

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СКВАЖИННЫМ ВОДОЗАБОРОМ «СМЫЧКА» Г. СЕМЕЙ

Лукин Николай Александрович, РК ВКО, 071404, г. Семей, ул. Каржаубайулы, 249, ГКП «Семей Водоканал», технический директор (Тел. 8-7222- 251-59-81, E-mail: tech.director@semei-vodokanal.kz).

Усачев Алексей Павлович, РФ, 630087, г. Новосибирск, а/я 169, ООО «Сибирь-мехатроника», технический директор, (Тел. 8 (383) 399-00-55, E-mail: usachev@sibmech.ru).

Гордейчик Алексей Владимирович, РФ, 630087, г. Новосибирск, а/я 169, ООО «Сибирь-мехатроника», главный конструктор, (Тел. 8 (383) 399-00-55, E-mail: gorden@sibmech.ru)

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».

В 2015-16 годах были проведены и закончены планируемые работы по водозабору «Смычка». Данное сообщение предоставляет результаты этой работы.

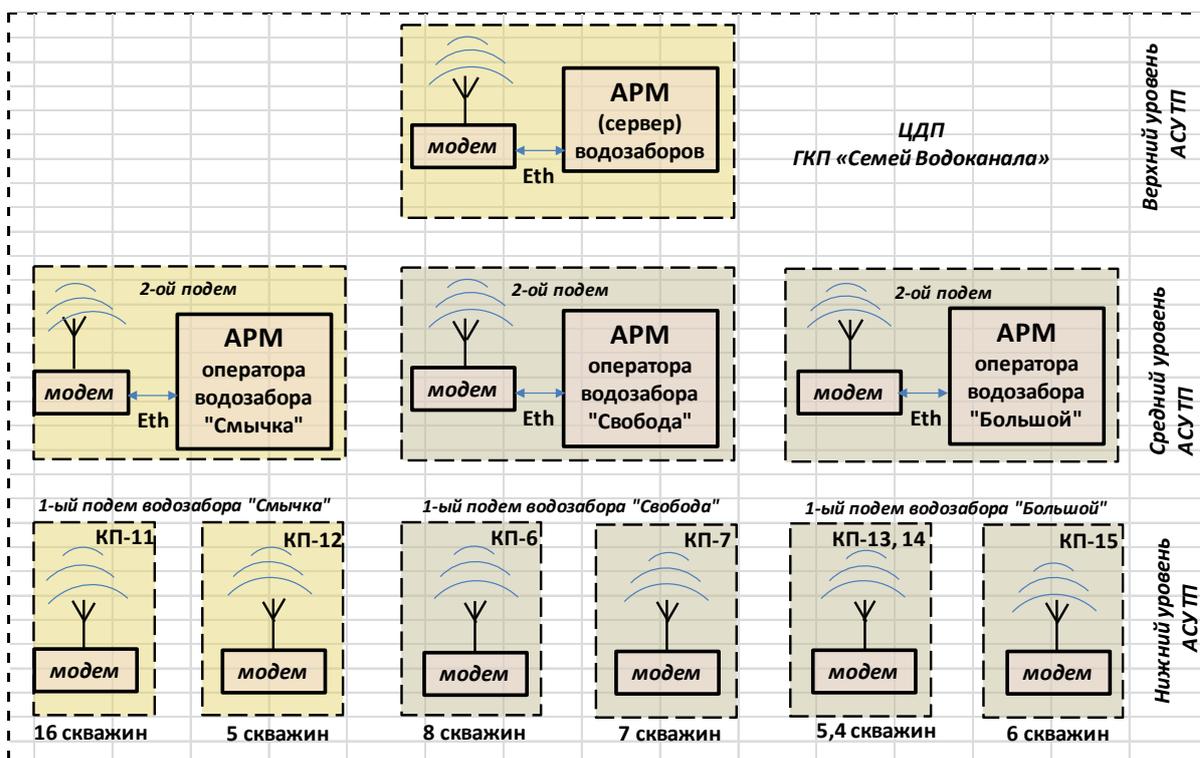


Рис.1. Функциональная схема концепции АСУ ТП 3-х основных водозаборов г. Семей.

Водозабор «Смычка» является одним из упомянутых трех водозаборов. Производительность водозабора составляет до 30 тыс. м³/сут. ВНС 1-го подъема 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 подъема (рис.2).

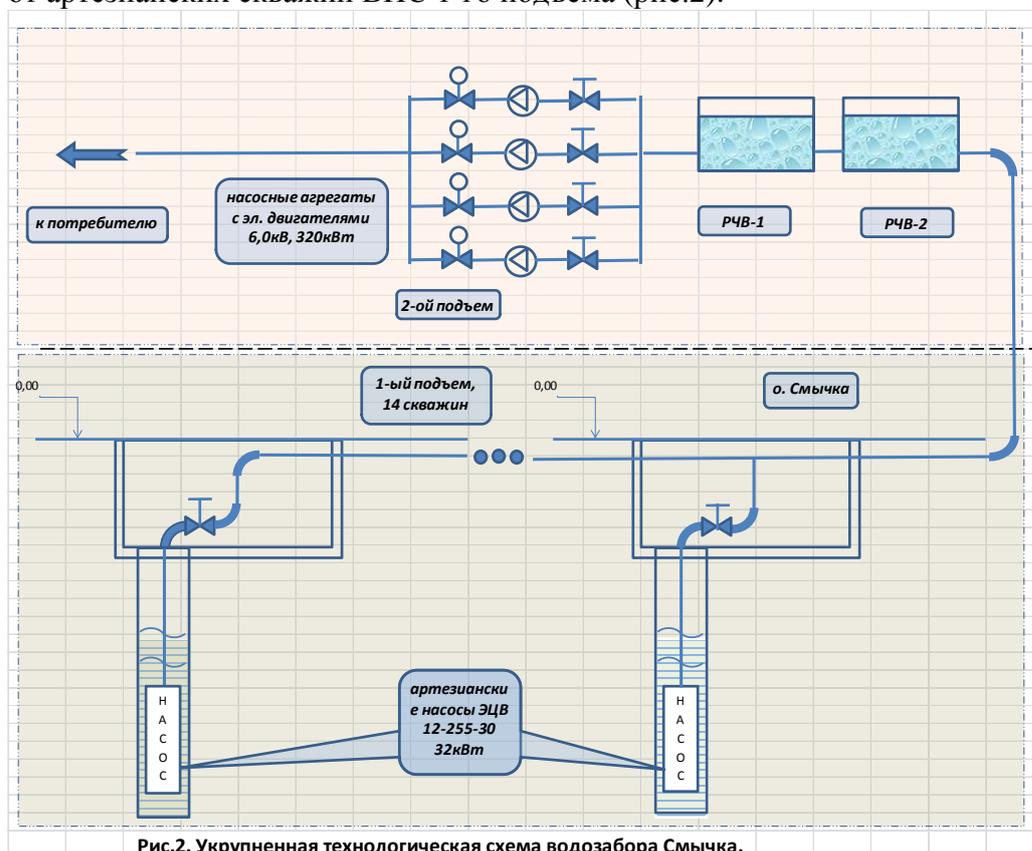


Рис.2. Укрупненная технологическая схема водозабора Смычка.

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

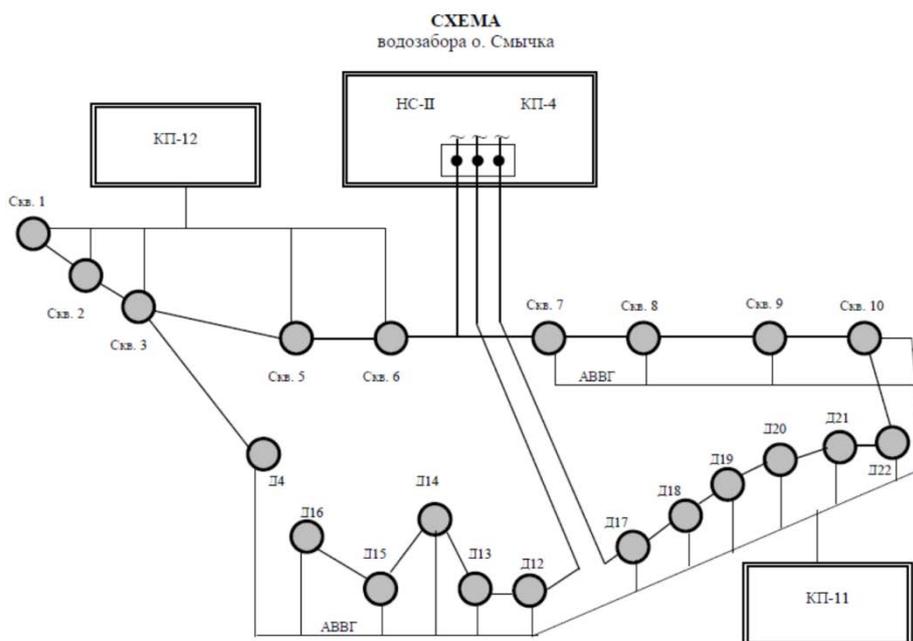


Рис. 3. Гидравлические и электрические связи скважин водозабора Смычка.

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

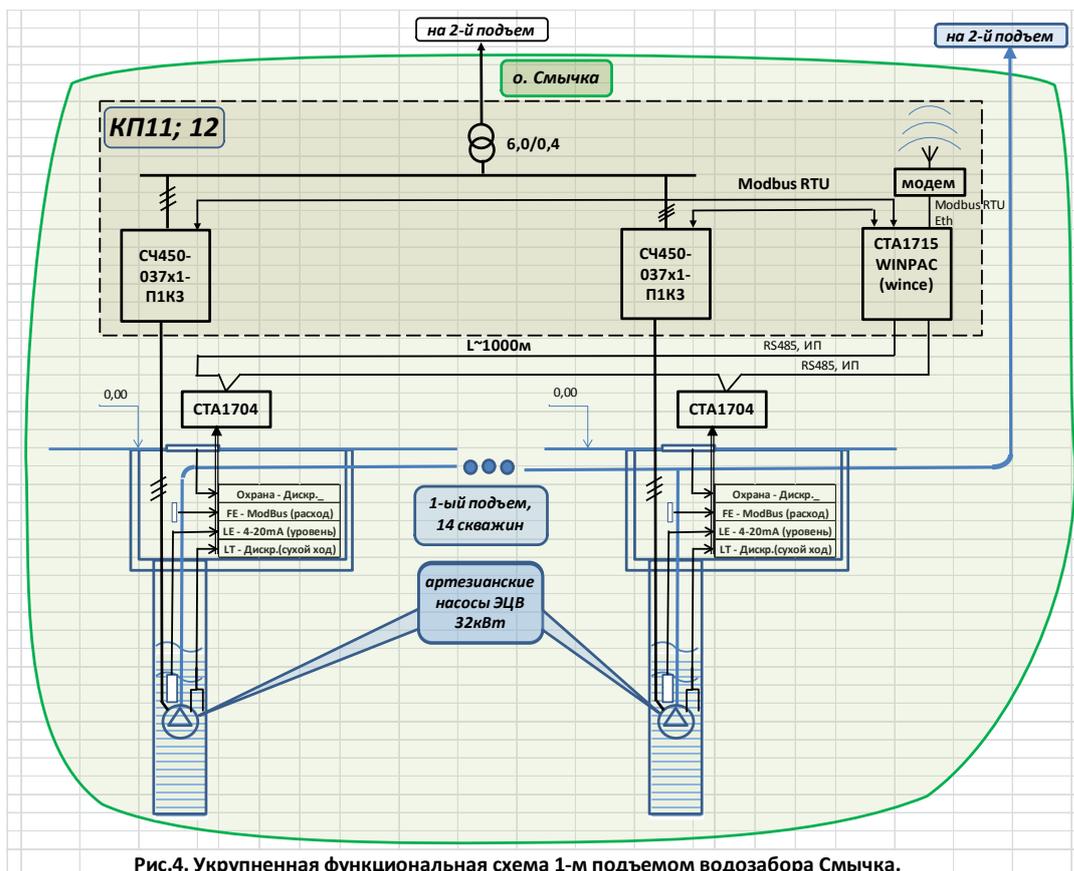


Рис.4. Укрупненная функциональная схема 1-м подъемом водозабора Смычка.

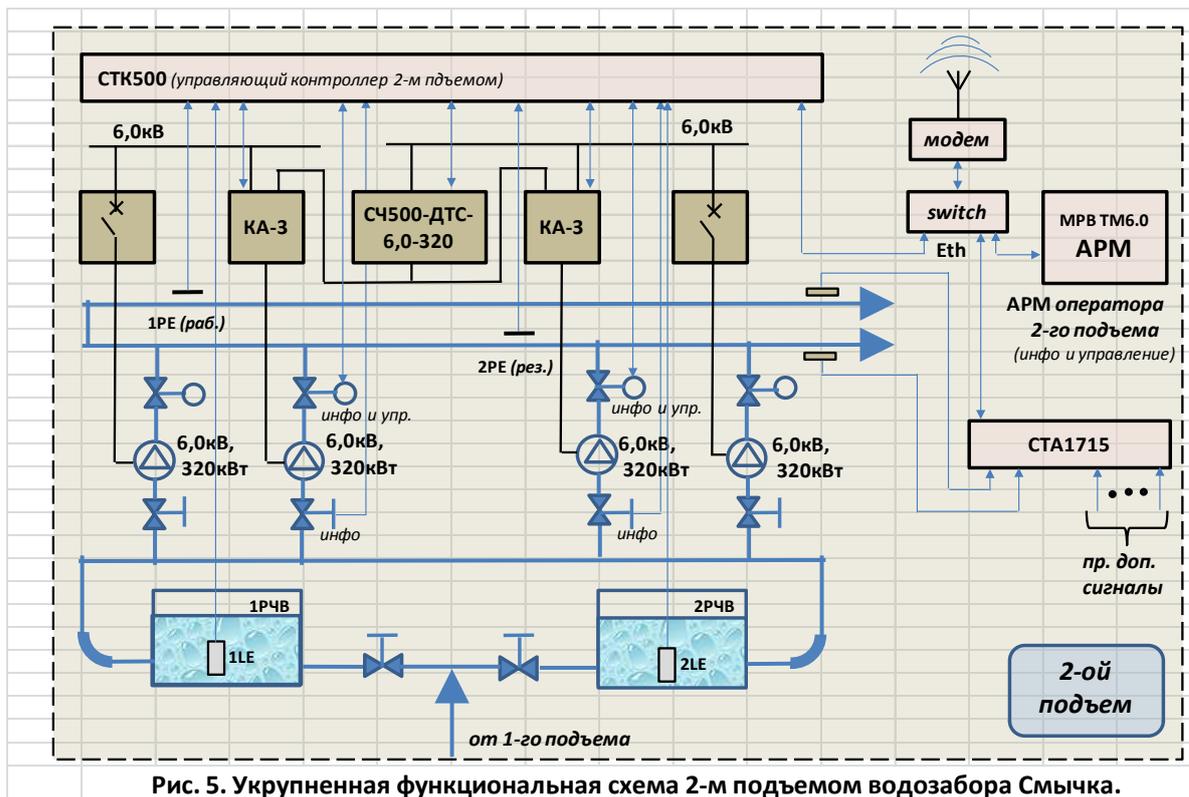
На каждой скважине установлены следующие датчики:

- 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. Для управления электроприводами основных насосных агрегатов типа Д1250-63 (6,0кВ, 320кВт) установлена двухканальная станция частотного управления СЧ500-ДТС-6,0-320х2. 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. Диктующим параметром для этого является давление в выходном напорном трубопроводе.

(рис. 5).



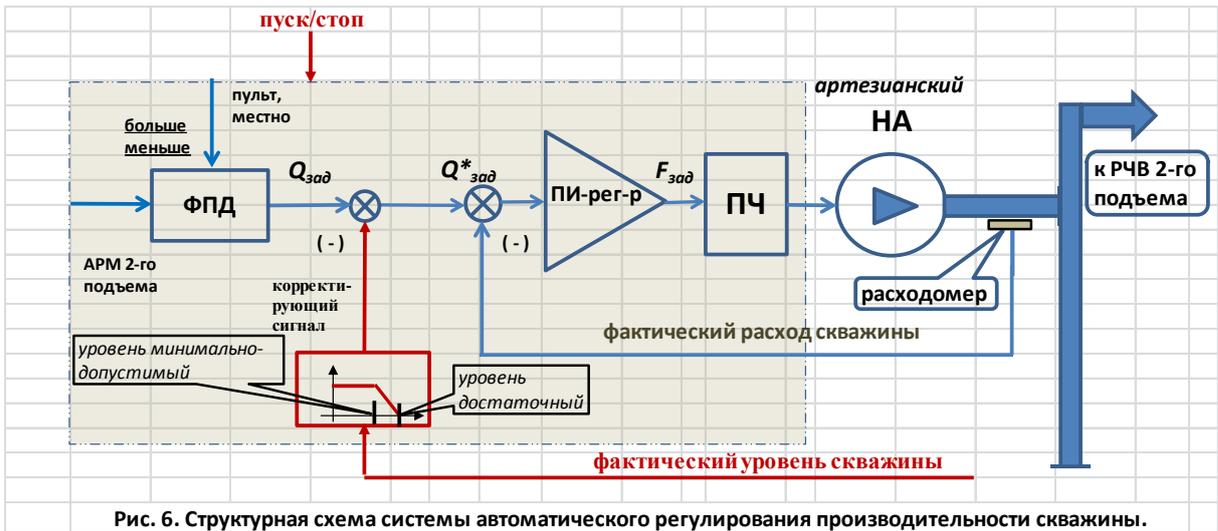
Вся информация о работе оборудования ВНС 2-го подъема также передается на АРМ оператора. АРМ оператора ВНС 2-го подъема отображает состояние оборудования всего водозабора и дает возможность управления этим оборудованием в автоматическом (без вмешательства дежурного оператора) или в ручном режиме.

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.

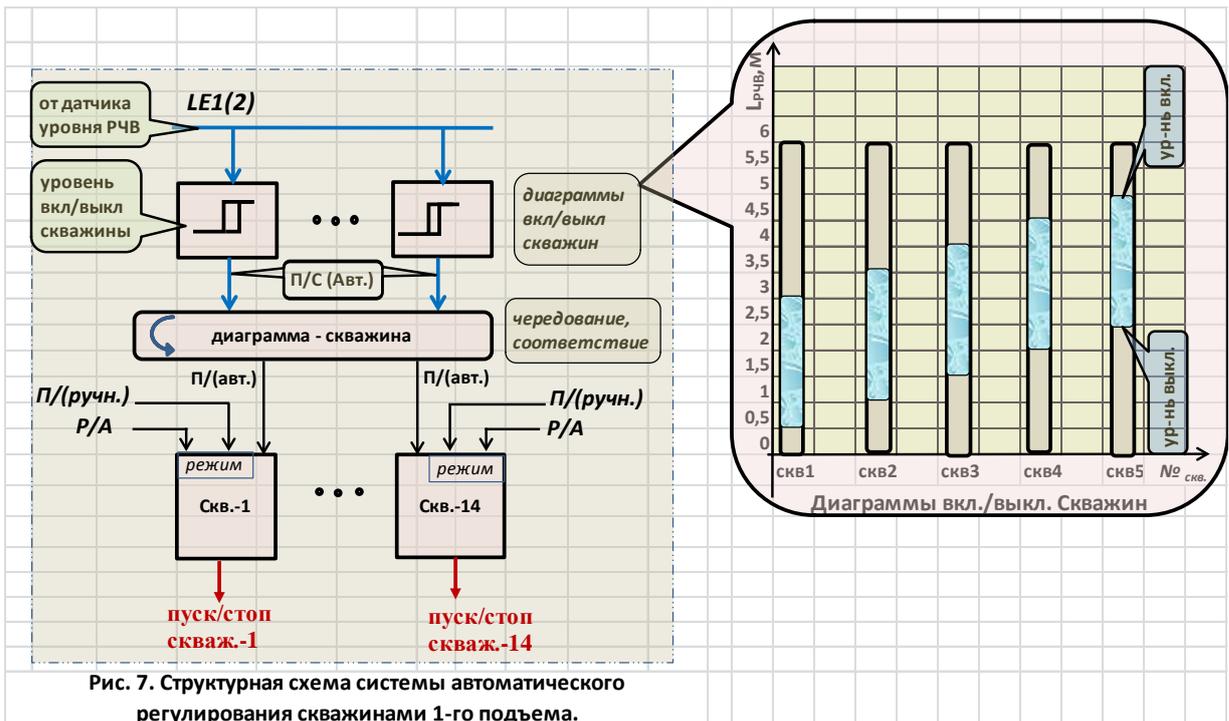
На обоих АРМ установлена СКАДА-система TRACE MODE 6.

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 ВНС1-го подъема реализована следующим образом.

Каждая скважина имеет независимую локальную систему управления, которая реализована на базе станции частотного управления СЧ450-037x1-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 ВНС2-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 ВНС2-го подъема по уровню воды в РЧВ ВНС 2-го подъема. Локальная система управления производительности 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).



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 подъема уменьшился с $0,65 \text{ кВт/м}^3$ до $0,15 \text{ кВт/м}^3$ на ВНС 2-го подъема уменьшился с $0,95 \text{ кВт/м}^3$ до $0,45 \text{ кВт/м}^3$.
4. Устранены проблемы с работой скважин при низком дебите скважин.
5. Стабилизирован гидравлический режим в трубопроводах.
6. Согласована работа ВНС 1-го подъема и ВНС 2-го подъема (подача воды первым подъемом и расход вторым подъемом).