



ISSN (E): 2181-4570

УДК: 681.5:631.624.626.863.001.895

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И
ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД****Нигматов Азизжон Махкамович - старший преподаватель.****Матчонов Ойбек Қўчқорович - PhD****Абдукадирова Камила Бахадировна – студентка****Национальный исследовательский университет «ТИИИМСХ»****Аннотация**

В статье рассмотрены вопросы надлежащего контроля и учета рационального использования подземных вод. Рассмотрены проблемы контроля уровня подземных вод и анализируется состояние измерения, даются рекомендации по приборному обеспечению контроля уровня и внедрение автоматизированной системы наблюдений и создание комплексной системы анализа с использованием удаленного модуля передачи данных через GSM.

Ключевые слова. Подземные воды, уровень, контроль уровня, мониторинг подземных вод, бесконтактный метод, уровнемер, ультразвуковой уровнемер, радарный уровнемер, передачи данных через GSM.

Введение

В Узбекистане одним из приоритетных направлений социальной политики является обеспечение населения республики качественной питьевой водой на основе реализации комплексных мер и целевых программ развития и модернизации систем питьевого водоснабжения на долгосрочную перспективу. В связи с чем прямо Постановление Президента Республики Узбекистан от 04.05.2017 г. “О мерах по упорядочению контроля и учета рационального использования запасов подземных вод на 2017-2021 годы”. Приняты ряд масштабных мер по обеспечению централизованным водоснабжением населения большинства регионов республики. При этом за счет запасов подземных вод удовлетворяется потребность населения 69 городов, 335 поселков и 2902 сельских населенных [1].

Вместе с тем интенсивное развитие промышленности и сельского хозяйства за последние 40-50 лет оказало негативное воздействие на состояние пресных подземных вод, что привело к сокращению их запасов на 35 процентов





и истощению отдельных месторождений вследствие несанкционированного строительства водозаборных сооружений и бесконтрольного отбора воды.

Анализ состояния литературных и информационных ресурсов [2-5] показывает, что, на сегодняшний день заболеваний населения мировом масштабе инициировано загрязнением питьевой воды. Идет рост заболеваемости крови и кроветворных органов, болезней мочеполовой, эндокринной и костно-мышечной систем, нарушений обмена, болезней нервной системы, органов чувств, рост психических расстройств, новообразований, врожденных аномалий и т.д. Все это требует повышенного внимания к вопросам охраны и рационального использования водных ресурсов.

Строгого математического описания качества окружающей среды территории как объекта управления не существует. Прямое управление сложным нелинейным многосвязным объектом, не имеющим математического описания, невозможно. Для осуществления управления систему необходимо замкнуть обратной связью. Этим целям и должна служить система аналитического мониторинга [6].

Анализ состояния проблемы. В настоящее время во большинство случаев используются измерительные устройства измерение уровня, в качестве измерительного устройства применяются гидрогеологические рулетки с хлопушкой [3]. В этих случаях измерение уровня воды производится от постоянной марки - фиксированного горизонтального верхнего среза обсадной трубы или оголовка скважины. Наблюдатель опускает хлопушку в скважину до появления характерного звука - хлопка, (свистка). Передвигая измерительную ленту вниз - вверх на 2 - 4 см, наблюдатель добивается такого положения хлопушки относительно зеркала воды, когда звук от соприкосновения ее с водой становится наиболее четким и резким. Результат отсчета на ленте записывается в полевую книжку. Процедуру измерения уровня производят на скважине два - три раза. Если разность отсчетов уровня при контрольном измерении составляет менее 0,5 см, то первое измерение считается правильным. В противном случае считается правильным то измерение, которое повторяется не менее двух раз.

Постановка задачи. В качестве измерения уровня рассматривается контактные и бесконтактные методы измерения уровня. В качестве измерительных приборов используются три варианта измерительных устройств.





Пьезорезисторный датчик и микропроцессорная электронный конвектор. Ультразвуковые и микроволновые уровнемеры. Точность показателей не должен зависит от свойств измеряемого продукта (например, от диэлектрической постоянной, проводимости, плотности или влажности). Пьезорезисторный датчик в уровнемерах используется зависимость электрической емкости чувствительного элемента первичного измерительного преобразователя от уровня жидкости. Конструктивно емкостные чувствительные элементы выполняют в виде коаксиально расположенных цилиндрических электродов или параллельно расположенных плоских электродов. Для неэлектропроводных (диэлектрических) жидкостей — жидкостей, имеющих удельную электропроводность менее 10^{-6} См/м, применяют уровнемеры, оснащенные чувствительным элементом. Чувствительный элемент (рис.1) состоит из двух коаксиально расположенных электродов 1 и 2, частично погруженных в жидкость. Электроды образуют цилиндрический конденсатор, межэлектродное пространство которого до высоты h заполнено жидкостью, а пространство $H - h$ — парогазовой смесью. Для фиксирования взаимного расположения электродов предусмотрен изолятор 3. В общем виде электрическая емкость цилиндрического конденсатора определяется уравнением

$$C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 H}{\ln\left(\frac{D}{d}\right)} \quad (1)$$

Где: ϵ - относительная диэлектрическая проницаемость вещества, заполняющего межэлектродное пространство; ϵ_0 - диэлектрическая проницаемость вакуума; H - высота электродов; D, d - диаметры соответственно наружного и внутреннего электродов.

Для цилиндрического конденсатора, межэлектродное пространство которого заполняется веществами, обладающими различными диэлектрическими проницаемостями, емкость C_{Π} определяется выражением:

$$C_{\Pi} = C_0 + C_1 + C_2 \quad (2)$$

Где C_0 - емкость проходного изолятора;

C_1 - емкость межэлектродного пространства, заполненного жидкостью;

C_2 - емкость межэлектродного пространства, заполненного парогазовой смесью.





С учетом уравнения (1) полную емкость чувствительного элемента представим в виде

$$C_{\Pi} = C_0 + \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_{ж}h}{\ln\left(\frac{D}{d}\right)} + \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_{\Gamma}(H-h)}{\ln\left(\frac{D}{d}\right)} \quad (3)$$

Так как для паров жидкости и газов $\varepsilon_{\Gamma} \approx 1$, а C_0 —величина постоянная, уравнение (3) можно преобразовать следующим образом:

$$C_{\Pi} = C_0 + \frac{2\pi\varepsilon_0h}{\ln\left(\frac{D}{d}\right)} H \left[1 + (\varepsilon_{ж} - 1) \frac{h}{H} \right], \quad (4)$$

Уравнение (4) представляет собой статическую характеристику емкостного чувствительного элемента для неэлектропроводных сред. Величина $\varepsilon_{ж}$ является функцией температуры, поэтому для исключения влияния температуры жидкости на результат измерения применяют компенсационный конденсатор.

Компенсационный конденсатор размещается ниже ёмкостного чувствительного элемента и полностью погружен в жидкость. В некоторых случаях при постоянстве состава жидкости его заменяют конденсатором постоянной емкости. Кроме того, будучи сильно зависимой от температуры, скорость ультразвука зависит от давления воздуха: она увеличивается с ростом давления. Связанные с изменениями давления в нормальной атмосфере относительные изменения скорости звука составляют приблизительно 5%. Скорость ультразвука также зависит от состава воздуха, например, от процентного содержания CO_2 и влажности. Влияние относительной влажности на скорость ультразвука является меньшим по сравнению с влиянием, оказываемым температурой и давлением: дополнительная разница скорости в сухом и насыщенном влагой воздухе составляет около 2%

В простейшем и наиболее распространённом случае, когда ультразвуковой датчик (УЗК)— датчик расположен в верхней точке резервуара, уровень среды вычисляется как разность между высотой резервуара и расстоянием между датчиком и поверхностью среды (в общем случае необходимо вносить поправку, учитывающую разность между реальной высотой установки датчика и высотой резервуара). Это расстояние вычисляется по измеряемому времени, которое необходимо ультразвуковому импульсу для прохождения пути от датчика до поверхности контролируемой среды и обратно (рис. 1).





$$h = h_{tot} - \frac{1}{2} v_s t \quad (5)$$

Здесь v_s — скорость распространения ультразвукового сигнала в данной среде.

Преобразователи будут измерять и передавать по цифровому выходу RS485 значения уровня. Давление жидкости принимает на себя мембрана, которая передает свою деформацию чувствительному элементу — пьезоэлектрическому сенсору. Выходной сигнал модуля преобразования сенсора преобразуется в сигнал, соответствующий измеряемому уровню продукта. Ультразвуковые уровнемеры в некоторой степени нечувствительны к налипанию продукта за счет эффекта самоочистки, вызванного вибрацией диафрагмы сенсора.

Микроволновые радарные уровнемеры — наиболее сложные и высокотехнологичные средства измерения уровня. Для зондирования рабочей зоны и определения расстояния до объекта контроля здесь используется электромагнитное излучение СВЧ диапазона [5].

Импульсные микроволновые уровнемеры излучают сигнал в импульсном режиме, при этом прием отраженного сигнала происходит в промежутках между импульсами исходного излучения. Прибор вычисляет время прохождения прямого и обратного сигналов и определяет значение расстояния до контролируемой поверхности [4].

Обычно, рабочая частота радарных уровнемеров независимо от типа варьирует от 5,8 до 26 ГГц. Чем более высокая частота, тем более узкий "луч" и тем выше энергия излучения, а, следовательно, сильнее отражение. Поэтому высокочастотные уровнемеры позволяют производить измерения уровня сред с низкой диэлектрической проницаемостью и, следовательно, слабой отражательной способностью [5].

Рассматриваемые уровнемеры будут использоваться в следующих диапазонах: при температуре от -30 до +60 °С при давлении до 2 МПа. Пределы измерения уровня от 0,4 до 120 м, основная погрешность не должна превышать ±0,5% и более.



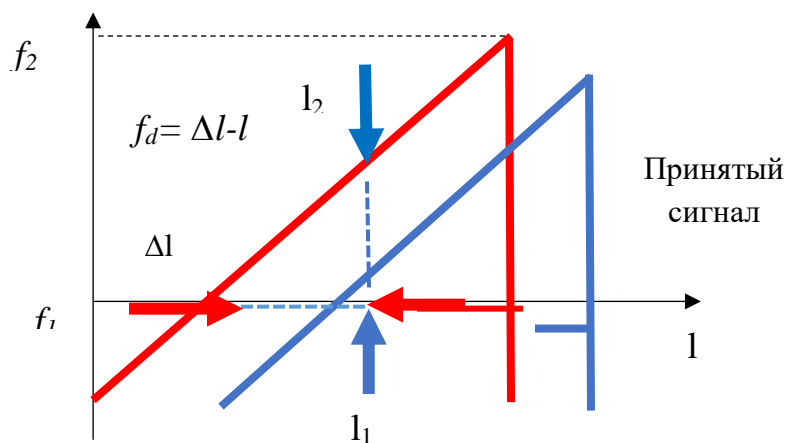


Рис.1. Принцип измерения расстояние микроволнового сигнала.

Уровнемер излучает микроволновый сигнал, частота которого изменяется непрерывно по линейному закону между двумя значениями f_1 и f_2 (рис. 1). Отраженный от поверхности контролируемой среды (жидкость, сыпучий материал и т.п.) сигнал принимается той же антенной и обрабатывается. Его частота сравнивается с частотой сигнала, излучаемого в данный момент времени. Значение разности частот (f_d) прямо пропорционально расстоянию до поверхности (l). Принцип очень прост, но на пути его практической реализации существует множество технических и технологических проблем.

Методы решения. Целью исследования является разработка научной методологии автоматизированного аналитического мониторинга водной среды региона в режиме реального времени, исследования научных и прикладных аспектов, контроль состояния уровня и оценки ресурсов запасов подземных вод их мониторинга и передачи информации в режиме реального времени в единой Центр государственного геологического изучения недр Узбекистана.

Переданные при помощи GSM данные поступают в систему программного обеспечения GSM Datamanager, которая также позволяет обрабатывать, хранить и отображать полученную информацию. Позволяет решать разнообразные задачи, связанные с мониторингом и измерением давления и уровня. Преобразователи будут измерять и передавать по цифровому выходу RS485 значения уровня. Устройство позволит производить замеры с периодом от 0,12 секунд до 90 часов, устройство оснащено оптическим инфракрасным интерфейсом, позволяет передавать данные по RS-232, USB, SDI-12. Все части





датчика – чувствительный элемент, электроника и корпус с батареей – находятся в одном сварном герметичном корпусе.

Полученные результаты согласно [2] с использованием метода наименьших квадратов разработана методика калибровки, которая позволяет на основе многократных измерений определить с высокой точностью коэффициенты (6), необходимые для расчета уровня.

$$a = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (N_i - K_i) - \sum_{i=1}^n K_i \cdot \sum_{i=1}^n N_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n N_i^2 - (\sum_{i=1}^n N_i)^2}, \quad b = (\sum_{i=1}^n K_i - a \cdot \sum_{i=1}^n N_i) / n \quad (6)$$

где: n – число измерений, N_i, K_i – показания уровня и метрологической калибровки.

Для решения поставленных задач будут использованы:

- Сбор, обработка, анализ и обобщение фактического материала по изучению режима пресных подземных вод на крупных групповых и локальных одиночных водозаборах;
- Полевые исследования, включающие в себя: ежегодное обследование, гидродинамическое исследование и гидрогеохимическое опробование в пилотных объектах водозаборных скважин, количественные методы оценки и обработки данных с использованием моделирования.

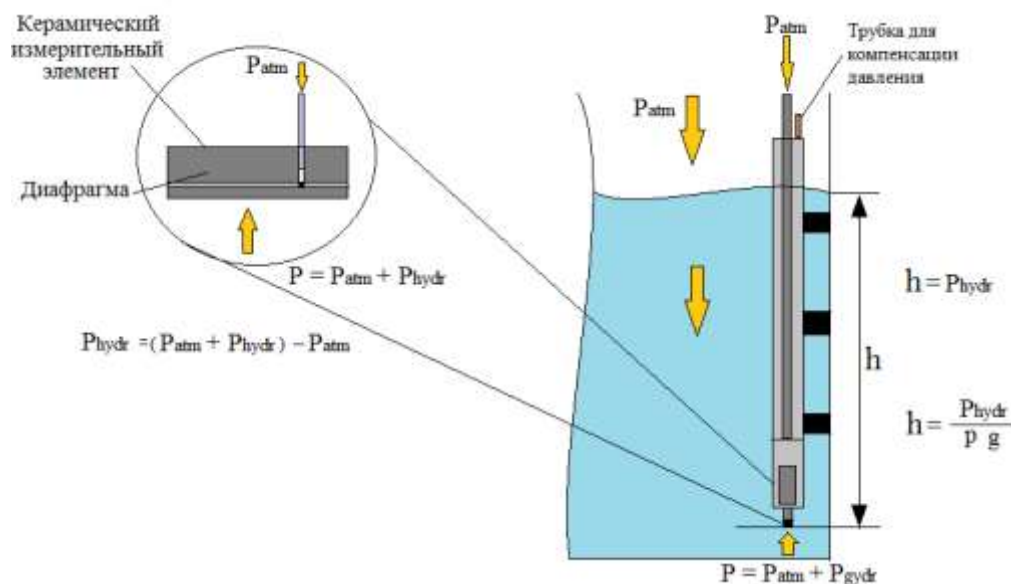


Рис.2.Общий вид и структурная схема ПАК





ISSN (E): 2181-4570

В завершающем этапе результаты научных исследований позволят решение следующих научных проблем:

- Научное обоснование разработки методологических принципов изучения месторождений подземных вод, их уровня, и качество параметров подземных вод с использованием удаленного модуля передачи данных в режиме реального времени.
- Получать информацию об изменениях качества подземных вод и предусматривать необходимые мероприятия для предотвращения их загрязнения и истощения;
- Отслеживать положение уровня подземных вод в эксплуатационных скважинах и заблаговременно регулировать глубину погружения сенсоров во избежание его выхода из строя;
- Оценивать влияние регионального водоотбора на состояние подземных вод конкретного водозабора;
- Управлять режимом эксплуатации водозаборных сооружений.

Стратегии адаптации научных исследований будут основываться не только на основе информации, связанной с управлением подземных вод, но также на социально-экономической информации и угрозах для здоровья человека.





ISSN (E): 2181-4570

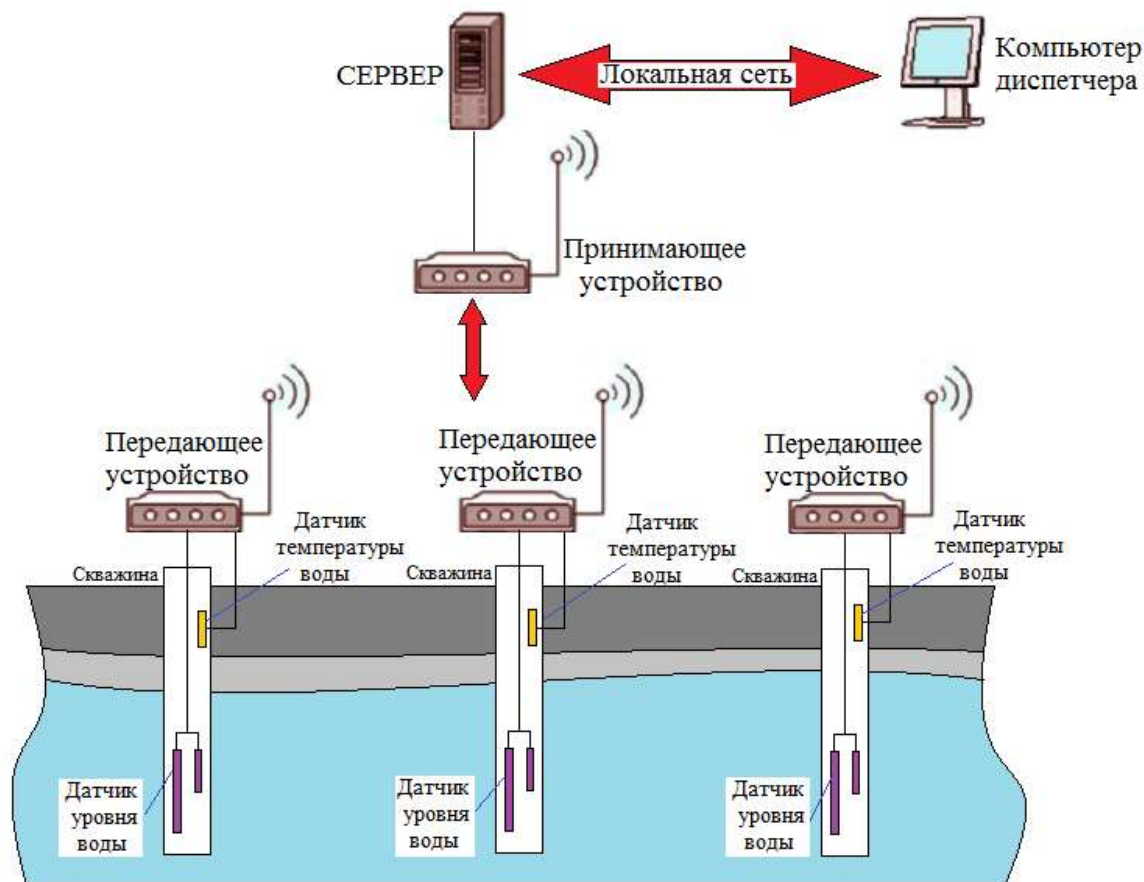


Рис.3 Функционально-структурная схема автоматизированной системы мониторинга состояния подземных вод

Результаты научных исследований будут направлены на:

1. Разработку инженерного расчета первичных измерительных преобразователей уровня, температуры и состава параметров подземных вод.
2. Создание математических моделей описывающих уровень и качественных состав подземных вод.
3. Разработку метода анализа накопление непрерывного ряда внутригодовых и многолетних наблюдений за уровнем, температурой и химическим составом подземных вод;
4. Научные обоснование и рекомендации по рациональной эксплуатации подземных вод для принятия управленческих решений, перевод мелиоративных наблюдательных скважин на автоматизированную систему мониторинга.





Выводы. На основе системного анализа решения вопросов, связанных с разработкой автоматизированного мониторинга контроля уровня подземных вод иметодологии проектирования аппаратных средств ПАК, позволят получить обобщенные модели системы мониторинга в целом и частные математические модели построения и функционирования информационно-аналитической аппаратуры контроля водной среды в составе интегрированной информационной системы мониторинга в режиме реального времени.

Список использованной литературы.

1. Постановление Президента Республики Узбекистан от 04.05.2017 г. “О мерах по упорядочению контроля и учета рационального использования запасов подземных вод на 2017-2021 годы”.

2. Федорович Н.Н., Федорович А.Н., Нагерняк М.Г., Сухачева А. Мониторинг качества питьевой воды. Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 15) – С. 3423-3427.

3. Шарапов Р.В. Оборудование для автономного наблюдения за состоянием подземных вод //Фундаментальные исследования. -2014. № 9-1. – С. 55-58;

4. Солодов, И.Н. Исследование подземных вод методом гидрогеохимического каротажа. Дис... гидрогеол.-мин. наук: 25.00.09. – Москва, 2004. – 274 с.

5. Валуконис Г.Ю., Ходьков А.Е. Роль подземных вод в формировании месторождений полезных ископаемых. Л.: Недра. 1978, 296 с.

6. Каландаров П.И., Нигматов А.М. Контроль уровня подземных вод с использованием удаленного модуля передачи данных через GSM. Материалы международной конференции. ACTUAL PROBLEMS OF MODERN SCIENCE AND INNOVATION IN THE CENTRAL ASIAN REGION. 26-сентябрь 2020 г. Жиззах 2020. С. 249-253.

