СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СКВАЖИННЫМ ВОДОЗАБОРОМ «СМЫЧКА» Г. СЕМЕЙ

Лукин Н.А.[1]
техн. директор

Усачев А.П.[2]
техн. директор,
канд. техн. наук

Гордейчик А.В.[2]
заместитель директора

1 – ГКП «Семей Водоканал»
2 – ООО «Сибирь-мехатроника»

Приводятся результаты внедрения системы управления скважинным водозабором «Смычка», выполненной в рамках реализации концепции внедрения системы АСУ ТП водоснабжения г. Семей (Казахстан). Суть программы заключалась в реализации комплекса мероприятий, включающих в себя, с одной стороны, приведение в соответствие основного технологического оборудования водозабора совместно с сетью трубопроводов и станций подъемов гидравлическому режиму и, с другой стороны, полную автоматизацию процесса с использованием энергосберегающих технологий.

Ключевые слова: автоматизация, энергосбережение, водоснабжение.

Водоснабжение г. Семей осуществляется четырьмя скважинными и одним капотажным водозаборами. Из пяти водозаборов, три расположены на островах вдоль р. Иртыш, имеют I-ый и II-ой подъёмы и являются основными. Это следующие водозаборы:

- водозабор «Смычка»;
- водозабор «Свобода»;
- водозабор «Большой».

Этими водозаборами осуществляется подача воды потребителю в среднем 85-98 м³ в сутки.

В 2006-2008 годах специалистами ГКП «Семей Водоканала» была разработана Общая концепция модернизации технологического процесса водоснабжения г. Семей с использованием частотно-регулируемых электроприводов и автоматизированной системы диспетчерского контроля и управления (АСДКУ) (рис. 1). Программа включает автоматизацию, прежде всего, этих трех водозаборов и предполагает несколько этапов реализации. Программой предусмотрено построение трехуровневой системы АСУ ТП:

1. Верхний уровень – создание АРМ-сервера водозаборов в ЦДП ГКП «Семей Водоканал».
2. Средний уровень – создание АРМ оператора водозабора на ВНС 2-го подъёма и установку частотно-регулируемого электропривода на основные насосные агрегаты.
3. Нижний уровень – установка частотно-регулируемых электроприводов на скважинные насосные агрегаты ВНС 1-х подъёмов. Для регулировки производительности насосов скважины оснащены необходимыми технологическими датчиками, в том числе, контролирующими динамический уровень воды в скважинах.

Реализация программы осуществляется совместными усилиями специалистов ГКП «Семей Водоканала» и Российского предприятия «Сибирь-мехатроника» [1] .

В 2015-16 годах были проведены и закончены планируемые работы по водозабору «Смычка».

Водозабор «Смычка» является одним из упомянутых трех водозаборов. Производительность водозабора составляет до 30 тыс. м³/сут. ВНС 1-го подъёма представляет собой 14 артезианских скважин, расположенных на острове Смычка р. Иртыш, из них в работе 10-12 и 4-2 в резерве. Подача воды к потребителям осуществляется водопроводной сетью от насосной станции 2-го подъема, в резервуары чистой воды (РЧВ) которой вода подается от артезианских скважин ВНС 1-го подъёма (рис.2).

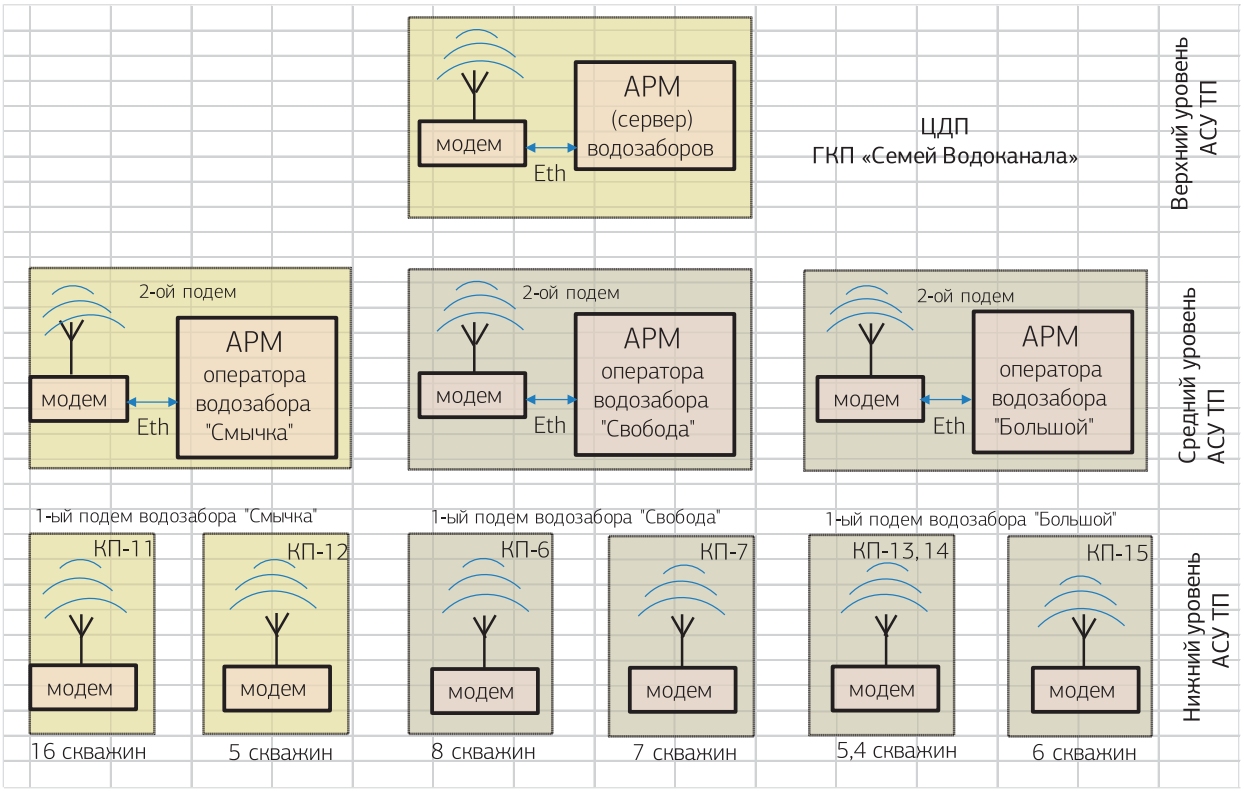

Рисунок 1
Функциональная схема концепции АСУ ТП 3-х основных водозаборов г. Семей.

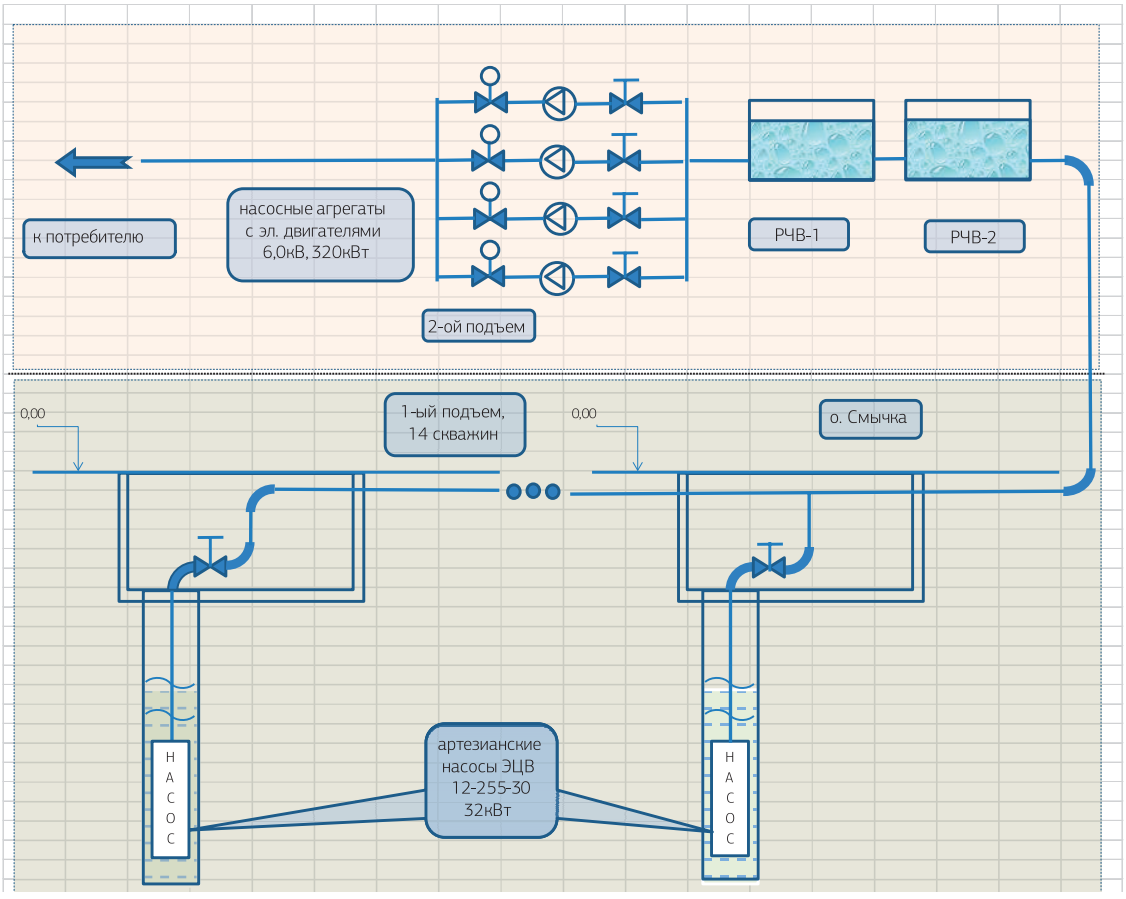

Рисунок 2
Укрупненная технологическая схема водозабора Смычка.

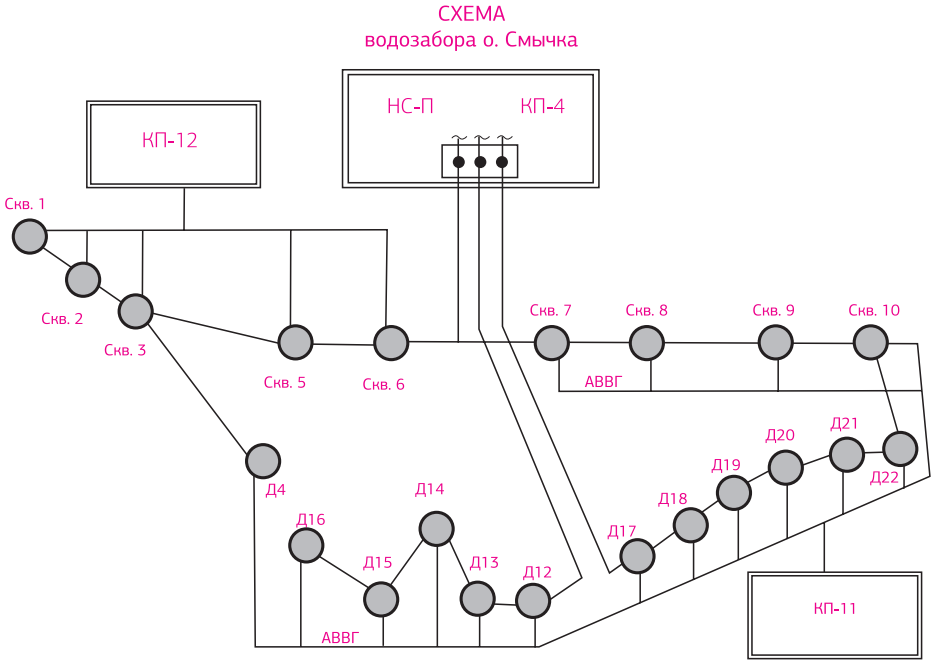

Рисунок 3
Гидравлические и электрические связи скважин водозабора Смычка.

На рисунке 3 изображена схема 1-го подъёма водозабора Смычка, на которой показаны гидравлические и электрические связи скважин.

По гидравлике скважины разбиты на три группы, каждая из которых своим трубопроводом соединяется с РЧВ 2-го подъёма. По энергоснаб-

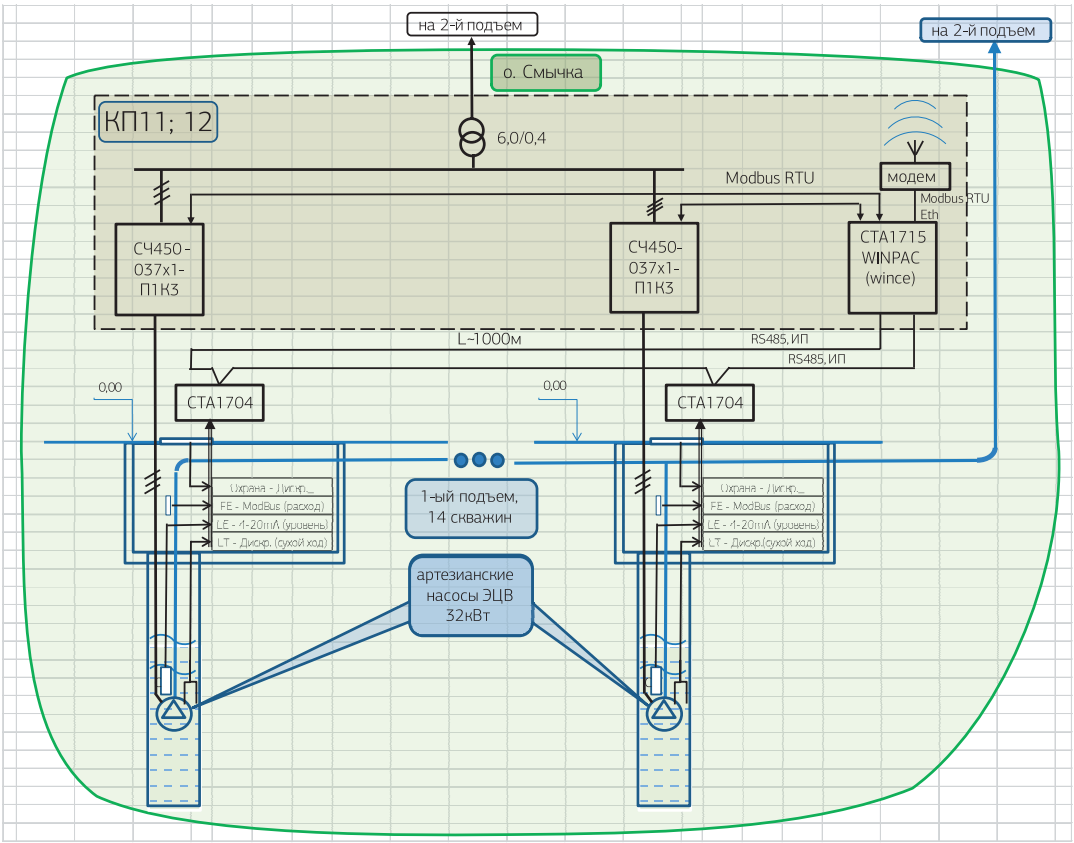

Рисунок 4
Укрупненная функциональная схема 1-м подъемом водозабора Смычка.

жению скважины разбиты на две группы, каждая из которых получает электропитание от РУ-0,4кВ Контрольных Пунктов (КП-11 и КП-12) так как скважины не имеют индивидуальных павильонов. КП также находятся на острове. Особенностью скважин, находящихся на острове, является то, что статический и динамический уровень воды в них (а, соответственно, и дебит скважин) в значительной степени зависит от уровня воды в реке Иртыш. Именно по этой причине было решено установить на каждую скважину индивидуальный частотно-регулируемый электропривод (рис. 4).

На каждой скважине установлены следующие датчики:

- FE – расходомер «Взлет», установлен в отдельном колодце на выходе из скважины (выход RS485, протокол ModBus);
- LE – гидростатический датчик уровня воды в скважине (выход 4-20mA);
- LT – кондуктометрический датчик уровня, установлен в скважине (датчик сухого хода, дискретный);
- охранный датчик проникновения, установлен на крышке люка (дискретный).

Датчики каждой скважины подключены к блокам телеметрии СТА1704, установленным в герметичных ящиках у каждой скважины индивидуально. Информация с блоков телеметрии передается по проводной связи в КП11(12). Опрос всех скважин осуществляется контроллером СТА1715 по RS485. Им же осуществляется связь с частотно-регулируемыми приводами скважин СЧ450-037х1-П1К3 и через радиоканал связь с АРМ оператора ВНС 2-го подъема.

На втором подъеме находится АРМ оператора, на котором реализован алгоритм управления скважинами, на основе контроля уровня воды в РЧВ [2]. Для управления электроприводами основных насосных агрегатов типа Д1250-63 (6,0кВ, 320кВт) установлена двухканальная станция частотного управления СЧ500-ДТС-6,0-320х2 [1]. Станция включает в себя двух-трансформаторный преобразователь частоты (с промежуточным звеном на 690В), ячейки коммутации выхода ПЧ к двум НА и управляющий технологический контроллер СТК500. Станция обеспечивает регулировку производительности НА ВНС 2-го подъема по заданному алгоритму [3]. Диктующим параметром для этого является давление в выходном напорном трубопроводе (рис. 5).

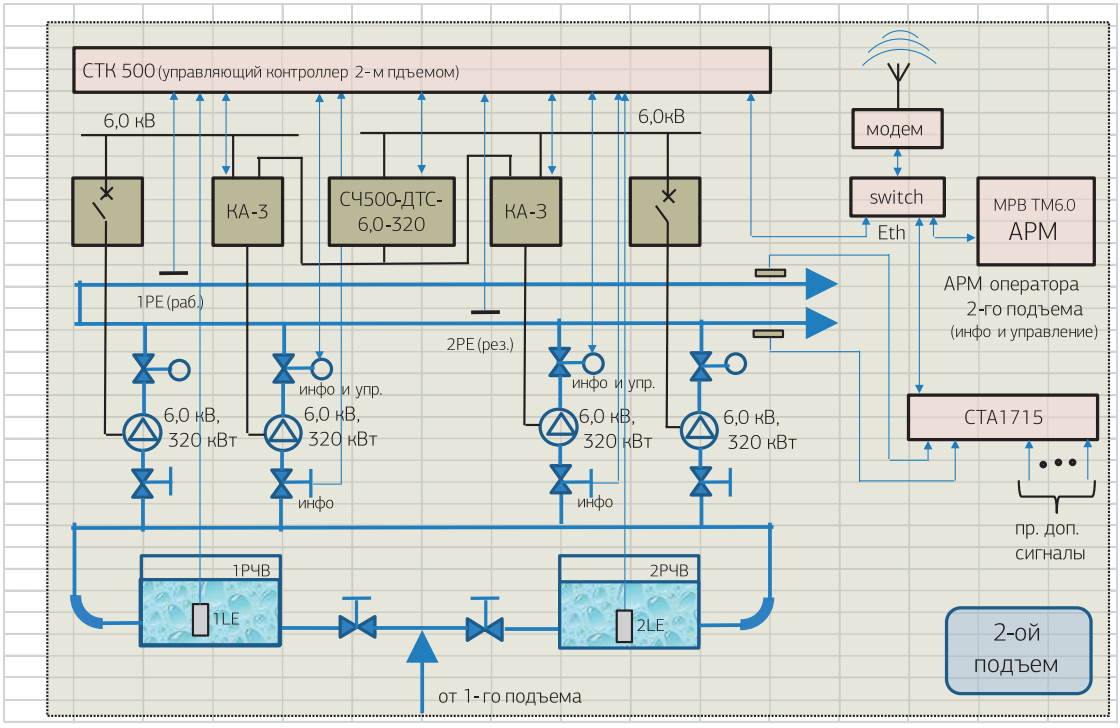

Рисунок 5
Укрупненная функциональная схема 2-м подъемом водозабора Смычка.

Вся информация о работе оборудования ВНС 2-го подъема также передается на АРМ оператора. АРМ оператора ВНС 2-го подъема отображает состояние оборудования всего водозабора и дает возможность управления этим оборудованием в автоматическом (без вмешательства дежурного оператора) или в ручном режиме.

Вся информация с АРМ 2-го подъема по радиоканалу передается в ЦДП, где установлен АРМ сервер диспетчера водоснабжения. Этот АРМ для диспетчера водоснабжения является только информационным, все функции телеуправления у него отключены, так как эти обязанности возложены на дежурного оператора водозабора.

На обоих АРМ установлена СКАДА-система TRACE MODE 6.

Связь между ЦДП, ВНС 2-м подъемом и КП ВНС 1-м подъёмом реализована на базе радиомодемов Viper-SC 400, работающих на выделенной частоте (в диапазоне 406-470МГц).

Система автоматического регулирования (САР) производительности НА скважин ВНС 1-го подъема реализована следующим образом.

Каждая скважина имеет независимую локальную систему управления, которая реализована на базе станции частотного управления СЧ450-037х1-П1К3. САР скважины представляет собой замкнутую систему по расходу (рис. 6).

Заданием на систему является заданное значение производительности насосного агрегата $Q_{зад}$, которое может быть изменено либо с пульта по месту (пульт СЧУ), либо оператором с АРМ ВНС 2-го подъема. Входом на систему является команда «пуск/стоп» скважины, которая формируется средствами САР скважинами ВНС 1-го подъема, на основе информации, полученной от АРМ ВНС 2-го подъёма, по уровню воды в РЧВ ВНС 2-го подъёма.

Локальная система управления производительностью скважины имеет корректирующую связь по уровню воды в скважине (выделено красным на рис. 6). При уровне в скважине больше достаточного корректирующий сигнал равен нулю. При уровне меньше минимально допустимого – корректирующий сигнал максимальный. При промежуточных значениях он линейно изменяется. Корректирующий сигнал вычитается из заданного значения производительности скважины $Q_{зад}$. В результате насосный агрегат снижает частоту вращения, тем самым уменьшая его производительность или увеличивает частоту вращения, тем самым увеличивая его производительность.

Система автоматического регулирования скважинами 1-го подъема представляет собой дискретную систему группового управления замкнутую по уровню воды в РЧВ (рис. 7).

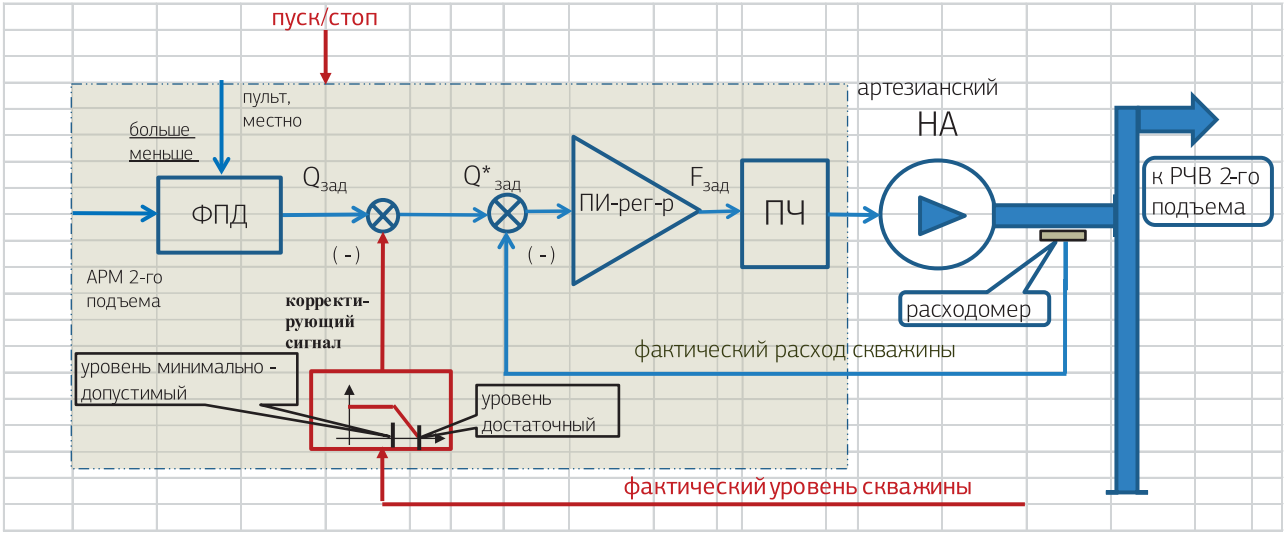

Рисунок 6
Структурная схема системы автоматического регулирования производительности скважины.

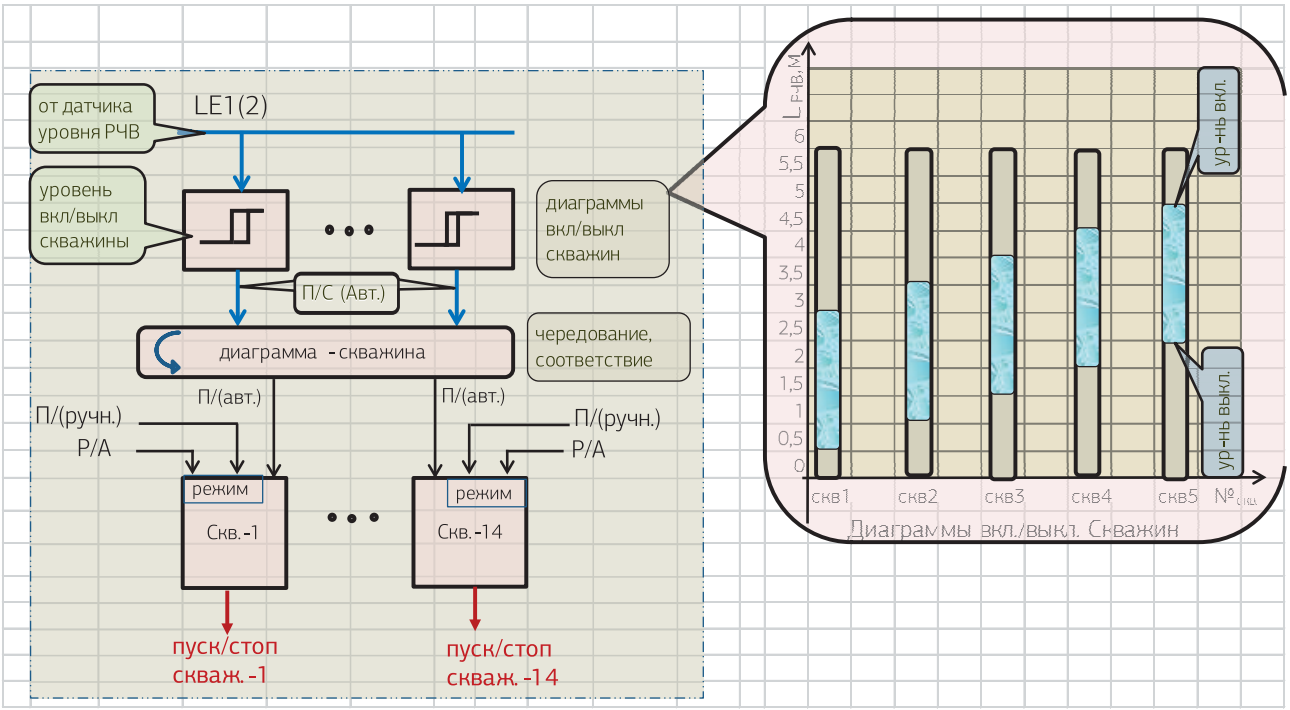

Рисунок 7
Структурная схема системы автоматического регулирования скважинами 1-го подъема.

Данная САР реализована на АРМе оператора 2-го подъема. Команды пуск/стоп передаются на локальные системы управления скважинами по радиоканалу. Уровни вкл/выкл каждой скважины (гистерезисные элементы на структурной схеме) отображаются на мнемосхеме монитора АРМ в виде диаграмм. Каждой скважине может быть назначена одна из диаграмм. Кроме «рабочих» диаграмм имеется еще две диаграммы, соответствующие случаю «скважина постоянно выключена» и «скважина постоянно включена». Алгоритмом предусмотрено автоматическое чередование диаграмм скважин.

Заключение

В результате реализации принятой концепции автоматизации водоснабжения г. Семей в части водозабора «Смычка» был получен весьма ощутимый эффект, заключающийся в следующем:

1. Забор воды из подземных горизонтов и объем перекачиваемой воды ВНС 2-го подъема сократился на 30%.

2. Потребление электроэнергии сократилось на ВНС 1-го подъема на 35%, ВНС 2-го подъема – на 26%.

3. Удельный расход электроэнергии на ВНС 1-го подъёма уменьшился с 0,65 кВт/м^3 до 0,15 кВт/м^3, на ВНС 2-го подъёма уменьшился с 0,95кВт/м^3 до 0,45 кВт/м^3.

4. Устранены проблемы с работой скважин при низком дебите скважин.

5. Стабилизирован гидравлический режим в трубопроводах.

6. Согласована работа ВНС 1-го подъёма и ВНС 2-го подъёма (подача воды первым подъемом и расход вторым подъемом).

Литература:

1. А.П. Усачев, Н.В. Карпов. Повышение энергоэффективности насосных установок в системах водоснабжения и водоотведения. // Водоснабжение и санитарная техника. 2011. №2.
2. А. Н. Ядрищенский, Н. Н. Филиппова, Г. И. Колобова, А. П. Усачев, А. В. Гордейчик. Реконструкция Ингодинского водозабора г. Читы – эффективность комплексного подхода. // Международный конгресс "Вода: экология и технология", ЭКВАТЭК-2008. Москва.
3. Б.С. Лезнов, С.В. Воробьев. Работа центробежных насосов с переменной частотой вращения. // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. №9.