

к совместному управлению количеством и качеством водных ресурсов в верхней части бассейна реки Москвы на основе сравнительного анализа количественных и качественных изменений водных ресурсов за соответствующие годы [5]. Для этого возможно посредством специальных попусков воды из водохранилищ выполнить в определенных условиях искусственную промывку русла реки. Промывку целесообразно проводить в периоды повышенной водности. Ввиду сложности такого процесса и риска нарушить существующие правила управления сложившейся системой водохранилищ осуществление такого мероприятия представляется целесообразным с использованием для этой цели метода имитационного моделирования.

Список использованных источников

1. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. - М.: Гидрометеиздат, 1952. 392 с.
2. Великанов А.Л. и др. Моделирование процессов функционирования водохозяйственных систем. М.: Наука, 1983. 195 с.
3. Великанов А.Л., Клепов В.И. и др. Проблемы надежности при многоцелевом использовании водных ресурсов. М.: Наука, 1994. 224
4. Клёпов В.И. Проблемы управления водными ресурсами ВХС Московского региона. Водные ресурсы. - 1996. - № 5. с. 241 -245.
5. Клёпов В.И., Рагулина И.В. Управление количеством и качеством воды реки Москва для улучшения ее экологического состояния. Использование и охрана природных ресурсов в России. 2018, № 2.

УДК 502.656

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В РЕЧНЫХ ВОДАХ В БАССЕЙНЕ р. ЖАЙЫК

А.Т. Козыкеева, Ж.С. Мустафаев, А.Б. Арыстанова

НАО «Казахский национальный аграрный университет», г. Алматы, Казахстан

Актуальность. Антропогенная нагрузка на водосборы бассейнов трансграничных рек постоянно увеличивается, что обусловлено ростом населения и развитием промышленных объектов, расположенных в зонах формирования поверхностного стока в речных бассейнах. Для эффективного управления экологическим состоянием таких бассейнов необходимо иметь многолетние информационно-аналитические данные, характеризующие их состояние как управляемой системы. При этом используют данные гидрологических, гидрохимических и гидробиологических наблюдений за водными объектами, а также данные обо всех существенных факторах влияния на их состояние с использованием методов комплексной оценки состояния природных систем, позволяющих оценить качество воды.

Объектом исследования являлась территория трансграничного бассейна реки Жайык (Урал), которая охватывает западный сектор российско-казахстанского приграничного региона, включает регионы Российской Федерации (Республика Башкортостан, Челябинская и Оренбургская области) и Актюбинскую,

Западно-Казахстанскую и Атыраускую области Республики Казахстан. Жайык - третья по длине река Европы (общая протяженность - 2428 км, из них 1084 км - на территории Казахстана) с площадью бассейна (включая бессточные районы) около 380 тыс. км². Территория бассейна ассиметрична: с правой стороны она в два раза меньше, хотя притоков как раз больше в этой части. Это связано с характером рек, впадающих в Жайык с разных сторон. Правые - большей частью горные притоки, а левые - в основном равнинные. Некоторые из них непостоянны, и воду до основного русла доносят только в половодье, а летом часто пересыхают. Самыми крупными левобережными притоками являются река Ор (площадь водосбора 18,5 тыс. км²) и Илек (41,3 тыс. км², истоки в Республике Казахстан), правобережным - река Сакмара (30,2 тыс. км², исток в Республике Башкортостан) [1; 2].

В бассейне р. Жайык расположены крупные водохранилища - Верхнеуральское, Магнитогорское и Ириклинское. Полные объемы водохранилищ, расположенных в лесостепной зоне и на стыке лесостепной и степной зон, равны 0,60; 0,19 и 3,26 км³ соответственно, что составляет 96 % общего объема водоемов всего бассейна Жайык [2].

Цель исследования - оценка геоэкологического состояния рек водосбора бассейна трансграничной реки Жайык на основе многолетних наблюдений с помощью гидрохимических и гидробиологических показателей для выявления факторов, негативно влияющих на геоэкологическую устойчивость водных экосистем.

Материалы и методы исследования. Информационной базой для оценки качества воды и экологического состояния водных объектов в бассейне реки Жайык являлись «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Казахстан» РГП «Казгидромет» МОСВР РК и многолетние фондовые и литературные источники, содержащие гидрохимические показатели [3], включая азот аммонийный (NH_4), азот нитритный (NO_2), азот нитратный (NO_3), хлориды (Cl), сульфаты (SO_4), медь (Cu), цинк (Zn), натрий (Na) и нефтепродукты (таблица 1).

Таблица 1 – Концентрация загрязняющих веществ в воде реки Жайык

Загрязняющие вещества	Годы			
	1990	2000	2005	2010
город Уральск				
Расход воды (Q), м ³ /с	454.0	367.0	295.0	209.0
Взвешенные вещества, мг/л	-	91.6	13.7	13.9
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0.34	0.16	0.08	0.17
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0.01	0.01	0.08	0.04
Азот нитратный (NO_3), мг/л	0.54	0.56	7.33	3.45
Нефтепродукты, мг/л	0.05	0.06	0.02	0.03
Хлориды (Cl), мг/л	80.11	92.01	123.34	209.8
Сульфаты (SO_4), мг/л	87.33	92.83	92.36	119.52
Железо общее (Fe), мг/л	-	0.13	0.10	0.016

Загрязняющие вещества	Годы			
	1990	2000	2005	2010
Медь (<i>Cu</i>), мг/л	2.81	3.23	-	-
Цинк (<i>Zn</i>), мг/л	4.35	2.44	-	-
село Куршум				
Расход воды (<i>Q</i>), м ³ /с	454,0	367,0	295,0	209,0
Взвешенные вещества, мг/л	-	70,7	16,6	11,9
Азот аммонийный (<i>NH₄</i>), мг/л	0,27	0,15	0,07	0,13
Азот нитритный (<i>NO₂</i>), мг/л	0,02	0,02	0,05	0,04
Азот нитратный (<i>NO₃</i>), мг/л	0,42	1,82	5,81	3,78
Нефтепродукты, мг/л	0,04	0,04	0,03	0,03
Хлориды (<i>Cl</i>), мг/л	76,20	107,18	149,83	161,63
Сульфаты (<i>SO₄</i>), мг/л	85,93	110,13	97,83	114,57
Железо общее (<i>Fe</i>), мг/л	-	0,15	0,12	0,18
Медь (<i>Cu</i>), мг/л	2,23	5,41	-	-
Цинк (<i>Zn</i>), мг/л	3,91	3,05	-	-
Кадмий (<i>Cd</i>), мг/л	-	-	-	-
Марганец (<i>Mn</i>), мг/л	-	-	-	5,30
Поселок Махамбет				
Расход воды (<i>Q</i>), м ³ /с	343,0	324,0	312,0	153,0
Взвешенные вещества, мг/л	-	172,3	86,5	57,9
Азот аммонийный (<i>NH₄</i>), мг/л	0,12	0,22	0,07	0,10
Азот нитритный (<i>NO₂</i>), мг/л	0,02	0,02	0,02	0,02
Азот нитратный (<i>NO₃</i>), мг/л	0,29	0,21	0,17	1,29
Нефтепродукты, мг/л	0,07	0,05	0,04	0,02
Хлориды (<i>Cl</i>), мг/л	91,41	127,27	122,08	78,69
Сульфаты (<i>SO₄</i>), мг/л	71,84	82,84	100,71	79,25
Железо общее (<i>Fe</i>), мг/л	-	0,29	0,32	0,12
Медь (<i>Cu</i>), мг/л	0,13	2,88	25,24	2,27
Цинк (<i>Zn</i>), мг/л	2,00	5,00	39,13	5,76
Кадмий (<i>Cd</i>), мг/л	-	-	10,99	-
Марганец (<i>Mn</i>), мг/л	-	-	-	4,32
город Атырау				
Расход воды (<i>Q</i>), м ³ /с	385,0	339,0	352,0	216,0
Взвешенные вещества, мг/л	-	114,7	131,2	58,9
Азот аммонийный (<i>NH₄</i>), мг/л	0,09	0,21	0,09	0,13
Азот нитритный (<i>NO₂</i>), мг/л	0,02	0,02	0,03	0,02
Азот нитратный (<i>NO₃</i>), мг/л	0,27	0,24	0,30	1,04
Нефтепродукты, мг/л	0,06	0,05	0,04	0,02
Хлориды (<i>Cl</i>), мг/л	89,21	126,49	124,16	79,09
Сульфаты (<i>SO₄</i>), мг/л	64,96	80,30	72,03	78,0
Железо общее (<i>Fe</i>), мг/л	-	0,24	0,47	0,14
Медь (<i>Cu</i>), мг/л	0,77	1,34	2,76	1,41
Цинк (<i>Zn</i>), мг/л	2,01	3,43	42,53	11,40

Загрязняющие вещества	Годы			
	1990	2000	2005	2010
Кадмий (<i>Cd</i>), мг/л	-	1,19	25,12	-
Марганец (<i>Mn</i>), мг/л	-	12,2	-	3,39

Для оценки качества водных ресурсов и экологического состояния водных экосистем в практике водного хозяйства широко используются методы, основанные на использовании комплексных показателей. В данном случае оценка качества воды и экологического состояния водных объектов в бассейне реки Жайык оценивалась по методике В.В. Шабанова, с помощью коэффициента предельной загрязненности ($K_{нз}$) [4]:

$$K_{нз} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{ПДК_i} - 1,$$

где: i – номер загрязняющего воду вещества; N – количество учитываемых веществ; $ПДК_i$ – предельно-допустимая концентрация учитываемых веществ; C_i – фактическая концентрация учитываемых веществ; $K_{нз}$ – коэффициент предельной загрязненности, характеризующий качество воды, состояние водного объекта рек и его водохозяйственное значение, которые оцениваются в соответствии классификацией, приведенной в таблице 2.

Таблица 2 – Классификация качества воды по показателю коэффициента предельной загрязненности ($K_{нз}$) [4]

Очень чистая	Чистая	Умеренно чистая	Загрязненная	Грязная	Очень грязная
<-0.80	-0.80-0.0	0.0-1.0	1.0-3.0	3.0-5.0	>5.0

Результаты исследования. Интенсивное использование водных ресурсов водосбора бассейна реки Жайык резко изменили их качественные и количественные гидрохимические параметры в результате сброса в воду самых разнообразных загрязнителей антропогенного происхождения, которые способствовали разрушению естественных экосистем. Это обстоятельство делает необходимым оценку качества воды и экологического состояния водных объектов на территории Западно-Казахстанской и Атырауской областей Республики Казахстан, являющейся одной из зон магазинирования поверхностного стока в бассейне Каспийского моря [5; 6].

При этом основными загрязнителями водных ресурсов по Западно-Казахстанской и Атырауской областям являются предприятия промышленности, коммунального хозяйства и трубопроводного транспорта, осуществляющие сбросы сточных вод в окружающую среду.

Оценка качества воды и эколого-водохозяйственного состояния водных объектов водосбора бассейна реки Жайык проводилась в пространственно-вре-

менном масштабе с интервалом в пять лет для выявления направленности и интенсивности гидрогеохимического процесса в водных экосистемах Западно-Казахстанской и Атырауской областей (табл. 3).

Таблица 3- Оценка загрязненности воды на водосборе бассейна реки Жайык в по коэффициенту предельной загрязненности

Загрязняющие вещества	ПДК _i , мг/л	Годы			
		1990	2000	2005	2010
город Уральск					
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0.50	-0.320	-0.680	-0.840	-0.660
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0.08	-0.875	-0.875	0.000	-0.500
Азот нитратный (NO_3), мг/л	9.1	-0.340	-0.338	-0,194	-0,621
Нефтепродукты, мг/л	0.10	-0.500	-0.400	-0.800	-0.700
Хлориды (Cl), мг/л	300.0	-0,732	-0,693	-0,588	-0,300
Сульфаты (SO_4), мг/л	100.0	-0,127	-0,072	-0,076	0,195
Железо общее (Fe), мг/л	0,30	-	-0,566	-0,666	-0,947
Медь (Cu), мг/л	1.0	1.810	2.230	-	-
Цинк (Zn), мг/л	1.0	3.350	1.440	-	-
$K_{нз}$		0,252	0,068	-0,352	-0,392
село Куршум					
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0.50	-0,460	-0,700	-0,860	-0,740
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0.08	-0,750	-0,750	-0,375	-0,500
Азот нитратный (NO_3), мг/л	9.1	-0,954	-0,800	-0,361	-0,585
Нефтепродукты, мг/л	0.10	-0,600	-0,600	-0,700	-0,700
Хлориды (Cl), мг/л	300.0	-0,746	-0,642	-0,500	-0,461
Сульфаты (SO_4), мг/л	100.0	-0,141	0,101	-0,022	0,146
Железо общее (Fe), мг/л	0,30	-	-0,500	-0,600	-0,400
Медь (Cu), мг/л	1.0	1,230	4,410	-	-
Цинк (Zn), мг/л	1.0	2,910	2,050	-	-
Кадмий (Cd), мг/л	5,0	-	-	-	-
Марганец (Mn), мг/л	10,0	-	-	-	-0,470
$K_{нз}$		0,061	0,285	-0,488	-0,464
поселок Махамбет					
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0.50	-0,760	-0,560	-0,860	-0,800
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0.08	-0,750	-0,750	-0,750	-0,750
Азот нитратный (NO_3), мг/л	9.1	-0,968	-0,977	-0,981	-0,858
Нефтепродукты, мг/л	0.10	-0,300	-0,500	-0,600	-0,800
Хлориды (Cl), мг/л	300.0	-0,695	-0,575	-0,593	-0,738
Сульфаты (SO_4), мг/л	100.0	-0,282	-0,172	0,007	-0,208
Железо общее (Fe), мг/л	0,30	-	-0,633	0,067	-0,600
Медь (Cu), мг/л	1.0	-0,870	1,88	24,24	1,27
Цинк (Zn), мг/л	1.0	1,00	4,00	38,13	4,76
Кадмий (Cd), мг/л	5,0	-	-	1,198	-

Загрязняющие вещества	ПДК _i , мг/л	Годы			
		1990	2000	2005	2010
Марганец (<i>Mn</i>), мг/л	10,0	-	-	-	-0,568
<i>K_{пз}</i>		-0,453	0,190	5,986	0,071
город Атырау					
Азот аммонийный (<i>NH₄</i>), мг/л	0.50	-0,820	-0,580	-0,820	-0,740
Азот нитритный (<i>NO₂</i>), мг/л	0.08	-0,750	-0,750	-0,940	-0,750
Азот нитратный (<i>NO₃</i>), мг/л	9.1	-0,970	-0,974	-0,967	-0,985
Нефтепродукты, мг/л	0.10	-0,400	-0,500	-0,600	-0,800
Хлориды (<i>Cl</i>), мг/л	300.0	-0,703	-0,578	-0,586	-0,736
Сульфаты (<i>SO₄</i>), мг/л	100.0	-0,350	-0,197	-0,280	-0,220
Железо общее (<i>Fe</i>), мг/л	0,30	-	-0,200	0,566	-0,533
Медь (<i>Cu</i>), мг/л	1.0	-0,230	0,340	1,760	0,410
Цинк (<i>Zn</i>), мг/л	1.0	1,010	2,430	41,530	10,400
Кадмий (<i>Cd</i>), мг/л	5,0	-	-0,762	4,024	-
Марганец (<i>Mn</i>), мг/л	10,0	-	0,220	-	-0,661
<i>K_{пз}</i>		-0,402	-0,141	4,255	0,538

Таким образом, как видно из таблицы 3, эколого-водохозяйственная оценка качества воды в бассейне р. Жайык, проведенная в пространно-временном масштабе, начиная с границы Республики Казахстан (гидрологический пост - город Уральск) до устья реки (гидрологический пост - город Атырау) позволила определить направленность и интенсивность их загрязнения главными ионами (*Cl, Na, SO₄*), биогенными элементами (*NH₄, NO₂, NO₃*) и тяжелыми металлами (*Cu, Zn*). При этом по коэффициенту предельной загрязненности (*K_{пз}*) в створе гидрологического поста у г. Уральск качество воды оценивается в пределах градации «очень чистая-чистая», а в створе г. Атырау – «грязная», что необходимо учитывать при разработке природоохранных мероприятий на водосборах бассейна реки Жайык.

Обсуждение и выводы. Таким образом, на основе систематизации данных, а также прогнозного расчета коэффициента предельной загрязненности (*K_{пз}*) выполнена оценка качества воды и эколого-водохозяйственного состояния водных экосистем на водосборах бассейна р. Жайык в пространственно-временном масштабе, которая показала, что качество воды для всех рассматриваемых гидрологических постов оценивается на уровне «чистая (мезотрофные)» и «загрязненная (эвтрофные)».

Система оценки качества воды и эколого-водохозяйственного состояния водных экосистем на водосборах бассейна р. Жайык с использованием коэффициента предельной загрязненности (*K_{пз}*) дала возможность определить степень, интенсивность, направленность и характер загрязнения водных объектов в пространственно-временном масштабе, что позволяет разработать систему мероприятий по рациональному природопользованию и предотвращению возможных

чрезвычайных ситуаций на основе количественной характеристики процессов естественного самоочищения природных систем.

Список использованных источников

1. Курмангалиев Р.М. Гидрологический режим реки Урал и его экологические проблемы / Р. М. Курмангалиев, М. К. Онаев, Е. Б. Байшиган // Наука и образование: научно-практический журнал Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана. – 2006. - № 1. - С. 92-97.
2. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология / А. А. Чибилев. - Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 312 с.
3. Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В., Сокальский В.А., Бурлибаева Д.М., Уваров Д.В., Симернова Д.А., Ефимонко А.В., Милуков Д.Ю. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. - Алматы: Канагат, 2014.- том 1. – 742 с.
4. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем. - М: МГУП, 2009.- 154 с.
5. Козыкеева А.Т., Мустафаев Ж.С., Арыстанова А.Б., Jozef Mosiej. Эколого-гидрологическое состояние трансграничной реки Жайык // МЕЛИОРАЦИЯ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО / Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Шумаковские чтения) «Инновационные технологии мелиорации, водного и лесного хозяйства Юга России». – Новочеркасск: Издательство Лик, 2018.-Выпуск 16. - Часть 1. - С. 168-173.
6. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Арыстанова А.Б., Карпенко Н.П. Эколого-водохозяйственная оценка трансформации концентрации загрязняющих веществ в водах водосбора бассейна реки Жайык // Международный технико-экономический журнал. -2018- №6.- С. 123-130.

УДК631.6; 626.87

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА СТОКА ВОДОСБОРА БАССЕЙНА РЕКИ ТОБЫЛ

А.Т. Козыкеева, Ж.С. Мустафаев, Б.Е. Тастемирова

НАО «Казахский национальный аграрный университет», г. Алматы, Казахстан

Актуальность. Водообеспеченность отраслей экономики в Северном Казахстане во многом зависит от формирования водных ресурсов в пределах Российской Федерации. Современное развитие науки и техники предполагает наличие комплексного подхода к решению многих проблем в области сбалансированного использования водных ресурсов трансграничных рек. При изучении водных объектов трансграничных рек необходим учет гидрологического и гидрохимического режимов формирования их стока для обоснования комплексного рационального использования и охраны водных ресурсов, в том числе р. Тобыл в Северном Казахстане. Исследования загрязнения водотоков бассейна реки Тобыл загрязняющими веществами в многолетнем разрезе и пространственном масштабе будет способствовать нахождению оптимальных путей регулирования их гидрогеохимического режима с целью снижения техногенной нагрузки на природную среду и выработки управленческих решений с позиций охраны водных ресурсов.