

Оригинальная статья

УДК 502/504:631.6:631.67

DOI: 10.26897/1997-6011-2022-4-13-21

## СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

**СНЕЖКО ВЕРА ЛЕОНИДОВНА**<sup>1</sup>✉, д-р техн. наук, профессор

vl\_snejko@mail.ru

**БЕНИН ДМИТРИЙ МИХАЙЛОВИЧ**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент

dbenin@rgau-msha.ru

**ШИШКИН АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ**<sup>2</sup>✉, канд. с.-х. наук, доцент

shishkin8@yandex.ru

**БОЙКО АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ**<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук, доцент

avboiko80@mail.ru

**СКРИПНИК АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ**<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук, доцент

alexey.skripnik@yandex.ru

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Россия

<sup>2</sup> Алтайский государственный аграрный университет; 656049, Алтайский край, г. Барнаул, пр-т Красноармейский, 98, Россия

С течением времени орошение земель приводит к развитию таких негативных процессов, как засоление и заболачивание земель, снижение плодородия почв, изменение химического состава грунтовых вод, эрозия почвы. Мелиоративное состояние орошаемых земель является комплексным качественным показателем, оценивающим влияние природно-технологических факторов и характеризующим состояние системы «Почвы-почвогрунты зоны аэрации-подземные воды». Принятые в России и в ряде постсоветских стран категории мелиоративного состояния земель определяют их пригодность для сельскохозяйственного использования и направленность мероприятий для сохранения потенциального плодородия почв. На примере Алтайского края выполнен анализ динамики ряда показателей, характеризующих мелиоративное состояние земель (глубина залегания уровня грунтовых вод, минерализация грунтовых вод, минерализация оросительной воды, степень засоления почв в корнеобитаемом слое, степень солонцеватости почв), а также возможных причин развития негативных процессов. С применением методов математической статистики оценены скорости развития процессов на орошаемых землях и тренды увеличения/сокращения площади орошаемых сельскохозяйственных угодий, на которой зафиксированы изменения каждого из указанных показателей.

**Ключевые слова:** орошение, засоление земель, мелиоративное состояние земель, минерализация грунтовых вод, минерализация оросительной воды

**Формат цитирования:** Снежко В.Л., Бенин Д.М., Шишкин А.В., Бойко А.В., Скрипник А.В. Современные изменения мелиоративного состояния орошаемых земель Алтайского края // Природообустройство. – 2022. – № 4. – С. 13-21. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-4-13-21.

© Снежко В.Л., Бенин Д.М., Шишкин А.В., Бойко А.В., Скрипник А.В., 2022

Original article

## MODERN CHANGES IN THE RECLAMATION STATE OF IRRIGATED LANDS OF THE ALTAI TERRITORY

**SNEZHKO VERA LEONIDOVNA**<sup>1</sup>✉, doctor of technical sciences, professor

vl\_snejko@mail.ru

**BENIN DMITRY MIKHAILOVICH**<sup>1</sup>, candidate of technical sciences, associate professor

dbenin@rgau-msha.ru

**SHISHKIN ALEXANDER VICTOROVICH**<sup>2</sup>✉, candidate of agricultural sciences, associate professor

shishkin8@yandex.ru

**BOIKO ALEXANDER VLADIMIROVICH**<sup>2</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor

avboiko80@mail.ru

**SKRIPNIK ALEXEY VICTOROVIC**<sup>2</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor  
alexey.skripnik@yandex.ru

<sup>1</sup> Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev; 127434, Moscow, ul. Timiryazevskaya, 49, Russia

<sup>2</sup> Altai State Agrarian University; 656049, Altai Krai, Barnaul, Krasnoarmeysky Ave., 98, Russia

*Irrigation of land over time leads to the development of such negative processes as salinization and waterlogging of land, a decrease in soil fertility, a change in the chemical composition of groundwater, soil erosion. The reclamation state of irrigated land is a complex qualitative indicator that assesses the impact of natural and technological factors and characterizes the state of the system «Soils – Soils of the aeration zone – Groundwater». The categories of land reclamation state adopted in Russia and a number of post-Soviet countries determine their suitability for agricultural use and the focus of measures to preserve potential soil fertility. On the example of the Altai Territory, an analysis of the dynamics of a number of indicators characterizing the reclamation state of land is carried out: the depth of the groundwater level; mineralization of groundwater; mineralization of irrigation water; the degree of soil salinization in the root layer; the degree of salinity of the soil, as well as the possible causes of the development of negative processes. Using the methods of mathematical statistics, the rates of development of processes on irrigated lands and trends in increasing / decreasing the area of irrigated agricultural land, on which changes in each of these indicators are recorded, are estimated.*

**Keywords:** irrigation, reclamation state of lands, soil salinization, mineralization of ground water, mineralization of irrigation water

**Format of citation:** Snezhko V.L., Benin D.M., Shishkin A.V., Boiko A.V., Skripkin A.V. Modern changes in the reclamation state of irrigation lands of irrigated lands in the Aktai territory // *Prirodoobustrojstvo*. – 2022. – № 4. – S. 13-21. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-4-13-21.

**Введение.** По данным Всемирного банка, Российская Федерация занимает пятое место в мире по площади земель сельскохозяйственного назначения. Общая площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий в стране составляет 4664,595 тыс. га [1]. В России на сельскохозяйственных землях, охваченных водной мелиорацией, получают от 40 до 50% всей производимой сельскохозяйственной продукции [2]. Анализ современного состояния мелиорированных земель свидетельствует об ухудшении инженерного состояния оросительных и осушительных систем, связанного с износом большей части основных фондов [3].

Мелиоративное состояние характеризует степень пригодности земель для производства сельскохозяйственной продукции. В качестве показателей, характеризующих мелиоративное состояние орошаемых земель, в мелиоративном кадастре приводятся следующие данные: глубина залегания уровня грунтовых вод и их минерализация; минерализация оросительной воды; степень засоления почв в корнеобитаемом слое и степень солонцеватости почв. Обобщение перечисленных критериев формирует комплексную оценку мелиоративного состояния орошаемых земель как хорошее, удовлетворительное и неудовлетворительное состояние.

Снижение качества орошаемых земель с течением времени отмечается во многих исследованиях. При выращивании сельскохозяйственных культур на орошаемых землях

возрастает риск снижения плодородия почвы и повышения уровня ее деградации [4]. Известно, что длительное орошение способствует засолению, солонцеванию и загрязнению почв тяжелыми металлами [5]. Так, анализ результатов быстрого развития сельскохозяйственных мелиораций в Китае за последние 60 лет [6] выявил ряд проблем, влияющих на устойчивость сельскохозяйственного производства, в число которых входят засоление почвы и ухудшение экологической обстановки. Орошаемое земледелие способно оказывать значительное влияние на гидрологический режим аридных систем [7]. В исследованиях [8] отмечено влияние гидрогеологических характеристик и свойств почвы на распространение заболачивания и засоления на орошаемых землях в Египте. Отмечены негативное влияние орошения засоленной водой, отсутствие или недостаточная работа дренажа при отводе излишков воды отмечены [9].

Категории мелиоративного состояния орошаемых земель не только отражают степень их пригодности для сельскохозяйственного использования, но и определяют направленность мероприятий для сохранения потенциального плодородия почв. Контроль за динамикой мелиоративного состояния орошаемых земель и выявление возможных причин снижения мелиоративного состояния являются актуальной задачей управления мелиоративным комплексом.

Целями исследований явились анализ многолетней динамики мелиоративного

состояния орошаемых земель Алтайского края, выявление негативных тенденций и оценка возможных причин их развития.

#### Материалы и методы исследований.

По площади сельскохозяйственных угодий Алтайский край занимает первое место в России – более 11 млн га, 2/3 сельскохозяйственных угодий региона находятся в засушливой зоне с количеством осадков менее 200 мм в год [10]. По данным 2020 г., 96% мелиорируемых земель в регионе относились к орошаемым землям, а по площади орошаемых сельскохозяйственных угодий Алтайский край занимал 19-е место среди субъектов Российской Федерации. В Сибирском федеральном округе Алтайскому краю на протяжении последних 10 лет принадлежит лидирующее место по доле орошаемых земель, находящихся в хорошем мелиоративном состоянии.

Орошение на Алтае началось переселенцами при сельскохозяйственном освоении земель около р. Алей еще в 1913 г, полив проводился напуском по полосам и чекам. В 1971 г. Постановление Совета Министров «О мерах по ускоренному развитию сельского хозяйства районов Кулундинской степи Алтайского края, Новосибирской области» положило начало

интенсивному развитию мелиорации: были построены Кулундинский магистральный канал протяженностью 182 км, Гилевское водохранилище емкостью 472 млн м<sup>3</sup>, уникальные локальные оросительные системы с использованием подземных вод, каптируемых в искусственные водоемы [11].

Карта-схема мелиоративных объектов Алтайского края представлена на рисунке 1.

Материалами для исследований стали сведения мелиоративных кадастров. Данные за 2015-2022 гг. использовались для анализа распределения площади орошаемых сельскохозяйственных угодий по следующим показателям: глубина залегания уровня грунтовых вод; минерализация грунтовых вод; минерализация оросительной воды; степень засоления почв в слое 0-100 см, степень солонцеватости почв (табл.).

Применялись общенаучные методы исследований: эмпирические – пассивный эксперимент с использованием систематизированных статистических данных; общелогические методы – анализ, синтез, индукция, дедукция. Основой исследований стали фундаментальные положения гидрологии, почвоведения и мелиорации, теории вероятностей и математической статистики.

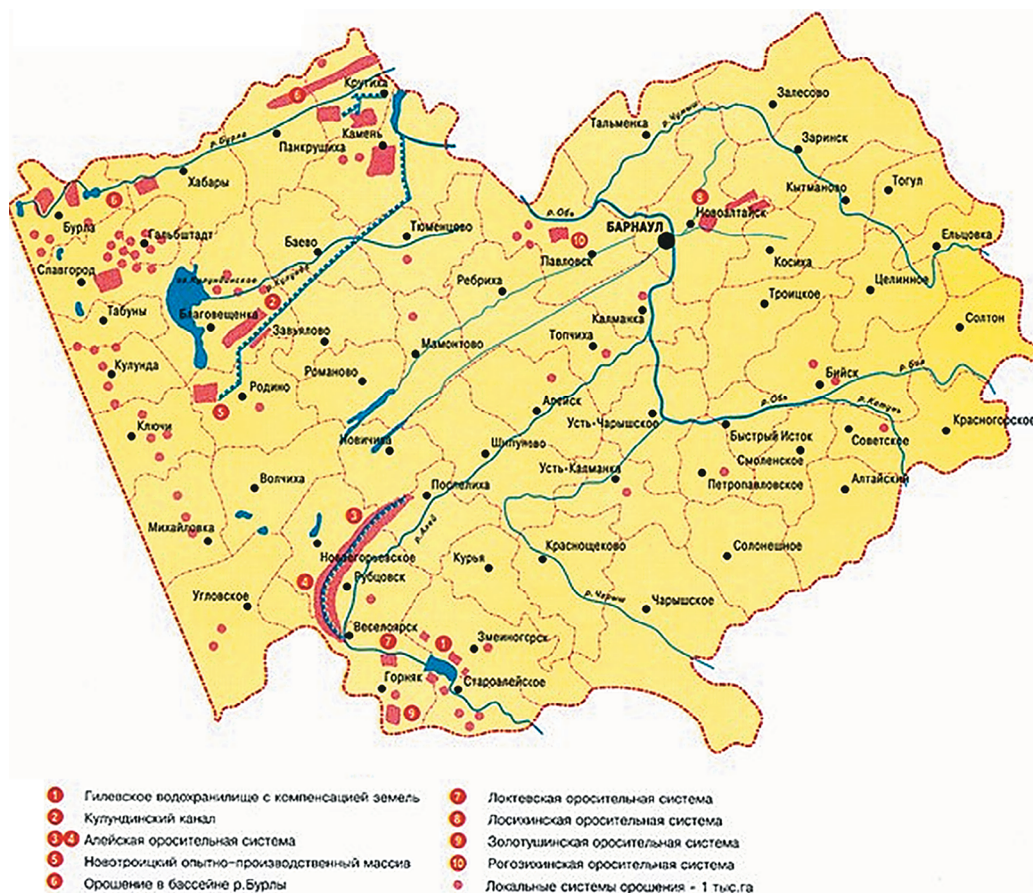


Рис. 1. Карта-схема мелиоративных объектов Алтайского края

Fig.1. Map-scheme of reclamation objects of the Altai Territory

Таблица  
Характеристики мелиоративного состояния орошаемых земель за 2015-2022 гг.

Table

## Characteristics of the reclamation state of irrigated lands for 2015-2022

Год / Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Площадь орошаемых земель</b> <i>Area of irrigation land</i>	69,924	69,924	69,784	69,784	69,784	69,784	69,784	69,784
<b>Мелиоративное состояние земель / Reclamation state of lands</b>								
<b>Хорошее / Good</b>	53,236	48,418	42,722	43,486	44,126	37,562	38,032	38,337
<b>Удовлетворит. / Satisfactory</b>	12,064	15,027	20,551	19,965	19,51	27,569	27,282	26,993
<b>Неудовлетворит. / Unsatisfactory</b>	4,624	4,479	6,511	6,333	6,148	4,653	4,47	4,454
<b>в т.ч. недопустимые / including unallowable</b>								
<b>УГВ / LGW</b>	2,215	4,065	3,95	2,937	2,704	1,067	1,047	1,052
<b>засоление / salinization</b>	1,756	1,429	1,626	1,286	1,283	2,519	2,786	2,73
<b>УГВ и засоление / LGW and salinization</b>	0,653	0,985	0,935	2,11	2,161	1,067	0,637	0,672
<b>Уровень грунтовых вод, м / Level of ground water, m</b>								
< 1,0	0	0	0	0,25	0,235	0,03	0	0,008
1,0÷1,5	0,257	0,576	0,588	1,778	0,785	0,154	0,106	0,131
1,5÷2,0	2,603	4,51	4,423	3,02	3,979	1,041	0,728	0,561
2,0÷3,0	8,328	5,919	5,563	5,826	5,85	8,082	7,297	6,939
3,0÷5,0	15,667	16,391	15,861	15,88	15,885	17,374	18,674	19,029
>5,0	43,069	42,528	43,349	43,03	43,05	43,103	42,979	43,116
<b>Минерализация грунтовых вод, г/л / Mineralization of ground water, g/l</b>								
<b>менее 1,0 / less than 1.0</b>	62,422	62,406	61,57	61,043	60,913	60,128	60,832	60,266
1,0÷3,0	7,457	7,473	8,169	8,605	8,723	9,638	8,897	9,39
<b>более 3,0 / more than 3.0</b>	0,045	0,045	0,045	0,136	0,148	0,018	0,055	0,128
<b>Минерализация оросительной воды, г/л / Mineralization of irrigation water, g/l</b>								
<b>менее 1,0 г/л / less than 1.0 g/l</b>	57,907	57,204	56,736	61,421	61,246	59,145	58,912	59,289
<b>1,0÷2,0 г/л / 1,0÷2,0 g/l</b>	12,017	12,72	13,048	8,363	8,538	8,966	9,199	8,822
<b>более 2,0 / more than 2.0</b>	0	0	0	0	0	1,673	1,673	1,673
<b>Степень засоления земель в слое 0-100 см / Degree of land salinization in the layer 0-100 cm</b>								
<b>Незасоленные / Nonsaline</b>	63,435	63,349	63,172	63,295	63,565	63,459	63,729	63,7
<b>Слабозасоленные / Weakly saline</b>	3,445	3,459	3,482	3,478	3,16	3,033	2,954	3,552
<b>Среднезасоленные / Medium saline</b>	2,398	2,47	2,397	2,33	2,051	2,106	1,869	1,562
<b>Сильно и очень сильно засоленные</b> <i>Heavily and very heavily saline</i>	0,646	0,646	0,733	0,681	1,008	1,186	1,232	0,97
<b>Степень солонцеватости / Degree of alkalinity</b>								
<b>Несолонцеватые / Unalkaline</b>	58,718	54,93	48,591	48,984	48,529	41,338	41,506	41,839
<b>Слабосолонцеватые / Weakly alkaline</b>	9,328	13,022	18,832	18,439	18,565	25,285	25,119	24,807
<b>Средне- и сильно солонцеватые</b> <i>Medium- and strongly alkaline</i>	1,878	1,972	2,361	2,361	2,69	3,161	3,159	3,138

Статистическая оценка качества регрессионных моделей включала в себя коэффициент детерминации  $R^2$ , использование F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента для принятого уровня значимости  $\alpha = 0,05$ . В случае неудовлетворительных оценок регрессионных моделей проверялась статистическая значимость тренда с числом лет наблюдений  $n$ : при отношении коэффициента корреляции  $\sqrt{R^2}$  к случайной среднеквадратической ошибке  $\sigma_r = (1 - R^2) / \sqrt{n - 1}$ , превышающем 2, тренд считался значимым на 5%-ном уровне, при меньших значениях тренд признавался статистически незначимым.

**Результаты и их обсуждение.**

На начало 2022 г. площадь орошаемых земель в Алтайском крае составила 69,784 тыс. га. Из них 38,337 тыс. га имели хорошее, 26,933 тыс. га – удовлетворительное, 4,454 тыс. га – неудовлетворительное мелиоративное состояние. В структуре орошаемых земель 96,3% занимала пашня, 1,2% – залежь, 1% – многолетние насаждения, 0,6% – сенокосы, 0,9% – пастбища. В неудовлетворительном мелиоративном состоянии находилось 5,7% пашни, 59,3% залежи, 38,8% сенокосов и 0,2% пастбищ.

На рисунке 2 приведена динамика площади орошаемых земель Алтайского края за последние 32 года с детализацией их мелиоративного состояния.

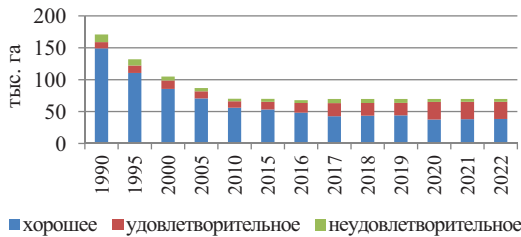


Рис. 2. Мелиоративное состояние орошаемых земель Алтайского края  
Fig. 2. Reclamation state of irrigated lands of the Altai Territory

За анализируемый период площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий сократилась в 2,4 раза. Наиболее интенсивное сокращение отмечено с 1990 по 2010 гг., когда ежегодно в регионе в среднем 1,02 тыс. га орошаемых земель переводились в богарные. В этот период отмечалось массовое сокращение мелиорируемых земель как в целом по России, так и в ее регионах, за счет перевода мелиорируемых в не мелиорируемые земли [12].

Указывалось [13], что в 1990-2010 гг. в стране наблюдался непрерывный (системный) процесс потери ранее орошаемых земель. В качестве основных причин назывались экономический кризис конца прошлого века, недостаток финансирования, смена собственников и банкротство многих производителей сельскохозяйственной продукции. С 2015 г. в Алтайском крае сокращение площади орошаемых земель прекратилось, но активизировался процесс ухудшения их мелиоративного состояния (рис. 3).

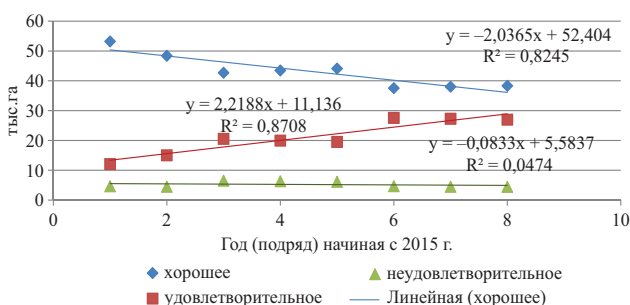


Рис. 3. Мелиоративное состояние орошаемых земель  
Fig. 3. Reclamation state of irrigated lands

Доля площади земель, находящихся в хорошем мелиоративном состоянии, за 2015-2022 гг. снизилась с 76 до 55%. Доля земель, находящихся в удовлетворительном состоянии, увеличилась

с 23 до 70%. Средняя скорость сокращения площади земель в хорошем состоянии составляла 2,04 тыс. га/год, средняя скорость увеличения площади земель в удовлетворительном состоянии составляла 2,22 тыс. га/год. Орошаемые земли региона преимущественно переходили из хорошего мелиоративного состояния в удовлетворительное. В неудовлетворительном состоянии находилось порядка 1% орошаемых земель, и эта величина оставалась практически постоянной. Отсутствие динамики площади земель с неудовлетворительным мелиоративным состоянием связано преимущественно с уменьшением общей площади поливов и выведением земель из сельскохозяйственного оборота.

Основными причинами ухудшения состояния орошаемых земель являются их переувлажнение, и как следствие – подъем уровня грунтовых вод и вторичное засоление. Вторичное засоление почв сухостепной зоны проявляется при глубине залегания грунтовых вод выше критического значения, равного 2...2,5 м при минерализации грунтовых вод более 5 г/л.

За анализируемый период на 84-89% площади орошаемых земель Алтайского края глубина залегания грунтовых вод находилась ниже критической отметки 3 м. Выше 1 м грунтовые воды поднимались только в 2018 и 2019 гг. на площади 250 и 235 га соответственно, что составляет 0,3-0,4% от общей площади. На глубине 1,0-1,5 м уровень грунтовых вод отмечен в 2018 г. на наибольшей площади 1778 га, в 2022 г. – на наименьшей площади 131 га. Это могло быть связано не только с поливными нормами, но и с естественными колебаниями увлажнения земель.

В течение последних лет площадь сельскохозяйственных угодий с глубиной залегания грунтовых вод 1,5-2,0 м статистически значимо сокращалась со средней скоростью 0,5 тыс. га/год, площадь земель с глубиной залегания грунтовых вод 3,0...5,0 м статистически значимо увеличивалась со средней скоростью 0,47 тыс. га/год. Снижение уровня грунтовых вод на орошаемых массивах могло быть вызвано сокращением площади орошаемых участков, снижением объемов поливов, использованием влагзарядковых весенних поливов при выращивании озимых культур [14].

На большей части орошаемых земель региона (86-89%) минерализация грунтовых вод составляла менее 1 г/л. Динамика минерализации грунтовой воды на орошаемых землях приведена на рисунке 4.

Площадь земель, в пределах которой минерализация грунтовых вод составляла менее

1 г/л, сокращалась со скоростью 0,33 тыс. га/год. С 2015 по 2022 гг. площади земель, на которых минерализация грунтовых вод лежала в пределах 1-3 г/л, увеличились с 10,6 до 13,5% общей площади орошаемых угодий, средняя скорость роста составила 0,30 тыс. га/год. Площадь земель с минерализацией грунтовых вод более 3,0 г/л составляла порядка 0,2% от общей площади орошаемых земель (Рубцовский и Славгородский районы), тренд ее увеличения был статистически незначимым.

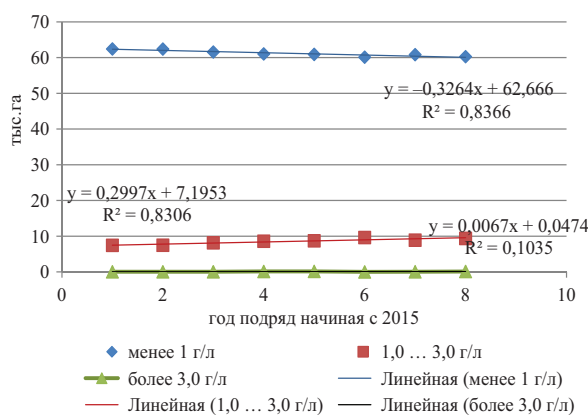


Рис. 4. Минерализация грунтовых вод на орошаемых землях

Fig. 4. Mineralization of ground water on irrigated lands

Относительно высокая минерализация грунтовых вод в случае их залегания на большой глубине не оказывает значительного влияния на вторичное засоление орошаемых земель Алтайского края, так как высота капиллярного повышения влаги для обыкновенных и южных черноземов составляет 1,2-2,0 м, для каштановых и темно-каштановых супесчаных почв – 1,0-1,2 м.

Наличие в оросительной воде значительного количества растворимых солей вызывает засоление земель. Допустимый предел в воде солей зависит от вида сельскохозяйственных культур, типа почв, оросительной нормы, способа полива, климатических условий и т.д., определяясь согласно ГОСТ 17.1.2.03-90 «Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения». По И.Н. Антипову-Каратаеву предел суммарного содержания солей в воде составляет 0,8-1,0 г/л. При превышении этих значений необходимо определять состав солей. По сравнению с 2015 г. площадь орошаемых земель с допустимой минерализацией поливной воды увеличивалась с 82,8 до 85%, но тренд к росту статистически был незначимым (рис. 5).

Площадь земель с минерализацией оросительной воды от 1 до 2 г/л сокращалась со скоростью 0,62 тыс. га/год и в 2022 г.

составила 14,9% от всей площади орошаемых земель по сравнению с 20,8% в 2015 г. Начиная с 2020 г. 1673 га орошаемых земель (2,4%) поливались водой, имеющей минерализацию более 2 г/л (участки орошения, расположенные в Родинском районе Алтайского края).

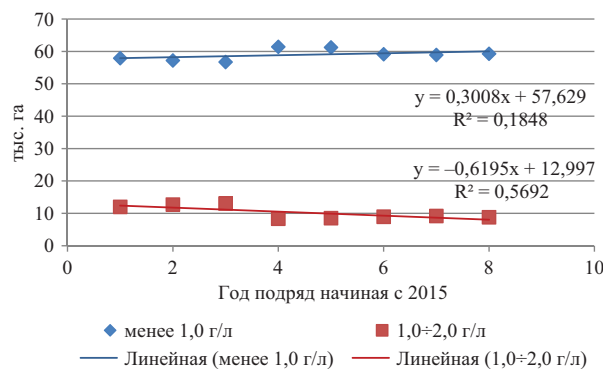


Рис. 5. Минерализация оросительной воды  
Рис. 5. Минерализация оросительной воды

На протяжении 2015-2022 гг. порядка 91% площади орошаемых земель в Алтайском крае не были засоленными в пределах слоя 0-100 см. Площадь незасоленных почв увеличивалась со средней скоростью 0,06 тыс. га/год. Это может быть связано со снижением уровня грунтовых вод до глубины 5 м и ниже и постепенным расслоением почв. Площади слабозасоленных земель составляли порядка 5% от общей площади орошаемых сельхозугодий и за анализируемый период не имели статистически значимого тренда к сокращению (рис. 6). В структуре орошаемых земель площадь средnezасоленных земель сократилась с 3,4 до 2,2% и снижалась со скоростью 0,12 тыс. га/год. В структуре орошаемых земель площадь сильно и очень сильно засоленных земель увеличилась с 0,9 до 1,4% и имела статистически значимый рост со скоростью 0,08 тыс. га/год. Наиболее распространены сильно- и очень сильнозасоленные земли на территории Рубцовского и Славгородского районов – именно здесь наблюдалась глубина залегания грунтовых вод в 1,5 м и выше.

Основной проблемой снижения качества орошаемых земель в регионе является их солонцевание. По-видимому, орошение достаточно большого массива формирует на его территории влажный микроклимат, и он характерен для северных широт России, на территории которых распространено именно содовое засоление. В 2015 г. 84% орошаемых земель края были несолонцеватыми, в 2022 г. это значение составило 60%. Скорость сокращения площади несолонцеватых земель составляет 2,47 тыс. га/год. Площадь слабосолонцеватых земель выросла в 2,7 раза и составила

в 2022 г. 59,3% площади орошаемых сельхозугодий по сравнению с 15,9% в 2015 г. (рис. 7).

Скорость увеличения площади слабосолонцеватых земель составляет 2,41 тыс. га/год.

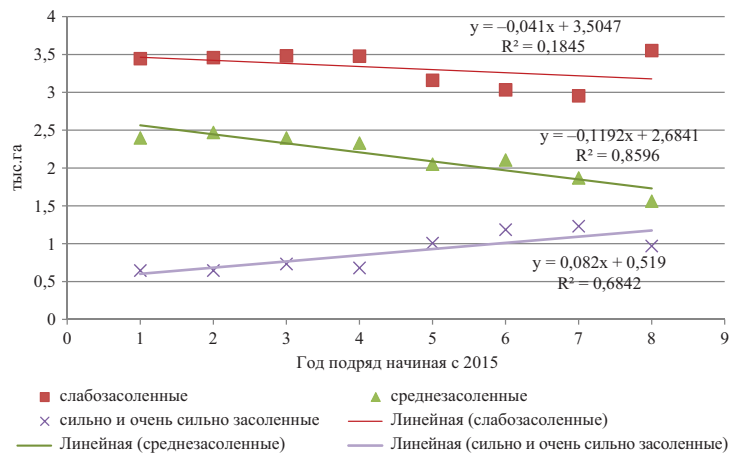


Рис. 6. Засоление орошаемых земель в слое 0-100 см  
Fig. 6. Salinization of irrigation lands in the layer of 0-100 cm

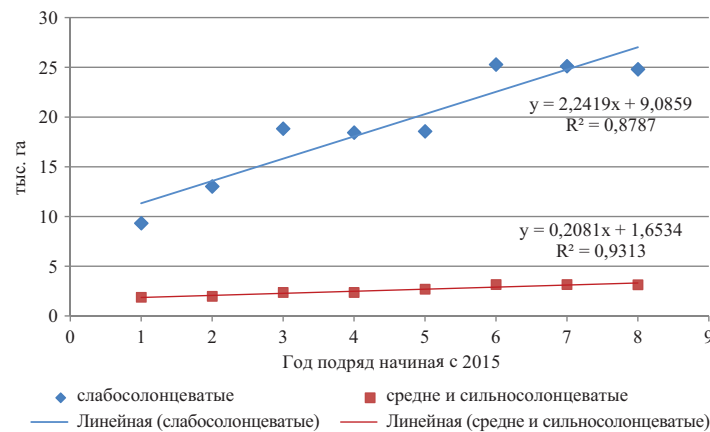


Рис. 7. Площадь земель, затронутых процессами солонцевания  
Fig. 7. The area of lands touched by the processes of alkalinity

Площадь средне- и сильносолонцеватых земель увеличилась в 1,7 раза и в 2022 г. составила 4,5% от общей площади орошаемых сельхозугодий. Наибольшее распространение средне- и сильносолонцеватые земли имели на территории Рубцовского, Славгородского и Немецкого национального районов. Средняя скорость роста площади средне- и сильносолонцеватых земель составила 0,22 тыс. га/год.

### Выводы

По данным мелиоративных кадастров за 2015-2022 гг., площадь орошаемых земель Алтайского края оставалась неизменной. В структуре более 90% их принадлежит пашне, в неудовлетворительном мелиоративном состоянии преимущественно находится залежь. Скорость сокращения площади земель в хорошем мелиоративном состоянии составляет 2,04 тыс. га/год, скорость роста площади земель в удовлетворительном состоянии – 2,22 тыс. га/год.

На 84-89% площади сельхозугодий глубина залегания грунтовых вод ниже критической отметки. Площадь земель с глубиной залегания грунтовых вод 1,5-2,0 м сокращалась со скоростью 0,5 тыс. га/год, с глубиной 3,0-5,0 м – увеличивалась со скоростью 0,47 тыс. га/год. Возможные причины связаны со снижением объемов поливов, а также с использованием влагозарядковых весенних поливов.

Более чем на 85% орошаемых земель минерализация грунтовых вод составляет менее 1 г/л. Но площадь таких земель сокращается со скоростью 0,33 тыс. га/год, в то время как площадь с минерализацией 1-3 г/л возрастает со скоростью 0,30 тыс. га/год. Относительно высокая минерализация грунтовых вод при большой глубине их залегания не оказывает значительного влияния на вторичное засоление орошаемых земель.

Порядка 80% земель имели минерализацию оросительной воды менее 1 г/л. Площадь земель с минерализацией оросительной воды

от 1 до 2 г/л сокращалась со скоростью 0,62 тыс. га/год. С 2020 г. 2,4% земель поливались водой с минерализацией более 2 г/л.

Более 90% площади земель не засолены в пределах корнеобитаемого слоя, их площадь увеличивается со скоростью 0,06 тыс. га/год. Рассоление обусловлено снижением уровня грунтовых вод до глубины 5 м и ниже. Площадь средnezасоленных земель снижалась со скоростью 0,12 тыс. га/год, сильно- и очень сильно-засоленных земель – увеличилась со скоростью 0,08 тыс. га/год. Эти явления были распространены на территории районов с глубиной залегания грунтовых вод 1,5 м и выше.

*Исследования профинансированы программой развития «Агропрорыв-2030» Российской государственной аграрной университета – МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».*

#### Библиографический список

1. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2019 году. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 404 с.
2. **Заносова В.И.** Иригационная оценка качества подземных вод Алтайского Приобья: Монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – 127 с.
3. **Бенин Д.М., Снежко В.Л.** Оценка состояния земель мелиоративных систем методами кластерного анализа // Вестник Евразийской науки. – 2019. – № 4.
4. **Rezapour S., Atashpaz B., Moghaddam S.S. and Damalas C.A.** Heavy metal bioavailability and accumulation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) irrigated with treated wastewater in calcareous soils // *Sci. Total Environ.* – 2019. – Vol. 656. – Pp. 261-269.
5. **Wan Z., Chang A.C., Wu L. and Crowley D.** Assessing the soil quality of long-term reclaimed wastewater-irrigated cropland // *Geoderma.* – 2003. – Vol. 114. – Pp. 261-278.
6. **Wang T., Wang Z., Guo L., Zhang J., Li W., He, H., Zong R., Wang D., Jia Z. and Wen Y.** Experiences and challenges of agricultural development in an artificial oasis // *A review. Agricultural Systems.* – 2021. – 193.
7. **Yin X., Feng Q., Zheng X., Wu X., Zhu M., Sun F. and Li Y.** Assessing the impacts of irrigated agriculture on hydrological regimes in an oasis-desert system // *Journal of Hydrology.* – 2021. – 594.
8. **Abd E.S., Osta M.M.E.** Waterlogging in the New Reclaimed Areas Northeast El Fayoum, Western Desert, Egypt. Reasons and Solutions // *Journal of Water Resource and Protection.* – 2014. – № 06 (18). – Pp. 1631-1645.
9. **Mohanavelu A., Sujay R.N. and Al-Ansari N.** Irrigation Induced Salinity and Sodicity Hazards on Soil and Groundwater // *An Overview of Its Causes, Impacts and Mitigation Strategies.* – 2021. – Agriculture, 11100983.
10. **Кошелева Е.Д., Кошелев К.Б.** Компьютерное моделирование взаимодействия грунтовых и поверхностных вод в зоне Бурлинского магистрального канала: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – 238 с.

В 2015 г. 84% орошаемых земель региона были несолонцеватыми, в 2022 г. несолонцеватыми были только 60%. Скорость сокращения площади несолонцеватых земель составила 2,47 тыс. га/год; скорость увеличения слабосолонцеватых земель – 2,41 тыс. га/год; скорость увеличения средне- и сильносолонцеватых – 0,22 тыс. га/год. В 2022 г. средне- и сильносолонцеватые почвы составили 4,5% сельхозугодий.

В настоящее время на оросительных системах Алтайского края капитальная промывка засоленных почв требуется на площади 3402 га, химическая мелиорация – на площади 3138 га.

*Gratitude. This study was funded by the development program of the Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev «Agroproryv-2030» as part of the strategic academic leadership program «Priority-2030».*

#### References

1. Doklad o sostoyanii i ispolzovanii zemel selskohozyajstvennogo naznacheniya Rossijskoj Federatsii v 2019 godu. – M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2021. – 404 s.
2. **Zanosova V.I.** Irrigatsionnaya otsenka kachestva podzemnyh vod Altajskogo Priobya: monografiya. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2009. – 127 s.
3. **Benin D.M., Snezhko V.L.** Otsenka sostoyaniya zemel meliorativnyh sistem metodami klaster'nogo analiza // *Vestnik Evrazijskoj nauki.* – 2019. – № 4, <https://esj.today/PDF/51SAVN419.pdf> (dostup svobodny). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl.
4. **Rezapour S., Atashpaz B., Moghaddam S.S., and Damalas C.A.** Heavy metal bioavailability and accumulation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) irrigated with treated wastewater in calcareous soils, *Sci. Total Environ.*, 2019, vol. 656, pp. 261-269.
5. **Wan Z., Chang A.C., Wu, L., and Crowley D.** Assessing the soil quality of long-term reclaimed wastewater-irrigated cropland, *Geoderma*, 2003, vol. 114, pp. 261-278.
6. **Wang T., Wang Z., Guo L., Zhang J., Li, W., He, H., Zong R., Wang D., Jia Z., and Wen Y.** Experiences and challenges of agricultural development in an artificial oasis: A review. *Agricultural Systems*, 2021, 193.
7. **Yin X., Feng Q., Zheng X., Wu X., Zhu M., Sun F., and Li Y.** (2021). Assessing the impacts of irrigated agriculture on hydrological regimes in an oasis-desert system. *Journal of Hydrology*, 2021, 594.
8. **Abd E.S., Osta M.M.E.** Waterlogging in the New Reclaimed Areas Northeast El Fayoum, Western Desert, Egypt. Reasons and Solutions. *Journal of Water Resource and Protection*, 2014, 06(18), 1631-1645.
9. **Mohanavelu A., Sujay R.N. and Al-Ansari N.** Irrigation Induced Salinity and Sodicity Hazards on Soil and Groundwater: An Overview of Its Causes, Impacts and Mitigation Strategies. 2021, *Agriculture*, 11100983.
10. **Kosheleva E.D., Koshelev K.B.** Kompyuternoe modelirovanie vzaimodejstviya gruntovyh i poverhnostnyh vod v zone Burlinskogo magistralnogo kanala: monografiya. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2010. – 238 s.



11. **Часовских В.П., Давыдов А.С.** Состояние мелиоративной отрасли в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 11 (85). – С. 32-35.

12. **Колганов А.В.** О состоянии мелиорируемых земель и задачах совершенствования гидромелиоративных систем // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – № 6. – С. 2-4.

13. **Мельников А.Н.** О состоянии и развитии мелиорации земель в России и мерах по борьбе с засухой // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – № 4. – С. 2-4.

14. **Горохова И.Н., Панкова Е.И., Харланова В.А.** Изменения мелиоративного состояния орошаемых почв Волгоградской области в XXI веке // Почвоведение. – 2019. – № 5. – С. 595-612.

#### **Критерии авторства**

Снежко В.Л., Бенин Д.М., Шишкин А.В., Бойко А.В., Скрипкин А.В. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Статья поступила в редакцию 20.08.2022**

**Одобрена после рецензирования 12.09.2022**

**Принята к публикации 19.09.2022**

11. **Chasovskih V.P., Davydov A.S.** Sostoyanie meliorativnoj otrasli v Altajskom krae // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 11 (85). – S. 32-35.

12. **Kolganov A.V.** O sostoyanii melioriruemyh zemel i zadachah sovershenstvovaniya gidromeliorativnyh sistem // Melioratsiya i vodnoe hozyajstvo. – 1995. – № 6. – S. 2-4.

13. **Melnikov A.N.** O sostoyanii i razvitii melioratsii zemel v Rossii i merah po borjbe s zasuhoj // Melioratsiya i vodnoe hozyajstvo. – 2010. – № 4. – S. 2-4.

14. **Gorohova I.N., Pankova E.I., Kharlanova V.A.** Izmeneniya meliorativnogo sostoyaniya oroshayemyh pochv Volgogradskoj oblasti v XXI veke // Pochvovedenie. – 2019. – № 5. – S. 595-612.

#### **Criteria of authorship**

Snezhko V.L., Benin D.M., Shishkin A.V., Boiko A.V., Skripkin A.V. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Snezhko V.L., Benin D.M., Shishkin A.V., Boiko A.V., Skripkin A.V. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

#### **Conflict of interests**

The authors state that there are no conflicts of interests

**The article was submitted to the editorial office 20.08.2022**

**Approved after reviewing 12.09.2022**

**Accepted for publication 19.09.2022**