

*Титова Ю.А.*

**ЧҮЙ ӨРӨӨНҮНҮН СУГАТ ТАРМАКТАРЫНДАГЫ  
ЖАНА ДАРЫЯЛАРЫНДАГЫ СУУНУН ЭКОЛОГИЯЛЫК  
ЖАНА ХИМИЯЛЫК САПАТЫН БААЛОО**

*Титова Ю.А.*

**ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
КАЧЕСТВА ВОДЫ В ОРОСИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ И  
СИСТЕМАХ РЕК ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЫ**

*Ya.A. Titova*

**ECOLOGICAL AND CHEMICAL ASSESSMENT  
OF WATER QUALITY IN IRRIGATION NETWORKS  
AND RIVER SYSTEMS IN THE CHU VALLEY**

УДК: 631.67 - 03; 543

Бул макалада Чүй өрөөнүндөгү сугат системасындагы суунун химиялык курамын жана булганыч көрсөткүчтөрүн изилдедик. Мисал катары сугат үчүн сапаттуу нормадагы көрсөткүчтөр көрсөтүлдү. Суу ресурстарын коргоо жана сарамжалдуу пайдалануу маанилүү улуттук көйгөйлөрдүн бири болуп саналат. Суунун сапаттык курамынын начарлашында суунун экологиялык системасынын туруктуулугу-кыртышынын өсүшү төмөндөйт, продукция өндүрүүгө кеткен суунун чыгымдары көбөйүүдө, кыртыштын асылдуулугу начарлап, айыл чарба өсүмдүктөрүнүн тушумдүүлүгү азаят. Мындай шарттарда айыл чарба өндүрүшү сугат үчүн пайдаланылуучу суунун сапатына айрым талаптарды коет. Бул учурда, сугат суунун сапаты экономикалык көрсөткүч болуп саналат. Аткарылган талаа жана лабораториялык изилдөөлөрдүн негизинде Чүй өрөөнүндөгү сугат системаларындагы суунун сапатын ченемделген көрсөткүчтөрдүн системасынын негизинде экологиялык баалоо берилген.

**Негизги сөздөр:** сугарылуучу дыйканчылык, булгануу булактары, антропогендик оорчулук, ирригациялык көрсөткүчтөр, суунун сапаты, минералдаштыруу, иондук курамы.

В статье представлены результаты исследований химического состава и загрязняющих веществ воды систем орошения в Чуйской долине. Приведены основы системы нормируемых показателей для оценки качества оросительной воды. Охрана и рациональное использование водных ресурсов являются одной из важнейших общегосударственных проблем. При ухудшении качественного состава воды снижается устойчивость экологической системы водно-почва-растение, увеличиваются затраты воды на производство продукции, ухудшается плодородие почв, уменьшается урожайность сельхоз культур. В этих условиях сельскохозяйственное производство предьявляет опреде-

ленные требования к качеству воды, используемой для орошения. В этом случае качество оросительной воды является экономическим показателем. На основе выполненных полевых и лабораторных исследований дана экологическая оценка качества воды оросительных систем Чуйской долины на основе системы нормируемых показателей.

**Ключевые слова:** орошаемое земледелие, источники загрязнения, антропогенная нагрузка, ирригационные показатели, качество воды, минерализация, ионный состав.

The article gives the research findings of chemical composition and pollutants in water of irrigation schemes in the Chu valley. Principles of specifying indices system for irrigation water quality assessment are presented. Water protection and its efficient use are problems of the national importance. While deteriorating qualitative water composition, a "water-soil-plant" ecological system is becoming less stable, water consumption for agricultural production is increasing, soil fertility is worsening and crop yield is decreasing. Under these conditions, agricultural production specifies some certain requirements to irrigation water quality. In this case, irrigation water quality is an economic factor. On the basis of field and laboratory analysis, ecological assessment of water quality of irrigation schemes in the Chu valley was done based on the specifying indices system.

**Key words:** irrigated agriculture, pollution sources, anthropogenic load, irrigation indices, water quality, mineralization, ion composition.

**Введение.** Увеличение антропогенной нагрузки на водные ресурсы привело не только к появлению в их составе компонентов, несвойственных природной среде, таких как фенолы, нефтепродукты, детергенты, ядохимикаты, но и к увеличению содержания солей и изменению соотношения главных ионов. Загрязнение

водоисточников отражает их современное экологическое состояние и несет информацию о масштабах хозяйственной деятельности на данной территории. Большинство загрязняющих веществ являются неконсервативными и подвержены всевозможным превращениям, приводящим к изменению их концентрации как во времени, так и в пространстве. Под влиянием гидродинамических, температурных и других внешних факторов концентрация загрязняющего вещества изменяется.

Источником загрязнения воды является любая деятельность человека в пределах водосборного бассейна.

Для Кыргызстана, располагающего большим земельным фондом, пригодным для орошения и испытывающим в силу своей аридности дефицит в воде, проблема качества оросительных вод является актуальной.

**Актуальность исследования.** Влияние антропогенной нагрузки на водные ресурсы привело к возникновению проблемы качества воды для орошения. При ухудшении качественного состава воды снижается устойчивость экологической системы вода-почва-растение, увеличиваются затраты воды на производство продукции, снижается урожайность сельхозкультур. В этих условиях сельскохозяйственное производство предъявляет определенные требования к качеству воды, используемой для орошения.

**Цель исследования.** Определение качества воды для использования ее в целях орошения сельского хозяйства Чуйской долины.

**Объект исследования.** Объектом исследования, рассматриваемым в данной статье, являются: р.Чу по течению, ЗБЧК, Атбашинский, Совхозный каналы, 3 коллектора – К-2, К-3, К-12, р. Аламедин, р.Ала-Арча, р.Красная, р.Кичи-Кемин, р.Норус, Сокулукское и Нижне-Алаарчинское водохранилища.

**Основные задачи исследования.** Оценить современное состояние качества оросительной воды основных оросительных систем Чуйской долины на основе разработанной ранее системы нормируемых показателей, оказывающих наибольшее влияние на эффективность орошаемого земледелия, а также рекомендовать мероприятия для некондиционных вод по улучшению их качества.

**Оценка экологического состояния воды систем орошения в Чуйской долине. Характеристика химического состава оросительной воды.** Получение объективной информации о составе и качестве оросительных вод и состоянии почв является одним их важнейших этапов при проведении водохозяйственных мероприятий. Наличие такой информации позволяет выявить уровень загрязнения водоемов и решать вопросы с использованием их для целей орошения.

Основной водной артерией Чуйской долины является р.Чу с многочисленными притоками. Бассейн реки имеет площадь водосбора 38.2 тыс. км<sup>2</sup>. Длина русла 1186 км. По гидрологическому режиму р. Чу относится к типу ледниково-снегового питания. Весной в результате таяния снегов в предгорьях и осадков в апреле-мае наблюдается первый паводок. Этот паводок отличается малой продолжительностью. Второй паводок является результатом интенсивного таяния высокогорных снегов и ледников. Проходит он в июле-августе, расходы воды достигают своих максимальных значений [1].

Сток р.Чу зарегулирован Орто-Токойским водохранилищем и только выпадающие притоки могут увеличить расход воды в том или ином створе. В летнее время, несмотря на половодье реки, в нижних створах (с. Нижне-Чуйск) расходы наименьшие, что вызвано забором воды на орошение. Учитывая важное значение р.Чу как главной водной артерии одноименной долины, используемой для водоснабжения и орошения, качеству воды следует уделять особую роль.

По течению реки от п.Актюз в реку сбрасываются сточные воды поселков, г. Токмак, Кант и Бишкек, дренажный сток Атбашинской оросительной системы К-2, что приводит к загрязнению речной воды биогенными соединениями, органическими загрязнителями и тяжелыми металлами.

Для оценки влияния сточных и дренажных вод на загрязнение воды р.Чу исследовался химический состав речной воды выше и ниже впадения стоков г.Токмак, в районе с.Милянфан, очищенных сточных вод г. Бишкек в районе с. Васильевка и Нижне-Чуйск.

Пробы воды рек Ала-Арча и Аламедин отбирались в предгорной зоне выше г.Бишкек и за объездной дорогой ниже г.Бишкек (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема гидрохимических постов р. Чу и ее притоков.

Средний химический состав воды систем орошения бассейна р. Чу приведен в таблице 1.

Вода каналов характеризуется минерализацией  $345.3 \text{ мг/дм}^3$  – ЗБЧК,  $491.1 \text{ мг/дм}^3$  – Атбашинский. Состав воды в каналах гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевый, а в коллекторах – сульфатно-гидрокарбонатно-магниевый-кальциевый.

**Биогенные элементы.** Применение удобрений в сельском хозяйстве приводит к повышению урожайности сельхозкультур, но часть этих удобрений, особенно легкоподвижных форм азота, выносятся в открытые водотоки с поверхностным и дренажным стоком и при смыве поверхностного слоя почвы в результате ее эрозии. Вынос минеральных удобрений поверхностным стоком составляет: по азоту 7%, калию до 11%, фосфору – 0.63% от внесенного количества [2].

Для выяснения степени загрязнения поверхностных вод Чуйской долины нами изучено содержание различных форм азота (нитритного, нитратного, аммонийного) и фосфора. Из форм азота в наибольшем количестве присутствуют нитраты. В верховье р. Чу содержание нитратов составляет  $0.940 \text{ мг/дм}^3$ . По течению реки после впадения канализационных стоков г. Кант, с. Милянфан концентрация их возрастает до  $2.680 \text{ мг/дм}^3$  и на таком примерно уровне прослеживается до с. Васильевка, где впадают стоки городской канализации г. Бишкек, в районе с. Нижне-Чуйск – незначительно снижается до  $2.320 \text{ мг/дм}^3$ .

В верховьях реки Ала-Арча содержание нитратов –  $1.03\text{-}1.43 \text{ мг/дм}^3$ . Соответственно, ниже г. Бишкек содержание нитратов в воде р. Ала-Арча возрастает в 3 раза, р. Аламедин – в 2 раза.

Ионы аммония почти во всех объектах исследования содержатся в сотых долях  $\text{мг/дм}^3$ .

Исключение составляет р. Ала-Арча ниже г. Бишкек –  $0.13 \text{ мг/дм}^3$  и р. Чу ниже г. Токмок и с. Васильевка, р. Ала-Арча по течению, р. Аламедин ниже г. Бишкек, р. Красная –  $0.020 \text{ мг/дм}^3$ , что свидетельствует о загрязнении сточными водами, т.к. ионы аммония являются продуктом распада азоторганических соединений.

Содержание нитратов в Сокулукском вдхр. составило  $0.060 \text{ мг/дм}^3$ . В коллекторах концентрация нитратов  $0.090\text{-}0.100 \text{ мг/дм}^3$ , в каналах  $0.080 \text{ мг/дм}^3$ . Ионы аммония в коллекторах и каналах содержатся в значительных количествах, т.к. они являются продуктом распада азот-органических соединений (от  $0.010$  до  $0.350 \text{ мг/дм}^3$ ). Содержание фосфатов колеблется в пределах  $0.110\text{-}0.080 \text{ мг/дм}^3$ . Максимальное значение отмечено в Атбашинском канале, наименьшее – в Сокулукском вдхр.

Приведенные результаты показывают, что вода рек Чу, Аламедин, Ала-Арча по течению загрязнена сточными водами. Присутствие в воде нитритов и ионов аммония свидетельствует о поступлении в бассейны рек продуктов распада белка и органических веществ.

Таблица 1

## Химический состав воды систем орошения бассейна р. Чу

Место отбора пробы	pH	$\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$ $\text{мг-экв}$							Минерализация
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	
р. Чу, выше г. Токмок	8.21	51.9	6.8	8.5	-	119.3	43.6	10.6	240.7
		2.59	0.21	0.37		1.96	0.91	0.30	
р. Чу, ниже г. Токмок	8.21	53.8	6.8	2.5	-	127.0	43.6	12.6	246.3
		2.68	0.56	0.11		2.08	0.91	0.36	
р. Чу, выше с. Милянфан	8.27	55.7	11.3	9.2	-	142.0	63.1	16.6	297.9
		2.78	0.93	0.40		2.33	1.31	0.47	
р. Чу, ниже с. Милянфан	8.24	59.4	11.3	15.6	-	152.0	77.2	16.8	332.3
		2.96	0.93	0.68		2.49	1.61	0.47	
р. Чу, выше с. Васильевка	8.29	61.2	11.3	14.3	-	150.2	79.1	17.2	333.3
		3.05	0.93	0.62		2.46	1.65	0.49	
р. Чу, ниже с. Васильевка	8.28	63.1	11.3	14.5	-	151.1	79.1	20.7	339.8
		3.15	0.93	0.63		2.48	1.65	0.58	
р. Чу, выше с. Нижне-Чуйск	8.23	64.9	12.4	19.9	-	156.6	87.5	23.1	362.4
		3.24	1.02	0.78		2.57	1.82	0.65	
р. Чу, ниже с. Нижне-Чуйск	8.23	66.8	13.5	18.6	-	158.0	94.1	24.9	375.9
		3.33	1.11	0.81		2.59	1.96	0.70	
р. Ала-Арча, выше г. Бишкек	8.20	26.0	3.2	3.2	-	64.2	24.1	5.4	126.1
		1.30	0.26	0.14		1.05	0.50	0.15	
р. Ала-Арча, ниже г. Бишкек	8.29	96.5	18.0	23.9	-	196.6	123.3	54.9	513.2
		4.82	1.48	1.04		3.22	2.57	1.55	
р. Аламедин, выше г. Бишкек	8.25	35.6	2.7	8.7	-	81.0	37.3	9.6	174.9
		1.78	0.22	0.38		1.33	0.78	0.27	
р. Аламедин, ниже г. Бишкек	8.28	48.2	13.5	0.9	-	111.6	59.5	17.2	250.9
		2.41	1.11	0.04		1.83	1.24	0.49	
р. Красная, г. Токмок	8.26	55.7	6.8	14.0	-	158.0	47.0	13.6	295.1
		2.78	0.56	0.61		1.59	0.98	0.38	
р. Кичи-Кемин, выше пос. Ак-Тюз	8.20	31.9	3.2	2.3	-	86.5	19.6	4.3	147.8
		1.59	0.26	0.10		1.42	0.41	0.12	
р. Кичи-Кемин, ниже пос. Ак-Тюз	8.22	39.6	7.2	0.5	-	115.2	26.3	5.4	194.2
		1.98	0.59	0.02		1.89	0.55	0.15	
Нижне-Алаарчинское вдхр.	8.24	51.9	9.0	13.8	-	149.3	49.9	15.5	289.4
		2.59	0.74	0.60		2.45	1.04	0.44	
р. Норус, с. Ново-Покровка	8.30	66.8	11.3	46.7	-	169.3	113.9	40.4	448.4
		3.33	0.93	2.03		2.68	2.37	1.14	
р. Норус, 0.5 км ниже с. Ново-Покровка	8.27	74.2	11.3	43.2	-	175.3	116.7	42.9	463.6
		3.70	0.93	1.88		2.87	2.43	1.21	
К-2	8.20	92.2	109.4	23.9	3.0	292.8	362.1	78.0	961.4
		4.60	9.0	1.04	0.10	4.80	7.54	22.0	
К-3	8.24	96.2	102.1	12.4	3.0	286.7	319.3	81.7	901.4
		4.80	8.40	0.54	0.10	4.70	6.64	2.30	
ЗБЧК	8.50	59.4	21.4	3.5	-	155.9	88.0	17.1	345.3
		2.96	1.76	0.15		2.56	1.83	0.48	
Сокулукское вдхр.	8.15	48.1	24.3	29.2	-	270.8	123.5	17.7	513.6
		2.40	2.00	1.27		2.80	2.37	0.50	
К-12	8.16	108.2	94.8	59.8	6.0	280.6	418.1	81.7	1049.2
		5.40	7.80	2.60	0.20	4.60	8.70	2.30	
Совхозный канал	8.30	44.1	21.9	36.3	6.0	207.4	61.7	19.9	397.3
		2.20	1.80	1.45	0.20	3.40	1.29	0.56	

**Качество воды систем орошения.** По величине численных значений соотношений ионов и составу почв орошаемого массива выделено 4 класса пригодности воды для орошения (табл. 2) [3].

Таблица 2

Характеристика оценки качества оросительной воды по С.Я. Бездниной

Класс воды	Качество воды по степени опасности					Характеристика пригодности воды
	Хлоридного засоления	Натриевого осолонцевания	Магниевого осолонцевания	Содообразования		
	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup> /Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	(CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )-(Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> )	
1	<2.0	>2.0	>1.0	<0.3	<1.0	Пригодная для всех типов почв
2	2.0-4.0	2.0-1.0	1.0-0.7	0.3-0.5	1.0-1.25	Ограниченно пригодная; на тяжелых почвах требуется мелиоративное улучшение
3	4.0-10.0	1.0-0.5	0.7-0.4	0.5-0.8	1.2-2.5	Условно пригодная; на всех почвах, кроме гипсоносных, требуется мелиоративное улучшение
4	>10.0	<0.5	<0.4	>0.8	>2.5	Непригодная, требуется улучшение качественного состава

Вода 1 класса (пригодная) используется без ограничения для полива любых почв и любых сельскохозяйственных культур. При орошении вода не оказывает отрицательного влияния на плодородие почв, урожайность и качество сельхозпродукции, поверхностные и грунтовые воды.

Вода 2 класса (ограниченно пригодная) не оказывает отрицательного влияния на почвы и продукцию, а также экологическую обстановку. На почвах с тяжелым механическим составом (коэффициент фильтрации менее 0.7 м/сут.) и при слабой дренажности возможно развитие процессов содообразования и засоления, снижение урожайности слабоустойчивых культур на 5-8%.

Вода 3 класса (условно пригодная) оказывает отрицательное влияние на почвы: способствует развитию процессов засоления, осолонцевания и содообразования, снижению урожайности несолеустойчивых культур на 15-23%. При использовании таких вод необходим промывной режим орошения, химическая мелиорация воды или почвы на почвах легкого механического состава и на гипсоносных почвах возможен промывной режим орошения без применения химических мелиорантов.

Вода 4 класса (непригодная) отрицательно влияет на плодородие почв, урожайность и качество продукции. Снижение урожайности может достигать

50% и более. Вода не пригодна без предварительного улучшения качественного состава или путем разбавления пресной водой, или проведения химической мелиорации воды или почвы.

**Результаты работы.** По приведенной классификации дана оценка качества воды бассейна р. Чу и выбранных рек Аламедин, Ала-Арча, Красная, Кичи-Кемин, Норус, Сокулукского и Нижне-Алаарчинского вдхр., ЗБЧК, Совхозного, Атбашинского каналов, коллекторов К-2, К-3, К-12:

- вода рек и канала ЗБЧК относится к 1 классу – пригодна для всех типов почв;
- вода Совхозного, Атбашинского каналов, Сокулукского вдхр. – 2 класс, ограниченно пригодная для орошения;
- К-2, К-3, К-12 – 3 класс, вода условно пригодная.

#### Литература:

1. Алекин О.А, Семенов А.Д, Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. - Ленинград: Гидрометеоздат, 1973. - 269 с.
2. Бездниной С.Я. Качество воды для орошения: принципы и методы оценки. - М.: Издательство «РОМА», 1997. - 185 с.
3. Карманчук А.С., Пирматов А.П. Нормирование качества воды для орошения. ЦБНТИ Госконцерн «Водстрой». - М., 1990. - 4 с.