделяется степная зона Южно-Русской провинции (**A₁**), приуроченная, главным образом, к геоморфологической области Окско-Донской низменности (**I**) и частично – к областям Среднерусской (**II**) и Приволжской возвышенностей (району Медведицких яров (**III₅**)). Для этой части Волгоградской области в почвенном покрове характерны черноземы южные (Haplicor Calcic Chernozems (Loamic)) и черноземы обыкновенные (Haplicor Calcic Chernozems (Loamic, Pachic)). Здесь расположились исключительно массивы орошения на местном стоке, детальные сведения о состоянии которых в мелиоративных кадастрах не приводятся и поэтому подробно в статье не рассматриваются.

Сухостепная зона Манычско-Донской провинции (**B₁**), занимающая центральную часть Волгоградской области, разделена долиной р. Иловля и Цимлянским водохранилищем примерно пополам. Правобережье р. Иловли и Цимлянского водохранилища,

находящееся на Среднерусской (**II₃**, **II₄**) и Приволжской (**III₆**, **III₈**) возвышенностях, освоено под орошение на местном стоке, за исключением Иловлинского филиала (17), расположенного в южной части Приволжской возвышенности (**III₈**) и возделываемого с 2015 г. Здесь распространены темно-каштановые (Haplic Kastanozems (Loamic)) и каштановые (Haplic or Someric Kastanozems (Loamic)) почвы.

Все государственные ОС (кроме Иловлинского филиала) сосредоточены в сухостепной (**B₁**, **B₂**) и полупустынной (**B₁**) почвенно-климатических провинциях и в границах 6 геоморфологических районов левобережной части р. Иловли и Цимлянского водохранилища: на юге Приволжской возвышенности (**III₈**) и возвышенности Северные Ергени (**III₉**), на территории Прикаспийской низменности в районах Приволжской песчаной гряды (**V₁₁**) и Хвалынской глинистой равнины (**V₁₂**), в долинах рек Дона (**VI₁₃**) и Волги (**VI₁₄**). Наиболее благоприятными для орошения являются почвы Волго-Ахтубинской поймы (Волго-Ахтубинская ОС), где распространены аллювиально-луговые почвы (Eutric Stagnic Fluvisols (Loamic, Humic)). Самые сложные условия характерны для систем, расположенных на слабодренированной, бессточной Хвалынской глинистой равнине Прикаспийской низменности (**V₁₂**) (Палласовская, Светлоярская, Ленинская ОС и др.). Здесь в орошение были вовлечены природно засоленные солонцовые почвы, которые отличаются комплексностью почвенного покрова, представленные каштановыми солонцеватыми почвами в комплексе с солонцами (Luvic Someric Kastanozems (Proto sodic, Endoprotosalic), Haplic Solonetz (Albic, Columnic, Cutanic, Differentic) и светло-каштановыми почвами (Eutric Cambisols (Loamic, Pro tocalcic, Ochric) в комплексе с солонцами (Haplic Solonetz (Albic, Columnic, Cutanic, Differentic)). Ряд ОС, таких как Светлоярская (**V₁₂**, **III₉**) и Генераловская (**III₉**, **VI₁₃**), расположен сразу в двух геоморфологических районах (рис. 1).

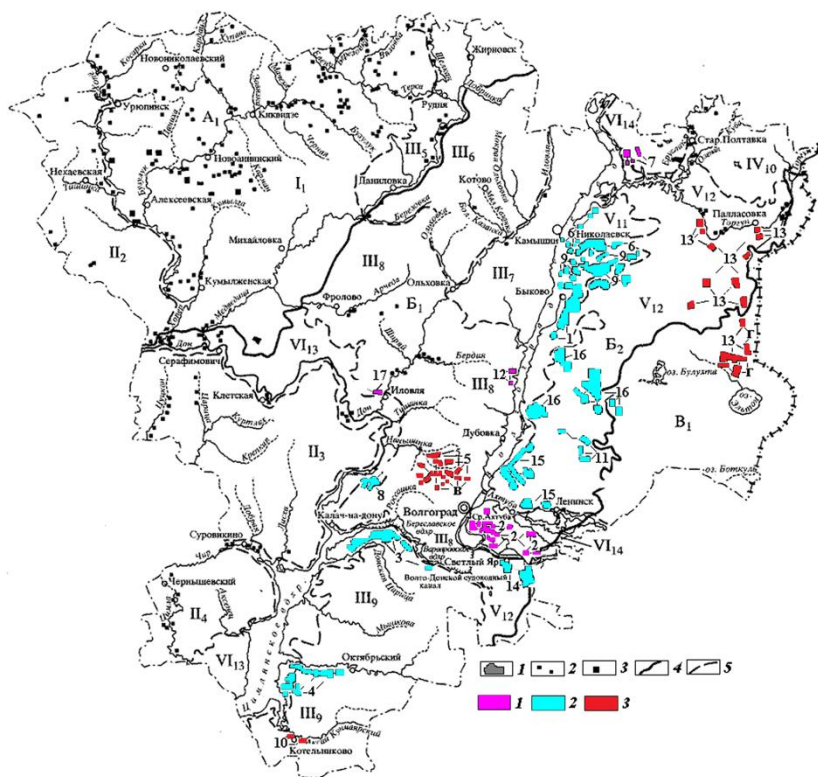


Рис. 1. Схема почвенно-климатического и геоморфологического районирования и расположения ОС Волгоградской области (по материалам [Панковой, Новиковой, 2004](#)); комплексное мелиоративное и техническое состояние ОС в 2018 г., составленное по данным ВГМП.

Fig. 1. Scheme of soil-climatic and geomorphological zoning and location of irrigation systems of the Volgograd Oblast (based on the materials of [Pankova, Novikova, 2004](#)); complex reclamation and technical condition of irrigation systems in 2018, compiled according to the data performed by the VGMP.

Примечание. 1) Оросительные системы: 1. Б. Волгоградская; 2. Волго-Ахтубинская; 3. Волго-Донская; 4. Генераловская; 5. Городищенская; 6. Заволжская; 7. Иловатская; 8. Калачевская; 9. Кисловская; 10. Котельниковская; 11. Ленинская; 12. Оленевская; 13. Палласовская; 14. Светлоярская; 15. Среднеахтубинская; 16. Тажинская; 17. Иловлинский филиал.

2) Орошаемые массивы на местном стоке площадью до 200 га.
3) Орошаемые массивы на местном стоке площадью 200–500 га.
4) Границы и перечень природных (почвенно-климатических) зон и провинций: **A**₁ – степная зона, Южно-Русская провинция; **B**₁ – сухостепная зона, Манычско-Донская провинция; **B**₂ – сухостепная зона, Заволжская провинция; **B** – полупустынная зона, Прикаспийская провинция.
5) Границы и перечень геоморфологических областей и районов. **I**. Окско-Донская низменность: **I**₁ – Хоперско-Бузулукская равнина. **II**. Среднерусская возвышенность: **II**₂ – Калачская возвышенность; **II**₃ – Восточно-Донская гряда; **II**₄ – Чирско-Цимлянская равнина. **III**. Приволжская возвышенность и Ергени: **III**₅ – возвышенность Медведицких яров; **III**₆ – возвышенное междуречье Медведицы и Иловли; **III**₇ – возвышенное правобережье Волги (междуречье Иловли-Волги); **III**₈ – южная часть Приволжской возвышенности; **III**₉ – возвышенность Северных Ергеней. **IV**. Низкое Сыртовое Заволжье: **IV**₁₀ – южная часть низкого Сыртового Заволжья. **V**. Каспийская низменность: **V**₁₁ – Приволжская песчаная гряда; **V**₁₂ – Хвалынская глинистая равнина. **VI**. Долины рек Дона и Волги: **VI**₁₃ – долина Дона; **VI**₁₄ – долина Волги. **Цветом показаны:** **1** – ОС, не требующая реконструкции и мелиорации почв; **2** – ОС, требующая мелиорации почв; **3** – ОС, требующая мелиорации почв и реконструкции коллекторно-дренажной сети.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На сегодняшний день на территории Волгоградской области находятся 17 ОС, которые относятся к государственным и площадь которых составляет 111.858 тыс. га, еще 66.82 тыс. га находятся на землях, орошаемых водами местного стока. Государственные ОС расположены в следующих геоморфологических районах: 1) Хвалынской глинистой равнины и Приволжской песчаной гряды Прикаспийской низменности; 2) Приволжской возвышенности и Ергенях; 3) в долинах рек Волги и Дона.

Орошаемые земли на местном стоке расположены на Хоперско-Бузулукской равнине, Калачской возвышенности, Восточно-Донской гряде и возвышенности Медведицких яров.

Как отмечалось выше, площади орошаемых земель в Волгоградской области, начиная с конца XX в., неуклонно сокращались. В последние два десятилетия ситуация выглядит следующим образом: площади с 2001 г. по 2018 г. сократились на 31%, и макси-

мальное сокращение произошло на Иловатской (88.8%), Котельниковской (49.2%), Заволжской (40.5%) ОС, но сокращение не связано с природными особенностями их расположения, т. к. все системы расположены в разных геоморфологических районах, а вызвано плохим техническим состоянием ОС и социально-экономическими условиями данных территорий. Орошение на местном стоке с 2001 г. сократилось на 44.5%.

В настоящее время ситуация с орошаемыми землями в Волгоградской области стабилизировалась и сокращение площадей с 2015 г. прекратилось (табл. 1).

Таблица 1. Площади орошаемых земель Волгоградской области в 2001–2018 гг. (по данным ВГМП)

Table 1. The area of irrigated lands of the Volgograd region in 2001–2018 (according to the VHMP)

Вид орошения	Площадь орошения в 2001 г., га	Площадь орошения в 2015 г., га	Площадь орошения в 2018 г., га	Изменения за 2001–2015 гг.		Изменения за 2015–2018 гг.	
				га	%	га	%
Общая площадь	259166	178840	178840	-80326	-31	0	0
Государственные системы	138474	111858	111858	-26616	-19.2	0	0
Местный сток	120692	66982	66982	-53710	-44.5	0	0

Значительная часть сократившихся земель под орошение стала разновозрастной залежью. Определить точную площадь залежи можно только с помощью дистанционного мониторинга, который в настоящее время самостоятельно на орошаемых землях не ведется.

Наши собственные исследования в Волгоградской области подтверждают наличие существенных площадей залежных земель, а также возможность по дистанционной информации выделять залежные земли. На рисунке 2 приведены результаты обработки космического изображения со спутника Landsat-8 (04.04.2020) для

центральной части Волго-Донской ОС, где с использованием сочетания разных каналов была выделена разновозрастная залежь.

Следует отметить, что в мелиоративных кадастрах многие годы отражалась информация о землях, освоенных под орошение, но не обязательно поливаемых в текущем сезоне, т. е. площадь фактического орошения на указанные даты была гораздо меньше. В последние годы в кадастре специальной строкой стала выделяться площадь, которая не поливалась в сезоне, что делает информацию об орошаемых землях более объективной.

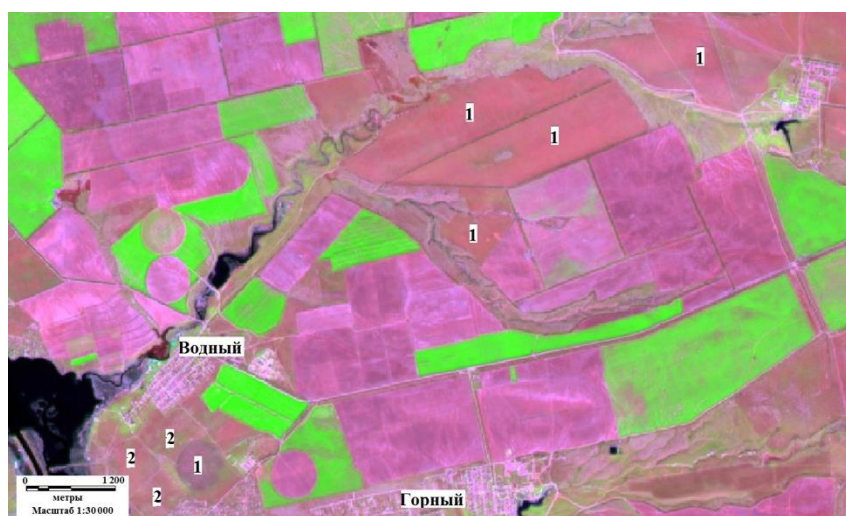


Рис. 2. Выделение многолетней залежи на изображении космического снимка со спутника Landsat-8 (04.04.2020) для центральной части Волго-Донской ОС в сочетании каналов 7, 5, 4 (коротковолновый инфракрасный, ближний инфракрасный, красный). Условные обозначения: 1 – залежь возрастом до 5 лет; 2 – залежь возрастом более 5 лет.

Fig. 2. Revealing the long-term fallow lands in the satellite image obtained from Landsat-8 (04.04.2020) for the central part of the Volga-Don Irrigation System with the use of a combination of channels 7, 5, 4 (short-wave infrared, near infrared, red). Legend: 1 – fallow lands, abandoned for less than 5 years ago; 2 – fallow lands, abandoned for 5 years and more.

В 2018 г. полностью не поливались земли Генераловской ОС и Иловлинского филиала, значительная часть земель не поливалась на Калачевской (31.4%), Городищенской (42%), Котельниковской (69%) и Тажинской (49.8%) системах; всего в Волгоградской области в 2018 г., по данным ВГМП, не поливалось более 20% освоенных под орошение земель (рис. 3).



Рис. 3. Общая площадь орошаемых земель и площадь земель, которые не поливались в 2018 г. Условные обозначения: по горизонтали 1, 2, ... 17 – номер оросительной системы (см. рис. 1); 18 – Государственные ОС, 19 – земли, орошаемые на местном стоке; 20 – всего по орошаемым землям.

Fig. 3. The total area of irrigated land and the area of lands that were not watered in 2018. Symbols: horizontally 1, 2, ... 17 – the number of the irrigation system (see Fig. 1); 18 – State-owned irrigation systems, 19 – lands irrigated using local runoff; 20 – total for irrigated lands.

Выше отмечалось, что информация ВГМП базируется на материалах, собранных на местах. Привлечение космических снимков облегчило и уточнило бы получение данных, по которым

можно определить поля, где осуществлялся полив, и где он отсутствовал в течение сезона. На рисунке 4 показан пример выделения на изображении космического снимка орошаемых массивов в центральной части Волго-Донской ОС, где сочетание зеленого, красного и ближнего инфракрасного каналов съемки позволяет выделить орошаемые поля за счет большей увлажненности почв, по сравнению с почвами богарных и залежных земель.



Рис. 4. Выделение орошаемых массивов на изображении космического снимка со спутника Sentinel-2 (27.07.2020) в центральной части Волго-Донской ОС по сочетанию каналов 2, 3, 4 (зеленый, красный, ближний инфракрасный). Условные обозначения: 1 – орошаемые массивы текущего сезона.

Fig. 4. Highlighting of irrigated massifs on the Sentinel-2 (27.07.2020) image in the central part of the Volga-Don IS by a combination of 2, 3, 4 (green, red, near infrared) bands. Legend: 1 – irrigated lands of the current season.

Известно, что после начала орошения почти повсеместно на орошаемых землях идет подъем уровня грунтовых вод (УГВ) и через 1–30 лет он часто достигает критического порога, при котором нарушается устойчивость почв. При высоком УГВ начинается

переувлажнение, заболачивание почв, ухудшается водно-воздушный режим. Значительная часть этих почв подвергается вторичному засолению. Вторичное засоление – наиболее распространенное отрицательное явление при орошении, которое определяется запасами солей в почвах и грунтовой толще, плохой дренированностью и зонально-климатическими особенностями территорий. Критическая глубина залегания грунтовых вод (ГВ) для почв сухостепной и полупустынных зон составляет 2–3 м.

ГВ на многих оросительных системах Волгоградской области в 80–90-х гг. прошлого века достигали критической глубины, однако к настоящему времени уровень существенно изменился. В 2001 г. площади орошаемых земель с УГВ глубже 5 м на государственных ОС составляли 56.4%, в 2018 г. – 75.2% площади орошения (табл. 2). Причина такого резкого снижения УГВ заключается в сокращении поливных площадей и сокращении объемов поливов. Снижение потребления поливной воды связано с переходом овощных и бахчевых культур на капельное орошение, а также с использованием части или всех земель под богарное земледелие.

На сегодня основные площади с критическим УГВ (до 2–3 м) сохраняются на Большой Волгоградской (1 179 га), Заволжской (857 га), Среднеахтубинской (466 га), Тажинской (466 га) и Палласовской (293 га) ОС. Настораживает увеличение площади участков с УГВ 2–3 м на Тажинской ОС, где несколько лет назад закончилась реконструкция системы, а площадь таких участков с 2001 г., напротив, увеличилась с 237 до 466 га (табл. 2).

Минерализованные ГВ (>3 г/л) при глубине их залегания более 3 м существенного влияния на орошаемые почвы не оказывают. Потенциальную опасность для возникновения вторичного засоления почв представляют площади с минерализованными ГВ там, где сохраняются небольшие участки орошения с УГВ 2–3 м (Большая Волгоградская, Среднеахтубинская ОС) (табл. 2).

Таблица 2. Площади орошаемых земель в Волгоградской области (га) по их мелиоративному состоянию (данные ВГМП за 2001, 2015 и 2018 гг.)

Table 2. Areas of irrigated lands in the Volgograd Oblast (ha) according to their rehabilitation status (Volgograd Hydrogeological and reclamation party (VHMP) data for 2001, 2015 and 2018)

№ ОС на карте	Наименование оро- сительной системы и номер ее геоморфо- логическо- го района на карте	Годы	Общая пло- щадь ороша- емых с.-х. угодий	Распределение орошаемых с.-х. угодий по								
				глубине залегания УГВ, м						минерализации ГВ, г/л		
				< 1	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-3.0	3.0-5.0	> 5	< 1	1.0-3.0	> 3
1	Б. Волго- градская (V ₁₁)	2001	19647	0	0	0	1362	5681	12604	16702	2945	0
		2015	15978	0	0	0	2174	10328	3476	10462	5516	0
		2018	15978	0	0	0	1179	11663	3136	15978	0	0
2	Волго- Ахтубин- ская (VI ₁₄)	2001	1626	0	0	517	1082	507	0	1626	0	0
		2015	1626	0	0	0	0	1626	0	1626	0	0
		2018	1626	0	0	0	0	1626	0	1626	0	0
3	Волго- Донская (III ₈)	2001	6261	0	15	88	1018	2454	2686	155	3614	2492
		2015	4614	0	0	0	0	59	4556	748	1245	2623
		2018	4614	0	0	0	0	59	4556	1935	1273	1406
4	Генералов- ская (III ₉ , VI ₁₃)	2001	6895	4	4	18	970	1250	2624	1324	2625	2946
		2015	4870	0	0	0	0	85	4785	540	2630	1700
		2018	4870	0	0	0	0	110	4760	1932	1648	1290

5	Городи- щенская (III ₈)	2001	21056	0	2	3	159	885	19538	540	1855	18661
		2015	20587	12	72	23	77	38	20365	4091	5525	10971
		2018	20587	7	24	29	83	43	2401	4169	6539	9879
6	Заволжская (V ₁₂)	2001	21695	39	48	280	1489	13755	6084	16047	4120	1528
		2015	12907	0	0	0	837	2180	9890	12907	0	0
		2018	12907	0	0	0	857	1950	10100	12907	0	0
7	Иловатская (VI ₁₄)	2001	1496	0	0	0	0	0	401	1095	1496	0
		2015	168	0	0	0	0	0	168	0	168	0
		2018	168	0	0	0	0	0	168	0	168	0
8	Калачев- ская (III ₈ , VI ₁₃)	2001	6988	0	0	0	0	422	6566	6288	700	0
		2015	7131	0	0	0	0	0	7131	3449	3682	0
		2018	7131	0	0	0	0	0	7131	6601	530	0
9	Кисловская (V ₁₁)	2001	11116	4	7	211	3648	7059	187	11116	0	0
		2015	7483	0	0	0	109	827	6547	7483	0	0
		2018	7483	0	0	0	89	702	6692	7483	0	0
10	Котельни- ковская (III ₉)	2001	3527	0	0	0	0	350	0	0	2024	263
		2015	1791	0	0	0	0	50	1741	0	1588	203
		2018	1791	0	0	0	0	50	1741	0	1588	203
11	Ленинская (V ₁₂)	2001	6311	0	0	0	0	474	5837	691	4695	925
		2015	5040	0	0	0	0	486	4554	896	3424	720
		2018	5040	0	0	0	0	674	4366	1357	3169	514
12	Оленевская (III ₈)	2001	2680	0	0	0	0	2680	0	2680	0	0
		2015	2680	0	0	0	0	0	2680	2680	0	0
		2018	2680	0	0	0	0	0	2680	2680	0	0
13	Палласов- ская (V ₁₂)	2001	14870	0	0	0	552	9974	4344	1045	9684	4141
		2015	11596	0	0	0	424	4299	6873	50	7027	4519
		2018	11596	0	0	295	293	3996	7012	1067	6994	3535

14	Светлояр- ская (V ₁₂ , III ₉)	2001	7264	0	24	193	646	3624	2777	1012	2329	3923
		2015	5889	0	0	0	0	92	5797	146	1398	4345
		2018	5889	0	0	0	0	86	5803	136	1645	4108
15	Среднеах- тубинская (V ₁₁)	2001	4049	0	0	0	0	1115	2934	913	2328	808
		2015	2672	0	0	0	30	638	2006	1273	814	586
		2018	2672	0	0	0	466	2133	327	1121	988	563
16	Тажинская (V ₁₂)	2001	2993	0	0	0	237	996	1	405	802	1786
		2015	2926	0	0	0	415	2301	210	2500	426	0
		2018	2926	0	0	0	466	2133	327	1943	983	0
17	Иловлин- ский фили- ал (III ₈)	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2015	3900	0	0	0	0	0	3900	3900	0	0
		2018	3900	0	0	0	0	0	3900	3900	0	0
18	Итого гос. системы	2001	138474	47	106	1310	11163	47686	78162	60544	39217	37493
		2015	111858	12	72	23	4066	23006	84679	52749	33443	25666
		2018	111858	7	24	324	2967	24055	84481	64835	25525	21498
19	Местный сток	2001	120692	938	3254	4461	5257	15425	91357	69773	50959	17953
		2015	66982	0	0	0	4110	9240	53632	4299	24480	38203
		2018	66982	0	0	0	4110	9240	53630	4299	24480	38203
20	Всего	2001	259166	985	3359	5771	16420	63111	169520	130277	90176	37493
		2015	178840	12	72	23	8176	32246	138311	57048	57923	63869
		2018	178840	7	24	324	7077	33295	138113	69134	50005	59701

Примечание. 0 – показатель не присутствует; прочерк (-) – нет данных.

Продолжение таблицы 2
Table 2 continued

№ ОС на карте	Наименование оросительной системы и номер ее геоморфологического района на карте	Годы	Общая площадь орошаемых с.-х. угодий	Распределение орошаемых с.-х. угодий по				
				минерализации поливной воды, г/л			обеспеченности дренажем	не поливалось
				< 1.0	1.0–2.0	> 2		
1	Б. Волгоградская (V ₁₁)	2001	19647	19647	0	0	2359	-
		2015	15978	15978	0	0	2359	-
		2018	15978	15978	0	0	2359	0
2	Волго-Ахтубинская (VI ₁₄)	2001	1626	1626	0	0	0	-
		2015	1626	1626	0	0	0	-
		2018	1626	1626	0	0	0	0
3	Волго-Донская (III ₈)	2001	6261	6261	0	0	208	-
		2015	4614	4614	0	0	58	-
		2018	4614	4614	0	0	58	0
4	Генераловская (III ₉ , VI ₁₃)	2001	6895	6895	0	0	0	-
		2015	4870	4870	0	0	0	-
		2018	4870	4870	0	0	0	4855
5	Городищенская (III ₈)	2001	21056	21056	0	0	150	-
		2015	20587	20587	0	0	58	-
		2018	20587	20587	0	0	160	8815
6	Заволжская (V ₁₂)	2001	21695	21695	0	0	4551	-
		2015	12907	12907	0	0	3655	-
		2018	12907	12907	0	0	3655	0

7	Иловатская (VI ₁₄)	2001	1496	1496	0	0	0	-
		2015	168	168	0	0	0	-
		2018	168	168	0	0	0	0
8	Калачевская (III ₈ , VI ₁₃)	2001	6988	6988	0	0	0	-
		2015	7131	7131	0	0	0	-
		2018	7131	7131	0	0	0	2238
9	Кисловская (V ₁₁)	2001	11116	11116	0	0	2385	-
		2015	7483	7486	0	0	2191	-
		2018	7483	7483	0	0	7483	0
10	Котельниковская (III ₉)	2001	3527	3527	0	0	740	-
		2015	1791	1791	0	0	740	-
		2018	1791	1791	0	0	740	1240
11	Ленинская (V ₁₂)	2001	6311	6311	0	0	0	-
		2015	5040	5040	0	0	0	-
		2018	5040	5040	0	0	0	495
12	Оленевская (III ₈)	2001	2680	2680	0	0	0	-
		2015	2680	2680	0	0	0	-
		2018	2680	2680	0	0	0	263
13	Палласовская (V ₁₂)	2001	14870	13443	1427	0	1884	-
		2015	11596	2758	6784	0	2080	-
		2018	11596	9041	545	2010	2080	0
14	Светлоярская (V ₁₂ , III ₉)	2001	7264	7264	0	0	0	-
		2015	5889	5889	0	0	0	-
		2018	5889	5889	0	0	0	0
15	Среднеахтубинская (V ₁₁)	2001	4049	4049	0	0	0	-
		2015	2672	2672	0	0	0	-
		2018	2672	2672	0	0	0	0

16	Тажинская (V ₁₂)	2001	2993	2993	0	0	0	-
		2015	2926	2926	0	0	0	-
		2018	2926	2926	0	0	0	1456
17	Иловлинский филиал (III ₈)	2001	-	-	-	-	-	-
		2015	3900	3900	0	0	0	-
		2018	3900	3900	0	0	0	3900
18	Итого гос. системы	2001	138474	137047	1427	0	12277	-
		2015	111858	103020	6784	0	11243	-
		2018	111858	109303	545	2010	11243	23062
19	Местный сток	2001	120692	108554	12138	0	0	-
		2015	66982	66982	0	0	0	-
		2018	66982	66982	0	0	0	3495
20	Всего	2001	259166	245601	13565	12277	12277	-
		2015	178840	170002	6784	11243	11243	-
		2018	178840	176285	545	2010	11243	26557

Примечание. 0 – показатель не присутствует; прочерк (-) – нет данных.

Полив сельскохозяйственных культур водой с минерализацией более 1 г/л отмечается только на Палласовской ОС, однако поливные воды гидрокарбонатно-кальциевого состава на многих ОС постепенно меняются на гидрокарбонатно-натриевые, что даже при минерализации близкой к 1 г/л приводит к осолонцеванию верхних горизонтов почв. Минерализация речных вод в настоящее время постепенно увеличивается, прежде всего, за счет возрастания роли испарения с поверхности водохранилищ, а также увеличения доли дренажных вод, сброса в реки городских и промышленных стоков. Аналогичное явление наблюдается по мере прохождения воды по магистральным каналам, имеющим участки с земляным руслом ([Кадаева, 2013](#)). Постепенно в воде меняется соотношение ионов, увеличивается доля натрия и магния по сравнению с кальцием, растут концентрации сульфатов и хлоридов в результате растворения солей из засоленных пород ([Делова, 2018](#)). Подобные явления характерны для Волго-Донского канала с Варваровским и Береславским водохранилищами ([Зинченко и др., 2020](#)), а также для Волгоградского и Цимлянского водохранилищ ([Болотин и др., 2018](#)).

Особенностью орошаемых земель в Волгоградской области является отсутствие на большинстве государственных систем дренажа. Всего в 2018 г. с дренажем орошалось 11.2 тыс. га, что составляет 10% площади всех орошаемых земель. Из них только Кисловская ОС обеспечена дренажем на 100%; также дренаж имеется на Котельниковской (41.3%), Заволжской (28.3%), Палласовской (17.9%), Большой Волгоградской (14.8%) ОС. Дренаж на землях, орошаемых местным стоком, вообще отсутствует (табл. 2).

Общая площадь засоленных почв на орошаемых землях государственных систем в Волгоградской области в 2001 г. составила 16 540 га (6.4%), в 2018 г. – 12 749 га (7.13%). Из них доля природно засоленных почв в 2001 г. составляла 78.2%, вторично засоленных – 21.8%, а в 2018 г. – 63.3% и 17.9% соответственно. Площадь вторично засоленных почв сократилась за этот период на 3.9% (табл. 3).

Самая большая площадь природно засоленных почв выявлена на Городищенской ОС (2 948 га), расположенной на юге При-

волжской возвышенности, Палласовской (1 869 га), Светлоярской ОС (542 га), находящихся на Хвалынской глинистой равнине, и Генераловской ОС (447 га), расположенной на возвышенности Северные Ергени и в долине р. Дон. Здесь же отмечаются максимальные площади средне- и сильнозасоленных почв, которые оказывают негативное воздействие на сельскохозяйственные культуры.

Вторично засоленные почвы распространены на Палласовской (637 га) и Светлоярской (976 га) ОС. На Тажинской ОС после реконструкции засоленные почвы не отмечаются, хотя система также расположена в районе Хвалынской глинистой равнины, и в 2001 г. 13.4% земель были вторично засолены. На землях, орошаемых местным стоком, вторично засоленные почвы последний раз выявлялись только в 2001 г. (20.4%) (табл. 3).

Сокращение площадей природно засоленных орошаемых почв, по сравнению с 2001 г., связано, в первую очередь, с общим сокращением площадей орошаемых земель (с 25.9 до 17.9 тыс. га); вторично засоленных почв – с реконструкцией на некоторых системах (Тажинская, Ленинская ОС) и со снижением УГВ до глубины 5 и >5 м, поскольку бывшие вторично засоленные почвы прошли этап постепенного рассоления. Среди вторично засоленных почв преобладают слабозасоленные почвы.

Однако неблагоприятные участки с вторично средне- и сильнозасоленными почвами сохранились на Палласовской (589 га) и Светлоярской (147 га) ОС, что связано с необходимостью их реконструкции и расположением на плохо дренированной Хвалынской глинистой равнине, где широко распространены природно засоленные солонцеватые почвы, легко переходящие во вторично засоленные при плохом оттоке оросительных вод.

На данных системах изначально преобладали светлокаштановые почвы в комплексе с засоленными солонцами (средними и мелкими – 25–50%; и >50% – на тяжело- и среднесуглинистых отложениях).

Таблица 3. Площади засоленных орошаемых почв в Волгоградской области (га) (данные ВГМП за 2001, 2015 и 2018 гг.)

Table 3. Areas of saline irrigated soils in the Volgograd Oblast (ha) (VHMP data for 2001, 2015 and 2018)

№ ОС на карте	Наименование оросительной системы и номер ее геоморфологического района на карте	Годы	Общая площадь орошаемых с.-х. угодий	Распределение орошаемых почв по засолению в слое 0–100 см				
				незасоленные	засоленные	в том числе степень засоления		
						слабозасоленные		
						всего	природно	вторично
1	Б. Волгоградская (V ₁₁)	2001	19647	18613	1034	681	681	0
		2015	15978	15764	214	102	102	0
		2018	15978	15764	0	0	0	0
2	Волго-Ахтубинская (VI ₁₄)	2001	1626	1626	0	0	0	0
		2015	1626	1626	0	0	0	0
		2018	1626	1626	0	0	0	0
3	Волго-Донская (III ₈)	2001	6261	5608	653	468	98	370
		2015	4614	4121	493	315	0	315
		2018	4614	4482	132	132	0	132
4	Генераловская (III ₉ , VI ₁₃)	2001	6895	6698	197	35	35	0
		2015	4870	4478	392	256	256	0
		2018	4870	4423	447	311	311	0
5	Городищенская (III ₈)	2001	21056	18871	2185	1676	1676	0
		2015	20587	17745	2842	2316	2316	0
		2018	20587	17649	2938	2412	2412	0

6	Заволжская (V ₁₂)	2001	21695	21083	612	446	446	0
		2015	12907	12677	230	230	230	0
		2018	12907	12677	230	230	230	0
7	Иловатская (VI ₁₄)	2001	1496	1281	215	0	0	0
		2015	168	168	0	0	0	0
		2018	168	168	0	0	0	0
8	Калачевская (III ₈ , VI ₁₃)	2001	6988	6723	265	65	65	0
		2015	7131	6933	133	65	65	0
		2018	7131	6933	198	65	65	0
9	Кисловская (V ₁₁)	2001	11116	10235	881	525	421	104
		2015	7483	7145	338	149	149	0
		2018	7483	7238	245	56	56	0
10	Котельниковская (III ₉)	2001	3527	3527	0	0	0	0
		2015	1791	1791	0	0	0	0
		2018	1791	1791	0	0	0	0
11	Ленинская (V ₁₂)	2001	6311	3806	2505	1098	1098	0
		2015	5040	3533	1507	444	444	0
		2018	5040	4018	1022	442	442	0
12	Оленевская (III ₈)	2001	2680	2680	0	0	0	0
		2015	2680	2680	0	0	0	0
		2018	2680	2680	0	0	0	0
13	Палласовская (V ₁₂)	2001	14870	9895	4975	2498	2091	407
		2015	11596	8380	3216	2114	1631	483
		2018	11596	8655	2941	2305	1822	483
14	Светлоярская (V ₁₂ , III ₉)	2001	7264	5063	2201	977	977	0
		2015	5889	3095	2794	2220	2220	0
		2018	5889	4271	1618	1249	320	929

15	Среднеахтубинская (V ₁₁)	2001	4049	3632	417	345	345	0
		2015	2672	2147	525	376	376	0
		2018	2672	2310	362	175	175	0
16	Тажинская (V ₁₂)	2001	2993	2593	400	400	0	400
		2015	2926	2926	0	0	0	0
		2018	2926	2926	0	0	0	0
17	Иловлинский филиал (III ₈)	2001	-	-	-	-	-	-
		2015	3900	3900	0	0	0	0
		2018	3900	3900	0	0	0	0
18	Итого гос. системы	2001	138474	121934	16540	9214	7933	1281
		2015	111858	99109	12749	8587	7789	798
		2018	111858	101511	10347	7479	5935	1544
19	Местный сток	2001	120692	112499	8193	4842	4306	538
		2015	66982	62793	4189	3185	3185	0
		2018	66982	62793	4189	3185	3185	0
20	Всего	2001	259166	234433	24733	14056	12239	1817
		2015	178840	161902	16938	11772	10974	798
		2018	178840	164304	14536	10664	9120	1544

Примечание. 0 – показатель не присутствует; прочерк (-) – нет данных.

Продолжение таблицы 3
Table 3 continued

№ ОС на карте	Наименование оро- сительной системы и номер ее геоморфо- логического района на карте	Годы	Общая площадь ороша- емых с.-х. угодий	Распределение орошаемых почв по засолению в слое 0–100 см					
				в том числе степень засоления					
				среднезасоленные			сильно- и очень сильно засоленные		
				всего	приро- дно	втори- чно	всего	приро- дно	втори- чно
1	Б. Волгоградская (V ₁₁)	2001	19647	196	58	138	157	157	0
		2015	15978	48	45	3	64	64	0
		2018	15978	0	0	0	0	0	0
2	Волго-Ахтубинская (VI ₁₄)	2001	1626	0	0	0	0	0	0
		2015	1626	0	0	0	0	0	0
		2018	1626	0	0	0	0	0	0
3	Волго-Донская (III ₈)	2001	6261	140	30	110	45	0	45
		2015	4614	145	0	145	33	0	33
		2018	4614	0	0	0	0	0	0
4	Генераловская (III ₉ , VI ₁₃)	2001	6895	102	35	67	60	0	60
		2015	4870	136	136	0	0	0	0
		2018	4870	136	136	0	0	0	0
5	Городищенская (III ₈)	2001	21056	483	483	0	26	26	0
		2015	20587	441	441	0	85	85	0
		2018	20587	441	441	0	85	85	0

6	Заволжская (V ₁₂)	2001	21695	166	166	0	0	0	0
		2015	12907	0	0	0	0	0	0
		2018	12907	0	0	0	0	0	0
7	Иловатская (VI ₁₄)	2001	1496	121	0	121	94	0	94
		2015	168	0	0	0	0	0	0
		2018	168	0	0	0	0	0	0
8	Калачевская (III ₈ , VI ₁₃)	2001	6988	200	200	0	0	0	0
		2015	7131	133	133	0	0	0	0
		2018	7131	133	133	0	0	0	0
9	Кисловская (V ₁₁)	2001	11116	285	247	38	71	71	0
		2015	7483	175	175	0	14	14	0
		2018	7483	175	175	0	14	14	0
10	Котельниковская (III ₉)	2001	3527	0	0	0	0	0	0
		2015	1791	0	0	0	0	0	0
		2018	1791	0	0	0	0	0	0
11	Ленинская (V ₁₂)	2001	6311	1122	1122	0	285	285	0
		2015	5040	260	260	0	803	803	0
		2018	5040	203	203	0	377	377	0
12	Оленевская (III ₈)	2001	2680	0	0	0	0	0	0
		2015	2680	0	0	0	0	0	0
		2018	2680	0	0	0	0	0	0
13	Палласовская (V ₁₂)	2001	14870	1308	563	745	1169	592	577
		2015	11596	845	320	525	257	0	257
		2018	11596	379	47	332	257	0	257
14	Светлоярская (V ₁₂ , III ₉)	2001	7264	1128	693	235	96	0	96
		2015	5889	498	275	223	76	32	44
		2018	5889	337	190	147	32	32	0

15	Среднеахтубинская (V ₁₁)	2001	4049	72	72	0	0	0	0
		2015	2672	149	149	0	0	0	0
		2018	2672	187	187	0	0	0	0
16	Тажинская (V ₁₂)	2001	2993	0	0	0	0	0	0
		2015	2926	0	0	0	0	0	0
		2018	2926	0	0	0	0	0	0
17	Иловлинский филиал (III ₈)	2001	-	-	-	-	-	-	-
		2015	3900	0	0	0	0	0	0
		2018	3900	0	0	0	0	0	0
18	Итого гос. системы	2001	138474	5323	3869	1454	2003	1131	872
		2015	111858	2830	1934	896	1332	998	334
		2018	111858	2039	1557	482	829	572	257
19	Местный сток	2001	120692	2763	1868	895	588	303	285
		2015	66982	1004	1004	0	0	0	0
		2018	66982	1004	1004	0	0	0	0
20	Всего	2001	259166	8086	5737	2349	2591	1434	1157
		2015	178840	3834	2938	896	1332	998	334
		2018	178840	3043	2561	482	829	572	257

Примечание. 0 – показатель не присутствует; прочерк (-) – нет данных.

Для ОС с природно засоленными почвами, расположенными на юге Приволжской возвышенности и возвышенности Северные Ергени, также характерно широкое распространение солонцовых комплексов, но из-за лучшей дренированности территорий процесс вторичного засоления почв наблюдается на ограниченной площади (Волго-Донская ОС). Самые благоприятные условия для орошения отмечаются на севере Приволжской возвышенности (Оленевская ОС, Иловлинский филиал) и на хорошо промытых аллювиально-луговых почвах долины Волги (Иловатская, Волго-Ахтубинская ОС), где засоленные и солонцеватые почвы не отмечаются (рис. 5, табл. 3).

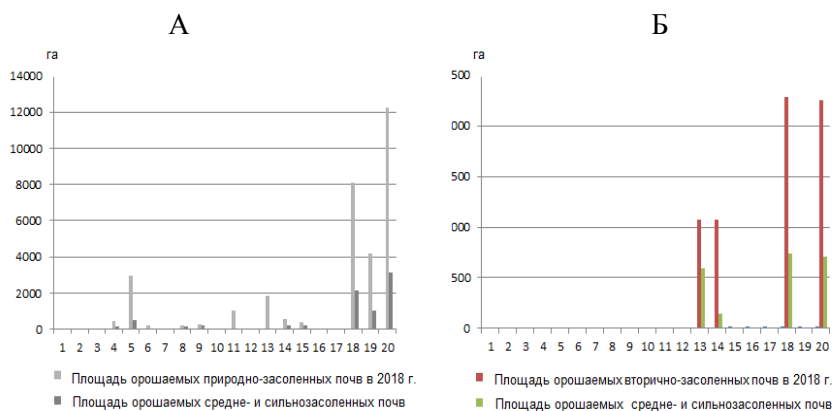


Рис. 5. Площадь орошаемых засоленных почв в Волгоградской области в 2018 г.: **А** – природно засоленные почвы, **Б** – вторично засоленные почвы. Условные обозначения: 1, 2, ..., 17 – номер оросительной системы (см. рис. 1); 18 – Государственные ОС, 19 – земли, орошаемые на местном стоке; 20 – всего по орошаемым землям.

Fig. 5. The area of irrigated saline soils in the Volgograd Oblast in 2018: **A** – naturally salinized soils, **B** – secondary salinized soils. Legend: 1, 2, ..., 17 – the number of the irrigation system (see Fig. 1); 18 – State-owned irrigation systems, 19 – lands irrigated using local runoff; 20 – total for irrigated lands.

Солонцеватые почвы в Волгоградской области распространены достаточно широко, и существенная часть из них была вовлечена в регулярное орошение. Площади орошаемых солонцева-

тых почв государственных ОС в 2001 г. занимали 52 059 га, в 2018 г. – 32 273 га, что составляет 20.1% и 22.8% от общей площади орошаемых земель соответственно. Увеличение площади солонцеватых почв в %-ом выражении в 2018 г. вызвано общим сокращением площади орошаемых земель. Примерно половину всех солонцеватых почв составляют средне- и сильносолонцеватые почвы, которые доставляют серьезные проблемы при возделывании сельскохозяйственных культур. Наибольшие площади солонцеватых почв сохраняются на Городищенской (8 247 га), Палласовской (8 091 га), Калачевской (4 900 га), Светлоярской (3 373 га) и Генераловской (1 935 га) ОС, они расположены в южной части Приволжской возвышенности, в районах Северные Ергени и на Хвалынской глинистой равнине, т. е. в основных ареалах распространения природных солонцов и каштановых, светлокаштановых солонцеватых почв (рис. 6, табл. 4).

Привлечение дистанционной информации для определения засоленных почв на орошаемых землях Волгоградской области затруднено из-за того, что здесь преобладают глубокосолончаковатые и глубокозасоленные почвы, в которых соли расположены на глубине более 70–100 см. Косвенно о засолении и солонцеватости почв можно судить по состоянию растительности, но такую информацию необходимо проверять на местности, т. к. изреженное состояние сельскохозяйственной культуры может быть связано и с другими причинами. Тем не менее, выявление подобных участков по снимкам помогает целенаправленно проводить отбор почвенных образцов для определения засоленности и солонцеватости почв, что позволяет сократить общее количество образцов.

На рисунке 7 представлено обработанное космическое изображение центральной части Волго-Донской ОС с определением индекса NDVI сельскохозяйственных культур и классификацией снимка по значениям NDVI.

Индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – наиболее известный и определяемый по космическим изображениям нормализованный разностный индекс растительности, который впервые был описан в 1973 г. (Rouse et al., 1973).

Таблица 4. Площади орошаемых солонцеватых почв в Волгоградской области (га) (данные ВГМП за 2001, 2015 и 2018 гг.)

Table 4. Areas of irrigated saline soils in the Volgograd Oblast (ha) (VHMP data for 2001, 2015 and 2018)

№ ОС на карте	Наименование оросительной системы и номер ее геоморфологического района на карте	Годы	Общая площадь орошаемых с.-х. угодий	Участие солонцеватых почв			
				несолонцеватые	солонцеватые	по степени солонцеватости	
						слабо-	средне- и сильно-
1	Б. Волгоградская (V ₁₁)	2001	19647	1662	2985	1910	1075
		2015	15978	14136	1842	1154	688
		2018	15978	1436	1842	1154	688
2	Волго-Ахтубинская (VI ₁₄)	2001	1626	1626	0	0	0
		2015	1626	1626	0	0	0
		2018	1626	1626	0	0	0
3	Волго-Донская (III ₈)	2001	6261	6081	180	180	50
		2015	4614	4473	141	92	49
		2018	4614	4473	141	92	49
4	Генераловская (III ₉ , VI ₁₃)	2001	6895	3770	3125	1269	1856
		2015	4870	2935	1935	724	1211
		2018	4870	2935	1935	724	1211
5	Городищенская (III ₈)	2001	21056	12727	8329	5438	2891
		2015	20587	12340	8247	5103	3144
		2018	20587	12340	8247	5103	3144

6	Заволжская (V ₁₂)	2001	21695	17437	4258	3608	650
		2015	12907	10888	2019	1717	302
		2018	12907	10888	2019	1717	302
7	Иловатская (VI ₁₄)	2001	1496	1126	370	167	203
		2015	168	168	0	0	0
		2018	168	168	0	0	0
8	Калачевская (III ₈ , VI ₁₃)	2001	6988	2083	4900	1000	3900
		2015	7131	2231	4900	1000	3900
		2018	7131	2231	4900	1000	3900
9	Кисловская (V ₁₁)	2001	11116	9408	1702	1050	658
		2015	7483	6597	886	599	287
		2018	7483	6597	886	599	287
10	Котельниковская (III ₉)	2001	3527	3527	0	0	0
		2015	1791	1791	0	0	0
		2018	1791	1791	0	0	0
11	Ленинская (V ₁₂)	2001	6311	6311	0	0	0
		2015	5040	5040	0	0	0
		2018	5040	5040	0	0	0
12	Оленевская (III ₈)	2001	2680	2680	0	0	0
		2015	2680	2680	0	0	0
		2018	2680	2680	0	0	0
13	Палласовская (V ₁₂)	2001	14870	5226	9644	4877	4767
		2015	11596	3505	8091	4382	3709
		2018	11596	3505	8091	4382	3709
14	Светлоярская (V ₁₂ , III ₉)	2001	7264	3607	3657	908	2749
		2015	5889	2516	3373	908	2465
		2018	5889	2516	3373	908	2465

15	Среднеахтубинская (V ₁₁)	2001	4049	3447	602	90	512
		2015	2672	2070	602	90	512
		2018	2672	2070	602	90	512
16	Тажинская (V ₁₂)	2001	2993	2852	141	79	62
		2015	2926	2689	237	137	100
		2018	2926	2689	237	137	100
17	Иловлинский филиал (III ₈)	2001	-	-	-	-	-
		2015	3900	3900	0	0	0
		2018	3900	3900	0	0	0
18	Итого гос. системы	2001	138474	98475	39999	20620	19373
		2015	111858	79585	32273	15906	16367
		2018	111858	79585	32273	15906	16367
19	Местный сток	2001	120692	108632	12060	5252	6798
		2015	66982	58521	8461	4906	3555
		2018	66982	58521	8461	4906	3555
20	Всего	2001	259166	207107	52059	25878	26171
		2015	178840	138106	40734	20812	19922
		2018	178840	138106	40734	20812	19922

Примечание. 0 – показатель не присутствует; прочерк (-) – нет данных.



Рис. 6. Площадь орошаемых солонцеватых почв в Волгоградской области в 2018 г. Условные обозначения: 1, 2, ..., 17 – номер оросительной системы (см. рис. 1); 18 – государственные ОС, 19 – земли, орошаемые на местном стоке; 20 – всего по орошаемым землям.

Fig. 6. The area of irrigated solonchaks in the Volgograd Oblast in 2018. Legend: 1, 2, ..., 17 – the number of the irrigation system (see Fig. 1); 18 – State-owned irrigation systems, 19 – lands irrigated using local runoff; 20 – total for irrigated lands.

Индекс NDVI – это показатель, применяемый для качественной и количественной оценки зеленой массы растительного покрова. Вегетационный индекс NDVI вычисляют по формуле: $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$, где NIR – яркость или коэффициент отражения в ближней инфракрасной области спектра (0.7–1.0 мкм); RED – в красной области спектра (0.6–0.7 мкм). Он предполагает соотношение максимального поглощения

солнечной радиации растениями в красной области и максимального отражения в инфракрасном диапазоне.

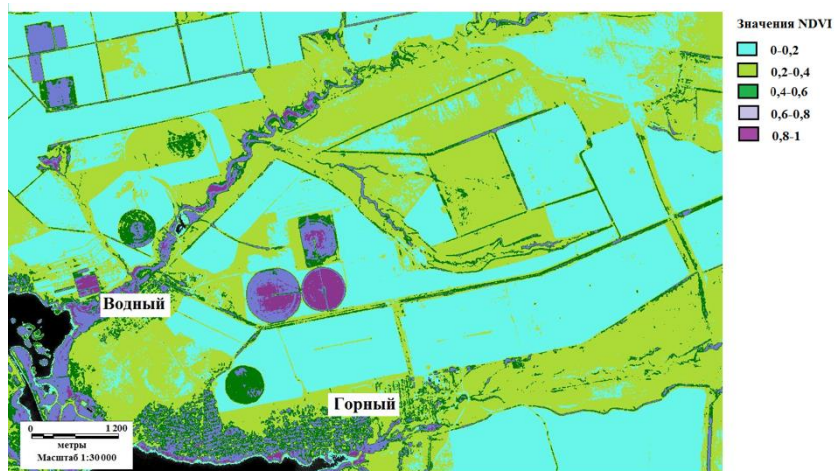


Рис. 7. Классификация по значениям NDVI изображения космического снимка со спутника Sentinel-2 (27.07.2020) на территорию центральной части Волго-Донской ОС.

Fig. 7. Classification of the satellite image obtained from Sentinel-2 (27.07.2020) by NDVI values on the territory of the central part of the Volga-Don IS.

На рисунке 7 показано, что в областях со значением $NDVI \leq 0.2$ находятся поля с убранными культурами и пары, на участки с $NDVI$ в интервал $0.2-0.4$ попадают поля с залежью (см. рис. 2) и поле с суданской травой в разреженном состоянии (на богаре), а при значениях $0.4-1$ – поля с орошаемыми культурами (кукурузой, соей, суданской травой) в разной степени вегетации и в хорошем состоянии. Также выделяется вегетирующая растительность в балках ($0.02-0.04$). На поле с суданской травой на богаре значения $NDVI$ составили менее 0.4 в активную фазу вегетации (конец июля), что свидетельствует о наличии деградационных почвенных процессов, снижающих вегетационную активность культуры, которая связана, как и предполагалось, с распространением здесь значительного количества солонцеватых почв. Таким

образом, анализ значений NDVI позволяет определить состояние культуры в процессе вегетации и выбрать поля с разреженной культурой для проведения на этом участке целенаправленного отбора образцов для оценки засоления и солонцеватости почв.

Все орошаемые поля со средне- и сильносолонцеватыми почвами нуждаются в такой мелиорации, как гипсование почв. На рисунке 1, по данным ВГМП, разным цветом показаны ОС где: 1 (розовый) – реконструкция и мелиорация почв не требуются; 2 (голубой) – необходимы мероприятия по рассолонцеванию почв; 3 (красный) – необходима комплексная реконструкция с мелиорацией почв и переустройством коллекторно-дренажной сети. Из рисунка 1 видно, что, в первую очередь, полную реконструкцию с мелиорацией почв и переустройством коллекторно-дренажной сети нужно проводить на Городищенской, Палласовской и Котельниковской ОС, расположенных в южной части Приволжской возвышенности, в районах Хвалынской глинистой равнины и Северных Ергеней. Однако основная проблема на сегодняшний день в Волгоградской области заключается в необходимости мероприятий по рассолонцеванию почв, в которых нуждается подавляющая часть ОС. Внимания требуют ОС, где проводится или будет проводиться полив из водохранилищ солончатыми водами, приводящий к накоплению обменного натрия и к вторичному осолонцеванию почв (Волго-Донская, Светлаярская, Генераловская ОС). Поэтому здесь необходимы специальные мероприятия по улучшению качества поливной воды (разбавление, фильтрование вод), чтобы исключить развитие негативных процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ данных ВГМП, характеризующих состояние орошаемых земель Волгоградской области за период 2001–2018 гг., показал следующее.

1. Сокращение орошаемых земель прекратилось, и площадь орошения с 2015 г. сохраняется на уровне 178.8 тыс. га.
2. Факторами, оказывающими влияние на состояние орошаемых почв, являются: геоморфолого-литологические условия и почвенный покров системы, на природные особенности которой накладываются плохое техническое состояние ОС и социально-

экономические проблемы данной территории.

3. В 80–90-х годах прошлого столетия основными негативными явлениями на орошаемых землях Волгоградской области были высокий уровень грунтовых вод и, как следствие, – наличие вторично засоленных почв при отсутствии дренажа, а в 2001–2015 гг. – сокращение орошаемых площадей. Основными проблемами на сегодняшний день являются: наличие заброшенных земель, ставших многолетней залежью, богарных полей на землях, освоенных под орошение, отсутствие дренажа на большинстве ОС и значительные площади солонцеватых почв (требующих мелиорации), полив солоноватыми водами из водохранилищ.

4. Положительным в период 2001–2018 гг. является существенное снижение УГВ и значительное сокращение площадей вторично засоленных почв. Среди вторично засоленных почв преобладают слабозасоленные почвы. Неблагоприятные участки с вторично средне- и сильнозасоленными почвами сохранились на Палласовской и Светлоярской ОС, что связано с расположением систем на плохо дренированной Хвалынской глинистой равнине, с широко распространенными природно засоленными солонцеватыми почвами и отсутствием реконструкции на ОС.

5. Сокращение площади солонцеватых почв в %-ом выражении вызвано общим уменьшением площади орошаемых земель. Примерно половину всех солонцеватых почв составляют средне- и сильносолонцеватые почвы. Наибольшие площади солонцеватых почв сохраняются на Городищенской, Палласовской, Калачевской, Светлоярской и Генераловской ОС, расположенных в сухостепной и полупустынной зонах, основных ареалах распространения природных солонцов и каштановых, светло-каштановых солонцеватых почв.

Собственные исследования на Волго-Донской ОС с привлечением дистанционной информации показали, что для этой системы характерны общие черты современного мелиоративного состояния Волгоградской области: наличие залежных земель, отсутствие дренажа, солонцеватость почв, полив солоноватыми водами из водохранилища. Использование космических снимков для определения площади залежных и орошаемых в текущем сезоне земель на примере Волго-Донской ОС демонстрирует возможность уточ-

нить данные, которые обычно собираются на местах. Привлечение дистанционной информации для определения засоленных почв прямым дешифрированием на орошаемых землях Волгоградской области затруднено из-за того, что здесь преобладают почвы, где засоленные горизонты расположены глубоко. Косвенно о засолении и солонцеватости почв можно судить по состоянию растительности, и при выявлении участков с разреженным растительным покровом на снимках можно целенаправленно проводить отбор почвенных образцов для определения засоленности и солонцеватости почв, тем самым сократив общее количество образцов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Безднина С.Я.* Качество воды для орошения: Принципы и методы оценки. М.: Изд. РОМА, 1997. 185 с.
2. *Болотин Д.А., Дубенок Н.Н., Болотин А.Г., Фомин С.Д., Тихонова М.К.* Водные ресурсы Волгоградской области и проблемы их использования // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 191–197. DOI: [10.32786/2071-9485-2018-04-27](https://doi.org/10.32786/2071-9485-2018-04-27).
3. *Горохова И.Н., Панкова Е.И., Харланов В.А.* Изменения мелиоративного состояния орошаемых почв Волгоградской области в XXI веке // Почвоведение. 2019. № 3. С. 1–18. DOI: [10.1134/S0032180X19030067](https://doi.org/10.1134/S0032180X19030067).
4. *Дедова Э.Б.* Зональная шкала оценки качества поливных вод республика Калмыкия // Синергия. 2018. № 1. С. 88–95. URL: <https://vepi.ru/wp-content/uploads/2018/10/Sinergiya-2018-1.pdf>.
5. *Зинченко Е.В., Горохова И.Н., Круглякова Н.Г., Хитров Н.Б.* Современное состояние орошаемых почв юга Приволжской возвышенности // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 104. С. 68–109. DOI: [10.19047/0136-1694-2020-104-68-109](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-104-68-109).
6. *Кадаева А.Г.* К вопросу о качестве оросительных вод в Калмыкии // Вестник Калмыцкого института гуманитарных исследований РАН. 2013. № 1. С. 160–162.
7. *Панкова Е.И., Новикова А.Ф.* Мелиоративное состояние и вторичное засоление почв орошаемых земель Волгоградской области // Почвоведение. 2004. № 6. С. 731–744.
8. Почвенная карта Волгоградской области (М 1 : 400 000. ГУГК СССР, 1989.

9. Приходько В.Е. Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность. М.: Изд-во “Интеллект”, 1996. 179 с.
10. Щедрин В.Н., Колганов А.В., Васильев С.М., Чураев А.А. Оросительные системы России: от поколения к поколению. Новочеркасск: Геликон, 2013. Ч. I. 283 с.

REFERENCES

1. Bezdina S.Ya., *Kachestvo vody dlya orosheniya: Printsipy i metody otsenki* (Irrigation Water Quality: Principles and Methods of Assessment), Moscow: Izd. ROMA, 1997, 185 p.
2. Bolotin D.A., Dubenok N.N., Bolotin A.G., Fomin S.D., Tikhonova M.K., *Vodnye resursy Volgogradskoi oblasti i problemy ikh ispol'zovaniya* (Water resources of the Volgograd region and problems of their use), *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2018, No. 4 (52), pp. 191–197, DOI: [10.32786/2071-9485-2018-04-27](https://doi.org/10.32786/2071-9485-2018-04-27).
3. Gorokhova I.N., Pankova E.I., Kharlanov V.A., Changes in the Ameliorative Status of irrigated Soils of Volgograd Oblast in the 21st Century, *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol 52, No. 5, pp. 550–565, DOI: [10.1134/S1064229319030062](https://doi.org/10.1134/S1064229319030062).
4. Dedova E.B., Zonal'naya shkala otsenki kachestva polivnykh vod respublika Kalmykiya, *Sinergiya*, 2018, No. 1, pp. 88–95, URL: <https://vepi.ru/wp-content/uploads/2018/10/Sinergiya-2018-1.pdf>.
5. Zinchenko E.V., Gorokhova I.N., Kruglyakova N.G., Khitrov N.B., Modern state of irrigated soils at the south of the Volga upland, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2020, Vol. 104, pp. 68–109, DOI: [10.19047/0136-1694-2020-104-68-109](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-104-68-109).
6. Kadaeva A.G., K voprosu o kachestve orositel'nykh vod v Kalmykii (Assessment of irrigation water quality in the Republic of Kalmykia), *Vestnik Kalmyt'skogo instituta gumanitarnykh issledovaniy RAN*, 2013, No. 1, pp. 160–162.
7. Pankova E.I., Novikova A.F., Meliorativnoe sostoyanie i vtorichnoe zasolenie pochv oroshaemykh zemel' Volgogradskoi oblasti (Ameliorative state and secondary salinization of soils of irrigated lands of the Volgograd region), *Pochvovedenie*, 2004, No. 6, pp. 731–744.
8. Soil map of the Volgograd region, scale 1 : 400 000, GUGK USSR, 1989.
9. Prikhod'ko V.E., *Oroshaemye stepnye pochvy: funktsionirovanie, ekologiya, produktivnost'* (Irrigated steppe soils: functioning, ecology, productivity), Moscow: Izd-vo “Интеллект”, 1996, 179 p.

10. Shchedrin V.N., Kolganov A.V., Vasil'ev S.M., Churaev A.A., *Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu* (Irrigation systems in Russia: from generation to generation), Novocherkassk: Gelikon, 2013, part I, 283 p.