

УДК. 577.4:626.8(262.8)

ОБОСНОВАНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО И ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Доктор техн. наук В.К.Бишимбаев
А.К.Кушербаев

На основе предложенной методики и методологического подхода выполнены прогнозные расчеты по регулированию и управлению гидрохимическими и гидрологическими режимами Малого Арала с целью восстановления и улучшения экологического состояния Северной части Приаралья.

В сложившейся в настоящее время в отдельных регионах бассейна реки Сырдарья экологическое и социально-экономическое положение, в том числе, в Северной части Приаралья, требует немедленного принятия кардинальных мер по сохранению жизнедеятельности Малого Арала, который является основным источником, разрушающим природную систему Приаралья.

С точки зрения сохранения экологических и социально-экономических условий Северной части Приаралья наиболее эффективной мерой является создание искусственных регулируемых водоемов в районах г. Аральска, с помощью строительства Кокаральской дамбы, которая в перспективе за счет увеличения притока воды в Арал обеспечит:

- преодоление катастрофического падения уровня Малого Арала и повышение его минерализации до 35-42 г/л;
- сохранение Малого Арала как соленовато-водного водоема и в соответствии с этим требований к экосистеме Арала;
- решение демографических проблем и создание новых рабочих мест в регионе;
- улучшение санитарно-гигиенических и медико-биологических условий населения.

Предложенные концепции по восстановлению экологической обстановки на локальном уровне за счет строительства дамбы Кокаральской перемычки с созданием искусственно-регулируемых водоемов с отметкой 42,5 м и соленостью в пределах 10-15 г/л, как отдельного географического деятельностно-природного объекта (ДПО) «Малый Арал» - «Приаралье», не противоречит концепции экспертов и наблюдателей международной группы по проекту ЮНЕН «Содействие в

подготовке планов действий по сохранению Аральского моря», а генетически дополняет их содержание. При этом дальнейшее улучшение и восстановление Малого Арала во многом зависит от ожидаемого объема и минерализации воды в водоеме.

В настоящее время по данным НПО САНИИРИ /1/ при наличии водных ресурсов в бассейне реки Сырдарья в объеме 37,5 км³ водопотребление орошаемых земель с площадью 3,3 млн.га. составляет 49,3 км³. Для покрытия дефицита были использованы возвратные воды (дренажно-сбросные плюс подрусловые) – 17,2 км³ с высокой минерализацией, являющейся основным фактором ухудшения экологической ситуации региона. При этом выполненный Н.Ф. Глазовским, В.М. Котляковым /2/ и Ж.С. Мустафаевым и др./3/ многофакторный системный анализ и расчеты по определению экономии водных ресурсов на основе вариации компонентов природной среды, показали, что при сохранении существующих площадей орошаемых земель в бассейне Аральского моря, за счет поэтапной комплексной реконструкции к 2020 году гидромелиоративных систем и широким внедрением системы ресурсосберегающих и экологически безопасных технологии мелиорации земель, можно обеспечить снижение водопотребление до 46-49 км³, в том числе по данным Козыкеева А.Т. /4/, по бассейну реки Сырдарья на 12,79 км³, из них 5,9 км³ - путем совершенствования техники полива, 6,89 км³ - путем реконструкции гидромелиоративных систем (таблица 1).

Таблица 1
Ориентировочные социально-экономические и экологические программы решения Аральской проблемы

№ п/п	Мероприятия	Дополнительная экономия воды, км ³			
		Бассейна Аральского моря		в том числе по бассейнам рек	
		км ³	%	Амударьи	Сырдарьи
1	2	3	4	5	6
1.	Сокращение площадей орошаемых земель 3 и 4 категорий по мелиоративному состоянию (2000-2002 гг.)	10	20	7,2	2,6
2.	Внедрение системы межбассейнового мониторинга природных и антропогенных факторов в бассейне рек с постоянным учетом всех изменений (2000-2002 гг.)	1	2	0,72	0,26
3.	Разработка принципов межгосударственного вододелиения с учетом принятого развития и размещения производительных сил региона (2000-2002 гг.)	2	4	1,44	0,52

1	2	3	4	5	6
4.	Реконструкция оросительных систем и повышение их КПД до 0,85 (2000-2002 гг.)	3	7	2,52	0,91
5.	Усовершенствование управления водно- и землепользованием (2000-2002 гг.)	2	4	1,44	0,52
6.	Предотвращение поступления коллекторно-дренажных и сточных вод в реку, перехват и отведение их в Аральское море (2002-2007 гг.)	5	10	3,6	1,3
7.	Поддержание на орошаемых землях уровня грунтовых вод на глубине более 5 м. (2007-2015 гг.)	2	4	1,44	0,52
8.	Отказ от освоения высоких частей предгорных равнин и орошения природно-засоленных земель, требующих значительных объемов воды и утилизации дренажного стока (2007-2015 гг.)	2	4	1,44	0,52
9.	Реализация программы выбора вариантов безотходных, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий орошения (2007-2015 гг.)	3	7	2,52	0,91
10.	Реконструкция оросительных систем и повышение их КПД от 0,85 до 0,90 (2007-2015 гг.)	2	4	1,44	0,52
11.	Внедрение системы экологических механизмов взаимоотношений между водопотребителями, водопользователями в межгосударственном масштабе основанной на реальных ценах на водные ресурсы с учетом рыночных оценок вреда наносимого сбросом загрязнителей в водные источники (2007-2015 гг.)	10	20	3,6	2,6
12.	Создание природоохранных комплексов (опреснители и очистные сооружения) (2007-2015 гг.)	2	4	1,44	0,52
13.	Обеспечение допусков свежей воды в русле и дельты рек, а также море (2007-2015 гг.)	5	10	3,6	1,3
	Итого	49	100	36	13

Как видно из прогнозных расчетов выполненных на основе данных Ж.С. Мустафаева и др. /3/ (таблица 1), за счет различных социально-экономических, экологических и водохозяйственных мероприятий до 2015 года можно обеспечить пропуск воды по бассейну реки Сырдарьи 13 км^3 . По данным Козыкеева А.Т. /4/ , когда мелиорация земель будет переходить на экологически приемлемые нормы орошения, дополнительно будет сэкономлено $3,44 \text{ км}^3$ воды. Эти мероприятия позволят снизить водопотребление орошаемых земель до $29,33 \text{ км}^3$ и объем дренажно-сбросных вод, формирующих за счет промывного режима орошения и промывки засоленных земель в бассейне реки Сырдарьи до $13,10 \text{ км}^3$, а также улучшить качество речных вод. При

такой системе планирования распределения воды между водопотребителями объем водопотребления орошаемых земель к 2020 году составит 29,33 км³, из них только 1,5 км³ может быть покрыто за счет дренажно-сбросных вод и 11,3 км³ – за счет внутриконтурного использования, что улучшит качество воды в низовьях реки Сырдарья.

Водный баланс или объем реки малого Арала можно представить по следующей формуле:

$$W_i = Q_p + Q_n + (P \cdot F_i)10^6 - (E \cdot F_i)/10^6 - Q_T, \quad (1)$$

где W_i – объем воды в Малом Арале, км³;

Q_p – годовой приток речных вод, км³;

Q_n – годовой приток подземных вод, км³;

P – годовые осадки на поверхности моря, мм;

Q_T – годовой отток воды из Малого Арала, км³;

E – испарение с поверхности моря, мм;

F_i – площадь поверхности Малого Арала.

Отсюда можно определить уровень изменения моря за определенный период:

$$\delta h = \frac{Q_p + Q_n + (P \cdot F_i)10^6 - (E \cdot F_i)/10^6 - Q_T}{F_i}, \quad (2)$$

Количество солей, поступающих в Малый Арал со стоком реки Сырдарья, можно определить из выражения:

$$S_o = Q_p \cdot C_o / 10^6 \cdot T, \quad (3)$$

где C_o – минерализация воды в реке Сырдарья, г/л.

Количество солей, поступающих в Малый Арал с подземными водами, определяются по формуле:

$$S_n = Q_n \cdot C_n / 10^6 \cdot T. \quad (4)$$

Количество солей, поступающих на поверхность Малого Арала с атмосферными осадками, можно определить из уравнения:

$$S_p = [(P \cdot F)/10^6] \cdot C_p / 10^6 \cdot T, \quad (5)$$

где C_p – минерализация атмосферных осадков, г/л.

Количество солей, содержащихся в воде Малого Арала:

$$SMi = \frac{W \cdot C_M}{10^6} \cdot T, \quad (6)$$

где C_M – минерализация или соленость воды в море, г/л.

Ожидаемое количество солей, растворенных в процессе затопление сухого дна Малого Арала, может быть определено по формуле:

$$S_d = H \cdot d \cdot 100 \cdot \Delta Fi \cdot \alpha \cdot \lg \frac{Si}{S_o}, \quad (7)$$

где H – мощность соленого слоя грунта на сухом дне Аральского моря, м;

S – содержание легкорастворимых солей в соленом грунте, % от веса сухой почвы;

d – объемная масса почвы, т/м³;

F_i – превышение площади моря за расчетный период, т.е.

$F = F_i + F_{i+1}$, км²;

F_i – среднегодовая площадь моря до начала i -го расчетного года, км²;

F_{i+1} – среднегодовая площадь моря в конце $(i+1)$ -го расчетного года, км²;

α – коэффициент солеотдачи;

S_0 – содержание нерастворенных солей в соленом грунте, % от веса сухой почвы.

Ожидаемый объем сброса стока в Большой Арала из Малого Арала можно определить по формуле:

$$Q_T = Q_P - (E \cdot F) / 10^6, \quad (8)$$

тогда объем солей, транспортирующихся из Малого Арала в Большой Арал, будет равен:

$$S_T = Q_T \cdot C_M. \quad (9)$$

Следовательно, соответственно структуре управления водного баланса Малого Арала, солевой баланс будет равен:

$$SW_{i+1} = SW_i + S_D + S_O - S_T, \quad (10)$$

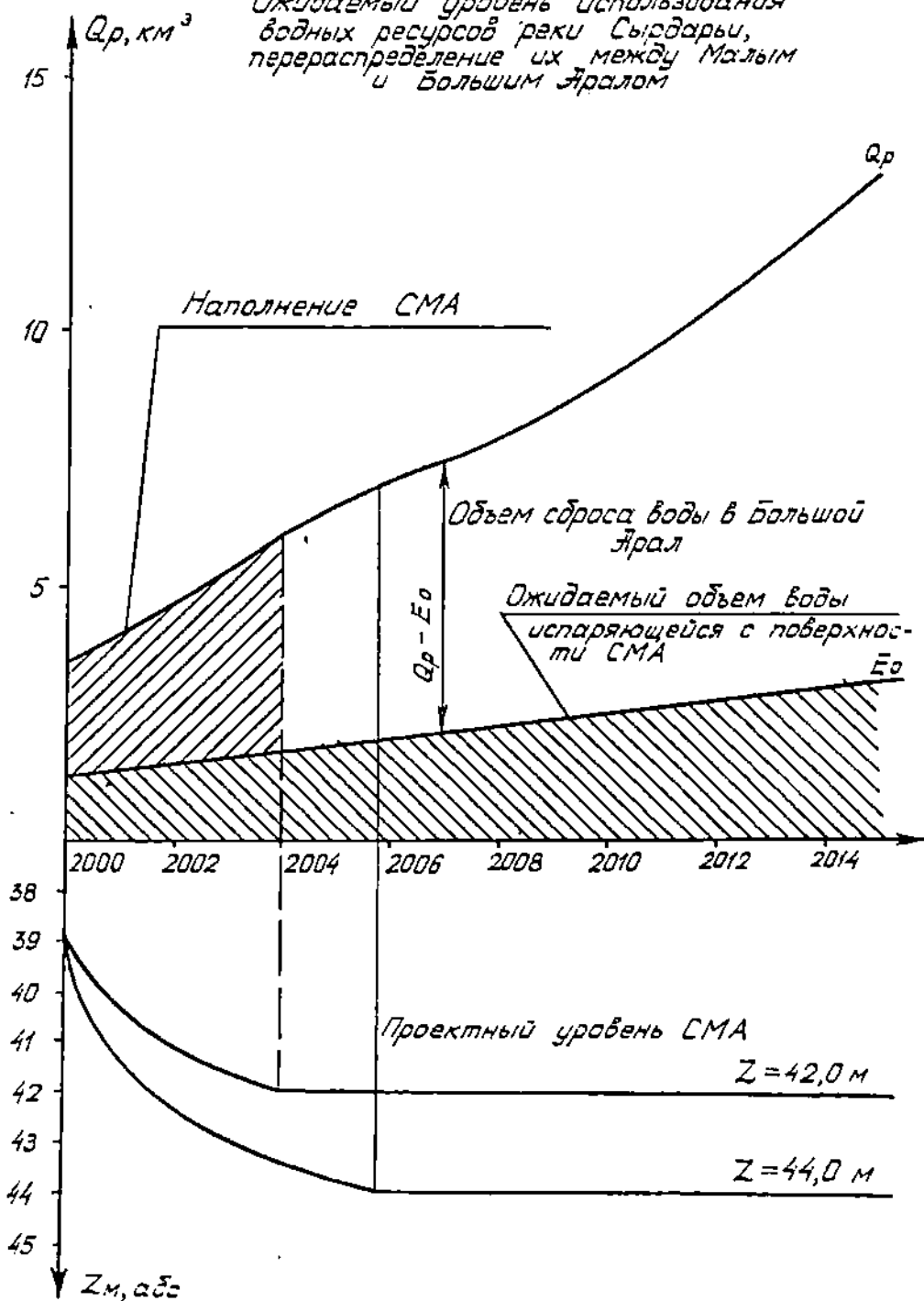
тогда ожидаемая соленость в конце расчетного года будет равна:

$$C_{MIN} = \frac{S_{W1} + S_D + S_N + S_O - S_T}{Q_O + Q_N + Q_P - (E \cdot F) / 10^6 - Q_T}, \text{ г/л} \quad (11)$$

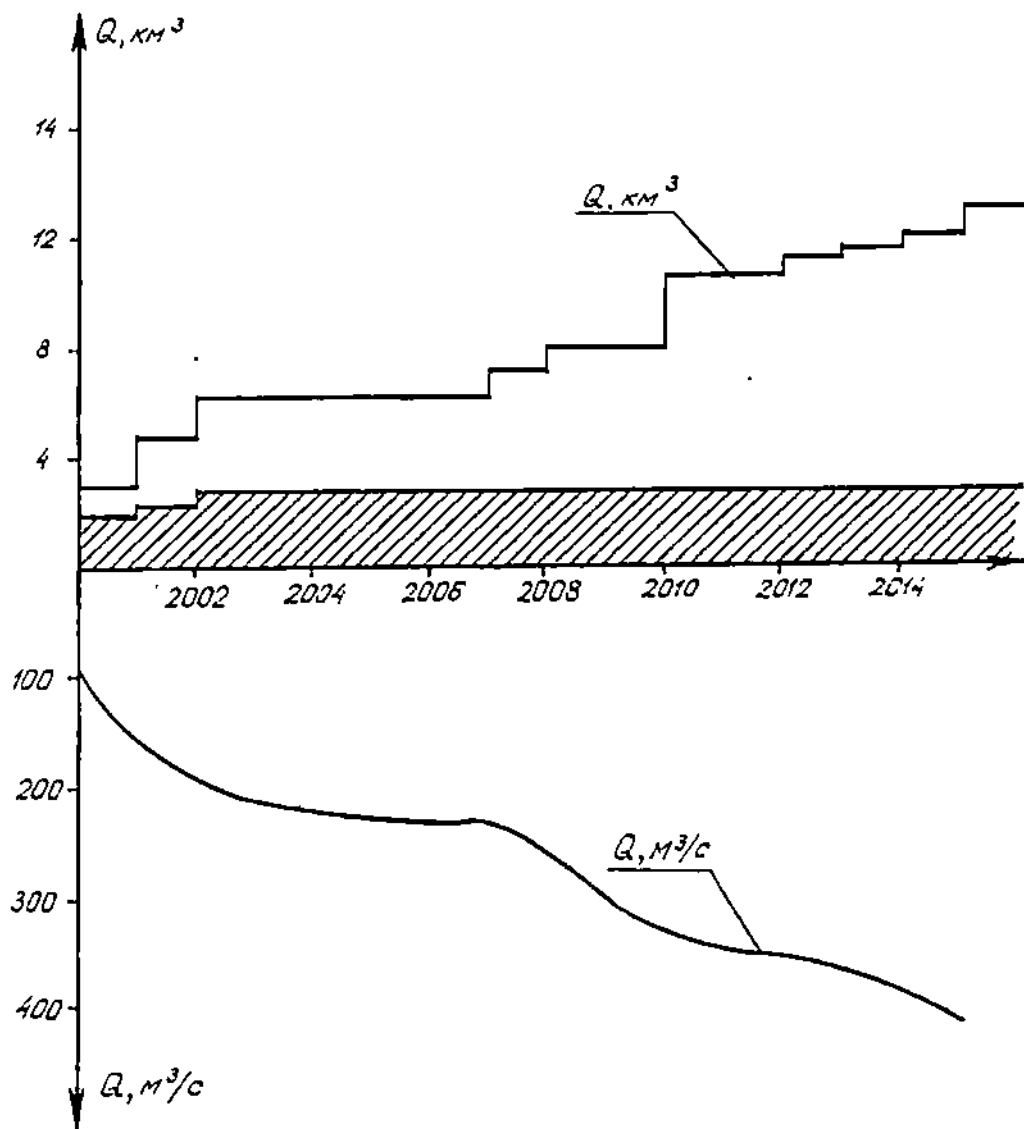
На основе материалов приведенных в таблице 1 и предложенного методологического подхода по регулированию и управлению стоками рек, выполнено прогнозирование ожидаемого уровня использования водных ресурсов реки Сырдарья и перераспределение их между Малым и Большим Аралом (рис. 1). При этом, регулирование гидрологического режима Малого Арала выполнено в двух вариантах, т.е. при проектном уровне 42 и 44 м абс.

На основании предлагаемых технических решений выполнен многовариантный расчет путем изменения параметров природной среды по распределению водных ресурсов, и определен прогнозный уровень поступления стока и расхода воды по реке Сырдарья в Малый Арал до 2015 года (рис.2 и таблица 2). Таким образом, ожидаемый расход по транзитному пропуску по руслу реки Сырдарья во многом зависит от режима работы водохранилища, расположенных в горных и предгорных зонах бассейна реки. Поэтому, корректировка ожидаемого расхода по транзиту воды в зависимости от его режима пропуска из водохранилищ определяется по следующей формуле:

Ожидаемый уровень использования
водных ресурсов реки Сырдарья,
перераспределение их между Малым
и Большим Аралом



Прогнозная динамика поступления стока
и расхода воды по реке Сырдарье
в Малый Арал до 2015 года



$$Q_i = Q \frac{365}{T} = Q \cdot K, \quad (12)$$

где Q – расход воды в реке Сырдарьи при $K=1$, $\text{м}^3/\text{с}$.

T – продолжительность пропуска воды в низовьях реки Сырдарьи в течение года, сут.;

K – коэффициент характеризующих режим пропуска воды в низовьях реки Сырдарьи.

Таблица 2

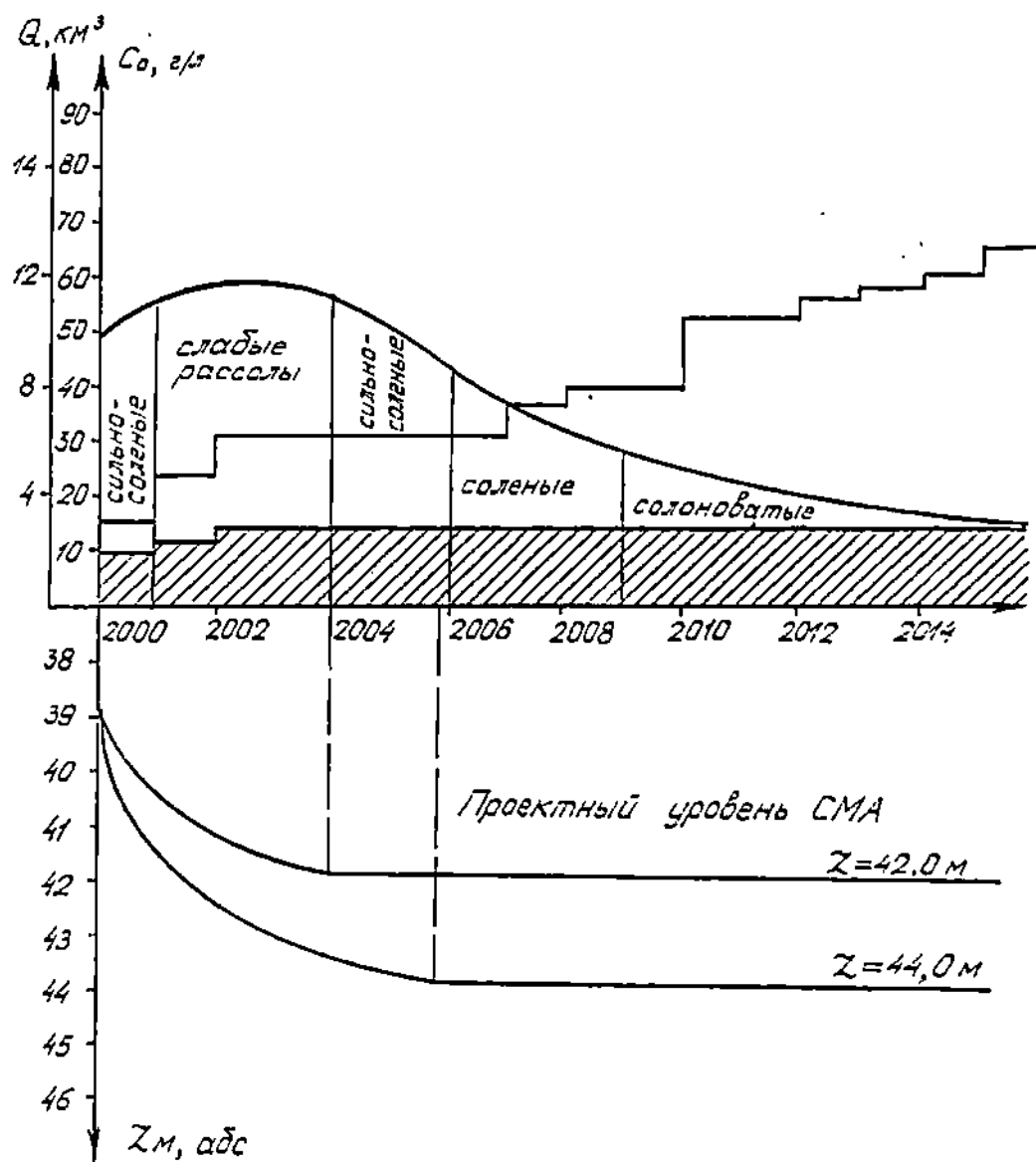
Ожидаемый расход по транзитному пропуску в низовьях реки Сырдарьи

Период, год	Объем пропуска, км^3	Ожидаемая испаряемость с поверхности моря	Ожидаемый расход по транзитному пропуску по руслу реки Сырдарьи, $\text{м}^3/\text{с}$.			
			$K=1$	$K=0,75$	$K=0,5$	$K=0,25$
2000	3,0	2,0	90	120	180	360
2002	6,1	2,8	190	253	380	760
2004	6,1	2,8	220	293	440	880
2006	6,1	2,8	230	307	460	920
2008	8,0	2,8	250	333	500	1000
2010	10,6	2,8	330	440	660	1320
2012	11,2	2,8	350	467	700	1400
2014	12,0	2,8	380	507	760	1520
2015	13,0	2,8	410	547	820	1640

На основе предложенной методики расчета солености воды в Малом Арале в зависимости от стока в море (рис. 1) выполнено прогнозирование изменения их гидрохимического режима (рис. 3), которое показывает поэтапное улучшение их качества.

Таким образом, разработанные инженерно-технические мероприятия и прогнозирование гидрохимического режима Малого Арала и реки Сырдарьи, по нормализации экологической обстановки Северной части Арала за счет создания искусственно - регулируемого водоема – Малого Арала, обеспечивает его улучшение и восстановление, а также развитие и размещение производительных сил региона. Однако, комплексный анализ технического состояния и пропускной способности, а также точная оценка потенциала водных ресурсов реки Сырдарьи и расчет водного баланса Северной части Аральского моря показали, что пропуск возможного стабильного стока в объеме $4,5 - 13 \text{ км}^3$ требует разработки мероприятий по улучшению русловой пропускной способности в низовьях реки Сырдарьи. Для регулирования гидрологического режима Малого Арала необходимо аварийный водовыпуск с расходом $1700 \text{ м}^3/\text{с}$ с целью поддержания уровня воды в отметке 42 м абс. При этом аварийный

Прогнозная солености Малого
Арала, г/л



водовыпуск должен находиться вне зоны Кокаральской перемычки для повышения их надежности и устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Духовный В.А. Проблемы развития водного хозяйства и орошаемого земледелия при дефиците водных ресурсов // Формирование, охрана и управление водными ресурсами в речных бассейнах Средней Азии, Ташкент, 1989, с. 3-9.
2. Котляков В.М., Глазовский Н.Ф. Основные положения концепции восстановления Аральского моря и нормализации кризисной ситуации в Приаралье // Мелиорация и водное хозяйство, 1991, №12, с.10-14.
3. Мустафаев Ж.С., Пулатов К., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Пути улучшения природно-экологической ситуации в бассейне Аральского моря (Аналитический обзор, КазГосИНТИ, Тараз, 1997, 70 с.)
4. Козыкеева А.Т. Пути улучшения почвенно-мелиоративной и экологической обстановки в низовьях реки Сырдарья: автореферат, дисс. канд. техн. наук, Тараз, 1998, 22с.

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати

АРАЛ ТЕНІЗІНІҢ СОЛТҮСТІК БӨЛІГІНІҢ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ТӨРТІБІН НЕГІЗДЕУ

Техн.ғыл.докторы

У.Қ.Бишімбаев
А.К.Күшпербаев

Ұсынылып отырған әдістеме және әдістемелік тұжырымның негізінде, Арал аймағының солтүстік бөлігінің экологиялық жағдайын қалыпқа келтіру және жақсарту мақсатында, Кіші Аралдың гидрологиялық және гидрохимиялық төртібін реттеудің және басқарудың есептелген бағдарламасы берілген.