

## ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ БАССЕЙНА р. УРАЛ

© 2024 г. С. Д. Исаева, Э. Б. Дедова\*

*Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Москва, 127434 Россия*

*\*e-mail: dedova@vniigim.ru*

Поступила в редакцию 04.03.2024 г.

После доработки 12.04.2024 г.

Принята к публикации 12.04.2024 г.

Актуальность исследований обусловлена необходимостью повышения водообеспеченности агропромышленного комплекса и сельского населения с целью создания условий для устойчивого водопользования, охраны водных ресурсов и снижения эколого-экономических рисков на территории бассейна р. Урал с учетом тенденций изменения климата. Выполнен анализ особенностей природных и ирригационно-хозяйственных факторов формирования водных ресурсов на территории трансграничного бассейна р. Урал (Республика Башкортостан, Челябинская и Оренбургская области), показавший устойчивый рост температуры воздуха на протяжении последних 30–130 лет. Оценка текущего состояния водных объектов, режимов работы гидротехнических сооружений, экологического состояния мелиорированных земель на площади 140 тыс. га позволила выявить ухудшение технического состояния мелиоративных систем за счет физического износа. Выполнен анализ водного баланса водосборной территории трансграничного бассейна р. Урал в естественных условиях и при орошении, а также особенности сельскохозяйственного водоснабжения. Рассмотрены виды экологической опасности, перерастающей в экономический риск при водопользовании, в том числе возможность возникновения дефицита водных ресурсов, развития процессов подъема уровня грунтовых вод, подтопления земель, вторичного засоления, осолонцевания, диффузного загрязнения водных объектов. Приведены зависимости для расчета рисков одномоментных, а именно затопления водами катастрофических паводков, и перманентных, таких как вторичное засоление, осолонцевание, подтопление и др. Предложена зависимость для интегральной оценки пространственно-временного развития эколого-экономических рисков. Проведенные исследования по выявлению экологически опасных процессов, связанных с использованием водных ресурсов в пределах российской части бассейна р. Урал, позволили сформулировать предложения по снижению рисков и повышению устойчивости функционирования мелиоративно-водохозяйственных систем.

*Ключевые слова:* мелиоративно-водохозяйственный комплекс, гидромелиоративные системы, экосистемное водопользование, сельское хозяйство, мелиорация, экологический риск.

**DOI:** 10.31857/S0321059624050039 **EDN:** VXZBPN

### ВВЕДЕНИЕ

Трансграничный бассейн р. Урал подвержен интенсивной техногенной нагрузке. Здесь расположены крупнейшие промышленные центры России и Казахстана и проживает порядка 4.5 млн человек. Развита горнодобывающая, металлургическая, нефтегазовая и обрабатывающая промышленность, интенсивно ведется и развивается сельскохозяйственное производство и орошаемое земледелие, включая лиманное орошение. Река Урал и ее крупнейшие притоки имеют важное рыбохозяйственное значение [1, 9, 20, 32]. Пространственные и сезонные изменения климата, а также

высокая антропогенная нагрузка приводят к развитию процессов деградации не только земельных, но и водных ресурсов. В результате ограничивается возможность использования водных ресурсов, снижается биоразнообразие водных объектов, затруднено развитие рыбного хозяйства, орошения и обводнения земель. Настоящая работа посвящена анализу и оценке природных и ирригационно-хозяйственных условий водосборной территории российской части р. Урал в условиях климатических изменений, преодоления дефицита водных ресурсов в регионах, где увеличивается аридность климата. Поддержание благоприятной экологической обстановки в речном

бассейне р. Урал, эффективное использование, защита и сохранение водных ресурсов возможны за счет модернизации мелиоративно-водохозяйственного комплекса, совершенствования организационных и правовых принципов интегрированного управления водными ресурсами при орошении, развития информационно-аналитического обеспечения принимаемых при управлении решений.

### МЕТОДОЛОГИЯ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методология исследований базируется на системном подходе и геоинформационных методах исследований, на теоретических и практических разработках в области экосистемного водопользования, развития водохозяйственного комплекса АПК, ведения сельского хозяйства в разных природно-хозяйственных условиях страны, на анализе нормативно-правовых документов и организационных принципов управления водопользованием и мелиорацией земель [2, 3, 6, 7, 13, 16, 23–26, 38–40].

Для анализа климатических изменений проанализированы результаты прогнозов, выполненных Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК), а также по глобальным сценарным исследованиям по “Моделям общей циркуляции атмосферы и океана” (МОЦАО), отображающим особенности поведения климата [15, 22, 40]. Выполнены статистические расчеты по данным гидрометеорологических наблюдений, характеризующих динамику поступления атмосферных осадков и изменения температуры воздуха [10]. Для расчета потребности в водных ресурсах использовали данные Федеральной службы государственной статистики [34].

Для анализа технического состояния гидро-мелиоративных систем использованы первичные данные из официальных информационных ресурсов Минприроды России и Минсельхоза России, а именно: по Инвентаризации мелиорированных земель и мелиоративных систем различной собственности 2010–2011 гг., Государственного водного реестра, по паспортизации государственных мелиоративных систем и отнесенных к государственной собственности, Ста-

тистической отчетности по форме 2ТПводхоз, а также Информационных ресурсов ВНИИ “Радуга”, где представлены материалы территориальных Управлений мелиорации Департамента мелиорации Минсельхоза России. Все исходные данные стали основой, сформированной в процессе исследований базы данных мелиоративных объектов федеральной собственности.

Экологический риск, связанный с водопользованием, — это возможность (вероятность) определенных потерь или ущербов при опасности развития экологически неблагоприятных процессов в природной среде под влиянием водохозяйственной деятельности. Потенциальные экологически опасные процессы, связанные с водными объектами в бассейне р. Урал, следующие: возможность дефицита водных ресурсов, питьевой и оросительной воды нормативного качества; загрязнение, в том числе диффузное, водных объектов, в том числе р. Урал; затопление территории при паводках; подтопление земель, развитие вторичного засоления при орошении; развитие эрозионных процессов при сельскохозяйственном и водохозяйственном воздействии. Для обработки результатов использованы методы математической статистики, для анализа региональных материалов по формированию и использованию водных ресурсов — средства дистанционного зондирования, находящиеся в открытом доступе. Обработка и анализ данных космических изображений проводилась посредством свободной кроссплатформенной геоинформационной системы QGIS.

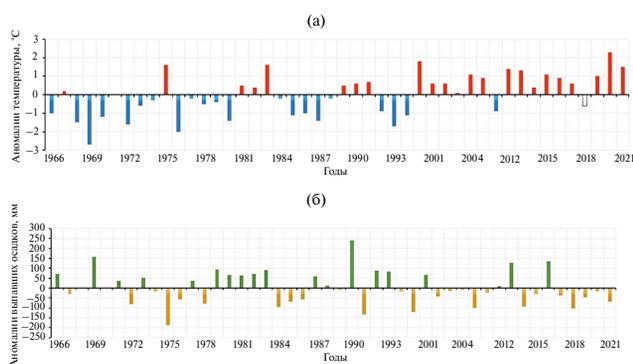
### ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В БАССЕЙНЕ р. УРАЛ

Главные климатические факторы, определяющие величину годового стока рек, — снеговые запасы в бассейнах к началу снеготаяния, дождевые осадки в период половодья, степень увлажнения и глубина промерзания почвогрунтов водосборов, интенсивность снеготаяния весной. Изменение климата воздействует на водные ресурсы посредством ряда механизмов, прежде всего из-за изменений условий их формирования, внутригодового перераспределения выпадающих осадков и процессов их инфильтрации в подземные воды, сокращения восполнения

запасов подземных вод, усиления испарения в ряде регионов или заболачивания земель и др. [5, 8, 9, 15, 28].

Анализ многолетней изменчивости сезонных и годовых значений приземной температуры воздуха, а также сумм атмосферных осадков по сетевым метеостанциям, расположенным в бассейне р. Урал, показал рост характеристик потепления к средним и южным частям бассейна. Для летнего сезона оно стало статистически значимым — происходит рост средней летней температуры воздуха. С середины 1990-х гг. как доказательство развития процессов потепления в бассейне Урала происходит существенное увеличение суммы положительных значений температуры воздуха за холодный период (с 1 ноября по 31 марта). Отмечены высокие положительные аномалии температуры зимой, частота оттепели (рис. 1). По данным метеостанции в г. Оренбурге, отклонение суммы положительных значений температуры в 1995–2015 гг. от таковой базового периода составило  $+27^{\circ}\text{C}$ ; в г. Верхнеуральске —  $+13.4^{\circ}\text{C}$ . Потепление в зимний период существенно влияет на условия формирования речного и подземного стока (усиление питания подземных вод в зимний период, дополнительное снижение питания рек подземными водами в межень). В то же время разнонаправленные тенденции в многолетнем ходе сумм сезонных осадков определили в последние 20 лет некоторое снижение годовых величин осадков.

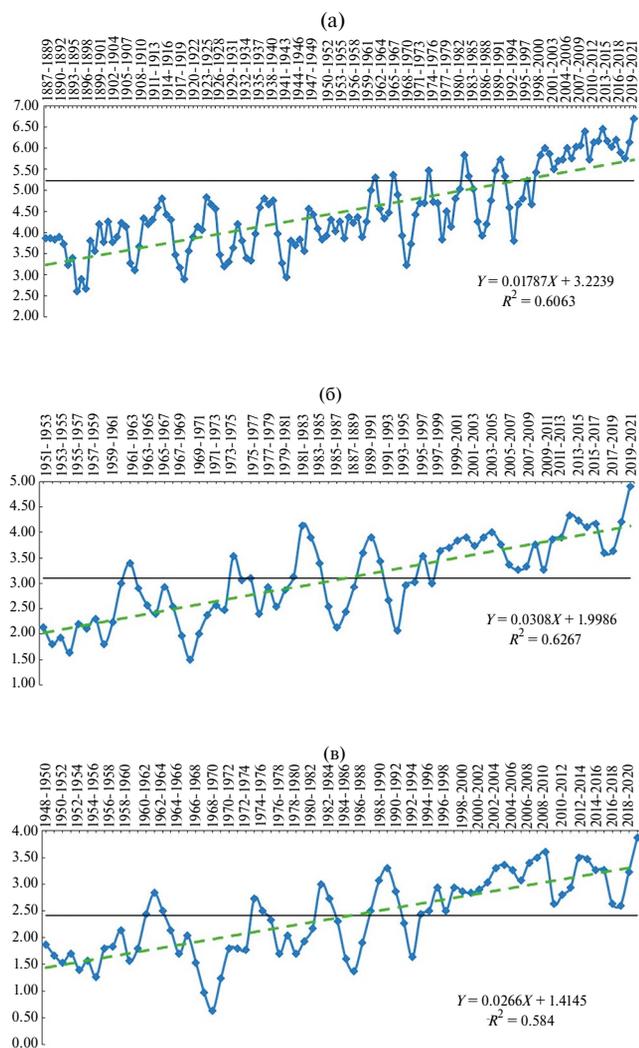
Результаты сценарных долгосрочных прогнозных исследований МГЭИК [15, 22] показы-



**Рис. 1.** Динамика аномальных значений среднегодовых значений температуры воздуха (а) и среднегодовых осадков (б) от нормы за период 1966–2021 гг., п. Акъяр, Республика Башкортостан.

вают, что в перспективе ожидаются изменения климатических факторов. В Оренбургской и Челябинской областях прогнозируется увеличение потока солнечной энергии соответственно на  $3\text{--}5 \text{ Вт/м}^2$  и  $2\text{--}3 \text{ Вт/м}^2$ . Географическое распределение прогнозируемых изменений осадков в зимний и летний периоды различны. Так, на территории Оренбургской области прогнозируется значительное уменьшение осадков в летний период, в то время как осадки в зимний период останутся неизменными или вырастут незначительно. На территории Челябинской области будет наблюдаться противоположная ситуация — ошутимое увеличение осадков в зимний период и незначительный рост количества осадков в летний. Анализ прогнозируемых изменений тепло- и влагообеспеченности свидетельствует о преобладающих тенденциях сокращения увлажненности (аридизации) территории — значительное увеличение температуры при небольшом росте объемов выпадающих осадков, которых может не хватать для оптимальной влагообеспеченности.

Результаты теоретического анализа подтверждаются выполненной оценкой фактической климатической ситуации на трансграничной территории бассейна р. Урал. Построены графики динамики осадков и температуры воздуха за периоды от 30 до 130 лет. Отмечается рост аномальных отклонений от норм температуры и атмосферных осадков по Республике Башкортостан, Оренбургской и Челябинской областям. Среднегодовые значения температуры по регионам растут в разной степени, что подтверждается аппроксимацией фактических данных методом скользящего среднего при осреднении за периоды в 3, 5, 10, 20 и 30 лет. Наиболее ярко выражены трехлетние циклы колебаний температуры воздуха (рис. 2). Линейные тренды с высокими коэффициентами детерминации ( $>0.7$ ) хорошо прослеживаются при 20–30-летнем осреднении данных методом скользящего среднего. В то же время осадки — ярко выраженная нестабильная величина. Аппроксимация сумм осадков позволяет описать их динамику (тренды) полиномами 3–5-й степени. Рост температуры и учащение засух определяют необходимость надежного обеспечения орошения в рассмотренных регионах.



**Рис. 2.** Анализ трехлетних скользящих среднегодовых значений температуры воздуха за периоды 1887–2021 гг. г. Оренбург (а), 1951–2021 гг. п. Акъяр (б), 1948–2020 гг. г. Магнитогорск (в).

Анализ исследований водохозяйственных балансов [12, 30, 33] показал, что общий забор воды из природных водных объектов в бассейне р. Урал в 2020 г. оценивался в 1090 млн·м<sup>3</sup>. Величина суммарного изъятия речного стока из водных объектов (с учетом величины потерь на дополнительное испарение из прудов и водохранилищ) составляет ~1380 млн м<sup>3</sup>. При этом допустимая величина безвозвратного изъятия стока в бассейне на территории РФ составляет 1225.38 млн м<sup>3</sup> (или 4.9% среднемноголетнего стока в принятом при водохозяйственном районировании створе на границе РФ и Республики Казахстан). Кроме того, величина фактического

безвозвратного изъятия стока значительно меньше величины допустимого безвозвратного изъятия стока для характерных лет 25; 50- и 75%-й обеспеченностей по стоку. Такая же картина наблюдается для данных за 2020 г. (безвозвратно изымается только 50.6% от допустимой величины). Незначительное превышение отмечено для маловодного года 95%-й обеспеченности, однако в маловодные годы потребности водопользователей подлежат корректировке в сторону уменьшения.

Достаточная водообеспеченность подтверждается прогнозными расчетами потребности в воде для сельскохозяйственного питьевого водоснабжения, животноводства и орошения земель. При расчетах потребностей в воде для животноводства учитывалось поголовье крупного (потребность в воде 60–65 л/сут) и мелкого рогатого (козы, овцы 3–10 л/сут) скота, а также лошадей (45–60 л/сут). Полученные данные по рассмотренным регионам (табл. 1) показывают, что в Республике Башкортостан потребности питьевого водоснабжения населения составляют 18.1 млн м<sup>3</sup>/год, для поения скота необходимо 5.4 млн м<sup>3</sup>/год, суммарная потребность в водных ресурсах – 23.5 млн м<sup>3</sup>/год. Для Оренбургской области те же показатели составляют соответственно 54.1 млн, 9.2 млн и 63.3 млн м<sup>3</sup>/год. Для Челябинской области для питьевого водоснабжения населения необходимо 37.8 млн, для поения скота – 2.2 млн, суммарная потребность в водных ресурсах – 40 млн м<sup>3</sup>/год. Таким образом, максимальная потребность в водных ресурсах для обеспечения питьевого водоснабжения населения существует в Оренбургской области с большим населением, затем в Челябинской области и Республике Башкортостан. Та же последовательность сохраняется в обеспечении питьевой водой животноводства в субъектах федерации. В целом для развития отрасли животноводства потребность в водных ресурсах для поения скота по регионам достаточная.

В то же время регионы трансграничного бассейна р. Урал испытывают недостаток водных ресурсов для орошения сельскохозяйственных культур. Площадь сельскохозяйственных орошаемых земель составляет ~140 тыс. га. Дефицит по регионам варьирует от 12 (Республика Баш-

**Таблица 1.** Потребности в водных ресурсах для обеспечения питьевого водоснабжения населения, а также животноводства по Республике Башкортостан, Оренбургской и Челябинской областей, в пределах трансграничного речного бассейна р. Урал, тыс. м<sup>3</sup>/год

Название района	Население, чел.	Потребность*, тыс. м <sup>3</sup> /год	Поголовье с.-х. животных, головы			Потребность в водопое с.-х. животных тыс. м <sup>3</sup> /год				Всего потребность водных ресурсов, тыс. м <sup>3</sup> /год	
			КРС	МРС	лошади	КРС**	МРС***	лошади****	всего		
			Республика Башкирия								
Абзелиловский	43890	2787.45	23280	22554	7662	552.32	82.32	167.80	802.44	3589.89	
Баймакский	54829	3482.19	27218	28574	14364	645.75	104.30	314.57	1064.61	4546.80	
Зианчуринский	24272	1541.51	25238	47096	3792	598.77	171.90	83.04	853.72	2395.23	
Зилаирский	14293	907.75	9501	11988	2520	225.41	43.76	55.19	324.36	1232.10	
Кутарчинский	27247	1730.46	16875	14776	2458	400.36	53.93	53.83	508.12	2238.58	
Куюргазинский	21741	1380.77	23483	9523	1570	557.13	34.76	34.38	626.28	2007.05	
Учалинский	69520	4415.22	20614	11184	5783	489.07	40.82	126.65	656.54	5071.75	
Хайбуллинский	29679	1884.91	17036	21003	3439	404.18	76.66	75.31	556.15	2441.07	
Итого	285471	18130.26	163245	166698	41588	3872.99	608.45	910.78	5392.21	23522.48	
			Челябинская область								
Агаповский	32369	2055.76	15158	8963	1791	359.62	32.71	39.22	431.56	2487.32	
Брединский	24339	1545.77	11805	8649	1251	280.07	31.57	27.40	339.04	1884.81	
Верхнеуральский	32946	2092.40	13300	7281	3643	315.54	26.58	79.78	421.90	2514.30	
Карталинский	44870	2849.69	12237	8694	1121	290.32	31.73	24.55	346.61	3196.30	
Кизильский	20912	1328.12	12761	13860	2614	302.75	50.59	57.25	410.59	1738.71	
Магнитгорский	413251	26245.57	390	567	30	9.25	2.07	0.66	11.98	26257.55	
Нагайский	17690	1123.49	7854	7111	1613	186.34	25.96	35.32	247.62	1371.11	
Итого	586377	37240.80	73505	55125	12063	1743.91	201.21	264.18	2209.29	39450.10	
			Оренбургская область								
Адамовский	20331	1291.22	20575	10516	2043	488.14	38.38	44.74	571.27	1862.49	
Акбулакский	23509	1493.06	28427	26011	1451	674.43	94.94	31.78	801.15	2294.20	
Беляевский	14245	904.70	19488	12836	875	462.35	46.85	19.16	528.37	1433.07	
Гайский	41341	2625.57	6574	5928	724	155.97	21.64	15.86	193.46	2819.03	
Домбаровский	12972	823.85	11731	12689	335	278.32	46.31	7.34	331.97	1155.82	
Илекский	22580	1434.06	19921	10970	1678	472.63	40.04	36.75	549.41	1983.47	
Кваркенский	13737	872.44	13105	9849	1180	310.92	35.95	25.84	372.71	1245.14	
Кувандыкский	38032	2415.41	24673	9744	658	585.37	35.57	14.41	635.34	3050.76	
Медногорск	25088	1593.34	1038	900	94	24.63	3.29	2.06	29.97	1623.31	
Новорский	25380	1611.88	10095	4341	1140	239.50	15.84	24.97	280.31	1892.20	
Новотроицк	87591	5562.90	2747	2019	897	65.17	7.37	19.64	92.19	5655.09	

Таблица 1. Окончание

Название района	Население, чел.	Потребность*, тыс. м <sup>3</sup> /год	Поголовье с.-х. животных, головы			Потребность в водопое с.-х. животных тыс. м <sup>3</sup> /год				Всего потребность водных ресурсов, тыс. м <sup>3</sup> /год
			18243	7891	1006	432.82	28.80	22.03	483.65	
Октябрьский	17564	1115.49	18243	7891	1006	432.82	28.80	22.03	483.65	1599.14
Оренбургский	106666	6774.36	20509	9755	1251	486.58	35.61	27.40	549.58	7323.94
Орск	227131	14425.09	3240	2918	557	76.87	10.65	12.20	99.72	14524.81
Первомайский	22286	1415.38	16159	13086	1381	383.37	47.76	30.24	461.38	1876.76
Сакмарский	27745	1762.08	12741	3402	255	302.28	12.42	5.58	320.28	2082.37
Саракташский	36694	2330.44	38836	7038	963	921.38	25.69	21.09	968.16	3298.60
Соль-Илецкий	48915	3106.59	28870	40951	2039	684.94	149.47	44.65	879.07	3985.66
Ташлинский	22762	1445.61	24459	6906	1292	580.29	25.21	28.29	633.79	2079.41
Ясненский	17880	1135.56	12751	13308	594	302.52	48.57	13.01	364.10	1499.66
Итого	852449	54139.04	334182	211058	20413	7928.47	770.36	447.04	9145.87	63284.91

\* 174 л/чел. сут.

\*\* КРС (крупный рогатый скот) – 60–65 л/сут.

\*\*\* МРС (овцы, козы) – 3–10 л/сут.

\*\*\*\* лошади – 45–60 л/сут.

кортостан) до 116.8 и 120.5 млн м<sup>3</sup> (Оренбургская и Челябинская области), и при суммарной потребности в воде для орошения порядка 325.7 млн м<sup>3</sup>/год ее дефицит в целом составляет 249.2 млн м<sup>3</sup>/год воды.

### МЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ОРОШЕНИИ

Экологически неблагоприятные процессы на мелиорированных (орошаемых) землях могут быть связаны с негативным воздействием вод при водоподаче и водопользовании. Большие непроизводительные потери воды на фильтрацию, нерациональное ее использование, потери воды на орошаемых землях приводят к подъему уровня грунтовых вод, развитию подтопления и заболачивания, а также ко вторичному засолению земель [8, 16, 25, 26]. Как правило, это происходит из-за низкого технического уровня гидромелиоративных систем, отсутствия современной поливной техники, водосберегающих технологий орошения, искусственного дренажа в условиях низкой естественной дренированности и пр.

Анализ технического состояния государственных мелиоративных систем в пределах Челябинской, Оренбургской областей и Республики Башкортостан, расположенных в пределах бассейна р. Урал, показал высокий физический износ гидротехнических сооружений, в результате которого системы нуждаются в ремонте или реконструкции, а также в техническом перевооружении для предотвращения непроизводительных потерь воды.

Потенциально опасные с этой точки зрения – земли с УГВ от 1.5 до 2 м при отсутствии дренажной системы [16]. Яркий пример – система “Лиманного орошения” с неудовлетворительным мелиоративным состоянием земель из-за близкого залегания грунтовых вод на площади 2.2 тыс. га в Хайбуллинском районе Республики Башкортостан. В пределах системы происходит развитие вторичного засоления на площади 0.7 тыс. га. На всех мелиоративных системах Челябинской области, например, отсутствует дренаж. Необходимость строительства дренажа

изначально определяется низкой естественной дренированностью территории и подтверждается расчетами при проведении проектных работ.

В то же время отказ по разным причинам от орошения, существующий в пределах гидромелиоративных систем российской части бассейна р. Урал, увеличивает экологическую климатическую опасность засухи и экономический риск возникновения ущербов (физических и финансовых), связанных с недополучением урожая. В настоящее время (2014–2022 гг.) на значительной части мелиорированных земель в рассматриваемых регионах поливы в вегетацию по разным причинам не проводятся [19, 21]. При этом основная часть рассмотренных мелиоративных систем расположена в пределах территории, наиболее подверженной засухам, например – Абзелиловская и Хайбулинская системы в Республике Башкортостан [4, 21]. Такая ситуация в условиях усиления засушливости климата повышает экономические риски, связанные с возможной потерей урожая из-за засух. Так, в 2010 г. в Оренбургской области весенне-летняя засуха привела к гибели сельхозкультур на площади >1800 га; в Челябинской области урожай был в 4 раза ниже, чем в 2009 г., урожайность зерновых культур в среднем составила 6.5 ц/га; в Башкортостане валовый сбор культур сократился в 3.6 раза по сравнению с предыдущим годом, а урожайность составила 9.9 ц/га против 25–27 ц/га в 2009 г. [35]. Кроме этого, наблюдающаяся в последние годы аномально высокая температура воздуха и засухи провоцируют возникновение природных пожаров. Так, на территории трансграничного бассейна р. Урал по космическим снимкам Sentinel-2 (07.08.2021) зафиксированы природные пожары в Айтекебийском и Хромтауском районах Актыбинской области Казахстана, в Кувандыкском районе Оренбургской области и Хайбуллинском районе Республики Башкортостан РФ. Площадь природных пожаров в 2021 г. на этих территориях составила 1477.5 км<sup>2</sup>. В 2022 г. отмечены природные пожары на территории Кувандыкского и Адамовского районов Оренбургской области на площади 69.2 км<sup>2</sup>. Такая ситуация требует развития орошения в бассейне Урала.

Отсутствие поливов связано с неисправностью внутрихозяйственной оросительной сети,

с отказом сельхозтоваропроизводителей от проведения поливов из-за высокой стоимости электроэнергии и водоподачи, с отсутствием материально-технических средств в сельскохозяйственных предприятиях. Так, в Оренбургской области в целом только из-за неисправности оросительной сети не поливалось в 2021 г. 3.4 тыс. га [14, 19, 29].

В Республике Башкортостан значительным физическим износом (от 80 до 100%) характеризуются гидротехнические сооружения в пределах Абзелиловской межхозяйственной мелиоративной системы – магистральный трубопровод, насосные станции 1–6 (водозаборы); на Хайбулинской оросительной системе – насосная станция 1 (водозабор); на Маканской МС – водозабор НС 1 и магистральный трубопровод (водоотведение). В Оренбургской области на Черновской МС изношены водовыпуски и регуляторы различных конструкций; на Городищенской системе, как и на Илекской системе, водовыпуски на магистральных каналах МК 1 и МК 2 характеризуются 100%-м износом. На Городищенской системе, кроме того, 100% износ характерен для регуляторов различных конструкций; износ 80% – у насосных станций НС 2, НС 3, НС 4. Характерны пестрые значения КПД оросительных систем, составляющие, например, на системе “Лиманное орошение” всего 0.2, на Маканской МС – 0.3. Для всех проанализированных гидромелиоративных систем характерен высокий физический износ, часто – условно работоспособное состояние, низкая обеспеченность техникой [14].

В Республике Башкортостан неисправность оросительной сети и ее элементов рассматривается как основная техническая причина отсутствия поливов на орошаемых землях Абзелиловской, Хайбуллинской и Маканской оросительных систем. Заливается только 2.4 тыс. га на системе “Лиманное орошение” [4, 21, 29].

При рассмотрении гидромелиоративных систем Башкортостана в качестве экологически опасных процессов выявлены подтопление, вторичное засоление почв, осолонцевание. Расчеты экологического риска относительно приемлемой величины показали, что в случае подтопления земель уровень риска – в катего-

рии допустимого, на территории Учалинской ОС – экологически предельно допустимого, на Хайбуллинской МС – экологически недопустимого, когда необходимо проведение мелиоративных мероприятий. Риск засоления земель на Зианчуриинский МС определен как приемлемый, а на Хайбуллинской МС – как экологически недопустимый.

Выявлена экологическая опасность, связанная с использованием для орошения вод ненормативного качества р. Таналык в Хайбуллинском районе, Бузавлыкского водохранилища в Зилаирском районе, оз. Колтубан и из пруда на р. Тазаулык в Баймакском районе. Химический состав вод, относящихся к IV классу опасности, при использовании может привести к снижению плодородия почвы, развитию процессов содового засоления [4, 21].

В процессе геоинформационного анализа экологической ситуации были рассмотрены данные ДЗЗ. Результаты анализа по Магнитогорскому (Челябинская область), Черновскому (Оренбургская область), Гусевскому, Дергамышскому водохранилищам и оз. Чебаркуль (Республика Башкортостан) позволили определить многолетнюю и внутригодовую динамику водных объектов, воздействие на них орошения, возможность возникновения диффузного загрязнения и пр.

В Оренбургской области на Черновском водохранилище (назначение – рыбное хозяйство и орошение) выявлены изменения объемов водных ресурсов и площади зеркала – параметры сокращаются от мая к сентябрю, а именно: в 2010 г. с 8.46 до 6.7 км<sup>2</sup>, или на 22%; в 2015 г. – с 7.47 до 6.9 км<sup>2</sup>, или на 10%; в засушливый 2020 г., когда осадки были менее среднегодовой величины по области и составляли всего 250 мм, водная поверхность сократилась с 8.24 до 3.5 км<sup>2</sup>, или на 58%, в связи с интенсивным использованием воды на орошение. Установлена экологическая опасность, связанная с подтоплением земель, затоплением в период паводков для территории, прилегающей к Черновскому водохранилищу, что требует разработки защитных противопаводковых мероприятий для ниже расположенных населенных пунктов, в частности с. Краснохолм.

Для Гусевского водохранилища, обслуживающего Абзелиловскую межхозяйственную оросительную систему, анализ данных показал, что на его уровенный режим сильно влияют климатические факторы и забор воды на орошение, что может стать причиной ухудшения состояния водной экосистемы. Площадь зеркала с мая по сентябрь 2010 г. сократилась в 2 раза: с 0.37 до 0.17 км<sup>2</sup>. В 2015 г. площадь сократилась значительно меньше – с 0.3 до 0.24 км<sup>2</sup>; в 2020 г. сохранялась практически постоянной – 0.32–0.31 км<sup>2</sup>. Рассмотрен экологический риск, связанный с недопустимой глубиной залегания и минерализацией грунтовых вод, развитием засоления почв, диффузного загрязнения водных объектов, рецессии водных экосистем при загрязнении.

Сельскохозяйственные угодья удалены от границ водоохранной зоны оз. Чебаркуль, опасность прямого диффузного загрязнения практически отсутствует. Для повышения экологической безопасности водного объекта требуется соблюдение специального режима хозяйственной деятельности в водоохраных зонах, мониторинг их состояния. В результате обследования Ириклинского водохранилища не выявлено нарушений ведения хозяйственной деятельности в водоохранной зоне водохранилища. По сравнению с 2021 г. наблюдается низкий уровень воды, формируется процесс зарастания [1]. Функционирование Ириклинского водохранилища в настоящее время экологической опасности не представляет.

Проведенный анализ [1, 4, 6, 11, 23–27, 31] позволил выделить следующие факторы и виды экологической опасности, связанные с состоянием гидромелиоративных систем, мелиоративного фонда, элементов водного баланса бассейна р. Урал, которые могут перейти в эколого-экономические риски в пределах орошаемых земель региона:

большие потери на фильтрацию в пределах действующих оросительных систем из-за значительного износа и низкого КПД мелиоративных систем, снижающих эффективность использования водных ресурсов, способствующих развитию подтопления и засоления земель;

физический износ водозаборных насосных станций, достигающий 100%, что создает опасность возникновения дефицита водоподачи для поливов культур в случае возврата земель в оборот за счет развития орошаемого земледелия;

близкое к поверхности залегание грунтовых вод при интенсивном испарении на прилегающей к лиманам территории, что вызывает подтопление и развитие вторичного засоления;

физический износ дамбы Дергамышского водохранилища, что может способствовать затоплению, рассредоточение водных ресурсов в результате возможного прорыва;

износ и плохое техническое состояние магистральных трубопроводов, каналов на оросительных системах, что либо не позволяет проводить поливы сельскохозяйственных культур, либо вызывает высокие непроизводительные потери воды;

загрязнение сбросными водами водоприемников и водоемных объектов;

высокая зарегулированность стока р. Таналык, что привело к сокращению на треть речного стока в нижнем течении реки;

отказ от орошения как путь к потерям урожая в засушливые периоды, к развитию пожароопасных ситуаций и др.

Все вышеперечисленные факторы опасности формируют экологические и экономические риски в текущих условиях и при развитии орошения, поэтому необходимо проведение комплексного экологического мониторинга мелиоративных систем, мелиорированных земель, водных объектов, а на его основе – обоснование ремонта, реконструкции и технического перевооружения мелиоративных систем. При этом для снижения экологической опасности и рисков целесообразно начинать с технико-технологического аудита мелиоративных систем с оценкой их экономической значимости и возможности привлечения трудовых и финансовых ресурсов как основы для планирования работ по ремонту и реконструкции.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНО-ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

На основе проведенного анализа технического состояния мелиоративных систем государственной собственности определены меры по снижению эколого-экономических рисков и повышению устойчивости функционирования мелиоративно-водохозяйственных систем государственной собственности на территории Республики Башкортостан, Челябинской и Оренбургской областей.

### *Республика Башкортостан*

**Абзелиловская оросительная система** – необходимы рекогносцировочные обследования водоемных объектов – Гусевского водохранилища и оз. Чебаркуль, оценка состояния гидротехнических конструкций, выявление опасности развития неблагоприятных инженерно-геологических процессов (размыв в бортах водохранилища, загрязнение), экспертная оценка заиленности водохранилища и полезной емкости; регулярный контроль технического состояния магистрального трубопровода; оценка работоспособности и необходимости ремонта конструктивных элементов, энергосилового оборудования или его замены на водозаборах НС-1, НС-2, НС-4, НС-5, НС-6.

**Хайбулинская оросительная система** – оценка технического состояния и обоснование объемов ремонта Дергамышского водохранилища, мониторинг качества воды; регулярный мониторинг магистрального трубопровода с оценкой технического состояния, выявление эксплуатационно-опасных участков.

**Маканская оросительная система** – оценка работоспособности, необходимости ремонта конструктивных элементов, энергосилового оборудования водозабора НС-1; регулярный мониторинг магистральных трубопроводов для водоподачи и водоотведения с оценкой технического состояния, выявление эксплуатационно-опасных участков.

**Система лиманного орошения** – оценка технического состояния, обоснование ремонта или реконструкции оградительной дамбы.

*Оренбургская область*

**Черновская оросительная система** – эксплуатационное обследование, оценка состояния гидротехнических сооружений Черновского водохранилища, назначение восстановительных и эксплуатационных мероприятий, мониторинг качества воды; ремонт земляной плотины, эксплуатационное обследование магистрального канала МК 1, выявление разрушения откосов, зарастания и др., оценка текущей пропускной способности канала и сравнение с проектной, ликвидация установленных дефектов и неблагоприятных для эксплуатации явлений; контроль водовыпусков, оценка технического состояния, технических нарушений эксплуатации, определение необходимости ремонта, замены сооружений.

**Городищенская оросительная система** – контроль водовыпусков, оценка технического состояния, технических нарушений эксплуатации, определение необходимости ремонта, замены; оценка технического состояния конструктивных элементов регуляторов с учетом особенностей разных конструкций, выявление трещин и других нарушений, влияющих на текущую и потенциальную безопасность сооружения, определение работоспособности регулятора и необходимых ремонтных работ; оценка работоспособности насосных станций, необходимости ремонта конструктивных элементов, энергосилового оборудования или его замены.

**Илекская оросительная система** – мониторинг состояния распределительных каналов, определение участков разрушения берегов, зарастания, заиления и пр.; разработка предложений по восстановлению пропускной способности, сокращению непроизводительных потерь воды; контроль технического состояния водовыпусков, ремонт и замена конструктивных элементов; оценка работоспособности Илекской насосной станции, необходимости ремонта конструктивных элементов, энергосилового оборудования.

*Челябинская область*

**Межхозяйственная оросительная система “Искра”** – реконструкция внутрихозяйственной

оросительной сети; регулярный мониторинг магистрального трубопровода с оценкой технического состояния, выявление эксплуатационно-опасных участков.

Проведение предлагаемых мероприятий в уточненных объемах обеспечит снижение экологических рисков, связанных с непроизводительными потерями оросительной воды, и экономических рисков как следствие снижения продуктивности земель. Отсутствие поливов, связанное с отказом сельхозпроизводителей от их проведения в связи с высокой стоимостью электроэнергии и водоподачи, как экологически опасное явление требует пересмотра системы субсидирования поливов государством, совершенствования системы платежей за водопользование и иных мер, связанных с обоснованием дополнительного финансирования сельхозпроизводителей.

Мелиоративное состояние орошаемых сельскохозяйственных угодий в зоне деятельности оросительных систем федерального значения Оренбургской области (Илекской, Городищенской и Черновской) по уровню залегания грунтовых вод и по степени засоления – хорошее. Выполненный анализ показал, что на преобладающей части территории эколого-экономические риски, связанные с подтоплением, засолением, осолонцеванием почв, развиты локально. Однако ведение эффективного орошаемого земледелия должно основываться на комплексном управлении водными ресурсами, мелиорированными землями и гидротехническими сооружениями мелиоративных систем. Такое комплексное или интегрированное управление предполагает постоянное ведение экологического мониторинга водных объектов, мелиоративного фонда, технического состояния ГТС [36, 37, 39].

Состояние мелиоративной системы во многом определяет экологическое состояние мелиорированных земель и развитие экологически опасных процессов. В процессе мониторинга для обоснования текущих или оперативных эксплуатационных мероприятий по поддержанию рабочего состояния ГТС мелиоративных систем визуальные и инструментальные обследования для оценки технического состояния мелиора-

тивных систем проводятся три раза в год: весной (в период заполнения системы водой), летом (в период наиболее интенсивной эксплуатации), осенью (после удаления воды из системы) [11, 23, 26, 27, 36]. Возможны внеочередные обследования, связанные с непредвиденными ситуациями и авариями. Опасные явления и процессы, используемые для диагностики технического состояния мелиоративной системы, прежде всего оросительных каналов, следующие: потери воды в канале; наличие фильтрации при грунтовых, бетонных, пленочных и других типах облицовки каналов в пределах элемента гидротехнических сооружений; вертикальное (осадка, просадки) и горизонтальное перемещение сооружений мелиоративных систем; наружные дефекты (истирания, раковины, отслоение, трещины; фильтрация по трещинам; деформации межблочных и секционных швов на сооружениях мелиоративных систем; суффозионные процессы; надежность антикоррозийного покрытия металлоконструкций сооружений мелиоративных систем.

При полной технической диагностике для определения мер по управлению экологическим риском выполняются визуальные, инструментальные наблюдения и отбор проб материала гидротехнических сооружений (бетона, грунта) с последующей обработкой проб с помощью мобильной аналитической лаборатории или стационарной.

Контролю подлежит соблюдение правил пользования отдельными элементами мелиоративной системы. При обследовании должен быть проанализирован опыт работы сооружения за период эксплуатации, отказы оборудования. В результате обследования должно быть оценено состояние и эксплуатационная пригодность мелиоративной системы и ее отдельных элементов, выявлены объекты, подлежащие текущему или капитальному ремонту.

Экологически опасные процессы, требующие не только контроля, но и проведения водоочистки и водоподготовки, развиваются при использовании для орошения подземных вод ненормативного качества из р. Таналык в Хайбуллинском районе, Бузавлыкского водохранилища в Зилаирском районе, оз. Колтубан, пруда на р. Тазаулык в Баймакском районе, где воды по химическому

составу относятся к IV классу опасности из-за щелочной реакции. В этом случае необходимы мероприятия по мелиорации оросительной воды и почв, так как при ее использовании может произойти снижение плодородия почвы, развитие процессов содового засоления. Необходим контроль воды, забираемой на орошение МОС “Искра” из Магнитогорского водохранилища.

Для обеспечения экологически благоприятного состояния водных объектов и снижения рисков диффузного загрязнения водных объектов от сельскохозяйственных земель при орошении, помимо усиления контроля за соблюдением режима водоохраных зон, могут быть обоснованы следующие мероприятия:

при ведении и развитии орошения совершенствование обоснования и определение рациональных оросительных норм и режима орошения культур, определяющих сокращение непродуктивных потерь воды за счет инфильтрационного питания грунтовых вод, но не снижающих эффективность орошения;

расширение применения подземного орошения и капельного орошения;

в системе земледелия при орошении обоснование рациональных и экологически безопасных доз и режимов внесения минеральных удобрений;

внесение азотных удобрений только с поливной водой или при условии обязательной заделки в почву;

соблюдение правил хранения, транспортировки и применения удобрений;

увеличение использования бобовых культур в севооборотах, сидератов и других видов зеленых удобрений в качестве средств повышения плодородия почв;

зяблевая вспашка, применение, с учетом особенностей рельефа, водоудерживающих валиков, поперечной и поперечно-гребнистой вспашки, бороздования, кротования, щелевания почвы, а также защитное лесоразведение для предотвращения поступления загрязнений в водные объ-

екты при орошении за счет поверхностного смыва и развития водной эрозии.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая все более определенные тенденции, подтверждающие климатические изменения, методы управления водными ресурсами, как и сельскохозяйственное производство, необходимо адаптировать к новым условиям для повышения надежности водоснабжения, снижения риска неблагоприятных погодных проявлений (наводнений, засух), обеспечения устойчивости сельского хозяйства и продуктивности сельскохозяйственных угодий. Это обстоятельство имеет большое значение для реализации действующих в сфере сельского хозяйства Государственных программ, адаптируемых для каждого региона РФ. Проведенные исследования по выявлению экологически опасных процессов, связанных с использованием водных ресурсов в пределах российской части бассейна р. Урал, позволили сформулировать предложения по снижению рисков и повышению устойчивости функционирования мелиоративно-водохозяйственных систем. Для обеспечения рационального использования водных ресурсов в сельском хозяйстве, повышения эффективности орошаемого земледелия, поддержания и улучшения экологической ситуации на мелиорированных землях в бассейне р. Урал необходим переход на новый технологический уровень управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом – что предполагает инновационное комплексное (синхронизированное в пространственно-временном аспекте) управление водными, земельными ресурсами, мелиоративными системами при широком применении информационно-коммуникационных и цифровых технологий в процессе обоснования и принятия решений. При этом для анализа фактических проблем мелиоративных и водохозяйственных систем бассейна р. Урал необходимо проведение технико-технологического аудита мелиоративно-водохозяйственного комплекса по областям региона, на его основе – определение первоочередных мероприятий по повышению эффективности работы ГМС с длительным сроком эксплуатации, определение объемов и видов работ по модернизации мелиоративно-водохозяйственных систем, оценка потребности в дренаже на мелиорированных землях. Для развития мелиора-

тивно-водохозяйственного комплекса российской части бассейна р. Урал необходима разработка информационно-экспертной ГИС-веб-системы поддержки принятия решений по интегрированному управлению водными ресурсами в Республике Башкортостан, Оренбургской и Челябинской областях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адельмурзина И.Ф., Косолапов А.Е., Калиманов Т.А., Шефер Е.А., Ридель С.А.* О возможности изменения современных режимов водохранилищ на реке Урал // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2022. № 2. С. 68–79.
2. *Безднина С.Я.* Научные основы оценки качества воды для орошения. Рязань: Мещерский науч.-техн. центр, 2013. 171 с.
3. Водный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 1 мая 2022 года). Кодекс РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ.
4. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Республике Башкортостан в 2018 году. Уфа: Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан, 2019. 247 с.
5. *Данилов-Данильян В.И., Веницианов Е.В., Беляев С.Д.* Некоторые проблемы снижения загрязнения водных объектов от диффузных источников // Вод. ресурсы. 2020. Т. 47. № 5. С. 493–502.
6. *Данилов-Данильян В.И., Катцов В.М., Порфирьев Б.Н.* Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России // Вестн. РАН. 2023. Т. 93. № 11. С. 1032–1046.
7. *Дедова Э.Б.* Зональная шкала оценки качества поливных вод Республики Калмыкия // Синергия. 2018. № 1. С. 88–95.
8. Доклад о мелиоративном состоянии Российской Федерации в 2020 году. М.: Росинформагротех, 2022. 384 с.
9. Доклад “О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2020 году”. М.: Росводресурсы, НИА-Природа, 2022. 510 с.
10. *Дроздов О.А.* Картографический метод в климатологии // Метеорология и гидрология. 1957. № 2. С. 44–48.
11. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. М.: Росинформагротех, 2020. 23 с.

12. Дубенок Н.Н., Ольгаренко Г.В. Перспективы восстановления мелиоративного комплекса Российской Федерации // Вестн. российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 2. С. 56–59.
13. Дубинина В.Г., Косолапов А.Е., Скачедуб Е.А., Коронкевич Н.И., Чебанов М.С. Методические подходы к экологическому нормированию безвозвратного изъятия речного стока (попуска) // Вод. хоз-во России. 2009. № 3. С. 26–60.
14. Изменение Климата России [Электронный ресурс]. <http://climatechange.ru> (дата обращения: 26.09.2022)
15. Информационный портал ВНИИ “Радуга”. <http://inform-raduga.ru>
16. Кац Д.М. Режим грунтовых вод в орошаемых районах и его регулирование. М.: Колос, 1963. 364 с.
17. Кизяев Б.М., Исаева С.Д. Водообеспеченность Российской Федерации в условиях глобального потепления климата // Вестн. РАН. 2016. № 10. С. 909–914.
18. Климентьев А.И. Почвенно-географическое районирование Оренбургской области // Вопросы степеведения. 2002. № 3. С. 83–94.
19. Кононов В.М. Агроэкологическая оценка земель Оренбургской области и принципы формирования адаптивного земледелия. Автореф. дис. ... доктор с.-х. наук. Уфа: Башкирский гос. Агроун-т, 2004. 52 с.
20. Косолапов А.Е., Калиманов Т.А., Шефер Е.А., Рудель С.А. О возможности изменения современных режимов водохранилищ на реке Урал // Вод. хоз-во России: проблемы, технологии, управление. 2022. № 2. С. 68–79.  
DOI: 10.35567/19994508\_2022\_2\_6
21. Комиссаров А.В., Комиссаров М.А. Изменение свойств почв при лиманном орошении в степном Зауралье Республики Башкортостан // Плодородие. 2013. № 6. С. 47–50.
22. Мелешко В.П., Катцов В.М., Говоркова В.А., Надеждина Е.Д., Павлова Т.В., Спорышев П.В., Школьник И.М., Шнееров Б.Е. Ожидаемые изменения климата на территории Российской Федерации в XXI веке // Тр. ГГО им. А.И. Воейкова. 2014. № 575. С. 65–118.
23. Методические рекомендации. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. РД 52.24.643-2002. Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2002. 55 с.
24. Методические рекомендации по оценке геоэкологических рисков при различных сценариях антропогенных воздействий на водные объекты / Под ред. Л.В. Кирейчевой. М.: ВНИИГиМ, 2019. 24 с.
25. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М.: Росинформагротех, 2003. 240 с.
26. Методы и технологии комплексной мелиорации и экосистемного водопользования / Под ред. Б.М. Кизяева. М.: ВНИИГиМ, 2006. 586 с.
27. Наумова Т.В. Проблемы технического состояния оросительных систем и их решение при переходе на новый технологический уровень управления орошением // Гидротех. стр-во. 2022. № 1. С. 2–4.
28. Национальный доклад “Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)” / Под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. Т. 2. М.: Изд-во МБА, 2019. 476 с.
29. Официальный интернет-портал Минсельхоза России.  
[http://old.mcx.ru/documents/document/v7\\_show/14554.133.htm](http://old.mcx.ru/documents/document/v7_show/14554.133.htm)
30. Полянин В.О. Концептуальные подходы к мониторингу диффузного загрязнения водных объектов // Вод. ресурсы. 2020. Т. 47. № 5. С. 603–612.
31. Прохорова Н.Б., Косолапов А.Е. Современный водохозяйственный баланс реки Урал на территории Российской Федерации // Вод. хоз-во России. 2011. № 2. С. 4–20.
32. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Урал (Российская часть). Екатеринбург; Новочеркасск: РосНИИВХ, 2010. Утв. приказом Росводресурсов № 65. 01.04.2014.
33. Сивохин Ж.Т. Анализ эколого-гидрологической специфики ранграничного бассейна р. Урал в связи с регулированием стока // Вестн. БГУ. Сер. География. Геоэкология. 2014. № 3.
34. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс].  
<https://rosstat.gov.ru/territorialactivity>.
35. Фрумин И.Л., Драчук П.Э. Природно-сельскохозяйственное и экономическое районирование региона с учетом рыночных преобразований (на примере Челябинской области) // Вестн. ЮУрГУ. Сер. Экономика и менеджмент. 2015. Т. 9. № 1. С. 26–30.
36. Шевченко В.А., Исаева С.Д., Дедова Э.Б. Новый этап развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса Российской Федерации // Вестн. РАН. 2023. Т. 93. № 4. С. 355–361.

37. Шевченко В.А., Исаева С.Д., Дедова Э.Б. Модель принятия решений в инновационных проектах развития сельскохозяйственного водопользования // *Международ. сельскохозяйственный журн.* 2022. Т. 65. № 2 (386). С. 124–128.
38. Dedova E.B., Dedov A.A. Ecological paradigm for sustainable functioning of reclamation systems in arid territories // *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2021. V. 867 (1). 012058.
39. Isaeva S.D., Dedova E.B. Principles of ensuring geosystem environmental sustainability under man-made impacts on water resources // *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2021. V. 867 (1). 012038.
40. Kiselev S., Romashkin R., Nelson G., Mason-D’Croz D., Palazzo A. Russia’s Food Security and Climate Change: Looking into the Future // *Economics: The Open-Access, OpenAssessment E-J.* 2013. V. 7. № 2013–39. doi: 10.1088/1755-1315/867/1/012058

## SPECIFICS OF THE AVAILABILITY OF WATER RESOURCES FOR AGRICULTURAL WATER SUPPLY UNDER CHANGING CLIMATE CONDITIONS IN THE URAL RIVER BASIN

**S. D. Isaeva, E. B. Dedova\***

*Kostyakov Federal Research Center for Hydroengineering and Amelioration,  
Moscow, 127434 Russia*

*\*e-mail: dedova@vniigim.ru*

The importance of the study is determined by the need to increase water availability for the agroindustrial complex and rural population with the aim to create conditions for sustainable water use, protect water resources, and reduce ecological–economic risks in the territory of the Ural River basin, taking into account trends in climate changes. The specific features of natural and irrigation–economic factors in the formation of water resources in the territory of the transboundary basin of the Ural River (the Republic of Bashkortostan, Chelyabinsk and Orenburg regions) were analyzed and showed a steady rise of air temperature in the recent 30–130 years. Assessment of the current state of water bodies, the operation regimes of hydroengineering structures, and the ecological conditions of ameliorated lands in the area of 140 thousand ha revealed the deterioration of the technical conditions of amelioration systems due to physical wear and tear. Water balance in the drainage area of the transboundary basin of the Ural River under natural conditions and under irrigation, as well as specific features of agricultural water supply were analyzed. The types of ecological hazard are considered, which can cause economic risks at water use, including possible deficiency of water resources, groundwater level rise, land underflooding, secondary salinization, alkalization, and diffuse pollution of water bodies. Relationships are given for calculating single-time risks, e.g., flooding with water from catastrophic floods, and permanent risks, such as secondary salinization, alkalization, underflooding, etc. A relationship is proposed for integral estimation of the space and time development of ecological-economic risks. The studies aimed to reveal ecologically hazardous processes, associated with the use of water resources within the Russian part of the Ural River basin enabled formulating proposals for reducing risks and increasing the operation stability of amelioration and water management systems.

*Keywords:* melioration-water management complex, hydromelioration systems, ecosystem water use, agriculture, melioration, ecological risk.