

**ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 631.67 - 03; 543

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ  
ЗЕМЕЛЬ СОКУЛУКСКОГО РАЙОНА ЧУЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Белоконь Павел Игоревич – старший преподаватель кафедры информационные системы в экономике, КГТУ им.И.Раззакова, г.Бишкек, Кыргызская Республика. ORCID ID/0000-0002-8814-7853*

*Белоконь Светлана Ивановна – зав.лабораторией мониторинга поверхностных вод, Кыргыз НИИ ирригации, г.Бишкек, Кыргызская Республика. ORCID ID /0000-0001-7667-9134*

*Тимова Юлия Александровна – старший научный сотрудник лаборатории мониторинга поверхностных вод, Кыргыз НИИ ирригации, г.Бишкек, Кыргызская Республика. ORCID ID /0000-0002-2764-1655*

*Юсупов Ильдар Аблаханович – старший преподаватель кафедры информационные системы в экономике, КГТУ им.И.Раззакова, г.Бишкек, Кыргызская Республика. ORCID ID /0000-0003-0316-0862*

**Аннотация.** В современных условиях нарастающей антропогенной нагрузки на водные ресурсы оценка качества воды на орошение направлена на решение таких важнейших вопросов, как охрана окружающей среды, сохранение плодородия почв и получение запланированных урожаев сельхозкультур.

При мелиорации орошаемых массивов образуется значительный объем коллекторно-дренажных вод, которые могут использоваться как дополнительные источники воды для орошения. В условиях дефицита пресной воды масштаб использования таких вод на орошение охватывает целые оросительные системы.

Объектом исследования по теме являются коллекторно-дренажные воды Сокулукского района, впадающих в Атбашинский канал. В данной статье описывается состояние коллекторно-дренажных вод на современном уровне на примере Сокулукского района.

При использовании коллекторно-дренажных вод для орошения необходимо знать их химические свойства, содержание биогенных элементов и органических загрязнителей. По мнению Карыбекова Ч.К., главного инженера Мелиоративно-гидрогеологической экспедиции, в связи с дефицитом оросительной воды в Чуйской долине, особенно в ее северо-западной части, вопрос об использовании коллекторно-дренажных вод на орошение, имеет важное хозяйственное значение.

Настоящая работа будет посвящена обоснованию использования коллекторно-дренажных вод на орошение, а также разработке мероприятий по улучшению качества воды, включающих разбавление и подбор солеустойчивых культур.

**Ключевые слова:** Качество воды, коллекторно-дренажные воды, дренажный сток, минерализация, химический состав, водородный показатель рН, растворенный кислород, биогенные элементы, органические загрязнители, тяжелые металлы.

---

**USE OF COLLECTOR AND DRAINAGE WATER FOR IRRIGATION OF LAND  
IN THE SOKULUK RAYON, CHUI OBLAST**

*Paul I. Belokon* – Senior lecturer at chair of Information systems in economics, KSTU named after I. Razzakov, Bishkek, KR, ORCID ID /0000-0002-8814-7853

*Svetlana I. Belokon* – Head of Laboratory for surface water monitoring, Kyrgyz Research Irrigation Institute Bishkek, KR, ORCID ID /0000-0001-7667-9134

*Julia A. Titova* – Senior research officer of Laboratory for surface water monitoring, Kyrgyz Research Irrigation Institute Bishkek, KR. ORCID ID /0000-0002-2764-1655

*Ildar A. Yusupov* – Senior lecturer at chair of Information systems in economics, KSTU named after I. Razzakov, Bishkek, KR. ORCID ID /0000-0003-0316-0862

**Annotation.** Under current conditions of the increasing human impact on water resources, quality assessment for irrigation water focuses on such urgent issues as environment protection, soil fertility maintenance and reaching any planned crop harvest levels.

While irrigating arable areas, significant volumes of collector and drainage water occur that could be used as additional source of irrigation water. If there is lack of fresh water, using such water or irrigation can cover whole irrigation schemes.

The object studied is collector and drainage water flowing to the Atbashy canal in the Sokuluk rayon. This article describes the current status of collector and drainage water in terms of the Sokuluk rayon.

While using collector and drainage water for irrigation, it is necessary to know its chemical composition, concentrations of biogenic elements and organic pollutants. According to Ch. K. Karybekov, Chief Engineer of Ameliorative and Hydrogeological Expedition, due to lack of irrigation water in the Chu valley, especially in its north-west part, an issue of drainage water used for irrigation is a matter of economic importance.

This article is dedicated to justify drainage water use for irrigation and to develop some activities for water quality improvement including its dilution and selection of salt resistant crops.

**Key words:** Water quality, collector and drainage water, drainage flow, mineralization, chemical composition, hydrogen index pH, dissolved oxygen, biogenic elements, organic pollutants, heavy metals.

*Введение.* В современных условиях нарастающей антропогенной нагрузки на водные ресурсы оценка качества воды на орошение направлена на решение таких важнейших вопросов, как охрана окружающей среды, сохранение плодородия почв и получение запланированных урожаев сельхозкультур.

При мелиорации орошаемых массивов образуется значительный объем коллекторно-дренажных вод, которые могут использоваться как дополнительные источники воды для орошения. В условиях дефицита пресной воды масштаб использования таких вод на орошение охватывает целые оросительные системы.[3]

*Актуальность исследования.* В связи с формированием значительного объема КД вод при мелиорации крупных орошаемых массивов, а также повышением минерализации воды в источниках орошения под влиянием антропогенной нагрузки, возрастает необходимость использования на орошение вод повышенной минерализации. Для обоснования возможности применения для орошения вод повышенной минерализации требуется решение целого комплекса практических задач, основными из которых являются оценка ущерба, наносимого повышенным содержанием солей в почвенном растворе, росту и развитию сельскохозяйственных растений и разработка мероприятий по сведению этого ущерба к минимуму. Для предупреждения этих негативных процессов и повышения экологической

безопасности гидромелиоративных систем необходимо решение проблемы повышения качества и рационального использования коллекторно-дренажных вод. Поэтому весьма актуальным является внутрисистемное использование коллекторно-дренажных вод.

Настоящая работа посвящена обоснованию использования коллекторно-дренажных вод на орошение, а также разработке мероприятий по улучшению качества воды, включающих разбавление и подбор солеустойчивых культур.

**Новизна проводимых исследований** заключается в получении результатов на основе научно обоснованного метода оценки качества КД воды с учетом направленности почвенно-мелиоративных процессов при орошении.

**Объектом исследования** по теме являются коллекторно-дренажные воды коллекторов Сокулукского района, впадающих в Атбашинский канал.

**Цель работы** - оценка возможностей использования коллекторно-дренажных вод для целей орошения в условиях Чуйской долины на основании мониторинга

**Методы исследования и аппаратура:**

Определение качества дренажной воды проводилось по методам, утвержденным ГОСТами. Контроль качества анализов проводился с использованием аттестованного государственного образца (ГСО) с определенным численным значением исследуемых ингредиентов.

Анализы выполнялись на следующей аппаратуре: рН-метре ЛПМ-60, фотоколориметре ФЭК-56, анализаторе ТА-2, электронных весах. Полученные результаты обрабатывались на компьютере с помощью специально разработанной программы.

Новизна исследований заключается в том, что последние 20 лет работ по рекомендации использования коллекторно-дренажных вод для орошения в Кыргызстане не проводилось. Из-за снижения финансовых вложений и отсутствия комплексного ремонта оросительной и коллекторно-дренажной сети в Чуйской области не происходит значительного улучшения мелиоративной обстановки.[1]

**Методика исследований.** Исследование химического состава КД вод проводилось в полевых условиях во время экспедиционных выездов и в лаборатории. В месте отбора проб определялись: температура воды, содержание карбонатов и гидрокарбонатов. Производилась зарядка в отдельные полиэтиленовые склянки проб воды для определения органических загрязнителей и биогенных веществ.

В лаборатории химический состав воды определялся согласно методам, утвержденным ГОСТами (таблица 1).

рН измерялась электрометрически на рН-метре ЛПМ-60 с применением стеклянного электрода.

Определение общей щелочности проводилось прямым титрованием исследуемой воды раствором соляной кислоты в присутствии индикатора метилового красного с последующим продуванием воздуха, лишнего  $\text{CO}_2^{2-}$ . Одновременно с ионами  $\text{HCO}_3^-$  определяются ионы  $\text{CO}_2^{2-}$ , если они присутствуют в пробе, с индикатором фенолфталеином.

Содержание ионов хлора определялось объемным аргентометрическим методом по Мору, основанным на малой растворимости  $\text{AgCl}$ , выпадающего в осадок при добавлении  $\text{AgNO}_3$  к исследуемой пробе. В качестве индикатора использовался раствор хромовокислого калия.

Таблица 1 - Показатели качества оросительной воды и методы их определения

Показатель	Метод анализа
<u>Первая группа</u>	
Основные мелиоративные показатели	
Водородный показатель	Потенциометрический метод со стеклянным электродом
Температура, t <sup>0</sup> C	Измерение ртутным термометром или датчиком с термисторами
Минерализация $\sum u$	Расчетный метод как сумма катионов и анионов
Сухой остаток	ГОСТ 18164-72
Кальций (Ca <sup>2+</sup> )	ГОСТ 23268.5-78
Магний (Mg <sup>2+</sup> )	ГОСТ 23268.5-78
Натрий (Na <sup>+</sup> )	ГОСТ 23268.6-78
Калий (K <sup>+</sup> )	ГОСТ 23268.6-78
Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	ГОСТ 4389-72
Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	ГОСТ 4245-72
Карбонаты (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	ГОСТ 26449.1-85
Гидрокарбонаты (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	ГОСТ 26449.1-85
Минеральные питательные вещества	
Аммонийный азот (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	ГОСТ 4192-82
Нитриты (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	ГОСТ 4192-82
Нитраты (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	ГОСТ 18826-73
Фосфаты (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	ГОСТ 18309-72
Микроэлементы	
Железо (Fe общ.)	ГОСТ 4011-72
Медь (Cu <sup>2+</sup> )	ГОСТ 4388-72
Цинк (Zn <sup>2+</sup> )	ГОСТ 18293-72
<u>Вторая группа</u>	
Токсические органические соединения	
Фенолы	ГОСТ 264421-85
Нефтепродукты	ГОСТ 26449.1-85
Детергенты (СПАВ)	ГОСТ 26449.2-85
Санитарные показатели	
БПК <sub>5</sub>	ИСО 5815
ХПК (бихроматная окисляемость)	Бихроматный метод

## ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД

### Химический и газовый состав коллекторно-дренажной воды.

Для наблюдения за химическим и газовым составом КД воды отбирались пробы в 3-х коллекторах: К-11, К-11-6 и К-12 (рис 1.)

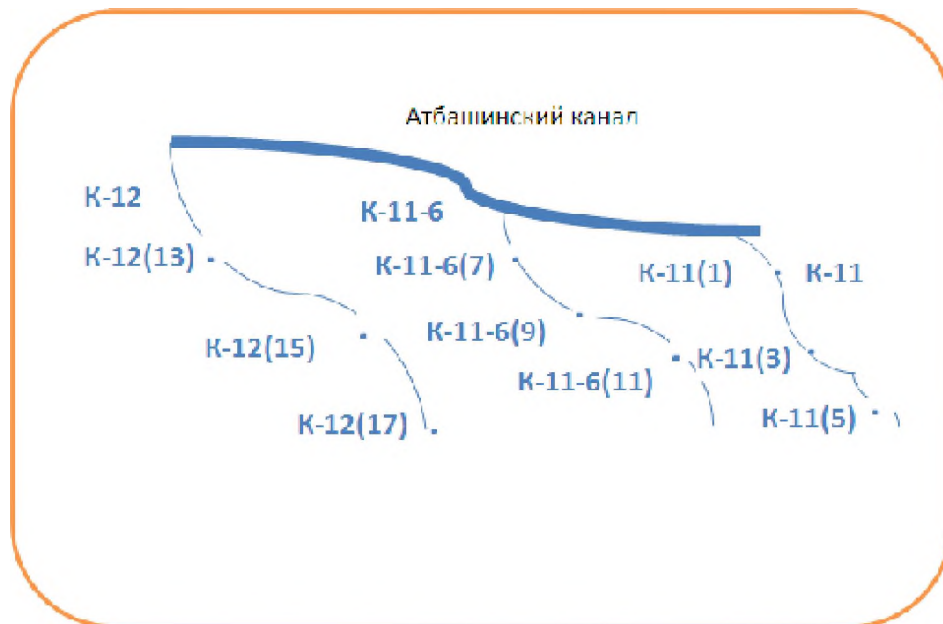


Рис. 1. Схема отбора проб коллекторно-дренажной воды для выполнения полного химического анализа

В каждом коллекторе минерализация и показатель рН измерялись с помощью переносного рН-метра и солемера TDS-meter(hold). Результаты анализов приведены в таблице 2.

#### Биогенные элементы.

К числу загрязнителей коллекторных вод относятся удобрения, выносимые с орошаемых массивов. Поступая в открытые водоемы, коллекторные воды приводят к их загрязнению азотом, фосфором и калием. Известно, что азот удобрений используется растениями всего на 38-43%, а остальное выносится с дренажным стоком. Вынос фосфора – не более 2%, калия – 10-15%.[4]. Содержание биогенных элементов в дренажной воде представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Результаты химических анализов дренажной воды

№ пробы	Место отбора	Анионы, мг/л / мг-экв				Катионы, мг/л / мг-экв			Минерализация, г/л
		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	
1	К-11 (1)	-	232.0 3.80	142.0 3.40	1276.0 26.56	251.0 12.50	140.0 11.50	238.0 10.36	2278.0
2	К-11 (3)	-	232.0 3.80	128.0 3.60	1218.0 25.36	251.0 12.50	140.0 11.50	201.0 8.76	2169.0
3	К-11 (5)	-	293.0 4.80	128.0 3.60	1564.0 32.56	271.0 13.50	188.0 15.50	275.0 1.95	2718.0
4	К-11-6 (7)	-	269.0 4.40	149.0 4.20	1292.0 26.90	251.0 12.50	152.0 12.50	241.0 10.50	2353.0
5	К-11-6 (9)	-	232.0 3.80	128.0 3.60	1395.0 29.04	215.0 12.50	182.0 15.00	206.0 8.94	2393.0
6	К-11-6 (11)	-	207.0 3.40	138.0 3.90	1123.0 23.39	190.0 9.50	164.0 13.50	177.0 7.69	2000.0
7	К-12 (13)	-	232.0 3.80	128.0 3.60	1230.0 25.62	220.0 11.00	164.0 13.50	196.0 8.52	2170.0
8	К-12 (15)	-	244.0 4.00	128.0 3.60	1115.0 23.22	230.0 11.50	134.0 11.00	191.0 8.32	2042.0
9	К-12 (17)	-	232.0 3.80	106.0 3.00	1103.0 22.96	220.0 11.00	164.0 13.50	121.0 5.26	1947.0

Таблица 3 - Содержание биогенных элементов в дренажной воде, мг/л

Место отбора пробы	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N <sub>общ.</sub>	P <sub>общ.</sub>	K <sub>общ.</sub>
К-11 (1)	0.01	0.57	0.29	0.87	0.010	2.60
К-11(3)	0.02	0.63	0.34	0.99	0.010	3.20
К-11 (5)	0.01	0.70	0.27	0.98	0.013	4.00
К-11-6 (7)	0.04	0.90	0.30	1.24	0.011	1.20
К-11-6 (9)	0.03	1.01	0.50	1.54	0.005	0.99
К-11-6 (11)	0.01	0.84	0.36	1.21	0.004	0.79
К-12 (13)	0.02	0.62	0.44	1.08	0.014	1.96
К-12 (15)	0.02	0.40	0.39	0.81	0.004	2.21
К-12 (17)	0.03	0.52	0.49	1.04	0.001	2.23

Одним из важных показателей загрязнения водных источников является наличие органического вещества в высоких концентрациях.

Содержание органических веществ было определено по величине перманганатной, бихроматной окисляемости и пятисуточному биохимическому потреблению кислорода (таблица 4).

Таблица 4 – Величина окисляемости и биохимическое потребление кислорода в сточной и оросительной воде, мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>

Место отбора пробы	Окисляемость перманганатная	Окисляемость бихроматная	БПК <sub>5</sub>
К-11 (1)	8.96	29.37	5.83
К-11(3)	5.44	19.58	4.51
К-11 (5)	6.72	22.84	7.49
К-11-6 (7)	4.80	26.11	2.15
К-11-6 (9)	7.68	39.16	4.44
К-11-6 (11)	6.08	29.37	8.12
К-12 (13)	11.20	26.11	5.55
К-12 (15)	12.48	27.14	3.46
К-12 (17)	9.07	22.16	7.85

**Результаты работы.** Собраны данные о качестве коллекторно-дренажной воды Сокулукского района, используемой для целей орошения. Отобраны пробы воды на анализ во всех запланированных точках.

Во всех пробах воды, согласно существующих ГОСТов проведены физико-химические анализы, а также определено содержание биогенных элементов и органических загрязнителей, и определена пригодность дренажного стока для орошения.

Результаты анализов сравнивались с нормами ПДК.

Рассчитано содержание токсичных солей, тип и степень минерализации, класс воды по степени опасности хлоридного засоления, натриевого и магниевое осолонцевания и содообразования (таблица 5).

Место отбора пробы	Класс воды по степени опасности				SAR*	Характеристика пригодности воды по SAR*
	Хлоридного засоления Cl <sup>-</sup>	Натриевого осолонцевания Ca <sup>2+</sup> /Na <sup>+</sup>	Магниевого осолонцевания Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>	Содообразования (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )- (Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> )		
К-11 (1)	2	2	1	1	7.89	Возможно накопление солей в почве
К-11(3)	2	2	1	1	6.69	Возможно накопление солей в почве
К-11 (5)	2	2	2	1	8.81	Возможно накопление солей в почве
К-11-6 (7)	2	2	2	1	8.06	Возможно накопление солей в почве
К-11-6 (9)	2	2	2	1	6.50	Возможно накопление солей в почве

К-11-6 (11)	2	2	2	1	5.88	Возможно накопление солей в почве
К-12 (13)	2	2	2	1	6.46	Возможно накопление солей в почве
К-12 (15)	2	2	1	1	6.56	Возможно накопление солей в почве
К-12 (17)	2	1	2	1	4.01	Возможно накопление солей в почве

**Выводы.**

1. Минерализация коллекторно-дренажных вод изменяется в пределах 1947.0-2353 мг/л, по составу дренажная вода сульфатно-кальциево-магниевно-натриевая, по степени минерализации – слабосоленоватая.
2. Содержание соды в пределах допустимых концентраций.
3. Содержание питательных элементов незначительное. Общий азот составляет 0.81-1.54 мг/л, фосфор – 0.01-0.014 мг/л, калий – 0.79-4.00 мг/л.
4. Концентрация органических загрязнителей по ХПК составляет 19.58-39.60 мг/л, по БПК<sub>5</sub> – 2.15-8.20 мг/л. Нефтепродукты, фенолы и СПАВ обнаружены в следовых концентрациях.
5. По содержанию токсичных и нетоксичных солей вода опасности не представляет.
6. По приведенной классификации дана оценка качеству дренажной воды как воде 2 класса, т.е. использование ее на орошение на почвах тяжелого механического состава и при слабой дренированности орошаемой территории способствует развитию процессов содообразования и засоления, снижению урожайности сельхозкультур на 5-8 %.
7. Показатель SAR<sup>\*</sup>>6, поэтому при использовании воды на орошение возможно осолонцевание почв.
8. При использовании данных коллекторно-дренажных вод рекомендовано высаживать солеустойчивые культуры или разбавлять их пресной водой.

**Список литературы**

1. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши.- Ленинград: Гидрометеоиздат, 1973, 269 с.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: «МГУ», 1970, 487 с.
4. Баскаченко И.Н. Использование природных минерализованных вод в сельском хозяйстве. Л., 1975, с. 6-29
5. Безднина С.Я. Качество воды для орошения: принципы и методы оценки. - М.: «РОМА», 1997, 185 с
6. Безднина С.Я., Карманчук А.С., Пирматов А.П. Требования к качеству воды для орошения сельскохозяйственных культур в условиях Киргизии. Ф., 1990, 42 с.
7. Карманчук А.С., Пирматов А.П. Нормирование качества воды для орошения. - ЦБНТИ Госконцерн «Водстрой», М., 1990, 4 с.
8. Нестерова Г.С. Возможность использования соленых вод для орошения сельскохозяйственных культур. Обзорная информация. М., 1972, 99 с.
9. Определение пригодности вод для орошения по химическому составу. В помощь проектировщику. – М.: Росгипрводхоз, 1974, 21 с.



10. Панков Е.И., Прохоров А.Н. Оценка пригодности воды для орошения. – Гидротехника и мелиорация, 1985, № 10, с. 54-58
11. Руководство по химическому анализу поверхностных вод. - Под ред. А.Д. Семенова. Гидрометеиздат, 1977, 534 с.
12. Рекомендации по оценке качества воды для орошения сельскохозяйственных культур. //ММиВХ СССР, ВНИИГиМ. М. – 1983. 40 с.