

Долидудко А.И., PhD

Ведущий специалист НИЦ МКВК, Ташкент, Узбекистан

Рахимова М.Н., PhD,

Ведущий специалист НИЦ МКВК, Ташкент, Узбекистан

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛЛЕКТОРОВ ВЖД И ШУРУЗЯК

Аннотация: В статье представлены результаты комплексной оценки эксплуатационного состояния межхозяйственного коллектора ВЖД и магистрального коллектора Шурузяк, являющихся ключевыми элементами коллекторно-дренажной системы Сырдарьинской области Республики Узбекистан. Выполнен анализ гидравлических характеристик, технического состояния русел, факторов, ограничивающих пропускную способность коллекторов, а также роли вертикального дренажа в обеспечении эффективного водоотведения. Рассмотрены причины снижения эксплуатационной надежности, включая заиление, зарастание русел водной растительностью, разрушение откосов, сокращение количества действующих скважин вертикального дренажа и антропогенные ограничения. Проведена оценка эффективности строительства обходного коллектора ВЖД-Обводной как инженерного решения по снижению подпора воды и повышению надежности функционирования системы. На основании лабораторных исследований определены гидрохимические характеристики коллекторно-дренажных вод магистрального коллектора Шурузяк и дана оценка возможности их использования для орошения. Полученные результаты могут быть использованы при разработке мероприятий по совершенствованию эксплуатации коллекторно-дренажных систем, улучшению

мелиоративного состояния орошаемых земель и повышению эффективности управления дренажным стоком.

Ключевые слова: коллекторно-дренажная система; коллектор ВЖД; коллектор Шурузьяк; эксплуатационные характеристики; пропускная способность; вертикальный дренаж; гидрохимический состав воды; дренажные воды; мелиоративное состояние земель; Сырдарьинская область.

Dolidudko A.I., PhD

Leading specialist of SIC ICWC, Tashkent, Uzbekistan

M.N. Rakhimova, PhD

Leading specialist of SIC ICWC, Tashkent, Uzbekistan

ANALYSIS OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF VJD AND SHURUZYAK COLLECTORS

Abstract: This paper presents the results of a comprehensive assessment of the operational performance of the VJD inter-farm collector and the Shuruzyak main collector, which are key components of the collector-drainage system in the Syrdarya Region of the Republic of Uzbekistan. The study analyzes the hydraulic characteristics, technical condition of the channels, factors limiting the discharge capacity of the collectors, and the role of vertical drainage in ensuring efficient drainage. The main causes of reduced operational efficiency, including channel siltation, overgrowth of aquatic vegetation, bank instability, a decline in the number of functioning vertical drainage wells, and anthropogenic constraints, are identified. The effectiveness of constructing the VJD Bypass Collector as an engineering solution to reduce backwater effects and improve the reliability of the drainage system is evaluated. Based on laboratory analyses, the hydrochemical characteristics of the drainage water in the Shuruzyak main collector are determined, and its suitability for irrigation is

assessed. The findings can be applied to improve the operation of collector-drainage systems, enhance the reclamation status of irrigated lands, and increase the efficiency of drainage water management.

Keywords: *collector-drainage system; VJD collector; Shuruzyak collector; operational performance; hydraulic capacity; vertical drainage; hydrochemical water quality; drainage water; land reclamation; Syrdarya Region.*

Введение. Устойчивое функционирование орошаемого земледелия в аридных регионах во многом определяется эффективностью работы коллекторно-дренажных систем, обеспечивающих регулирование водно-солевого режима почв и предотвращение процессов вторичного засоления и заболачивания земель. При недостаточной эффективности дренажа происходит повышение уровня грунтовых вод, ухудшаются водно-физические свойства почв, снижается продуктивность сельскохозяйственных культур и возрастает антропогенная нагрузка на окружающую среду.

Для территории Центральной Азии проблема засоления орошаемых земель остается одной из наиболее актуальных. В Республике Узбекистан около половины площади орошаемых земель в различной степени подвержена засолению. Основными причинами являются длительное интенсивное орошение, инфильтрационные потери из оросительной сети, недостаточная эффективность существующих дренажных систем, изменение гидрогеологических условий, а также последствия высыхания Аральского моря и климатических изменений.

Теоретические основы проектирования и эксплуатации дренажных систем были сформированы в трудах А.Н. Костякова, С.Ф. Аверьянова, В.А. Ковды, В.В. Егорова, В.Р. Волобуева и других исследователей, которыми была доказана необходимость искусственного дренирования

орошаемых территорий для поддержания благоприятного мелиоративного режима. Последующие исследования подтвердили, что эффективность функционирования коллекторно-дренажной сети определяется не только проектными параметрами, но и техническим состоянием сооружений, глубиной коллекторов, пропускной способностью русел и своевременностью проведения эксплуатационных мероприятий.

Цель исследования заключалась в комплексной оценке эксплуатационного состояния коллекторов ВЖД и Шурузяк, анализе факторов, ограничивающих их пропускную способность, а также оценке качества коллекторно-дренажных вод для определения эффективности функционирования системы водоотведения в условиях Сырдарьинской области.

Методы и материалы исследования. Объектами исследования являлись межхозяйственный коллектор ВЖД, коллектор ВЖД-Обводной и магистральный коллектор Шурузяк, расположенные на территории Сырдарьинской области Республики Узбекистан.

В Сырдарьинской области общая площадь земель, обеспеченных коллекторно-дренажной сетью, составляет около 287 тыс. га. Общая протяженность коллекторно-дренажной сети превышает 16 тыс. км и включает открытый, закрытый и вертикальный дренаж. Коллекторно-дренажная сеть в Голодной степи начала строиться в 1940 году. За 1957-2012 гг. ее длина увеличилась с 2000 до 9030 км. Общий сток дренажных вод в 1977 г. составил 1,38 км³, в 1986 г. – 2,24 км³, а в 2012 г. – 2,87 км³. В последние годы часть дренажных вод используется на орошение. Дренажные воды с поливных земель старой зоны орошения Голодной степи отводятся в Сырдарью и Арнасайское понижение. Особое значение для функционирования дренажной системы Сырдарьинской области имеют межхозяйственный коллектор ВЖД и магистральный коллектор Шурузяк. Коллектор ВЖД осуществляет сбор коллекторно-дренажных вод

с территории Сырдарьинского и Мирзаабадского районов, после чего сток направляется в магистральный коллектор Шурузяк.

В последние годы эксплуатационное состояние коллектора ВЖД и магистральном коллекторе Шурузяк существенно ухудшилось. Недостаточная глубина русла, оплывание откосов, зарастание камышовой растительностью, ограниченная возможность механизированной очистки в пределах городской застройки и сокращение количества функционирующих скважин вертикального дренажа привели к снижению эффективности отвода коллекторно-дренажных вод. В связи с этим проведение комплексной оценки технического состояния указанных коллекторов представляет практический интерес для разработки мероприятий по повышению эффективности эксплуатации коллекторно-дренажных систем и улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель.

Для оценки эффективности функционирования дренажной системы были использованы сведения о количестве действующих скважин вертикального дренажа, площади водосбора, гидравлических характеристиках коллекторов и существующей схеме отвода дренажных вод. Отдельное внимание уделялось анализу причин снижения пропускной способности коллектора ВЖД и обоснованию строительства обходного коллектора ВЖД-Обводной общей протяженностью 19,75 км, предназначенного для исключения подпора воды в пределах городской территории.

Эксплуатационная оценка магистрального коллектора Шурузяк выполнялась с учетом его гидравлических параметров, пропускной способности, площади водосбора, технического состояния русла и особенностей гидрогеологических условий территории. Анализ включал оценку соответствия фактической пропускной способности проектным характеристикам, выявление факторов, вызывающих подпор воды,

заиление русла и ухудшение условий эксплуатации коллекторно-дренажной сети.

Качество коллекторно-дренажных вод определялось по результатам лабораторных исследований проб воды. Определялись показатели водородного показателя (рН), электропроводности (ЕС), минерализации (плотного остатка), содержания гидрокарбонатов, хлоридов, сульфатов, кальция, магния и натрия. На основании полученных данных оценивались минерализация воды, степень ее пригодности для орошения, опасность вторичного засоления и осолонцевания почв, а также особенности солевого состава исследуемых вод.

Результаты исследования. Проведенная оценка эксплуатационного состояния коллекторно-дренажной системы показала, что эффективность функционирования коллекторов ВЖД и Шурузяк в настоящее время ограничивается комплексом гидротехнических и гидрогеологических факторов, существенно снижающих их пропускную способность и отрицательно влияющих на мелиоративное состояние орошаемых земель.

Коллектор ВЖД имеет протяженность 14,1 км и обеспечивает отвод коллекторно-дренажных вод с площади около 12,6 тыс. га, из которых более 10,5 тыс. га являются орошаемыми землями. Водоприемником коллектора является магистральный коллектор Шурузяк. Глубина русла изменяется от 3 до 5 м, ширина по верху составляет 18-28 м, средняя глубина потока достигает 1,3-1,5 м, а максимальный среднемесячный расход воды - около 4,5 м³/с.

Фактическое техническое состояние коллектора ВЖД не соответствует требованиям эффективной эксплуатации, наиболее характерной особенностью является неустойчивость левого откоса, обращенного к массивам орошаемых земель. Высокий уровень грунтовых вод (1,5-2,0 м от поверхности) в сочетании с фильтрационными потерями и поверхностными сбросами приводит к постоянному оплыванию откосов и

поступлению грунта в русло коллектора. В результате происходит уменьшение площади живого сечения и снижение пропускной способности водотока. Дополнительным фактором является нарушение требований к водоохранной зоне: границы сельскохозяйственных полей на отдельных участках расположены значительно ближе нормативного расстояния от бровки коллектора, что ограничивает проведение эксплуатационных работ и способствует дальнейшему разрушению откосов. Установлено интенсивное зарастание русла камышом и рогозом, обусловленное малыми продольными уклонами и низкими скоростями течения воды. Развитие водной растительности вызывает увеличение гидравлического сопротивления потоку, способствует накоплению наносов и ускоряет процессы заиления русла. Одновременно наблюдается ухудшение условий отвода коллекторно-дренажных вод в период максимальных нагрузок на систему.

Коллектор ВЖД (старое русло) имеет следующие основные входы: ВЖД -1, ВЖД-3, ВЖД-5, ВЖД-7 и ВЖД-9. Исследования показали, что существующая глубина коллектора недостаточна для обеспечения нормативного понижения уровня грунтовых вод. Практически вся выпадающая в коллектор вода находится в подтопленном состоянии, вследствие чего снижается эффективность работы всей дренажной сети. Особенно неблагоприятная ситуация складывается в пределах города Бахт, где русло проходит через плотную городскую застройку. На данном участке отсутствует возможность выполнения механизированной очистки, углубления и расширения русла, что исключает проведение традиционных мероприятий по восстановлению пропускной способности коллектора.

Дополнительным фактором ухудшения мелиоративной обстановки стало сокращение количества функционирующих скважин вертикального дренажа. Если в 1990 году на территории водосборного бассейна эксплуатировались 102 скважины, то к настоящему времени их количество

[illegible]

ФОРУМ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ №7(119) 2026

Расчеты показывают, что для обеспечения нормативного отвода дренажных вод требуется снижение уровня воды в русле приблизительно на 1,5 м. Однако существующие инженерные ограничения практически исключают возможность достижения указанного значения путем реконструкции действующего русла и в качестве решения было принято строительство обводного коллектора как наиболее рациональное инженерное решение.

Коллектор ВЖД-Обводной общей протяженностью 19,75 км был проложен в обход городской территории и перенесен от Большого Узбекского тракта (БУТ) частично по существующим коллекторам. Трасса коллектора от ПК 0 до ПК18+13 проходит по существующему руслу коллектора Пограничный. Далее от ПК18+13 до ПК 61 проходит по существующему руслу коллектора «ВП-2» - основного ввода коллектора Пограничный. Участок трассы коллектора «ВЖД-Обводной» от ПК 61 до ПК 62 проходил по целине и пересекал канал Малек (табл.1 и рис.2). От ПК 62 до ПК 91+70 трасса коллектора проходила по существующему руслу коллектора ВЖД-1. Далее от ПК 91+70 до ПК 141+00 - опять по целине. На ПК141 трасса коллектора подключается к существующему руслу коллектора ВЖД-7 и до ПК 158+0 проходит по его существующему руслу. От ПК 158 до ПК 173+0 трасса опять проходила по целине, и далее до самого конца (ПК 197+75) по существующему руслу коллектора «Пограничный».

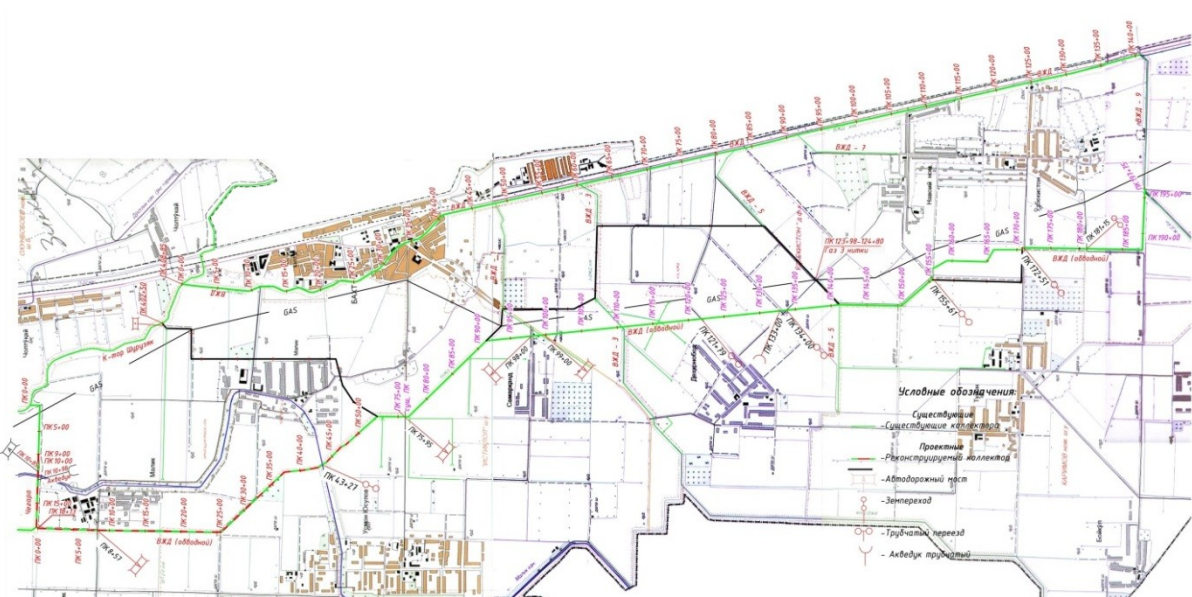


Рис.2. Ситуационный план трассы коллектора ВЖД и обводного русла ВЖД-Обводной

Его строительство позволило исключить наиболее проблемный участок системы, расположенный в пределах города Бахт, где многочисленные гидротехнические ограничения препятствовали нормальному функционированию существующего коллектора. В зону обслуживания нового коллектора вошли территории Сырдарьинского и Мирзаабадского районов, а также прилегающие земли Республики Казахстан общей площадью более 10,5 тыс. га.

Таблица 1

Водосборная площадь коллектора ВЖД-Обводной

№ п/п	Наименование районов и хозяйств	Площадь,га	
		общая	орошаемая
	Сырдарьинский район		
1	х-во“ Янги хаёт”	1915	1596
2	х-во“ Малек”	2074	1728
		1205	1002
3	х-во“ Истиклол”	1372	1153
4	х-во“ Узбекистан”	902	878

5	х-во им. И.Каримова	2173	1930
	Итого по району	9641	8287
	Мирзаабадский район		
6	х-во“ Ок-алтын”	2495	2136
7	х-во“ Дустлик”	2050	1913
	Итого по району	4545	4049
8	Госхоз Бахор	1557	1557
9	Республика Казахстан	1375	1100
	ВСЕГО	17118	14993
	В т. ч. по ВЖД-Обводной		11669
	Всего с учётом отчуждений		10540

Реализация обводной схемы обеспечила улучшение условий транспортирования коллекторно-дренажного стока и создала предпосылки для дальнейшего повышения надежности работы всей системы водоотведения.

Исследование показало, что магистральный коллектор Шурузяк остается ключевым элементом коллекторно-дренажной системы региона, обеспечивая водоотведение с площади более 27,5 тыс. га. Несмотря на проектную пропускную способность 38,0 м³/с, фактические условия эксплуатации существенно отличаются от расчетных. На отдельных участках максимальный пропускаемый расход не превышает 10 м³/с, что свидетельствует о значительном снижении гидравлической эффективности сооружения.

Коллектор является водоприемником вод основных коллекторов Гулистанского района Куйботган, ВШ-Х, ВШ-5, ВШ-9, ВШ-11, ВШ-11а, со стороны Сайхунабадского района Овражный, Кендик, Сырдарьинского района ВЖД, ВШ-25, ВШ-19, ВШ-30, ВШ-34, Малек, Чегара, ВОВ, Шаркий. Имеет поперечное сечение по дну $b=3,0-4,0$ м, $h=5,0-9,0$ м, уклон дна $i=0,00009-0,00012$, скорость течения $V=0,9-1,2$ м/с, шероховатость

$n=0,033$ и заложение откосов до бермы $m=2,0$, а выше бермы $m=1,5$. На всем протяжении коллектора $H_{\text{стр}}=5,0$ м. Глубина залегания грунтовых вод в зависимости от отметок рельефа колеблется от 0 до 3,5 м. Уровень грунтовых вод с начала года до апреля в связи с инфильтрацией атмосферных осадков поднимается на 0,5-1,0 м достигая максимальной величины, затем до ноября понижается до первоначального уровня.

Основными причинами уменьшения пропускной способности являются многолетнее заиливание русла, интенсивное зарастание водной растительностью, наличие гидротехнических сооружений, создающих искусственный подпор воды, а также ухудшение технического состояния подводящих каналов насосных станций. Дополнительное отрицательное влияние оказывают самовольные сооружения для водозабора, частично перекрывающие живое сечение коллектора, и хозяйственная застройка в пределах водоохранной зоны.

В сложившихся гидрогеологических условиях значительное влияние на эффективность работы коллектора оказывает также интенсивный приток подземных вод, фильтрационные потери из оросительной сети и снижение производительности систем вертикального дренажа. Совокупность перечисленных факторов приводит к повышению уровня грунтовых вод, ухудшению мелиоративного состояния земель, ускорению деградации элементов коллекторно-дренажной сети и ухудшению качества коллекторно-дренажных вод.

Качество воды в коллекторе Шурузяк. Среднегодовая минерализация воды в коллекторах Голодной степи меняется в следующих пределах: в Баяутском – от 1,9 до 3,6 г/л; в Джетысайском – от 3,4 до 5,5, в Центрально-Голодностеп-ском (ЦГК) – от 3,6 до 4,6, в Главном пойменном – от 2,6 до 3,7, в Шурузяке – от 2,5 до 3,6 и в Пограничном – от 2,2 до 3,5 г/л. Состав дренажных вод преимущественно хлоридно-сульфатный – кальциево-магниевый-натриевый. Орошение, начавшееся на основном

массиве Голодной степи в 1912 г., вызвало подъем грунтовых вод и вторичное засоление почв. Часть коллекторов (Главный Пойменный – ГПК, Шурузяк, Западный, Северный и Концевой) впадает в Сырдарью. Наименьшая минерализация (0,65 г/л) установлена в коллекторе К-1, а наибольшая (5,59 г/л) – в Машинном коллекторе. Наибольшие расходы воды (22,9-30,25 м³/с) наблюдались в Центрально-Голодностепском коллекторе.

Таблица 2

Результаты анализа химического состава воды в коллекторе Шурузяк

Код проб ы	р Н	ЕСw , dS/m	Плотны й остаток, г/л	Содержание растворимых ионов, г/л миллиграмм эквивалент/литр					
				HC O_3'	Cl'	SO_4''	Ca''	Mg''	Na'
2	8, 2	2,28	2,170	0,129	0,19 0	0,942	0,220	0,156	0,07 5
				2,116	5,35 8	19,59 6	11,00 0	12,82 3	3,24 6
4	7, 9	2,3	2,455	0,117	0,19 0	1,016	0,260	0,132	0,10 5
				1,919	5,35 8	21,13 6	13,00 0	10,85 0	4,56 2
6	7, 9	1,88	1,880	0,108	0,15 0	0,798	0,190	0,108	0,09 7
				1,771	4,23 0	16,60 1	9,500	8,878	4,22 4
8	7, 9	2,37	2,465	0,117	0,17 0	1,111	0,270	0,156	0,08 0
				1,919	4,79	23,10	13,50	12,82	3,49

					4	4	0	3	4
10	7, 9	2,34	2,670	0,081	0,10 0	0,465	0,150	0,078	0,00 0
				1,328	2,82 0	9,670	7,500	6,412	0,00 0
б/н	7, 9	1,89	1,700	0,117	0,16 0	0,613	0,160	0,138	0,00 0
				1,919	4,51 2	12,75 0	8,000	11,34 4	0,00 0

Результаты лабораторного анализа показали (табл. 2) относительную однородность химического состава исследованных проб воды. Значения рН изменялись в пределах 7,9–8,2, что характеризует воду как слабощелочную и не создающую ограничений по кислотно-щелочным свойствам при использовании для орошения. Электропроводность составила 1,88–2,37 dS/m, а минерализация (плотный остаток) находилась в диапазоне 1,70–2,67 г/л.

Во всех исследованных пробах преобладали сульфатные соли кальция и магния, определяющие общий солевой состав коллекторно-дренажных вод. Содержание хлоридов изменялось в сравнительно узких пределах и соответствовало средней степени опасности при использовании воды для полива сельскохозяйственных культур. По показателю SAR вода характеризуется как безопасная в отношении опасности осолонцевания почв.

Полученные результаты свидетельствуют, что исследуемые воды относятся к категории слабоминерализованных (солончатых) и могут использоваться для орошения при условии постоянного контроля минерализации, режима поливов и состояния почвенного покрова. При этом повышенное содержание растворимых солей требует обязательного

соблюдения комплекса агромелиоративных мероприятий, направленных на предупреждение накопления солей в корнеобитаемом слое почвы.

Заключение. Проведенное исследование показало, что эффективность функционирования коллекторов ВЖД и Шурузяк в значительной степени определяется их техническим состоянием, гидравлическими характеристиками и условиями эксплуатации. Установлено, что основными факторами, ограничивающими пропускную способность коллекторов, являются заиливание русел, интенсивное зарастание водной растительностью, разрушение откосов, недостаточная глубина отдельных участков, сокращение числа действующих скважин вертикального дренажа, а также наличие гидротехнических и антропогенных препятствий, вызывающих подпор воды.

Выполненная эксплуатационная оценка показала, что наиболее проблемным элементом системы является участок коллектора ВЖД, проходящий через городскую территорию, где проведение традиционных мероприятий по очистке и реконструкции практически невозможно. В этих условиях строительство коллектора ВЖД-Обводной является технически и экономически обоснованным решением, позволяющим повысить надежность отвода коллекторно-дренажных вод, снизить уровень подпора и улучшить мелиоративное состояние орошаемых земель.

Анализ химического состава воды магистрального коллектора Шурузяк свидетельствует, что исследованные воды относятся к слабоминерализованным, имеют слабощелочную реакцию среды и характеризуются преимущественно сульфатно-хлоридным кальциево-магниевым составом. При соблюдении рационального режима орошения и проведении необходимых агромелиоративных мероприятий данные воды могут использоваться для орошения без существенного риска развития процессов осолонцевания почв.

Полученные результаты подтверждают необходимость проведения комплекса эксплуатационных мероприятий, включающих регулярную очистку русел от наносов и водной растительности, восстановление проектных гидравлических параметров коллекторов, модернизацию системы вертикального дренажа, соблюдение режима водоохраных зон и постоянный мониторинг качества коллекторно-дренажных вод. Реализация указанных мероприятий позволит повысить эффективность работы коллекторно-дренажной сети, обеспечить устойчивое регулирование водно-солевого режима орошаемых земель и снизить риск их вторичного засоления в условиях Сырдарьинской области.

Список использованной литературы

1. Dukhovny, V., de Schutter, J. (2011). Water in Central Asia: Past, Present, Future. <https://doi.org/10.1201/9780429299926>
2. FAO (2025). Reuse of water in agricultural systems. <https://doi.org/10.4060/cd6520en>
3. Hamidov, A. et al. (2022). Operationalizing water-energy-food nexus research for sustainable development in social-ecological systems: an interdisciplinary learning case in Central Asia. Ecology and Society 27(1):12. <https://doi.org/10.5751/ES-12891-270112>
4. V.A. Dukhovny, V.I. Sokolov, D.R. Ziganshina (2013). Integrated Water Resources Management in Central Asia, as a way of survival in conditions of water scarcity, Quaternary International, Volume 311, <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.07.003>
5. Гаипназаров Н. (1992). Планирование Ремонтно-восстановительных работ в системах открытого горизонтального дренажа в целях управления мелиоративным режимом (на примере Голодной степи). Автореф. Дис.канд.тех.наук

6. Долидудко А.И. (2026). Обзор международного и регионального опыта мониторинга дренажных вод и эксплуатации коллекторно-дренажных систем. «Теория и практика современной науки» №3(129) 2026
7. Уринбаев С., Бараев Ф.А. Смягчение дефицита водных ресурсов с привлечением для орошения коллекторно-дренажных вод в республике Узбекистан. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. № 4(60)/2015
8. Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н., Долидудко А.И. (2021). Гидрологические и гидрохимические характеристики коллекторно-дренажных вод среднего течения бассейна р.Сырдарьи. Международная научно-практическая конференция “Гидрометеорология, изменение климата и мониторинг окружающей среды: актуальные проблемы и пути их решения” Ташкент: НИГМИ, стр. 147-150
9. Хамраев Ш.Р., Долидудко А.И. (2021). Влияние открытой коллекторнодренажной сети на мелиоративное состояние орошаемых земель. «Advances in Science and Technology». Москва, стр. 122-124.