

*Д. В. Лисицын<sup>1</sup>, И. Н. Лисицына<sup>1</sup>, Г.И. Паршина<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Карагандинский технический университет, г. Караганда, Казахстан*

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЫРДАРЬИНСКОГО ГРУППОВОГО ВОДОПРОВОДА**

**Аннотация.** В данной работе на основе расчетных и экспериментальных данных разработана автоматизированная система управления насосными станциями Сырдарьинского группового водопровода для централизованного обеспечения питьевой водой населения в 16-ти населенных пунктах Жанакорганского района. В работе приведено описание Сырдарьинского группового водопровода, его характеристик, а также описание его основных потребителей. Приведены актуальные схемы насосных станций группового водозабора. Осуществлен выбор оборудования для системы. Разработана SCADA система Сырдарьинского водозабора, осуществляющая визуализацию, контроль и управление параметрами оборудования, а также архивацию данных водозаборных сооружений и насосной станции. Проведенная автоматизация насосных станций позволяет повысить надежность и бесперебойность водоснабжения, снизить затраты, а также уменьшить размеры регулирующих резервуаров.

**Ключевые слова:** групповой водопровод, водозабор, насосная станция, главный экран, индикатор, уровень, программа, расходомер, водомерный колодец, задвижка.

*D.V. Lissitsyn<sup>1</sup>, I.N. Lissitsyna<sup>1</sup>, G.I. Parshina<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan*

## **DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE SYRDARYA GROUP WATER SUPPLY**

**Abstract.** In this work, based on calculated and experimental data, it was developed an automated control system for pumping stations of the Syrdarya group water supply system for centralized provision of drinking water to the population in 16 localities of the Zhanakorgan district. The article describes the water supply system of the Syrdarya group, its characteristics, as well as a description of the main consumers. Modern schemes of group water intake pumping stations are given. The choice of equipment for the system was made. The Syrdarya water intake SCADA system has been developed, which provides visualization, control and management of equipment parameters, as well as data archiving of water intake structures and pumping stations. Automation of pumping stations can improve the reliability and continuity of water supply, reduce costs and reduce the size of regulating tanks.

**Keywords:** group water supply, water intake, pumping station, main screen, indicator, level, program, flow meter, water well, valve.

**Введение.** Проблема обеспечения чистой питьевой водой отдаленных населенных пунктов в Казахстане остается актуальной и по сей день, особенно остро она касается засушливых районов сельской местности. Вода является одним из жизненно необходимых и самым востребованным природным ресурсом [1]. Значительная роль в водоснабжении Кызылординской и Южно-Казахстанской областей принадлежит Арало-Сырдарьинскому водохозяйственному бассейну, площадь которого занимает 345 тыс. км<sup>2</sup>, основной рекой бассейна является река Сырдарья [2].

Река Сырдарья – одна из самых длинных рек на территории средней Азии. На своем пути река пересекает ряд государств Азии. Длина реки Сырдарья составляет 2212 км. Водоснабжение промышленности, населения и сельского хозяйства Кызылординской области Жанакорганского района до недавнего времени осуществлялось из местных поверхностных и подземных источников. В настоящее время большая часть населенных пунктов использует воды с Талапского водохранилища [2].

Стабильное и бесперебойное водоснабжение населения и сельского хозяйства Жанакорганского района является значимой задачей, так как район считается экономически важным как для Кызылординской области, так и для Казахстана в целом.

Надежность работы систем водоснабжения во многом зависит от правильной эксплуатации насосных станций [4]. Управление насосными станциями населенных пунктов осуществляется в соответствии с инструкциями, утвержденными министерством, отвечающим за организацию работы систем водоснабжения или канализации.

Визуальный периодический мониторинг состояния технологического оборудования, а также ручное управление агрегатами, существовавшие до недавнего времени на Сырдарьинском групповом водопроводе не могли обеспечить достаточной надежности и эффективности работы насосных станций. Использование автоматизированного управления насосными станциями дает значительные преимущества: повышает бесперебойность, снижает эксплуатационные расходы, увеличивает срок службы оборудования, исключает работу персонала в антисанитарных условиях [3].

**Анализ Сырдарьинского водозабора и населенных пунктов.** Сырдарьинский групповой водопровод и населенные пункты, водоснабжение которых он осуществляет, расположены в административных границах Жанакорганского района Кызылординской области [2]. Все 16 населенных пунктов, которые должны обеспечиваться качественной питьевой водой, находятся на левобережье р. Сырдарья, на территории, ограниченной административной границей, между Кызылординской и Южно-Казахстанской областями, р. Сырдарьей, песками Кызылкум и пос. Жанакорган в юго-западной части Жанакорганского района.

Климат Жанакорганского района резкоконтинентальный, характеризуется жарким сухим летом и холодной, с неустойчивым снежным покровом, зимой. Температура воздуха подвержена большим амплитудам колебаний как в течение суток, так и в течение года.

По данным изысканий прошлых лет и проведенных выработок до глубины 3,0-8,0 м, выполненных с января по июнь месяцы 2019 года, подземные воды были вскрыты на глубине 2,5-4,0 м от поверхности земли. Максимальное положение уровня подземных вод (УПВ) в годовом цикле отмечается с марта по август месяцы в период выпадения осадков в виде дождей и поливного сезона. Низкое положение УПВ наблюдается с октября по февраль месяцы. Амплитуда колебаний УПВ по опросным данным, ориентировочно, составляет 2,0-2,5 м.

Существующее состояние водоснабжения оценивалось по материалам обследования во всех 16 населенных пунктах проекта.

Поселок Байкенже расположен в 40 км к западу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Байкенже». Население 1127 человек. Поселок очень разбросан. Изрезан сетью оросительных каналов и арыков. Имеется скважина глубиной 750 м, пробуренная в 1987 году, качество воды не подтверждено. Имеется скважина глубиной 330 м, вода из которой непригодна для питья.

Поселок Билибай расположен в 30 км к западу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Байкенже». Население 290 человек. Имеется скважина, пробуренная в 1987 году, качество воды не подтверждено. Водопроводной сети нет. Жители берут воду из скважины, а часть из шахтных колодцев.

Поселок Абдигаппар расположен в 22 км к юго-западу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Кыркенсе». Население 2118 человек. Построенные в 1981 году водопроводные сети вышли из строя. Существующие водонапорная башня и резервуары непригодны для использования. Жители берут воду из скважины и от водозаборных колонок, а часть из шахтных колодцев.

Поселок Озгент расположен в 28 км к югу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Озгент». Население 1158 человек. Водопроводная сеть построена из труб ПВХ, в 1982 году вышла из строя. В 2007 году пробурены 2 скважины, вода соленая и непригодная для питья. Водоснабжение поселка производится из указанных скважин с водозаборными колонками и шахтных колодцев.

Поселок Аксуат расположен в 26 км к югу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Озгент». Население 656 человек. Водопроводная сеть, скважина глубиной 420

м, водонапорная башня построены в 1989 году и вышли из строя. В 2007 году пробурена скважина, вода соленая и непригодна для питья. Водоснабжение поселка производится напрямую из скважины через водоразборные колонки. Часть жителей использует воду из шахтных колодцев.

Поселок Кожакент расположен в 38 км к югу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Кожакент». Население 3199 человек. Существующая система водоснабжения построена в 1982-1993 годах, водонапорные башни не рабочие. Водоснабжение поселка производится непосредственно из скважины через водоразборные колонки. Часть жителей использует воду из шахтных колодцев и привозную воду.

Поселок Кожааул расположен в 50 км к югу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Аккорган». Население 1216 человек. Существующая система водоснабжения построена в 1992 году (из них действующая сеть 2,1 км), водонапорная башня высотой 18 м, скважина и Н.С. 2-го подъема, металлический резервуар 20 м<sup>3</sup>. Часть жителей использует воду из шахтных колодцев и привозную воду.

Поселок Аккорган расположен в 50 км к югу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Аккорган». Население 3003 человек. Система водоснабжения построена в 1980 году, 2 скважины 742 м и 723 м, вода в которых термальная. Водоснабжение поселка производится от скважины в металлический резервуар и к потребителю без обеззараживания. Качество воды неудовлетворительное.

Поселок Келинтобе расположен в 65-ти км к югу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Келинтобе». Население 3752 человек. В 2009 году построено 20 км магистральной сети и 54 км сервисной линии, установлено 600 штук водомеров в жилых домах, реконструировано головное водозаборное сооружение по рабочему Проекту, разработанному ТОО «Южказэкопроект» в 2008 году, со всем комплексом соответствующих сооружений с забором воды из трех скважин. Вода доведена до каждого дома.

Поселок Каратобе расположен в 80 км к югу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Каратобе». Население 1835 человек. Водопроводная сеть построена в 1974-1981 годах, имеется нерабочая скважина глубиной 80 м, водонапорная башня высотой 24 м. Водоснабжение поселка осуществляется привозной, термальной водой от скважины, расположенной в 6 км от поселка.

Поселок Кандоз расположен в 96 км к югу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Кандоз». Население 1267 человек. Система водоснабжения построена в 1973 году и практически разрушена. Водоснабжение поселка производится из самоизливающейся скважины через водонапорную башню и водоразборные колонки. Часть жителей использует воду из шахтных колодцев.

Поселок Калгансыр расположен в 10 км к востоку от п.Кандоз и относится к сельскому округу «Кандоз». Население 131 человек. Система водоснабжения отсутствует. Жители используют воду их шахтных колодцев.

Поселок Кашканколь расположен в 2,5 км к западу от п.Кандоз и относится к сельскому округу «Кандоз». Население 107 человек. Система водоснабжения отсутствует. Жители используют воду из шахтных колодцев.

Поселок Жанарык расположен в 16 км к юго-западу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Жанарык». Население 2112 человек. Сеть построена в 2009 году по рабочему проекту, разработанному ТОО «КызылордаГазПроект» в 2006 году, без учета подвода воды к границе участка, построена 12,285 км внутриселковая сеть, реконструировано головное водозаборное сооружение, пробурено 2 скважины (вода соленая и непригодная для питья). Потребление воды производится через водоразборные колонки.

Поселок М. Налибаев расположен в 22 км к юго-западу от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «М.Налибаев». Население 1109 человек. В 2009 году построены 14,013 км внутриселковая сеть и головное водозаборное сооружение, пробурено две скважины, со всем комплексом соответствующих сооружений с забором воды из двух скважин.

Поселок Коктобе расположен в 116 км к юго-востоку от поселка Жанакорган и относится к сельскому округу «Коктобе». Население 696 человек. Частично водопроводная сеть протяженностью 3924 м построена в 2005 году и присоединена непосредственно к самоизливающейся скважине, вода без обеззараживания поступает к потребителю, площадка головного водозабора отсутствует. Часть жителей использует воду из шахтных колодцев. Вода термальная.

Вода многих водоисточников не соответствует санитарно-эпидемиологическим нормам хозяйственно-питьевого водоснабжения, не отвечает нормативным требованиям. В частности, вода из всех шахтных колодцев и значительной части старых скважин имеет повышенную минерализацию. Водопроводные сооружения в трех населенных пунктах (Кашканколь, Билибай и Калгансыр) отсутствуют полностью, в 13 - частично имеются, но с различной степенью износа. Водопроводные сооружения, находящиеся в неудовлетворительном состоянии, были построены, в основном, 25-30 лет назад, охватывали незначительную часть территории поселков и в кризисные годы конца прошлого века практически полностью разрушились, оборудование разукomплектовано и отсутствует, оставшиеся сооружения ремонту не подлежат и требуют полного восстановления.

При определении расчетных расходов воды удельное среднесуточное водопотребление на питьевое водоснабжение на одного жителя в сельских населенных пунктах принято 120 л/сут. Удельное водопотребление включает расходы воды на питьевые нужды в жилых и общественных зданиях, нужды производства, поливку улиц и зеленых насаждений [5]. Расчетные расходы воды определены с учетом перспективного развития населенных пунктов на период до 2025 года.

Источником водоснабжения Сырдарьинского группового водопровода является Талапское месторождение подземных вод. Сырдарьинский групповой водопровод начинается от водозаборных скважин и сооружений, расположенных на участке недропользования, находящегося в 6,7 км западнее ж/д ст. Бесарык на правом берегу р. Сырдарья в административных границах Жанакорганского района Кызылординской области.

Результаты расчетов по определению расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды приведены в таблице 1.

Таблица 1.

## Расчетные расходы воды

№ п/п	Населенный пункт	Расходы				Годовой Объем Водопотребления, тыс м <sup>3</sup> /год
		Среднесуточный, м <sup>3</sup> /сут	максимальный			
			м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /час	л/с	
1.	Абдигаппар	428,40	504,24	45,60	12,67	184,05
2.	Аккорган	589,90	694,47	60,99	16,94	253,48
3.	Кожааул	255,61	301,19	28,50	7,92	109,94
4.	Озгент	233,02	276,12	25,99	7,22	100,78
5.	Аусау	116,67	138,37	15,78	4,8	50,50
6.	Байкенже	282,75	330,83	30,93	8,9	120,75
7.	Билибай	72,06	84,81	10,53	2,93	30,96
8.	Жанарык	401,50	474,65	40,87	11,35	173,25
9.	Кандоз	310,03	367,43	35,45	9,85	134,11
10.	Калгансыр	33,51	38,84	3,35	0,93	14,18
11.	Кашканколь	28,59	33,03	2,85	0,79	12,06
12.	М.Налибаев	253,48	298,62	26,06	7,24	109,00
13.	Каратобе	420,70	495,77	42,63	11,84	180,95
14.	Келитобе	803,58	944,00	75,99	21,11	344,56
15.	Кожакент	626,32	738,58	60,95	16,93	269,8
16.	Коктобе	167,48	197,42	20,15	5,6	72,06
	Итого	5023,58	5918,38	533,94	148,32	2160,21

При разработке системы автоматизации группового водозабора принята централизованная система водоснабжения группы из 16 населенных пунктов Жанакорганского района с одного источника водоснабжения по Сырдарьинскому групповому водопроводу (СГВ).

Схема водоснабжения потребителей Сырдарьинского группового водопровода предусматривает забор воды из резервуара чистой воды и подачу её в Сырдарьинский групповой водовод. Далее по магистральным водоводам и его отводам вода подается в резервуары чистой воды (РЧВ), расположенные на площадках водопроводных сооружений в каждом населенном пункте.

Из поселковых резервуаров чистой воды насосами 3-го порядка вода забирается и подается в поселковую водопроводную сеть населенного пункта. Водопроводная сеть в населенных пунктах кольцевая и предусмотрена с подводом к границам каждого жилого дома с установкой водосчетчика и отсекающей арматуры в водопроводном колодце [6]. Насосные станции подкачки предназначены для повышения напора в магистральных водоводах [7].

Населенные пункты – водопотребители в зоне СГВ расположены на значительных расстояниях друг от друга, поэтому потери напора на длине трубопроводов также достигают значительных размеров. В связи с этим, для поддержания напора, требуется строительство насосных станций подкачки [8].

В результате гидравлических расчетов, выполненных с учетом геометрической высоты подъема воды, потерь напора в водоводах, технических характеристик насосных агрегатов и различных вариантов совместной работы насосов и водоводов установлены оптимальное количество и местоположение насосных станций подкачки:

- насосная станция подкачки НС №3С располагается на основном магистральном водоводе в точке развилки Южной и Северной веток;
- насосная станция подкачки НС №4С расположена на магистральном водоводе Северной ветки;
- третья насосная станция подкачки находится на площадке водопроводных сооружений поселка Кандоз и совмещена с насосной станцией 3-го подъема.

**Разработка мнемосхем насосных станции водозабора для SKADA-системы.** В соответствии с заданием были разработаны основные схемы насосных станций поселков группового водопровода. На рисунке 1 представлена схема насосной станции поселка Абдигаппар, схема включает в себя две обеззараживающие установки (бактерицидные установки), пять насосов, два резервуара чистой воды, три переключаемые задвижки (по одной на резервуар чистой воды и водонапорную башню) и водонапорную башню. Подобные схемы насосных станций имеют и другие поселки: Озгент, Кожакент, Байкенже.

На рисунке 2 показана схема бактерицидной станции поселка Аксуат, включающая в себя две бактерицидные установки, водонапорную башню и задвижку на водонапорной башне. Подобные схемы насосных станций имеют поселки Белибай, Колгансыр. Данные станции предназначены для фильтрации и очистки воды, подаваемой в поселки.

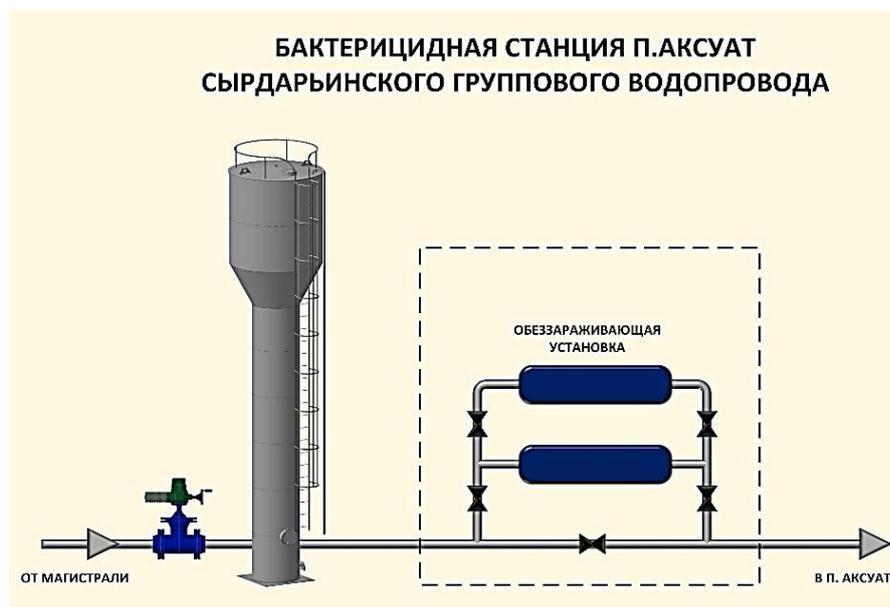
На рисунке 3 показана схема насосной станции поселка Жанарык, схема включает в себя четыре насоса, два резервуара чистой воды. Подобную схему имеет насосная станция Каратобе, но количество насосов на станции составляет 3 ед.

На рисунке 4 показана схема насосной станции поселка Кондоз, включающая в себя две обеззараживающие установки, шесть насосов, два резервуара чистой воды, три переключаемые задвижки (по одной на резервуар чистой воды и водонапорную башню) и водонапорную башню. Данная насосная станция перекачивает воду в несколько поселков, а именно в Коктобе, Колгансыр и Кондоз, Кашканкол.

На рисунке 5 показана схема насосной станции №3. Схема включает в себя семь насосов, два резервуара чистой воды, две переключаемые задвижки (по одной на резервуар чистой воды). Данная насосная станция перекачивает воду в поселки Кондоз и Байкенже. Насосная станция №3 является одной из самых крупных насосных станций.



**Рис. 1.** Схема насосной станции поселка Абигаппар



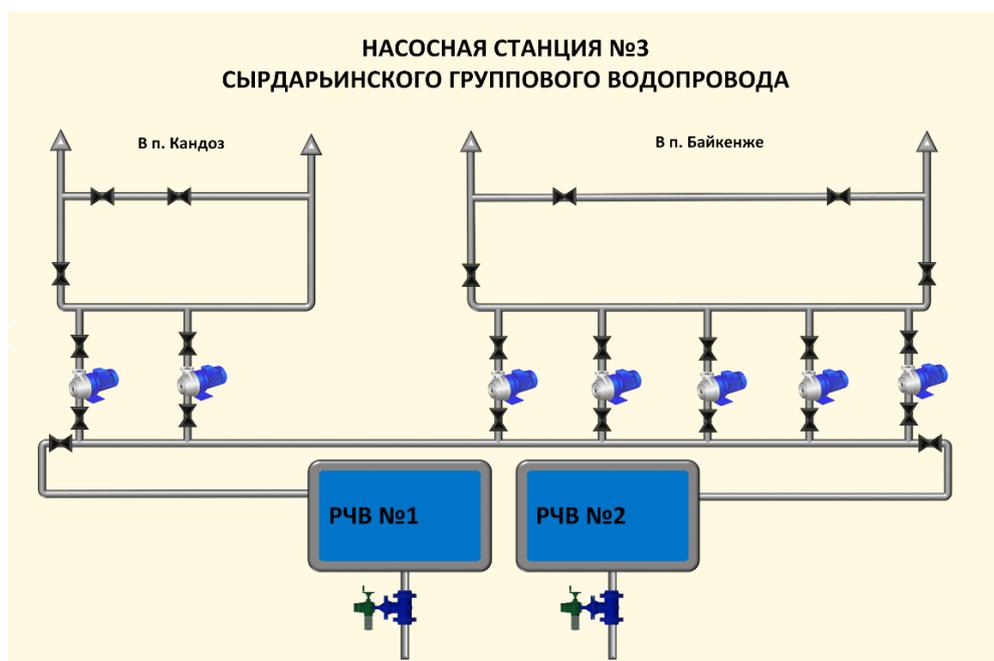
**Рис. 2.** Схема бактерицидной станции поселка Аксут



**Рис. 3.** Схема насосной станции поселка Жанарык



**Рис. 4** Схема насосной станции поселка Кондоз



**Рис. 5.** Схема насосной станции №3

На рисунке 6 показана схема насосной станции №4, включающая в себя пять насосов, два резервуара чистой воды, две переключаемые задвижки (по одной на резервуар чистой воды). Данная насосная станция перекачивает воду в поселки Абдигапар и Байкенже. Насосная станция №4 является одной из самых крупных в СГП.

На рисунке 7 представлена схема насосной станции поселка Коктобе, схема включает в себя две обеззараживающие установки, четыре насоса, два резервуара чистой воды, три переключаемые задвижки (по одной на резервуар чистой воды и водонапорную башню) и водонапорную башню.

На рисунке 7 показана схема насосной станции поселка Коктобе, схема включает две обеззараживающие установки, четыре насоса, два резервуара чистой воды, три переключаемые задвижки (по одной на резервуар чистой воды и водонапорную башню) и водонапорную башню.

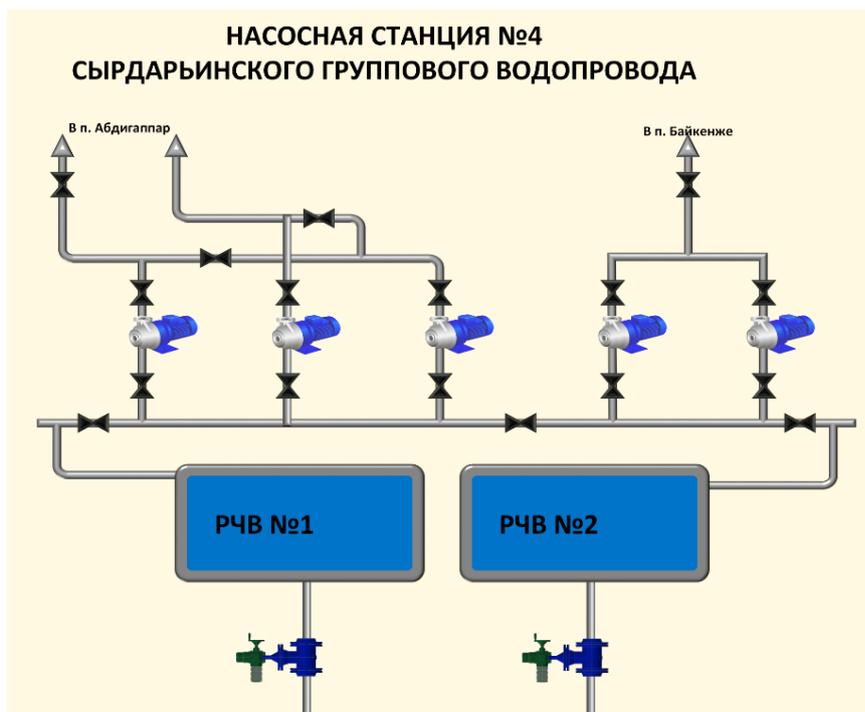


Рис. 6. Схема насосной станции №4

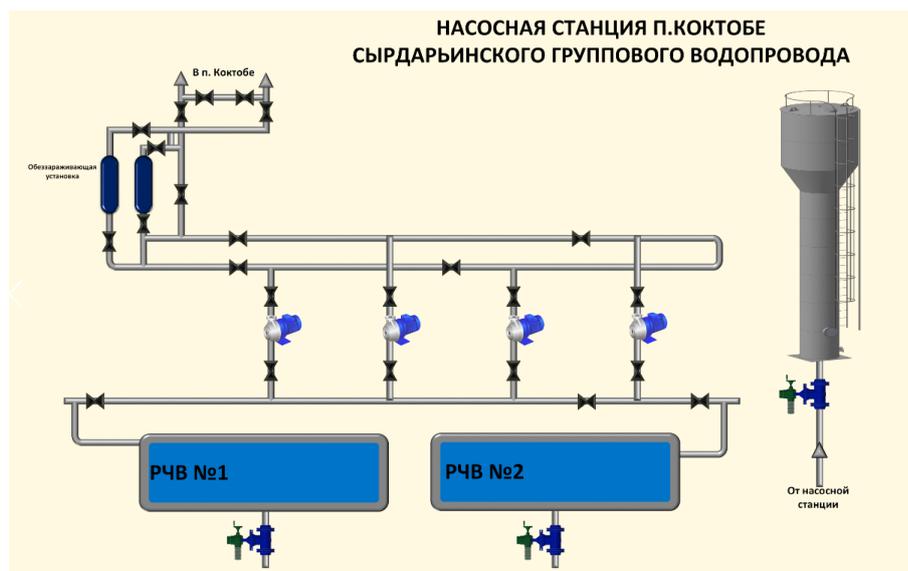


Рис. 7. Схема насосной станции поселка Коктобе

**Описание АСУ ТП Сырдарьинского группового водозабора.** АСУ ТП Сырдарьинского группового водопровода представляет собой программно-технический комплекс контроля работы насосов, управления устройствами второго подъема, диспетчеризации систем автоматики.

Комплекс включает в себя следующие основные узлы:

1) Шкаф управления насосной станцией второго подъема. Оборудование для локального управления насосами, задвижками второго подъема, приема-передачи данных в автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора.

2) АРМ оператора. Оборудование для приема, передачи, обработки и хранения данных. Включает в себя человеко-машинный интерфейс для взаимодействия с централизованной системой управления насосными станциями.

3) Расходомерные колодцы. Оборудование для измерения потока воды.

4) Бактерицидные установки. Оборудование для очистки воды, при помощи ультрафиолетовых излучений.

Программный пакет SCADA Сырдарьинского водозабора представляет собой средства для управления, мониторинга и архивации данных водозаборных сооружений и насосной станции второго подъема [9]. Программа разработана на ПО Siemens Simatic WinCC RT Professional v15.1.

Начало работы SCADA-системы осуществляется после включения компьютера.

На рисунке 8 представлен главный экран разработанной SCADA системы Сырдарьинского группового водопровода, при помощи которого можно узнать установлена ли связь с поселками или нет, а также увидеть по индикаторам, расположенными рядом с иконками поселков, какие насосы находятся в работе.

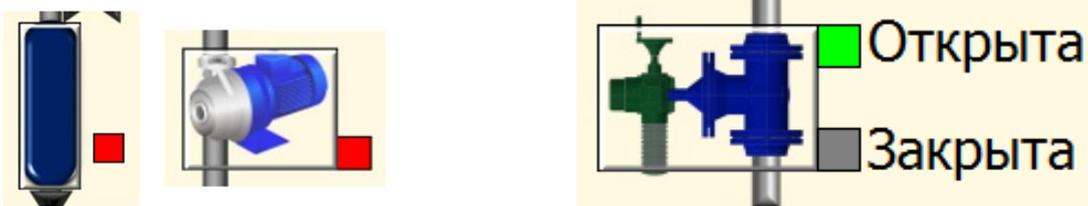


Рис. 8. Главный экран

Если связь со станцией установлена, то индикатор в правом нижнем углу иконки будет гореть зеленым цветом, если связи со станцией нет, то – красным. Узнать в каком состоянии находятся насосы можно по круглым индикаторам в левой части иконки,

При нажатии на иконки поселков на втором мониторе открывается изображение выбранной насосной станции. После открытия насосной станции с помощью индикаторов, находящихся возле соответствующей иконки, как показано на рис. 9, (а), можно определить состояние насосов, задвижек, бактерицидных установок. Если индикатор горит зеленым цветом, то объект находится в работе, если красным – не в работе.

На рис. 9, (б) показаны индикаторы состояния задвижек (если никакие сигналы не приходят на задвижку, то индикаторы горят серым цветом), если индикатор «Открыта» горит зеленым цветом, значит задвижка открыта, когда задвижка закрыта индикатор «Закрыта» горит зеленым цветом, в промежуточном состоянии оба индикатора горят зеленым цветом.



а) бактерицидные установки и насосы

б) задвижки

Рис. 9. Индикаторы состояний

Уровень воды в водонапорной башне определяется с помощью двух датчиков, при снижении уровня воды в башне ниже нижнего уровня загорается соответствующий индикатор, в этом случае в автоматическом режиме открывается задвижка и вода из резерву-

ара поступает в водонапорную башню. При достижении заданного верхнего уровня срабатывает соответствующий датчик, включается соответствующая индикация, задвижка автоматически закрывается, и прекращается подача воды в водонапорную башню.

В системе предусмотрена возможность определения статуса любого насоса, определения количества моточасов, можно также дистанционно включить или отключить его.

При активации иконки любого водомерного колодца (ВК) появляется всплывающее окно с информацией о выбранном расходомере, его расходе, последнем обновлении данных и данные об ошибках в работе.

На втором экране главного меню предусмотрена закладка “архивы”. Используя это меню, можно перейти на любую насосную станцию или водомерный колодец, задвижку, бактерицидную установку, водомерный колодец и т.п. и получить необходимые архивные данные: время включения, выключения насосов, время, когда открывались или закрывались задвижки, расход каждого расходомера и т.п. Нажав на любой из водомерных колодцев, можно получить архив расходомеров в виде графиков или таблиц.

**Заключение.** В результате проделанной работы была разработана автоматизированная система управления Сырдарьинского группового водопровода с применением SCADA-системы, реализованная в среде TIA Portal. Данная SCADA позволяет в удаленном режиме контролировать работу всех насосных станций и расходомерных колодцев, расположенных на водозаборе. Связь и передача данных между насосными станциями осуществляется при помощи сотовой сети с помощью GSM модулей, подключенных к контроллерам. Данная система была внедрена в феврале 2020 года и до настоящего времени работает в стабильном режиме и выполняет все предусмотренные функции. Проведенная автоматизация позволила повысить надежность и бесперебойность водоснабжения, снизить эксплуатационные расходы, повысить качество воды в населенных пунктах, оптимизировать состав и параметры технологического оборудования Сырдарьинского группового водопровода.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Евстафьев К.Ю. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. Гриф Государственного комитета по строительству и жилищно-коммунальному комплексу / К.Ю. Евстафьев. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 577 с.
2. Бассейновый план Интегрированного управления водными ресурсами и водосбережения Арало-Сырдарьинского бассейна. – Алматы, 2011. – 68 с.
3. Исследование потребностей системы мониторинга качества поверхностных водных ресурсов в Казахстане – Алматы, 2018. – 68 с.
4. Рульнов А. А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения / А.А. Рульнов, К.Ю. Евстафьев. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 208 с.
5. Павлинова И. И. Водоснабжение и водоотведение / И.И. Павлинова, В.И. Баженов, И.Г. Губий. – М.: Юрайт, 2012. – 472 с.
6. Орлов Е.В. Водоснабжение. Водозаборные сооружения. Учебное пособие / Е.В. Орлов. – М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2015. - 131 с.
7. Белоконев Е.Н. Водоотведение и водоснабжение / Е.Н. Белоконев. – М.: Феникс, 2012. – 366 с.
8. Баженов В.И. Водоснабжение и водоотведение 5-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для академического бакалавриата / Виктор Иванович Баженов. – М.: Юрайт, 2016. – 453 с.
9. Андреев Е. Б., Куцевич Н. А., Синенко О. В. SCADA-системы. Взгляд изнутри; РТСофт – Москва, 2004. – 176 с.

### REFERENCES

1. Evstafiev K. Yu. Avtomatizatsiya sistem vodosnabzheniya i vodootvedeniya [Automation of water supply and sanitation systems]. Grif Gosudarstvennogo komiteta po stroitel'stvu i

zhilishchno-kommunal'nomu kompleksu [Vulture of the State Committee for construction and housing and communal complex]. K. Yu. Evstafiev. Moscow, INFRA-M, 2018, 577 p.

2. Basin plan of Integrated water resources management and water conservation of the Aral-Syrdarya basin [Basin plan of Integrated water resources management and water conservation of the Aral-Syrdarya basin]. Almaty, 2011, 68 p.

3. Issledovaniye sistemy monitoringa poverkhnostnykh vodnykh resursov v Kazakhstane [Investigate of the needs of the system for monitoring the quality of surface water resources in Kazakhstan]. Almaty, 2018, 68 p.

4. Rulnov A. A. Avtomatizatsiya sistem vodosnabzheniya i vodootvedeniya [Automation of water supply and water disposal systems]. A. A. Rulnov, K. Yu. Evstafiev. Moscow, INFRA-M, 2018, 208 p.

5. Pavlinova A.A. Vodosnabzheniye i vodootvedeniye [Water supply and wastewater disposal]. A.A. Pavlinova, V.I. Bazhenov, I. G. Guby. Moscow, Yurayt, 2012, 472 p.

6. Orlov E.V. Vodosnabzheniye. Vodozabornyye sooruzheniya [Water supply. Water intake facilities]. Textbook / E.V. Orlov. Moscow, Publishing house of the Association of building universities, 2015, 131 p.

7. Belokonev E.N. Vodootvedeniye i vodosnabzheniye [Water disposal and water supply], E.N. Belokonev, Moscow, Phoenix, 2012, 366 p.

8. Bazhenov V.I. Vodosnabzheniye i vodootvedeniye [Water supply and sanitation] 5th ed., Trans. and add. Textbook and workshop for academic bachelor's degree. Victor Ivanovich Bazhenov. Moscow, Yurayt, 2016, 453 p.

9. Andreev E. B., Kutsevich N. A., Sinenko O. V. SCADA-sistemy. Vzglyad iznutri [SCADA-systems. Inside view]. RTSoft, Moscow, 2004, 176 p.

#### **Информация об авторах**

*Дмитрий Владимирович Лисицын* – старший преподаватель кафедры «Автоматизации производственных процессов», Карагандинский технический университет, г. Караганда, e-mail: dlicicyn@mail.ru

*Ирина Николаевна Лисицына* – преподаватель кафедры «Автоматизации производственных процессов», Карагандинский технический университет, г. Караганда, e-mail: i\_liss78@mail.ru

*Галина Ивановна Паршина* – доктор, к.т.н., старший преподаватель кафедры «Автоматизации производственных процессов», Карагандинский технический университет, г. Караганда, e-mail: pgalina05@mail.ru

#### **Authors**

*Dmitriy Vladimirovich Lissitsyn* – Senior Lecturer, Subdepartment of Automation of Production Processes, Karaganda Technical University, Karaganda, e-mail: dlicicyn@mail.ru

*Irina Nikolayevna Lissitsyna* – Lecturer, Subdepartment of Automation of Production Processes, Karaganda Technical University, Karaganda, e-mail: i\_liss78@mail.ru

*Galina Ivanovna Parshina* – PhD, Senior Lecturer, Subdepartment of Automation of Production Processes, Karaganda Technical University, Karaganda, e-mail: pgalina05@mail.ru

#### **Для цитирования**

Лисицын Д.В., Лисицына И.Н., Паршина Г.И. Разработка автоматизированной системы управления сырдарь-инского группового водопровода // «Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами»: электрон. науч. журн. – 2021. – №1(9). – С. 17-28 – DOI: 10.26731/2658-3704.2021.1(9).17-28 – Режим доступа: <http://ismm-irgups.ru/toma/19-2021>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 01.02.2021)

#### **For citation**

Lissitsyn D.V., Lissitsyna I.N., Parshina G.I. Development of an automated control system for the syrdarya group water supply // *Informacionnye tehnologii i matematicheskoe modelirovanie v upravlenii slozhnymi sistemami: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Information technology and mathematical modeling in the management of complex systems: electronic scientific journal], 2021. No. 1(9). P. 17-28. DOI: 10.26731/2658-3704.2021.1(9).17-28 [Accessed 01/02/21]