

*Khikmatov F.X., Turgunov D.M.* Tog daryolarida kam suvli yillar, ularning meyorlari va kam suvlilikning chuqurlashuvi macalalari [Low-water years on mountain rivers, problems of calculating their standard characteristics and extension parameters] // O'zMU xabarlari. Tabiiy fanlar. -Tashkent, № 3/1. 2017. - B. 330 - 335. (In Uzbek)

*Kovalyov Yu.C., Mavlonov A.A.* O probleme malovodya v basseynakh rek Sirdari i Amudari [About the problem of small animals in the pools of Syrdarya and Amudarya] // Materiali Respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. - Tashkent: GIDPOINGEO, 2008. - C. 15-20. (In Russian)

*Ratkovich D.Ya.* Mnogoletnie kolebaniya rechnogo stoka [Many years of fluctuations in the river flow]. -L.: Gidrometeoizdat, 1976. -255 c. (In Russian)

*Turgunov D.M., Sazonov A.A., Xikmatov F.X., Frolova N.L.* Malovodya na gornix rekax Respubliki Uzbekistan: prichini i osobennosti [Malovodya na gornyx rekax Respubliki Uzbekistan: prichiny i osobennosti] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya. - M.: № 1. 2020. - C. 23-34. (In Russian)

*Turgunov D.M., Sharipova G.R., Gulmurzayeva B.A.* Daryolarning kam suvli davri oqimi elementlarini miqdoriy baholash [Quantitative assessment of low-water flow elements of rivers] // O'z GJ axboroti. 56-jild. - Toshkent, 2019. - B. 199-202. (In Uzbek)

*Turgunov D.M.* Daryolarda kam suvli yillarni o'rganishda qo'llaniladigan gidpologik ko'pcatkichlar va atamalar haqida [About the hydrological polynomials and terms used in the study of low-lying years in rivers] // O'z GJ axbopoti. 46-jild. -Toshkent, 2015. - B. 169-173. (In Uzbek)

*Vockrecenskiy K.P.* Norma i izmenchivost godovogo stoka rek Sovetskogo Soyuza [The rate and variability of the annual stock of the Soviet Union]. -L.: Gidrometeoizdat, 1962. -246 c. (In Russian)

УДК 551.513+551.58

## О НЕОБХОДИМОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Б.А. КАМАЛОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Наманганский государственный университет, kamolov-1942@inbox.ru

**Аннотация.** В статье обсуждаются история и причины усыхания Аральского моря площадью более 60 тыс. км<sup>2</sup>, превращение его в глобальный очаг соли объемом более 11 млрд т, распространяемой ветром на расстояние до 500 км и более, и засоление более половины орошаемых земель, имеющее прогрессирующий характер, приводящее к резкому усилению опустынивания в регионе. На основе данных Узгидромета установлено, что при существующем расходе воды Амударьи и Сырдарьи на орошение, на 1 га орошаемого поля ежегодно поступает до 10 т солей, что может привести к резкому усилению засоления земель, как по площади, так и по интенсивности. Поэтому предлагается ускоренный, в течение 1-2 лет, перевод орошаемого земледелия на капельное, в соответствии с Постановлением Президента Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиёева, поручив выполнение этой работы Министерству водного хозяйства. Повсеместное применение капельного орошения позволит в 3-4 раза уменьшить расход воды на орошение и направить ее в Арал с целью его возрождения и не допущения превращения нашего региона во вторую Сахару.

**Ключевые слова:** усыхание Арала, орошаемое земледелие, засоление земель, капельное орошение, глобальный очаг соли, опустынивание.

**Введение.** В составе СССР среднеазиатские республики при своем сухом климате были превращены в район монокультуры влаго- и солнцелюбивого хлопчатника для снабжения сырьем текстильной промышленности России и занимали засоление большей половины орошаемых земель, высокую загрязненность атмосферы соле-пылевыми частицами, почв - различными видами ядохимикатов, острый недостаток питьевой воды

на большей части территории, не только в пустынной части, но и в некоторых долинах и др., а главное – усыхание Аральского моря, превратившееся в глобальную экологическую проблему.

До 1960 г. площадь орошаемых земель в бассейне Арала составляла 5,12 млн гектаров. Забор воды из Амударьи и Сырдарьи составлял около 50 км<sup>3</sup>/год. Но такое увеличение безвозвратных потерь на орошение сначала компенсировалось уменьшением потерь на транспирацию с дикой влаголюбивой растительности, а затем увеличением оттока с орошаемых площадей после создания коллекторно-дренажной сети. В силу таких компенсационных факторов уровень Аральского моря до 1960 г. находился в относительно стабильном положении [Межзональное перераспределение, 1980]. Надо было во время «остановиться». Однако освоение все новых земель продолжалось, воды рек Амударьи и Сырдарьи полностью забрали на орошение, площадь которого было доведено до 6,8 млн га. Не были приняты во внимание требования общественных комитетов по спасению Арала, предупреждения об экономической вредности такой политики. Например, в 1986-1988 гг. хлопок-волокно экспортировалось на 800-870 млн инвалютных рублей, а завозилось сухих и свежих фруктов, ягод, пряностей, овощей, картофеля и пшеницы на 2 млрд 615 млн рублей, которые с успехом можно было выращивать в Средней Азии при меньших в 2-10 раз расходах воды, чем при возделывании хлопчатника [Камалов, 1987; 1991].

В середине 1980-х годов сток Амударьи в Аральское море прекратился, а Сырдарья с 1978 г. не дотекала до моря. В результате Аральское море было потеряно. Плюс к этому, в результате близкого к поверхности земли залегания грунтовых вод с минерализацией 30-100 г/л, слабых уклонов осушенного морского дна, произошло сплошное и маршевое его засоление. Эти процессы привели к резкому опустыниванию Приаралья и дельт Амударьи и Сырдарьи. На осушенном морском дне с огромной интенсивностью формировалась солончаковая пустошь, на которую ежегодно поступает порядка одного миллиона тонн ядовитых солей [Георгиев, 1985]. Выпадение аэрозолей за год на территории Каракалпакии достигало до 3200 кг/га, из них растворимых солей - 100-500 кг/га. Их отрицательное влияние на цветущие хлопок, рис, овощи экспериментально доказано, а мокрые аэрозоли, такие как дождь, роса, оказались еще более токсичными и повреждали побеги, листья, бутоны, цветы растений [Духовный и др., 1985]. В целом, в результате осушения Аральского моря на значительной территории Средней Азии произошли резкое ухудшение среды обитания, значительное сокращение продуктивности растений и животных, что продолжается до настоящего времени. Чрезмерное увеличение орошаемых площадей и возврат коллекторно - дренажных и сбросных вод в Амударью и Сырдарью привело к чрезмерному повышению минерализации и загрязненности их стоков в низовьях, где они давно уже превышают допустимые нормы. Острым стал вопрос обеспечения городов и населенных пунктов питьевой водой [Кузнецов, 1986].

Известно, что история человеческой цивилизации знает немало поучительных примеров того, как нерасчетливая хозяйственная деятельность вызывает неотвратимые разрушительные процессы в природе. Печально известный сегодня регион нынешней Сахары некогда представлял интенсивную зону земледелия. Об этом свидетельствуют останки населенных пунктов, засыпанные песком. Люди, добывавшие хлеб свой насущный, судя по всему, действовали вопреки естественным законам, за что жестоко поплатились [Ломакин, 1986]. Все это было знакомо еще древнейшим земледельцам на берегах Тигра и Евфрата, в дельтах Инда, Хуанхэ и Хуайхэ. Раньше или позже наступало засоление, и, хотя путем дренирования и огромных затрат пресной воды на промывку засоленных земель, попытались восстановить их плодородие, но безрезультатно; это не приводит к успеху даже в наше время. При этом нередко возникало своеобразное «кочевое» земледелие в орошаемых оазисах, как это произошло в бассейнах Мургаба,

Теджена, Атрека и др. Это подтверждается тем, что по археологическим данным на равнинной части бассейнов Амударьи и Сырдарьи площади древнего орошения составляют 4, 5-6 млн га, т.е. значительно больше современной [Герасимов и др., 1980], что может быть только результатом кочевого земледелия из-за ухудшения состояния земель, главным образом засоления.

Примером опустынивания является и высыхание залива Кара-богаз-гол, вызванное его перекрытием в марте 1980 г., с целью улучшения водного баланса Каспийского моря и получения дополнительного химического сырья. Однако не подумали, что **осушенное дно залива не только само превратится в соляную пустыню, но и будет способствовать развитию опустынивания на больших территориях, прилегающих к заливу, и в частности переносу солей через Каспий в плодородные долины Азербайджана** [Жданов, 1986]. Стало ясно, что необходимы пропуски каспийской воды в Кара-богаз-гол, которые и были произведены в сентябре 1984 г. [Харин, Бабаева, 1986].

**Состояние проблемы.** Как известно, Аральское море раньше служило как главный испаритель влаги и большой солеприёмник. В результате его усыхания мы не только потеряли море, мы вместе с ним потеряли главный солеприемник, принимавший ежегодно более 25 млн тонн соли. Эта цифра рассчитана по данным гидропоста Чатлы в низовьях Амударьи, где среднемноголетний годовой сток до 1970 г. составлял  $1410 \text{ м}^3/\text{с}$ , приняв минерализацию равной  $400 \text{ мг/л}$  ( $400 \text{ г/м}^3$ ), что дает 17,6 млн т растворенных веществ. Если сюда добавить вклад Сырдарьи, эта цифра намного превысит 25 млн т в год. Теперь **Арал сам превратился в громадный глобальный источник солей для ветрового переноса на большие расстояния, резко ухудшая экологические условия региона и приводя к засолению и снижению продуктивности не только близ расположенных пастбищ, но и далеко расположенных орошаемых территорий.**

Есть ли выход из этого положения в ближайшее время, поскольку экологическая ситуация не дает этому много времени? Выполненные до настоящего времени и продолжаемые сегодня работы по закреплению песков и соляных полей дают нам некоторый оптимизм в решении проблемы. Пробурены 40 артезианских скважин [Дусанова и др., 2019]. В 2018-2019 гг. были созданы защитные лесонасаждения на площади 461 тыс. га. Для выполнения этого мероприятия были нарезаны песконакопительные борозды на площади 1126 тыс. га, устроены механические защиты из камыша 93 км, заготовлены семена саксаула и других пустынных растений в объеме 1500 т. На выполнение этих работ были привлечены более 500 единиц техники, 2 самолета АН-2, свыше 2000 рабочих и служащих. Начальные результаты обнадеживают: 50-80% саженцев прижились [Талипов, 2019]. Однако покрыть все дно ими представляет определенные трудности.

Плюс к этому орошаемые территории в настоящее время тоже служат как большие испарители и солеприёмники. С середины 80-х годов все воды Амударьи и Сырдарьи в объеме около  $100 \text{ км}^3$ , почти полностью направляются на орошаемые поля. Это привело, во-первых, к резкому увеличению, в 2 раза, объема испарения с орошаемых полей. Исследованиями установлено, что более 60% поданной на орошаемые поля воды расходуется на испарение [Юнусов, 2009]. То, что раньше испарялось с поверхности Аральского моря, стало испаряться с поверхности орошаемых земель, что резко, в 2 раза, увеличило объем испарения, увеличивая в 2 раза соленакопления на орошаемых землях. Их громадные объемы можно видеть на следующем примере.

По данным Узгидромета в среднемноголетнем разрезе сток р. Амударьи у г. Керки до 1970 г. включительно, составляет  $2010 \text{ м}^3/\text{с}$ , а минерализованность –  $300\text{-}500 \text{ мг/л}$ , средняя –  $400 \text{ мг/л}$ , т.е.  $400 \text{ г/м}^3$ . В результате общее количество солей, протекающих через этот гидропост в течение года составляет  $2010 \text{ м}^3/\text{с} * 400 \text{ г/м}^3 * 31,536 \text{ млн секунд в году} = 25354944 \text{ т.}$ , т.е. 25,3 млн тонн. Таким же путем

был определен среднегодовой сток растворенных веществ на гидропосту Чатлы равный 17786304 т. Разность показаний между двумя постами составляет 7568640 т. Такое количество растворенных веществ, в среднем за год, в составе забранной на орошение воды между этими постами попадало на сельскохозяйственные поля. Площади орошений составляют в Каракалпакстане 432,8 тыс. га, Бухарской области – 249,9, Кашкадарьинской – 426,7, Навоийской – 115,6, Хорезмской – 236,8, Туркменистане 1200 тыс. га, всего 2461,8 тысяч га. Поделив объем растворенных веществ на орошаемую площадь получим 3075 кг/га. Такое количество растворенных веществ с поливной водой ежегодно поступало на каждый орошаемый гектар, усиливая его засоление.

В настоящее время среднегодовой сток Амударьи у Керки не изменился, а в Аральское море Амударьинская вода не поступает, т.е. она полностью расходуется на орошение. Поделив среднегодовой ионный сток Амударьи у Керки в объеме 25354944 т на площадь орошения 2461,8 тысяч га получим 10299 кг/га. И это осуществляется ежегодно. Если так будет продолжаться, эти земли скоро могут выйти из сельскохозяйственного оборота.

Во-вторых, полный забор вод Амударьи и Сырдарьи привел к повсеместному подъёму уровня грунтовых вод. Например, в начале 60-ых годов в Голодной степи уровень грунтовых вод находился на глубине 16-18 м, а в настоящее время он находится почти на поверхности земли. Даже в Ферганской области на 46 % орошаемых земель уровень грунтовых вод находится от 0 до 2 метров от поверхности земли. Дело дошло до того, что уровень грунтовых вод даже в скважинах подножий гор на высоте 700-936 м н.у.м. находится на глубине 1-2,68 м от поверхности земли. Подъем уровня грунтовых вод выше 2,5-3 м от поверхности земли служит сигналом о нарушении экологической обстановки и необходимости принятия срочных мер по ее регулированию. По состоянию к 2008 г. такие земли составляют более 50% орошаемых земель. Подъёму уровня грунтовых вод способствуют также равнинные водохранилища на десятки километров выше от их плотин [Салиев, 2008].

Оба эти фактора привели к резкому усилению вторичного засоления (табл. 1), которое резко сокращало эффективность проводимых работ по улучшению мелиоративного состояния земель.

В Узбекистане в 2007 г. засоленные земли составили 2170,7 тысяч га или 50,7% площади орошения. Из них 31,3% - слабозасоленные, 15,5% - средnezасоленные и 3,8% - сильнозасоленные. Данные таблицы 1, где приведена динамика засоления орошаемых земель, составленной на основе Национальных докладов о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (1995 и 2008 гг. издания), показывают, что наихудшее положение в этом отношении отмечается в Хорезмской, Джизакской и Ферганской областях, где в 2007 г. по сравнению с 1990-1992 гг. площадь засоленных земель увеличилась в 1,5-2 раза [Камалов, 2014].

В Хорезмской области в начале 1990 годов 35,6% орошаемых земель не были засолены. Здесь к 2007 г. незасоленных земель не осталось, а площадь сильно засоленных земель за этот период увеличилась 3,8 раза. Особо тревожно резкое увеличение засоленных земель в Ферганской области – 2,2 раза, несмотря на ее расположение близко к истокам рек.

Таблица 1 характеризует состояние к 2008 г. В некоторых регионах положение к настоящему времени еще усугубилось. Например, в Каракалпакстане площадь засоленных земель достигла 95% от общей посевной площади [UNDP, 2013]. По бонитировочным измерениям института «Узгосземпроект», проведенным в 2017 г. в Чустском, Папском и Мингбулакском районах Наманганской области, соответственно засолены 7461,4, 19896 и 26543 тыс. га, что составляет 26,8, 59 и 76,3% от общей орошаемой площади, что в несколько раз больше, чем было (табл. 2). Эти данные показывают, что процесс засоления земель угрожающе быстро прогрессирует.

Таблица 1

Динамика засоления орошаемых земель, %

Table 1

Dynamics of salinization of irrigated lands, %

Регионы, годы	Незасоленные земли	Засоленные земли	в т.ч.		
			слабо	средне	сильно
Хорезм, 1992	35,6	64,4	40,7	20,3	3,4
2007	0,0	100	53,5	33,5	13,0
Сырдарья, 1992	6,7	93,3	39,7	29,5	24,1
2007	3,2	96,8	75,1	18,8	2,9
Навои, Бухара, 1992	6,6	93,4	66,2	23,6	3,6
Бухара, 2007	9,8	90,2	58,0	26,4	5,7
Навои, 2007	7,1	92,9	67,1	18,7	7,1
Джизак, 1992	51,5	48,5	31,1	11,8	5,6
2007	14,6	85,4	53,9	29,1	2,4
Каракалпакия, 1992	3,9	96,1	37,8	41,5	16,8
2007	21,1	79,0	31,7	35,2	12,2
Фергана, 1992	78,7	21,3	6,7	11,2	3,6
2007	51,6	48,4	35,1	11,2	2,2
Кашкадарья, 1992	51,0	49,0	32,0	9,6	7,4
2007	52,9	47,1	34,2	10,1	2,8
Сурхандарья, 1992	56,7	43,3	29,0	11,0	3,3
2007	64,1	35,9	20,1	15,3	0,5
Наманган, 1992	84,6	15,4	4,4 6,3	4,7	6,3
2007	90,6	9,4		2,9	0,4
Андижан, 1992	69,3	30,7	18,3	10,2	2,2
2007	94,5	5,5	3,8	1,7	0,0
Самарканд, 1992	81,7	18,3	14,4	3,6	0,3
2007	97,3	2,7	2,6	0,1	0,0
Ташкент, 1992	93,1	6,9	6,2	0,5	0,2
2007	97,4	2,6	2,1	0,5	0,0

Таблица 2

Засоление земель Чустского, Папского и Мингбулакского районов Наманганской области по состоянию 2017 г. по данным отделения “Бонитировка почв” института “Узгосземпроект” [Умурзакова, 2019]

Table 2

Salinization of lands in Chust, Pap and Mingbulak districts of Namangan region as of 2017 according to the data of the Soil Bonitization Department of the Uzgoszemproekt Institute [Umurzakova, 2019]

Районы	Ороша-емая пло-щадь, га	Площадь засоления		Степень засоления					
				Слабо		Средне		Сильно	
		га	%	га	%	га	%	га	%
Чуст	27841	7461,4	26,8	4960,5	17,8	2314,8	8,3	186,1	0,7
Пап	33273	19896	59	9724,5	29,2	7174,6	21,6	2996,9	9,0
Мингбулак	34753	26543	76,3	10785,0	31,1	13673,7	39,3	2084,2	6

Засоление орошаемых земель ежегодно требует больших средств на улучшение их мелиоративного состояния, на строительство и реконструкции межрайонных и межхозяйственных коллекторов и др. Однако, они не давали высоких результатов. Например, по данным В.А. Духовного и др. [Духовный и др., 1985], в Узбекистане за период 1971-1980 гг. мелиоративно улучшено 973,9 тысяч га, а площадь мелиоративно неблагоприятных земель за этот период уменьшилась лишь с 1374,7 тысяч га до 1101 тысяч га, или на 273 тысяч га. Отсутствие большого эффекта видно и из таблиц 1 и 2.

Ухудшение состояния земельных угодий также ярко видно на следующем примере. В 1985 г. В.А. Духовным и др. было отмечено: «Возьмем, например, Джизакскую область, 84 % которой, представлено землями нового орошения с высоким КПД оросительных систем (0,78-0,82), с современной техникой полива (КПД 0,71), с оптимальным мелиоративным режимом на фоне глубокого закрытого дренажа. Несмотря на среднюю урожайность (22-25 ц/га) хлопка – сырца, продуктивность воды здесь одна из самых высоких в Республике». При такой высокой оценке в 1985 г., данной землям Джизакской области, здесь к 2007 г. площадь засоленных земель увеличилась 1,7 раза по сравнению с 1992 г., т.е., за 15 лет.

Увеличению площади засоленных земель сильно способствует повторное использование коллекторно-дренажных вод. Их объем очень велик. По данным начальника отдела комплексного использования водных ресурсов института «Средазгипроводхлопок» Л.В.Эпштейна, по бассейну Сырдарьи ежегодно забиралось на орошение до 50 км<sup>3</sup> воды, тогда как ее водные ресурсы в среднем за год составляют 37 км<sup>3</sup> [Алябьева, Эпштейн, 1988]. Это ярко свидетельствует о широком использовании в орошении коллекторно-дренажных вод. Почти весь их объем сливаются в реки и в их низовьях речные воды становятся непригодными для питья.

Эти примеры показывают, что в орошаемой земледелии избежать засоления земель, подъема уровня грунтовых вод, нарушения водно-солевого режима почв затруднительно, почти невозможно. Так, проведенные работы по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель в Узбекистане в 2008-2017 гг. уменьшили площадь засоленных земель всего на 160 тысяч гектаров, расходуя при этом 1,5 триллиона сумов. В настоящее время в Узбекистане в различной степени засолены более 2 миллионов гектаров, т.е., более половины орошаемых земель. В результате имеем прогрессирующее уменьшение урожайности сельскохозяйственных культур. Например, урожайность хлопчатника упала с 30-31 ц/га в 1976-1990 гг. до 20-25 ц/га в 2000-2015 гг. Плюс к этому, подъем уровня грунтовых вод приводит к подтоплению фундаментов зданий и сооружений, что способствует деформациям инженерных конструкций и их разрушению. Такое в настоящее время наблюдается в городах Нукус, Коканд, Наманган, Гулистан, Джизах, Бухара, Навои и др.

**Оценка возможных последствий.** На основе изложенного выше можно сделать вывод о том, что если будем продолжать орошение земель в том виде, в каком в настоящее время, расходуя все воды Амударьи и Сырдарьи на орошение, то можем сильно усилить процесс засоления орошаемых земель и по площади, и по интенсивности. Это приведет к резкому уменьшению урожайности орошаемых земель, что создаст большие проблемы в снабжении населения сельскохозяйственной продукцией, а Арал останется мощным поставщиком соли и пыли в глобальном масштабе, резко ухудшая условия жизни в регионе и усиливая процесс опустынивания не только на равнинной части, но и в предгорной, несмотря на потепление климата.

Потепление должно было привести к увеличению осадков, поскольку повышение температуры воздуха приводит к повышению его влагоемкости и, соответственно, увеличению осадков. Это подтверждается тем, что в период голоценового потепления увлажненность Средней Азии была в 1,5-2 раза выше современного. Площадь Арала была

в 2 раза больше чем в 1960 г. [Камалов, 2001]. Увеличение осадков наблюдалось и в нынешнем потеплении. До 2000 г. из 35 метеорологических станций Узбекистана 13 отметили увеличение осадков и в теплый и холодный периоды года, 6 – в холодный период, 7 – в теплый период, 7 отметили уменьшение осадков. Максимальное увеличение осадков составило 20%, уменьшение - 15%. Однако с конца девяностых годов, когда усыхание охватило большую часть Арала, количество осадков начало снижаться и это может быть результатом резкого увеличения концентрации гигроскопических и кристаллизующих частиц в атмосфере из-за аральской соли и пыли [Твомеу, 1966; Камалов, 2019]. Такое же явление служило одной из главных причин усиления опустынивания на территории северной части Африки; громадная пустыня Сахара в 1980 г. имела площадь 8,633 млн км<sup>2</sup>. К 1990 г. ее южная граница сместилась на юг на 130 км и площадь ее достигла 9 млн 269 тыс. км<sup>2</sup>, хотя в 1985, 1986 и 1988 гг. наблюдались сдвиги ее на север [За рубежом, 1992].

Пустыня Сахара в середине пересекалась Транссахарским морем (как наше море Тетис), остаток которого сначала уменьшился по площади до 3000 км<sup>2</sup> и глубины до 50 м, а в последующем высох, как наш Арал. Сахара в настоящее время расширяется на юг со скоростью до 10 км/год и более. В условиях же бассейна Арала имеем увеличение площади очага соли и пыли за счет усыхания Арала на более чем 60 тысяч квадратных километров и усиление нисходящих токов в атмосфере всей территории Средней Азии. Это может усилить расширение пустыни во все стороны, и даже распространение опустынивания на предгорные районы. Сахара в этом отношении была в более лучшем положении, чем Средняя Азия, из-за близости к экватору, особенно к термическому экватору, где наблюдаются максимальные значения восходящих потоков.

Возможные последствия засоления земель и соленакопления в результате хозяйственной деятельности описаны Н.Т. Кузнецовым и его соавторами [Кузнецов и др., 1978] на примере Таримской впадины. Здесь единственным солеприемником было озеро Лобнор площадью до 40 тыс. км<sup>2</sup>, в которое р. Тарим выносила в среднем 40 км<sup>3</sup> воды и 13 млн. т солей в год. Однако развитие в последующее время орошаемого земледелия привело к тому, что к середине XX в. воды рек Яркенд и Хотан, образующих р. Тарим, почти полностью, а воды р. Аксу частично разбирались на орошение. Как следствие, оз. Лобнор перестало играть роль солеприемника и превратилось в болото-солончак. Вблизи оазисов накопилось не менее 5200 млн. т солей, ранее поступавших в Лобнор. Это составляет менее 50% накопленной соли в Аральском море в результате испарения его вод в объеме более 1000 км<sup>3</sup> в 1960-2010 гг.

Как видно, Таримская впадина наглядная иллюстрация того, к чему может привести ликвидация Аральского моря, как основного солеприемника Средней Азии. Теперь на месте Аральского моря на площади более 60 тысяч км<sup>2</sup> имеем соленую пустыню, откуда соль ежегодно ветром выносится сотнями миллионов тонн на окружающие территории, расширяя площади соляных пустынь, создавая обширные солончаки и, усиливая засоление и так уже засоленных земель. Судя по направлениям пыльных бурь [Субботина, Чанышева, 2006], вынос солей в более 80% случаев осуществляются на территории Каракалпакии, Хорезмской области и Туркменистана..

При рассмотрении проблемы солеобмена в системе Аральское море – его бассейн, возможен вопрос, как было в предыдущие века; ведь соль со стоком рек всегда поступала в устья рек. Здесь надо вспомнить то, что в начале голоцена, солевой запас Арала и Сарыкамыша был сброшен в Каспий по Узбою. Последующие накопления солей в Аральском море было прервано еще раз в конце XIV в., когда вновь происходил сток по Узбою, чем значительная часть солевого баланса Арала была также сброшена в Каспий [Кузнецов и др., 1978]. Таким образом, общие запасы солей в воде Аральского моря,

несколько превышающие 10 млрд т, накопились за сравнительно короткий период времени.

Возможно, учитывая все это, в Казахстане возрождают Малый Арал, сократив орошаемую площадь в Казахстанской части бассейна Сырдарьи в 2 раза, проведя большие работы по регулированию русла реки, усовершенствуя коллекторно-дренажную сеть с расчетом сброса дренажных вод напрямую в Малый Арал. В настоящее время площадь зеркала Малого Арала составляет более 3,3 тыс. км<sup>2</sup>, уровень воды находится на высоте 42 м н.у.м., соленость воды опустилась до 8-9 промилле. Восстанавливается рыбное хозяйство. Ежегодный улов составляет в пределах 11 тыс. тонн.

**Пути решения проблемы.** На основе вышеизложенного можно сделать вывод о том, что для того, чтобы выйти из кризисного положения и в Узбекистане, как можно быстрее необходимо организовать подачу ежегодно 50-60 кубокилометров воды в Арал, освободив посевные площади от этой большой непомерной нагрузки и тем самым защитив их от дальнейшего засоления [Камалов, 2019]. Такую возможность создает повсеместное внедрение предложений Президента Ш.М. Мирзиёева по переориентации растениеводства на сады и виноградники и ускоренный перевод орошения на капельное.

В настоящее время решение этих задач особенно важно для равнинной части бассейна Арала, орошаемых Амударьей и Сырдарьей землях Узбекистана, Туркменистана, Согдийской области Таджикистана и Туркестанской и Кызылордынской областей Казахстана.

Согласно [Чуб, 2007], на территорию Узбекистана по Сырдарье и Амударье поступают 95,6 км<sup>3</sup>/год, собственные водные ресурсы Узбекистана составляют 7,7 км<sup>3</sup>/год, всего 103,3 км<sup>3</sup>/год. Из них забирают в Туркмению из Амударьи – 14,3 км<sup>3</sup>/год, в Казахстан из Сырдарьи – 15,9 км<sup>3</sup>/год. Остальная вода в объеме 73,1 км<sup>3</sup> расходуется в Узбекистане и Ленинабадской области Таджикистана. Учитывая то, что на всей этой территории проживает 46 млн. человек, для которых достаточно 46 км<sup>3</sup>/год воды [Камалов, 1991], можно заключить, что **оставшуюся воду в объеме более 50 км<sup>3</sup>/год можно направить в Арал. Если подача воды в Аральское море начнется в 2021 г., как показывают расчеты, к 2045 г. площадь зеркала Арала может подняться до уровня 45 тыс. км<sup>2</sup>. Этого вполне достаточно для уменьшения соле-пылевых выбросов до минимума.** Эти расчеты были выполнены на основе данных Узгидромета, приведенных в табл. 6,3 приложений книги В.А. Рафикова [Рафиков, 2013], приняв объем воды в Арале 45 км<sup>3</sup> в 2019 г.

Существенного сокращения расхода воды на орошение можно добиться, во-первых, широко внедряя рекомендацию Президента страны о замене части растениеводства на садоводство и виноградарство, что даст возможность уменьшить расход воды на 1 га более чем в 3 раза, увеличивая прибыльность гектара.

Во-вторых, здесь высокоэффективен перевод растениеводства на прогрессивный метод орошения - капельное. Законодательную основу в этом дает Указ Президента Узбекистана о переводе хлопководства полностью на капельное орошение. Говоря о необходимости перехода на капельное орошение, **Президент особо подчеркнул то, что капельное орошение спасает от засоления орошаемые земли, резко сокращает расходы на улучшение их мелиоративного состояния, сводит на нет необходимость коллекторно - дренажной сети, позволяет расширить посевную площадь за счет занимаемой ею территории.** Капельное орошение широко применяется во многих странах мира, особенно в Израиле, где в этом достигнуты большие успехи; с 1 га получают урожай хлопка до 100 ц/га. Такое возможно и у нас. Например, часто наблюдаем кусты хлопчатника с 20 и более раскрытыми коробочками. Если считать их вес по 4 г, то получится 80 грамм хлопка с одного куста. Если на 1 га 100 тысяч кустов хлопчатника, то получится 80 ц/га.

У нас капельное орошение начали применять в интенсивном садоводстве. А в главном потребителе оросительной воды – хлопководстве, капельное орошение не находит широкого применения, хотя опыты в Кашкадарьинской области дали высокие результаты; урожайность была в 1,7 раза выше при расходе воды 3650 м<sup>3</sup>/га [Хусанов, 2014]. Повсеместное применение капельного орошения только само дало бы эти 50 км<sup>3</sup>/год для восстановления Арала.

Однако повсеместному и ускоренному применению капельного орошения мешает большие начальные капитальные затраты. По данным Т.Х. Хусанова в год внедрения требуется 4,1 млн. сумов на 1 га (по ценам 2013 г.), из которых 2,85 млн. сум/га капитальных вложений. В настоящее время нашим фермерам такие затраты не под силу. Учитывая это Правительством страны предусмотрено выделение субсидий в размере 8 млн сум/га на внедрение капельного орошения. Однако темпы внедрения очень низкие. Главная причина, как показывают опросы, у фермеров нет уверенности в их расходовании строго по назначению. Поэтому необходимо возложить перевод земледелия на капельное орошение на Министерство водного хозяйства и осуществить эту работу за счет расходов на строительство водохозяйственных объектов и улучшение мелиоративного состояния земель. Финансовую поддержку международных организаций и стран-доноров по Аралу также следует направить на эти цели.

**Заключение.** На основе вышеизложенного можно заключить, что после более чем векового ведения орошаемого земледелия примитивным, средневековым способом, осуществляемый в настоящее время перевод растениеводства на маловодопотребляющие культуры и развитие садоводства и виноградарства, и, что самое главное, перевод хлопководства на капельное орошение согласно Постановлению №ПП-4087 от 27.12.2018 г. «О неотложных мерах по созданию благоприятных условий для широкого использования технологии капельного орошения при производстве хлопка-сырца» позволят резко сократить расход оросительной воды. При их применении на площади 5 млн. гектар орошения с расходом 4 тыс. кубометров на гектар, общий расход составит 20 кубокилометров. Если даже считать расходы воды до полей орошения такими же, общий расход составит 40 кубокилометров. Сэкономленную в результате повсеместного применения капельного орошения воду в объеме 50-60 км<sup>3</sup> можно будет направить в Арал, что **открывает путь к восстановлению Аральского моря.**

К этому имеются еще следующие резервы.

1. По данным САНИИРИ [Духовный и др., 1985] потери воды на каналах и далее до посевных площадей в переводе на 1 гектар составляет 4900 м<sup>3</sup>/га, а на орошаемых полях – 2400 м<sup>3</sup>/га, всего 7300 м<sup>3</sup>/га. При умножении ее на площадь орошения 4 млн. га получим ежегодный объем бесполезных потерь оросительной воды в 29 км<sup>3</sup>/год. Это является большим подспорьем для подачи воды в Арал.

2. Большой объем воды, недошедшей до Арала в течении последних 50-60 лет дополнил объем грунтовых вод, поднимая их уровень, и процесс этот продолжается. Например, в 1960 г. уровень грунтовых вод в Джизакской степи был на глубине 16-18 м. Сегодня выступает на поверхность и усиливает засоление земель. Такое положение сильно влияет не только на урожайность сельскохозяйственных культур и усиление засоления, но и на здоровье людей. У жителей, живущих и потребляющих продукты питания, выращенные на засоленных почвах, например, в Гурьевской области Казахстана рак пищевода встречается чаще: у 145 из ста тысяч населения.

Если принять влагоёмкость грунта, на основе данных агрометеорологических наблюдений, равной 0,25, а площадь равнинной части Джизакской степи 15 тыс. км<sup>2</sup>, то объем накопленных грунтовых вод здесь составляет 60 км<sup>3</sup>. Такие же расчеты по Ферганской долине, где речные воды не отводятся за пределы дренажа р. Сырдарья, показывают их объем равным 30 км<sup>3</sup>. Здесь настораживает еще то, что на некоторых

скважинах с высотными отметками н.у.м. выше 800 м, уровень грунтовых вод лежит на глубине 1-2 м от поверхности земли, т.е. диапазон уровня грунтовых вод по высоте составляет более 400 м.

Выполнение таких расчетов по всем областям может дать очень большие цифры, около 600 км<sup>3</sup>. Это касается и Туркменистана. Еще в восьмидесятые годы предыдущего века имелись сообщения о том, что подземные воды из-под Ашхабада выкачиваются большим числом вертикальных скважин, как это делается в настоящее время у нас в г. Гулистан. Такое скопление грунтовых вод под крупными городами представляет большую опасность из-за высокой сейсмичности региона. Направление этой воды в Арал путем усиления работ по восстановлению и развитию дренажной способности дренажной сети и самих рек Амударьи и Сырдарьи, способствовало бы значительному улучшению экологических условий районов с высоким уровнем грунтовых вод и заполнению значительной части осушенного дна Аральского моря. Этому способствовало бы строительство, например, в низовьях Амударьи, таких водоотводящих трактов, как правобережный коллектор Термез-Арал, который был предназначен для отвода коллекторно-дренажных вод с территории части Сурхандарьинской и Чарджоуской областей, Каршинской степи, Бухарского оазиса и правобережья Каракалпакии с целью улучшения качества воды в Амударье.

В заключении особо отмечу, чтобы сохранить орошаемые земли плодородными для потомков, необходимо растениеводство полностью перевести на капельное орошение и минимум 50-60 км<sup>3</sup> воды в год направить в Арал для его восстановления.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алябьева И., Эпштейн Л.* Единство противоположностей // Сб. «Судьба Арала». Ташкент: Мехнат, 1988. - С. 38-60.
- Георгиев Ю.* Польдерный шит Приаралья // Хлопководство. - 1985. - №12. - С. 35-37.
- Герасимов П.П. и др.* Современные задачи научных исследований по проблеме Аральского моря // Изв. АН СССР, сер. геогр. - 1980. - №4. - С. 37-44.
- Духовный В. А., Виленчик В.Б., Умарджанов Д.К., Прохоренко Н.И., Раззаков Р.М.* Научно-технический прогресс и мелиорация земель в Средней Азии. Ташкент: Мехнат, 1985. - 144 с.
- Дўсанова Ш., Холметова Г., Турсунова Д.* Оролбўйи экологик муаммолари на уларни бартаграф этиш чора-гадбирлари / Чўлланиш муаммолари: Динамика, Баҳолаш, Ечим. Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. 2019 й. 13-14 декабрь. Самарқанд, 2019. – Б. 178-179.
- Жданов Ю.* Каким ты будешь завтра, море? // Экономическая газета. - 1986. - №22. - С. 18. За рубежом // Метеорология и гидрология. - 1992. - №1. – С. 122-127.
- Камалов Б.А.* Об Арале в прошедшем времени // Экономическая газета, 1987. -№29. - С. 24.
- Камадов Б.А.* Арал можно восстановить // Человек и политика, №1, 1991, - С. 57-62
- Камалов Б.А.* Потепление климата: негатив или позитив // Экологический вестник, №1, 2001. - С. 5-8.
- Камалов Б.А.* Засоление земель - главная угроза экологии региона / “Фаргона водийсида табиатдан фойдаланиш ва муҳофаза қилишнинг долзарб муаммолари” Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. 1-қисм. Наманган, 6-7 июнь 2014 й. – Б. 20-22.
- Камалов Б.А.* Арал можно и нужно восстановить / Ўзбекистон Геоэкологияси илмий мактабининг асосчиси профессор А.А.Рафиқовнинг 80 йиллигига бағишланган «Орол хавзаси геоэкологик муаммолари: илмий ғоялар, тадқиқотлар, инновациялар» Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. 14-15 июнь 2019 й. Тошкент - 2019. – Б. 70-71.
- Камалов Б.А.* Орол чанги ва тузи чўлланишни кучайтирувчи улкан омил / “Чўлланиш муаммолари: динамика, баҳолаш, ечим” Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. 13-14 декабрь 2019 й. Самарқанд, 2019. – Б. 199-201.
- Кузнецов Н.Т.* О некоторых аспектах проблемы Аральского моря и Приаралья // Изв. АН СССР, сер. геогр., 1986. - №3. - С. 56-62.

- Кузнецов Н.Т., Клюканова И.А., Николаева Р.В.* Некоторые гидрологические аспекты проблемы Аральского моря // Водные ресурсы. - 1978. - №1. - С. 72-82.
- Ломакин М.* Полнее учитывать природные факторы // Коммунист. - 1986. - №8. - С. 58-59.
- Межзональное перераспределение водных ресурсов. Л: Гидрометеоздат, 1980. - 376 с.
- Рафиков В.А.* Процессы опустынивания Южного Приаралья. Т.: 2013. - 140 с.
- Салиев Б.К.* Экология и мелиорация в будущем // Экологический вестник. - 2008. - №3(84). - С. 43-45.
- Субботина О.И., Чаньшиева С.Г.* Климат Приаралья. Т.: Узгимет, 2006. -172 с.
- Талипов Х.М.* Мероприятия по предотвращению опустынивания на узбекской части осушенного дна Аральского моря / Чўлланиш муаммолари: Динамика, Баҳолаш, Ечим. Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. 2019 й. 13-14 декабрь. Самарқанд, 2019. – Б. 194-195.
- Умурзоқова У.Н.* Суғориладиган майдонларнинг экологик ҳолати: уларни баҳолашдаги ноаниқликлар / Чўлланиш муаммолари: Динамика, Баҳолаш, Ечим. Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. 13-14 декабр 2019 й. Самарқанд, 2019. – Б. 313-315.
- Харин Н.Г., Бабаева Т.А.* Остановить продвижение пустынь // Природа. -1986. - С. 48-57.
- Хусанов Т.Х.* Экология и эффективность производства хлопка // Экологический вестник, №10, 2014. - С. 10-17.
- Чуб В.Е.* Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. Т.: Voris-nashriyot, 2007. - 132 с.
- Юнусов Г.Х.* Структура потерь речных вод и водный баланс орошаемых территорий Кашкадарьинского оазиса. Автореферат канд. дисс. Т.: 2009. - 24 с.
- UNDP ахборот бюллетени “Ер энергия биохилмахиллик”, №4. - 01.12.2013. - 8 б.
- Twomey S.* Computations of rain formation by coalescence. J. Atmos. Sci. - Vol 23. -№ 4. 1966.

## ОРОЛ ДЕНГИЗИНИ ТИКЛАШ ЗАРУРАТИ ТЎҒРИСИДА

Б.А. КАМАЛОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Наманган Давлат университети, kamolov-1942@inbox.ru

**Аннотация.** Мақолада Орол денгизининг қуриши тарихи, сабаблари ва оқибатлари муҳокама қилинади. Уларнинг энг асосийлари: 1. Оролнинг қуриган 60 минг км<sup>2</sup> дан ортиқ бўлган тубида 11 миллиард тоннадан ортиқ туз йиғилиб, у 500 км ва ундан кўпроқ масофага туз тарқатадиган глобал туз марказига айланиб қолди. 2. Очиқ эгатлаб суғориши натижасида деҳқончилик ерларининг ярмидан кўпи кучайиб бораётган иккиламчи шўрланиши таъсирида қолди. Ўзгидромет маълумотлари асосида бажарилган ҳисобларнинг кўрсатишича, Амударё ва Сирдарёнинг суви асосан суғоришига сарфланиб, унинг таркибидаги туз ҳар йили 1 гектар суғориладиган майдонга 10 тоннагача туз тўғри келади. Бунинг натижасида тупроқ шўрланиши ҳам кенгайиб, ҳам кучайиб кетиши мумкин. Шунинг учун Ўзбекистон Президенти Ш. М. Мирзиёевнинг ушбу масала бўйича қарорида назарда тутилган суғориладиган деҳқончиликни тўла томчилатиб суғоришига ўтказишни сув хўжалиги вазирлигига топшириб, бу ишни 1-2 йилда тўла амалга ошириши зарур. Томчилатиб суғоришининг кенг қўлланилиши суғориши учун сув сарфини 3-4 баробар камайтириши ва тежсалаган сувни Орол денгизига юбориши уни тиклаш имконини беради ҳамда минтақамизнинг иккинчи Саҳрои кабирга айланишига йўл қўймайди.

**Калит сўзлар:** Орол денгизининг қуриши, суғорма деҳқончилик, ер шўрланиши, томчилатиб суғориши, глобал туз манбаи, чўлланиши.

## THE NEED TO RESTORE THE ARAL SEA

B.A. KAMALOV<sup>1</sup><sup>1</sup> Namangan State University, kamalov-1942@inbox.ru

**Abstract.** *The article discusses the history and causes of the desiccation of the Aral Sea and its consequences, the main of which are 1) the transformation of the sea floor with an area of more than 60 thousand km<sup>2</sup> into a global salt center with a volume of more than 11 billion tons, spread by the wind over a distance of 500 km or more, and 2) salinization of more than half of the irrigated land, which has a progressive character, leading to a sharp increase in desertification in the region. Based on the data of Uzhydromet, it has been established that at the existing water consumption of the Amu Darya and Syr Darya for irrigation, up to 10 tons of salts are annually supplied to 1 hectare of the irrigated field, which can lead to a sharp increase in soil salinity, both in area and in intensity. Therefore, it is proposed to accelerate, within 1-2 years, the transfer of irrigated agriculture to drip, provided for by the Resolution of the President of Uzbekistan Sh.M. Mirziyoyev on this issue, entrusting the implementation of this work to the Ministry of Water Resources. The widespread use of drip irrigation will allow 3-4 times to reduce water consumption for irrigation and send it to the Aral Sea in order to revive it and prevent the transformation of our region into a second Sahara.*

**Keywords:** *drying up of the Aral Sea, irrigated agriculture, land salinization, drip irrigation, global salt source, desertification.*

## REFERENCES

- Alyabyeva I., Epshteyn L.* Yedinstvo protivopolojnostey [Unity of opposites] / Sb. «Sudba Arala». Tashkent: Mexnat, 1988. - PP. 38-60. (In Russian)
- Georgiev Yu.* Pol'derniy shit Priaral'ya [Polder shield of the Aral Sea region] // Xlopkovodstvo. - 1985. - №12. - PP.35-37. (In Russian)
- Gerasimov P.P. i dr.* Sovremennye zadachi nauchnykh issledovaniy po probleme Aral'skogo morya [Modern tasks of scientific research on the problem of the Aral Sea] // Izv. AN SSSR, ser. georp. - 1980. - №4. - PP. 37-44. (In Russian)
- Duxovniy V. A., Vilenchik V.B., Umardjanov D.K., Proxorenko N.I., Razzakov P.M.* Nauchno texnicheskij progress i melioratsiya zemel' v Sredney Azii. [Scientific and technical progress and land reclamation in Central Asia.] Tashkent: Mexnat, 1985.- 144 p. (In Russian)
- Do'sanova III., Xolmetova G., Tursunova D.* Orolbo'yi ekologik muammolari va ularni bartaraf etish chora-tadbirlari [Environmental problems of the Aral Sea region and measures to address them] / Desertification problems: dynamics, evaluation, solution. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 2019 yil 13-14 dekabr. Samarqand, 2019. – PP.178-179 (In Uzbek)
- Jdanov Yu.* Kakim ty budesh' zavtra, more? [What will you be tomorrow, sea?] // Ekonomicheskaya gazeta. - 1986. - №22. PP. 18. (In Russian)
- Za rubejom* [Abroad] // Meteorologiya i gidrologiya. - 1992. - №1. – PP. 122-127. (In Russian)
- Kamalov B.A.* Ob Arale v proshedshem vremeni [About the Aral in the past tense] // Ekonomicheskaya gazeta. 1987, №29. - стр. 24.
- Kamalov B.A.* Aral mojno vosstanovit' [Aral can be restored] // Chelovek i politika, №1, 1991, – PP. 57-62 (In Russian)
- Kamalov B.A.* Poteplenie klimata: negativ ili pozitiv [Climate warming: negative or positive] // Ekologicheskij vestnik, №1, 2001, PP. 5-8. (In Russian)
- Kamalov B.A.* Zasolenie zemel' - glavnaya ugroza ekologii regiona [Salinization of lands is the main threat to the ecology of the region] / "Fargona vodiysida tabiatdan foydalanish va muxofaza qilishning dolzarb muammolari" Respublika ilmiy-amaliy konferentsiyasi materiallari. 1-qism. Namangan, 6-7 iyun 2014 y. PP. 20-22 (In Russian)
- Kamalov B.A.* Aral mojno i nujno vosstanovit' [The Aral can and must be restored] / O'zbekiston Geoekologiyasi ilmiy maktabining asoschisi professor A.A.Rafiqovning 80 yilligiga bag'ishlangan «Orol havzasi geoekologik muammolari: ilmiy g'oyalar, tadqiqotlar, innovatsiyalar» Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 14-15 iyun 2019 y. Toshkent - 2019. PP. 70-71 (In Russian)

*Kamalov B.A.* Orol changi va tuzi cho'llanishni kuchaytiruvchi ulkan omil [Aral dust and salt are a huge factor in intensifying desertification] / "Cho'llanish muammolari: dinmika, baholash, yechim" Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 13-14 dekabr 2019 y. Samarqand, 2019. – PP. 199-201 (In Uzbek)

*Kuznetsov N.T.* O nekotoryx aspektax problemy Aral'skogo morya i Priaral'ya [On some aspects of the problem of the Aral Sea and the Aral Sea region] // Izv. AN SSSR, ser. Geog., 1986. - №3.- PP. 56-62. (In Russian)

*Kuznetsov N.T., Klyukanova I.A., Nikolaeva R.V.* Nekotorie gidrologicheskie aspekty problemy Aral'skogo morya [Some hydrological aspects of the Aral Sea problem] // Vodnie resursi. - 1978. - №1. PP. 25-31 (In Russian)

*Lomakin M.* Polnee ispol'zovat' prirodnie faktory [Taking into account natural factors more fully] // Kommunist. - 1986. - №8.- PP. 58-59. (In Russian)

Mejzonal'noe pereraspredelenie vodnyx resursov [Interzonal redistribution of water resources.] L: Gidrometeoizdat, 1980. - 376 p. (In Russian)

*Rafikov V. A.* Protsessy opustynivaniya Yujnogo Priaral'ya. [Desertification processes in the Southern Aral Sea region]. T.: 2013. - 140 p. (In Russian)

*Saliyev B. K.* Ekologiya i melioratsiya v budushem [Ecology and reclamation in the future] // Ekologicheskiy vestnik. - 2008. - №3 (84). - PP. 43-45. (In Russian)

*Subbotina O.I., Chanisheva S.G.* Klimat Priaral'ya [The Aral Sea climate.] T.: Uzgimet, 2006. - 172 p. (In Russian)

*Talipov X.M.* Meropriyatiya po predotvrasheniyu opustynivaniya na uzbekskoy chasti osushennogo dna Aral'skogo morya [Measures to prevent desertification on the Uzbek part of the drained bottom of the Aral Sea] / Desertification problems: dynamics, evaluation, solution. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 2019 yil 13-14 dekabr. Samarqand, 2019. –PP. 194-195 (In Uzbek)

*Umurzoqova U.N.* Sug'oriladigan maydonlarning ekologik holati: ularni baholashdagi noaniqliklar [Ecological condition of irrigated lands: uncertainties in their assessment] / Desertification problems: dynamics, evaluation, solution. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 13-14 dekabr 2019 y. Samarqand, 2019. –PP. 313-315. (In Uzbek)

*Xarin N.G., Babaeva T.A.* Ostanovit' prodvijenie pustym' [Stop the movement of the desert] // Priroda. -1986.- PP. 48-57. (In Russian)

*Xusanov T.X.* Ekologiya i effektivnost' proizvodstva xlopka [Ecology and efficiency of cotton production] // Ekologicheskiy vestnik, №10, 2014. - PP. 10-17. (In Russian)

*Chub V.E.* Izmenenie klimata i yego vliyanie na gidrometeorologicheskie protsessy, agroklimaticheskie i vodnie resursy Respubliki Uzbekistan. [Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agroclimatic and water resources of the Republic of Uzbekistan]. T.: Voris-nashriyot, 2007, 132 p. (In Russian)

*Yunusov G.X.* Struktura poter' rechnyx vod i vodny balans oroshayemyx territoriy Kashkadar'inskogo oazisa [Structure of river water losses and water balance of irrigated areas of the Kashkadarya oasis]. Avtoreferat kand. diss. T.: 2009. - 24 p. (In Russian)

UNDP axborot byulleteni "Erenergiyabioxilmaxillik" [UNDP newsletter "Earth energy biodiversity"], №4. - 01.12.2013.- P.8.

*Twomey S.* Computations of rain formation by coalescence. J. Atmos. Sci. - Vol 23. -№4 - 1966.