

6. Popov, V.A. Mathematical expression of the law of the limiting factor and its application to the tasks of reclamation agriculture / V.A. Popov // Melioration and water management. - 1997. - No.2. - pp. 30-34.
7. Shabanov, V.V. Assessment of water quality and ecological condition of water bodies / V.V. Shabanov, V.N. Markin // Water treatment, Water treatment, Water supply. - 2008. - No. 10 - pp.28-37.
8. Shlychkov, A.P. The use of the runoff coefficient of pollutants to assess the state of rivers / A.P. Shlychkov, G.N. Zhdanova, O.G. Yakovleva // Monitoring. - 1996. - No.2. - From 23-27.
9. Mustafayev Zh. S. Forecast of surface water quality in river basins using physical and chemical indicators of natural systems //Reports of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan, 2022.-No.3.- pp.132-144.
10. Mustafayev Z. S., Kenzhaliyeva B.T., Daldabayeva G.T., Alimbayev E. N. Hydrochemical exploration and ecological state of the territory in the lower down of the Syrdarya river // N E W S of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023.-No.4.-P. 157-175.
11. Starzeska A., Pasternak K., Ostrowsky M. Proba klasyfikacji czystosci wody w oparciu on wybrane bakteriologiczne i chemiczne cechy// Actahydrobiol.1979. -V. 4. - P. 397-402.
12. Tumlung W. Ober die Zusammenhange zwischen bestimmten Faktoren der Wasserbeschaffenheit in FliePgewassem // Wasserwirtschaft Wassertechnik.1970. - V. 3. P. 77-81.

УДК 551.482.214

DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.74.66.048

## **СОВРЕМЕННЫЙ ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫРДАРЬЯ**

<sup>1</sup>Мустафаев Ж.С., доктор технических наук

<sup>2</sup>Мустафаева М. Б., PhD

<sup>1</sup>АО «Институт географии и водной безопасности», г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский государственный университет, г. Шымкент, Казахстан

*Аннотация.* В работе отражены современные гидрохимические показатели воды на территории водосбора в низовье реки Сырдарья в пространственных и временных аспектах по гидрологическим постам Шардара, Кызылорда и Казалы. В настоящее время водные ресурсы в низовье реки Сырдарья по химическим показателям, несмотря на слабовыраженный отрицательный тренд, не пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

*Ключевые слова:* химические ингредиенты, гидрохимический сток, минерализация, линейный тренд

## **MODERN HYDROCHEMICAL REGIME OF THE WATER COLLECTION TERRITORY IN THE LOWER SYRDARYA RIVER**

<sup>1</sup>Mustafayev Zh. S., Doctor of Technical Sciences

<sup>2</sup>Mustafaeva M.K., PhD

<sup>1</sup>JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan

***Abstract.** The work reflects modern hydrochemical indicators in the catchment area of the lower reaches of the Syrdarya River in spatial and temporal aspects at the hydrological stations of Shardara, Kyzylorda and Kazaly. According to chemical indicators, currently the water resources in the lower reaches of the Syrdarya River, despite the weak negative trends, are not suitable for domestic and drinking water supply.*

**Key words:** chemical ingredients, hydrochemical runoff, mineralization, linear trend

**Актуальность.** Водосборный бассейн р. Сырдарья - крупнейшая средообразующая водная система Центральной Азии и Казахстана, является пространственным базисом народонаселения и производственной деятельности. Гидрологический сток реки формируется на отрогах хребтов Тянь-Шань. Сырдарья впадает в Малое Аральское море, проходя 2137 км по территории Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана и Казахстана. Гидрохимический режим стока реки Сырдарья в течение последнего века в результате хозяйственной деятельности резко изменился. В период 1940-1950 гг. существенной динамики минерализации и химического состава воды от зоны формирования до впадения в Арал не наблюдалось: минерализация составляла 0,25-0,40 г/л и по химическому составу вода была гидрокарбонатно-кальциевая, пригодная для питьевого водоснабжения. В последние годы в зоне формирования стока минерализация изменяется в пределах 0,30-0,35 г/л и по составу становится сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-магниево-кальциевая [1,3]. При входе на территорию Казахстана минерализация воды повышается до 1,00-1,10 г/л, состав меняется на сульфатно-магниево-кальциевонатриевый, вода становится непригодной для питьевого водоснабжения. В низовьях реки минерализация достигает 1,488 г/л, по составу вода становится сульфатно-хлоридно-магниево-кальциевонатриевой, и в целом, непригодна и для сельскохозяйственного использования. Однако, основным источником водоснабжения населения Туркестанской и Кызылординской областей Республики Казахстан является гидрологический сток реки Сырдарья, что требует постоянных наблюдений, выявления тенденций изменений его гидрохимического режима, проводящих к неустойчивому сохранению экоресурсного потенциала.

**Цель исследования** - создание исследовательской базы для изучения формирования гидрохимического режима на водосборной территории в низовьях реки Сырдарья и оценки тенденции его изменения в природных условиях и при антропогенной деятельности с применением статистических методов.

**Объект исследования** - водосборные территории в низовьях р. Сырдарья, выполняющие важные средообразующие и экологические функции.

**Материалы и методы исследования.** Для создания исследовательской базы по изучению гидрохимического режима территории водосбора в низовье р. Сырдарья использованы многолетние ежегодные отчеты «Арало-Сырдарьинской бассейновой инспекции по рациональному использованию и охране водных ресурсов» [1] Комитета водных ресурсов Министерства геологии,

экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, охватывающие период 1996-2020 гг. по гидрологическим постам Шардара, Кызылорда и Казалы (таблица 1)

Таблица 1- Показатели гидрохимического состава поверхностных вод реки Сырдарья

Годы	Ингредиенты, мг/л									
	pH	$C_o$	БПК <sub>5</sub>	$NO_2^-$	$NO_3^-$	$NH_4^+$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гидрологический пост Шардара										
1996	7,50	1400	1,68	0,09	12,0	0,12	142,0	87,0	650,0	152,0
1997	7,40	1508	2,00	0,08	16,0	0,10	145,0	70,0	700,0	141,0
1998	7,50	1484	3,00	0,04	18,5	0,25	140,0	63,0	680,0	126,9
1999	7,30	1243	3,10	0,09	11,4	0,22	120,0	65,0	685,0	165,2
2000	7,40	1303	3,25	0,11	17,0	0,14	93,0	64,5	690,0	117,0
2001	7,20	1350	3,44	0,12	15,0	0,15	97,0	65,0	500,0	135,0
2002	7,50	1300	2,80	0,10	14,0	0,30	102,0	66,0	570,0	125,0
2003	8,50	909	2,80	0,19	5,0	2,01	105,2	66,9	472,0	85,1
2004	7,60	988	0,92	0,041	1,06	0,03	120,0	70,5	519,0	88,6
2005	7,70	952	2,40	0,013	1,02	0,06	114,0	73,9	527,0	109,5
2006	7,20	1080	1,40	0,040	23,2	0,04	200,0	45,7	296,0	124,0
2007	7,20	1086	1,42	0,033	7,60	0,70	200,0	45,8	297,0	121,0
2008	7,20	1091	1,40	0,025	7,50	0,60	200,1	45,7	296,0	122,0
2009	7,20	1086	1,42	0,032	7,50	0,70	126,0	45,7	296,0	121,0
2010	8,09	1020	1,82	0,037	1,70	0,05	134,0	55,6	457,0	86,5
2011	8,02	1052	1,68	0,032	1,80	0,06	129,0	57,3	428,0	100,1
2012	8,20	1070	1,61	0,030	2,10	0,23	132,0	60,2	329,0	131,5
2013	8,19	1042	1,70	0,028	1,59	0,56	132,0	65,9	458,0	82,4
2014	8,00	918	3,00	0,020	1,60	0,56	116,0	63,1	188,0	121,0
2015	8,03	744	2,14	0,030	3,50	0,57	92,5	61,0	344,0	161,0
2016	8,05	1111	2,28	0,032	22,3	0,02	131,0	59,9	461,0	197,4
2017	7,80	940	1,10	0,004	7,90	0,40	130,0	85,3	511,4	88,7
2018	8,04	960	1,97	0,098	3,40	0,30	128,0	60,5	479,5	90,0
2019	7,60	913	1,80	0,090	7,80	0,14	110,0	63,6	497,0	98,3
2020	7,80	938	1,60	0,100	6,40	0,30	122,7	69,8	496,0	92,3
Гидрологический пост Кызылорда										
1996	7,30	1373	2,50	0,110	5,34	0,58	56,5	98,3	596,0	195,0
1997	7,00	1346	2,20	0,100	4,45	0,31	106,2	93,3	572,8	119,3
1998	7,30	1337	2,60	0,018	5,50	0,36	109,0	73,9	540,2	127,4
1999	7,20	1331	2,50	0,020	5,10	0,32	75,5	97,0	583,3	113,4
2000	7,30	1394	2,20	0,040	8,00	0,38	95,3	63,3	444,6	133,8
2001	7,10	1595	2,96	0,040	6,60	0,50	133,2	80,5	573,0	176,2
2002	7,20	1289	2,66	0,083	7,18	0,43	91,1	85,3	466,8	123,2
2003	7,33	1275	2,35	0,034	8,17	0,33	82,2	62,9	426,3	126,8
2004	7,20	1512	2,66	0,115	7,69	0,40	99,7	68,3	496,0	97,8
2005	7,02	1319	3,14	0,021	4,64	0,35	89,6	82,4	585,4	144,1
2006	7,20	1208	1,97	0,020	3,15	0,25	105,6	62,6	503,4	125,2
2007	7,18	1028	2,15	0,036	6,24	0,24	90,4	51,4	408,4	146,7
2008	7,25	1136	2,12	0,087	2,94	0,29	87,1	47,7	436,2	118,8

Годы	Ингредиенты, мг/л									
	pH	C <sub>0</sub>	БПК <sub>5</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2009	7,20	1361	1,88	0,019	3,25	0,37	99,4	50,9	452,4	181,9
2010	7,15	987	2,16	0,020	5,00	0,19	89,8	39,1	380,2	183,7
2011	7,25	1194	2,00	0,020	2,85	0,28	91,1	80,2	411,5	156,0
2012	7,20	1287	2,00	0,020	3,78	0,23	85,0	66,9	472,5	64,1
2013	7,17	1061	2,00	0,073	5,19	0,20	98,5	60,9	590,5	166,5
2014	7,20	1235	1,17	0,046	3,55	0,30	108,2	55,8	448,5	129,4
2015	7,20	1120	2,40	0,055	4,45	0,32	99,5	44,5	325,5	145,5
2016	7,20	1200	1,10	0,046	4,40	0,30	105,0	43,4	535,4	110,0
2017	7,20	1490	1,10	0,018	5,70	0,40	124,0	38,0	354,0	158,0
2018	7,80	1133	1,14	0,048	7,94	0,01	95,3	43,2	395,8	120,2
2019	7,20	1340	1,08	0,008	0,12	0,02	40,1	42,2	382,4	124,0
2020	7,40	1321	1,10	0,025	4,60	0,10	86,5	41,1	377,4	134,1
Гидрологический пост Казалы										
1996	7,20	1497	2,16	0,15	2,15	0,60	64,0	97,2	400,2	106,4
1997	7,43	1489	2,99	0,12	8,80	0,60	135,8	87,7	663,0	215,3
1998	7,32	1594	3,09	0,10	5,74	0,42	119,6	90,4	606,5	145,0
1999	7,70	1568	3,10	0,05	9,90	0,64	101,4	74,9	575,0	170,7
2000	7,54	1550	3,10	0,07	10,5	0,50	122,9	66,3	574,6	157,5
2001	7,58	1816	3,18	0,06	11,4	0,48	138,4	99,3	633,8	184,4
2002	7,54	1547	3,19	0,055	12,1	0,45	104,6	81,2	616,4	117,1
2003	7,55	1545	3,16	0,077	14,3	0,46	102,3	74,9	624,0	120,8
2004	7,70	1568	3,00	0,064	15,6	0,49	104,4	69,8	621,6	114,6
2005	6,95	1640	3,53	0,023	6,01	0,38	110,0	114,1	614,3	143,0
2006	7,20	1426	2,24	0,022	3,94	0,23	132,0	88,7	412,8	203,5
2007	7,19	1461	2,52	0,038	10,0	0,29	107,3	80,3	513,3	159,1
2008	7,20	1376	2,26	0,033	4,98	0,29	125,0	49,4	508,8	126,5
2009	7,21	1467	1,98	0,021	4,69	0,38	103,5	47,4	460,3	138,9
2010	7,20	1220	2,16	0,037	5,03	0,38	30,0	44,9	406,6	113,4
2011	7,20	1459	1,92	0,010	3,30	0,39	116,0	94,3	424,7	152,4
2012	7,20	1459	1,92	0,010	3,30	0,39	116,0	94,3	424,7	152,4
2013	7,25	1460	1,92	0,000	0,03	0,39	116,0	94,7	424,7	152,4
2014	7,15	1400	1,02	0,044	1,00	0,33	145,5	60,0	485,0	180,0
2015	7,15	1310	1,00	0,060	2,10	0,40	133,0	53,0	354,3	164,0
2016	7,20	1320	1,00	0,044	2,20	0,39	133,0	42,1	520,2	175,0
2017	7,22	1355	1,00	0,055	3,40	0,25	133,0	45,0	155,0	133,0
2018	7,50	1420	1,02	0,080	2,20	0,01	89,5	35,5	345,0	120,5
2019	7,50	1420	1,20	0,008	0,21	0,02	48,3	33,5	322,8	122,2
2020	7,40	1398	1,10	0,048	1,90	0,10	90,3	38,0	274,3	125,2

При изучении тенденции изменения гидрохимических характеристик поверхностных вод на территориях водосбора низовьев реки Сырдарья использован бассейновый подход с применением методов математической статистики, базирующийся на компьютерной технологии и программах, которые все более широко используются для решения различных задач моделирования и прогнозирования.

**Результаты исследования.** Анализ динамики минерализации поверхностных вод в пространственно-временном аспекте за период 1950-2020 гг. по гидрологическим постам Кызылорда и Казалы показал, что максимальные значения минерализации приходятся на 1970-1990 гг., которые совпадают с интенсивным развитием орошения в верховьях и среднем течении реки. Как следствие, в низовьях реки, начиная с 1960 г., поступали высоко минерализованные коллекторно-дренажные воды и загрязненные сбросные воды коммунально-бытовых и промышленных объектов (таблица 2) [2,4,5].

Таблица 2 - Среднегодовые величины минерализации воды р. Сырдарья

Годы	Гидрологические посты		Годы	Гидрологические посты		Годы	Гидрологические посты	
	Кызылорда	Казалы		Кызылорда	Казалы		Кызылорда	Казалы
1950	0,745	0,745	1975	1,667	1,638	2000	1,356	1,540
1955	0,735	0,726	1980	1,360	1,588	2005	1,398	1,623
1960	0,712	0,694	1985	1,356	1,632	2010	1,144	1,390
1965	0,861	0,803	1990	1,501	1,720	2015	1,179	1,417
1970	1,044	1,075	1995	1,333	1,870	2020	1,297	1,383

Для оценки тенденций изменения каждого химического ингредиента на территории водосбора в низовьях р. Сырдарья за период 1996-2020 гг. по гидрологическим постам Шардара, Кызылорда и Казалы построены графики и получены коэффициенты регрессии при обработке временных рядов в программе Microsoft Excel. На их основе получена линейно-корреляционная модель в виде:

$$CI_i = \alpha \cdot N_i + b \quad (1),$$

где:  $CI_i$  – виды химических ингредиентов;  $\alpha$  - коэффициент регрессии;  $b$  - показатель, характеризующий увеличение следующего значения временного ряда;  $N_i$ - номер периода или порядковый номер года (таблица 3).

Результаты изучения современного состояния гидрохимического режима на территории исследуемого водосбора показали, что все химические ингредиенты, кроме водородного показателя, во-первых, имеют слабовыраженный отрицательный тренд по годам, во-вторых, такая же тенденция наблюдается вниз по течению реки.

Как показал сравнительный анализ, в низовьях реки Сырдарьи предельно-допустимая концентрация нормированных веществ хозяйственно-питьевого водопользования превышает норму, и воды не пригодны для питьевого водоснабжения, их качество может негативно отразиться на здоровье населения и привести к ухудшению санитарно-эпидемиологического состояния региона [5].

Таблица 3 - Линейно-корреляционные уравнения для химических ингредиентов по гидрологическим постам в бассейне реки Сырдарья

Химические ингредиенты	Уравнение регрессии	Индекс детерминация ( $R^2$ )
Гидрологический пост Шардара		
Водородный показатель ( $pH$ )	$pH_i = 0,0256 \cdot N_i + 7,3558$	0,2390
Минерализация ( $C_o$ )	$C_{oi} = -20,733 \cdot N_i + 1369,1$	0,6078
Биологическое потребление кислорода ( $БПК_5$ )	$БПК_i = -0,0394 \cdot N_i + 2,581$	0,1636
Азот нитритный ( $NO_2^-$ )	$NO_{2i} = -0,0019 \cdot N_i + 0,0852$	0,1035
Азот нитратный ( $NO_3^-$ )	$NO_{3i} = -0,3893 \cdot N_i + 13,735$	0,1732
Азот аммонийный ( $NH_4^+$ )	$NH_{4i} = 0,0014 \cdot N_i + 0,3261$	0,0006
Кальций ( $Ca$ ) <sup>2+</sup>	$Ca_i = -0,2070 \cdot N_i + 133,15$	0,0026
Магний ( $Mg$ ) <sup>2+</sup>	$Mg_i = -0,2135 \cdot N_i + 65,852$	0,0220
Сульфаты ( $SO_4$ ) <sup>2-</sup>	$SO_{4i} = -10,516 \cdot N_i + 609,78$	0,2984
Хлориды ( $Cl$ ) <sup>-</sup>	$Cl_i = -1,0673 \cdot N_i + 133,18$	0,0741
Гидрологический пост Кызылорда		
Водородный показатель ( $pH$ )	$pH_i = 0,0062 \cdot N_i + 7,1489$	0,0981
Минерализация ( $C_o$ )	$C_{oi} = -6,8877 \cdot N_i + 1364,4$	0,1168
Биологическое потребление кислорода ( $БПК_5$ )	$БПК_i = -0,0659 \cdot N_i + 2,602$	0,6243
Азот нитритный ( $NO_2^-$ )	$NO_{2i} = -0,0016 \cdot N_i + 0,0651$	0,1307
Азот нитратный ( $NO_3^-$ )	$NO_{3i} = -0,0981 \cdot N_i + 6,3086$	0,1421
Азот аммонийный ( $NH_4^+$ )	$NH_{4i} = -0,0123 \cdot N_i + 0,4578$	0,4762
Кальций ( $Ca$ ) <sup>2+</sup>	$Ca_i = -0,0913 \cdot N_i + 94,94$	0,0011
Магний ( $Mg$ ) <sup>2+</sup>	$Mg_i = -2,1111 \cdot N_i + 90,368$	0,6616
Сульфаты ( $SO_4$ ) <sup>2-</sup>	$SO_{4i} = -7,1833 \cdot N_i + 563,72$	0,4076
Хлориды ( $Cl$ ) <sup>-</sup>	$Cl_i = -0,3586 \cdot N_i + 141,51$	0,0080
Гидрологический пост Казалы		
Водородный показатель ( $pH$ )	$pH_i = -0,0078 \cdot N_i + 7,4327$	0,0836
Минерализация ( $C_o$ )	$C_{oi} = -10,522 \cdot N_i + 1607,4$	0,4084
Биологическое потребление кислорода ( $БПК_5$ )	$БПК_i = -0,1024 \cdot N_i + 3,522$	0,7568
Азот нитритный ( $NO_2^-$ )	$NO_{2i} = -0,0027 \cdot N_i + 0,0863$	0,3127
Азот нитратный ( $NO_3^-$ )	$NO_{3i} = -0,0401 \cdot N_i + 11,004$	0,4311
Азот аммонийный ( $NH_4^+$ )	$NH_{4i} = -0,0173 \cdot N_i + 0,5952$	0,6318
Кальций ( $Ca$ ) <sup>2+</sup>	$Ca_i = -0,3462 \cdot N_i + 113,37$	0,0083
Магний ( $Mg$ ) <sup>2+</sup>	$Mg_i = -2,1173 \cdot N_i + 97,801$	0,4282
Сульфаты ( $SO_4$ ) <sup>2-</sup>	$SO_{4i} = -13,266 \cdot N_i + 650,94$	0,5655
Хлориды ( $Cl$ ) <sup>-</sup>	$Cl_i = -0,6702 \cdot N_i + 156,44$	0,0081

В целом закономерности изменения химического состава поверхностных вод на территории водосбора в низовьях бассейна реки Сырдарья, согласно основным принципам территориальной организации водопользования и водообеспечения при равной важности воды в аспекте триады: экология (как основа жизнедеятельности человека), экономика (как пространственный базис хозяйственной деятельности) и социум (как естественная форма поддержания

здоровья человека), требуют проведения постоянного мониторинга и совершенствования методики оценки качества воды с учетом ее влияния на состояние окружающей природной среды, животный мир и здоровье человека.

#### **Список использованных источников**

1. Качество воды в бассейнах рек Амударья и Сырдарья (Аналитический отчет). - Ташкент, 2011. - 81 с.
2. Лесник Т.Ю. Гидрохимические особенности речных и коллекторно-дренажных вод бассейна реки Сырдарья (в пределах Республики Узбекистан): автореферат диссертации ... кандидат географических наук. – Ташкент, 2004. – 21 с.
3. Мустафаев, Ж.С. Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева. - Тараз: ТОО «BIG NEO SERVICE», 2012. - 318 с.
4. Чембарисов, Э.И. Гидрохимия речных и коллекторно-дренажных вод бассейна реки Сырдарья / Э.И. Чембарисов, Т.Ю. Лесник, Э.И. Чембарисова // Проблемы освоения пустынь. – 2004. - № 2. - С. 20-24.
5. Mustafayev Zh. S., Kenzhaliyeva B. T., Daldabayeva G. T., Alimbayev E. N. Hydrochemical exploration and ecological state of the territory in the lower down of the Syrdarya river //N E W S of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023.-№4.-P. 157-175.

#### **References**

1. Water quality in the basins of the Amudarya and Syrdarya rivers (Analytical report). - Tashkent, 2011. - 81 p.
2. Forester T.Y. Hydrochemical features of river and collector-drainage waters of the Syrdarya river basin (within the Republic of Uzbekistan): abstract of the dissertation ... candidate of Geographical Sciences. – Tashkent, 2004. – 21 p.
3. Musataeva, J.S. The Aral Sea basin: the past, present and future of the future / J.S. Musataeva, A.T. Kozykееva. - Tara: BIG NEO SERVICE LLP, 2012. - 318 p.
4. Chembarisov, E.I. Hydrochemistry of river and collector-drainage waters of the Syrdarya River basin / E.I. Chembarisov, T.Y. Lesnik, E.I. Chembarisova // Problems of desert development. - 2004. - No. 2. - pp. 20-24.
5. Mustafayev Zh. S., Kenzhaliyeva B. T., Daldabayeva G. T., Alimbayev E. N. Hydrochemical exploration and ecological state of the territory in the lower down of the Syrdarya river //N E W S of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023.-№4.-P. 157-175.

УДК 631.67:626.8

DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.16.30.049

## **РОЛЬ АНАЛИТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ОРОШЕНИЕМ НА НОВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УРОВНЕ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАТИВНО-ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

**Наумова Т.В.**, кандидат технических наук

ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Рассматривается роль аналитической составляющей в управлении орошением при переходе на новый технологический уровень управления мелиоративно-водохозяйственного комплекса с использованием информационно-коммуникационных и цифровых технологий. Проведен ретроспективный анализ комплексных проблем эксплуатации оросительных систем и рассмотрены направления цифровой трансформации отрасли.*