

Разработка алгоритмов управления предварительной фильтрации воды для медицинских нужд

К.А. Рябчук, А.В. Савчиц

Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»

Аннотация: Рассматриваются вопросы качественной и надежной очистки воды для медицинских нужд. Процесс очистки неразрывно связан с автоматизированным управлением инженерными системами. Для медицинских целей вода предъявляет высокие требования к степени ее фильтрации. В связи с этим формулируется задача в обеспечении непрерывного автоматизированного контроля и управления процессом очистки. В работе показан алгоритм управления процессом предварительной очистки воды, на основании которого написана программа на языке ST, описывающая логику работы визуализации с функцией отображения и управления процессом. Приведен фрагмент функциональной схемы предварительной фильтрации. Представлена визуализация процесса промывки фильтра.

Ключевые слова: максимальный уровень, минимальный уровень, резервный фильтр, накопительная емкость, предварительная очистка, технологическое оборудование, алгоритм визуализации, функциональная схема, сигнализация, промывка фильтра.

Установки водоподготовки предназначены для удаления из воды загрязнений, нежелательных химических веществ и газов. Вода для медицинских нужд предъявляет высокие требования к степени ее очистки. Соответственно возникает задача в обеспечении автоматизированного контроля и управления процессом очистки [1].

Рассмотрим систему водоподготовки для медицины, произведенной АО НПК "Медиана-фильтр". От коммунальной сети водоснабжения исходная вода подается на модуль предварительной очистки, который состоит из фильтра механической очистки. До и после фильтра установлены манометры для визуального контроля его загрязнения. Затем вода подается в накопительную емкость, которая снабжена сигнализаторами уровня для предотвращения перелива или полного опустошения [2 – 4].

Существующие системы фильтрации, несмотря на наличие контрольно-измерительных приборов, не могут эксплуатироваться без

постоянного присутствия персонала в помещении, в котором расположена установка. Загрязнение фильтров можно определить только косвенно: визуальным контролем давления по манометрам [5, 6].

Для решения данной проблемы предлагается оснастить каждый фильтр датчиком перепада давления для автоматического контроля степени загрязнения на панели оператора, и при установленном значении перепада включать световую предупредительную сигнализацию на щите в операторной. С целью увеличения длительности непрерывной работы установки необходимо предусмотреть резервный фильтр на участке предварительной очистки, установленный параллельно основному. При достижении предварительно заданного перепада давления автоматически инициируется процесс самостоятельной промывки фильтра от загрязнений. В это время процесс очистки воды осуществляется через резервный фильтр. Применение двух параллельных фильтров позволяет проводить их промывку без остановки технологического процесса.

Для контроля уровня предварительно очищенной воды в накопительной емкости применяются емкостные датчики. При достижении минимального или максимального уровня выдается управляющий сигнал на технологическое оборудование для выполнения защитной блокировки.

Автоматизированная система управления процессом очистки воды для медицинских нужд проектируется на базе программируемого контроллера с дискретными и аналоговыми входами (выходами) и сенсорной панели оператора, установленной на лицевой панели щита управления [7].

Управление должно заключаться в реализации пуска/останова насоса в ручном режиме, защите насоса от сухого хода и автоматическом поддержании уровня воды в емкости [8,9]. Визуализация должна содержать динамическое отображение процесса заполнения и опустошения емкости водой, индикацию состояния фильтров (анализ забивки), состояние процесса

промывки фильтров, работы двигателя насоса, контроль максимального и минимального уровня воды в емкости в соответствии с фрагментом функциональной схемы автоматизации процесса очистки воды для медицинских нужд (рис. 1).

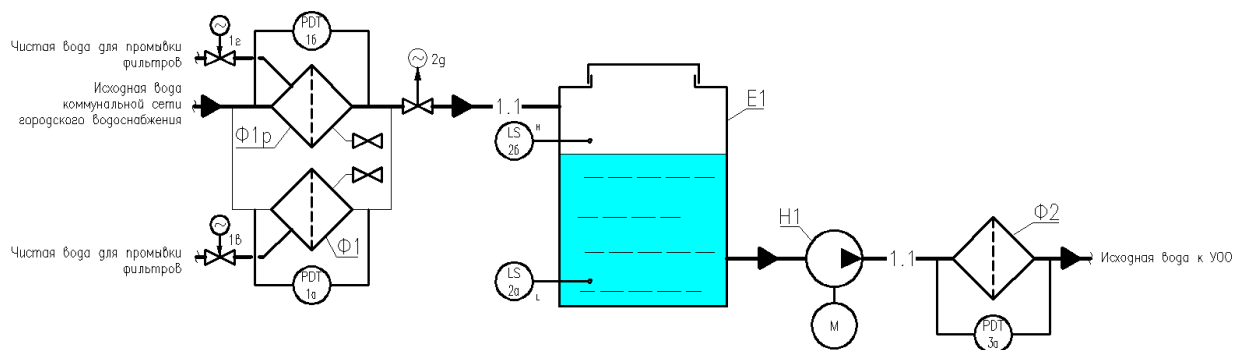


Рис. 1. – Фрагмент функциональной схемы автоматизации процесса очистки воды для медицинских нужд

На начальном этапе был составлен алгоритм управления процессом предварительной очистки воды в виде блок-схемы (рис. 2, 3).

На базе разработанного алгоритма написана программа на языке ST, описывающая логику работы визуализации с функцией отображения и управления процессом.

Значения перепада давления на фильтрах задаются вручную. При значении давления, превышающем «50», активируется сигнализация забивки фильтра. Если показатель давления фильтров $\Phi 1$ или $\Phi 1р$ достигает значения «70», то включается промывка фильтра, сопровождаемая сигнализацией, а очистка воды осуществляется через резервный фильтр. Текущее значение перепада давления на фильтре отображено на стрелочном индикаторе.

Если работает насос $H1$, и в то же время получен сигнал о минимальном уровне в емкости $E1$, то насос выключается автоматически.

Ручное управление клапаном и автоматическая блокировка при

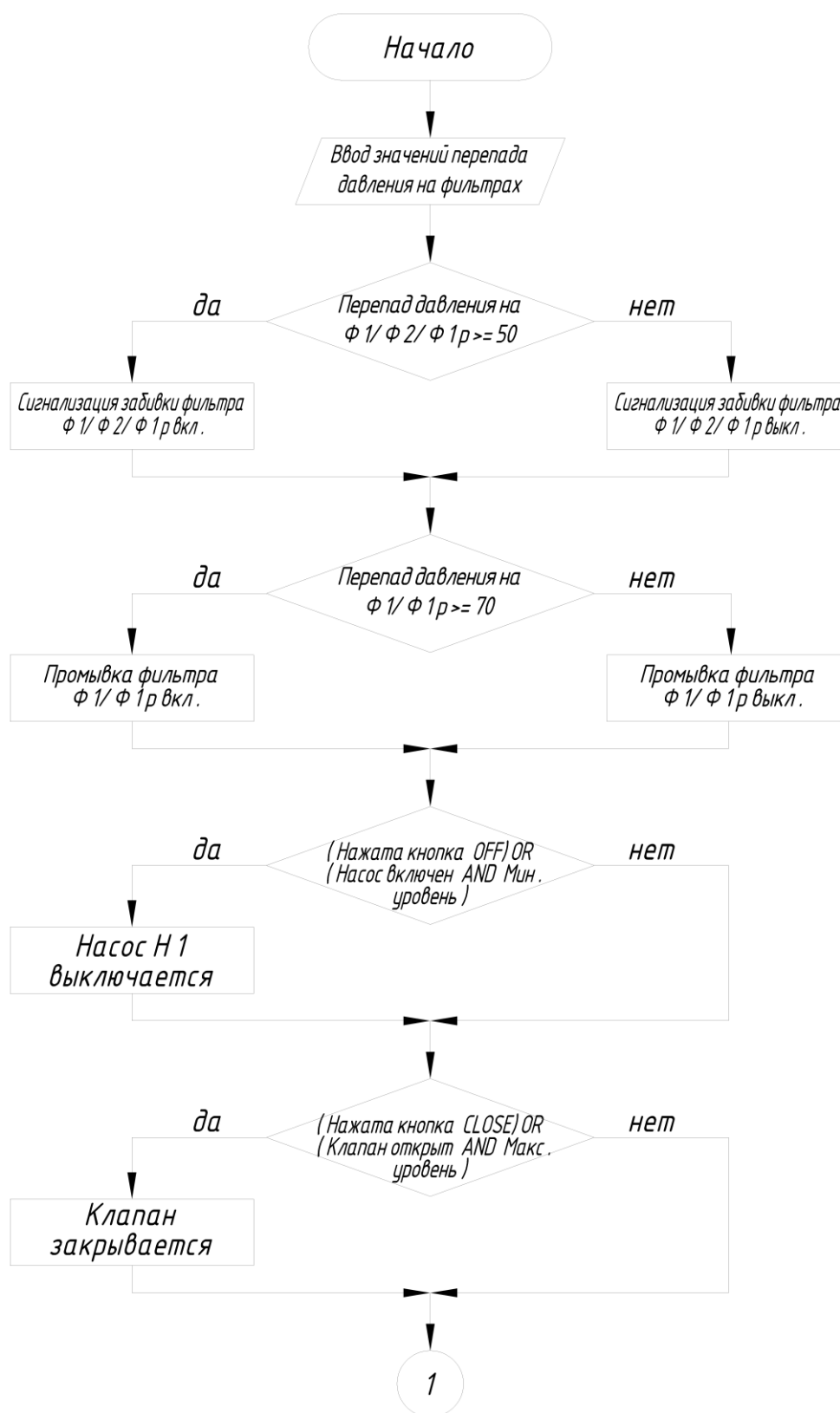


Рис. 2. – Алгоритм визуализации управления предварительной фильтрации воды (начало)

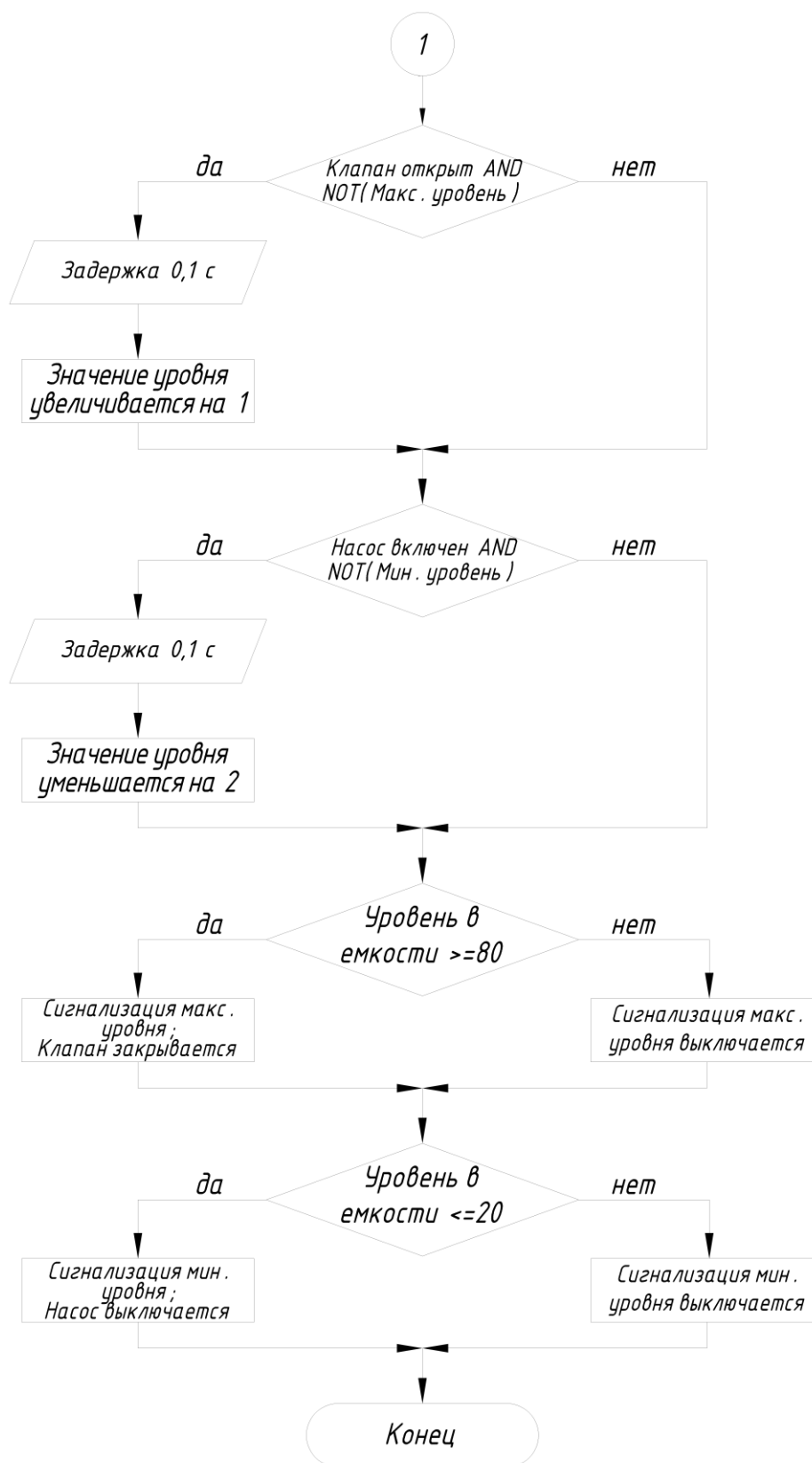


Рис. 3. – Алгоритм визуализации управления предварительной фильтрации воды (окончание)

максимальном уровне в емкости реализуется по следующему алгоритму: при открытом клапане и максимальном уровне в емкости $E1$ клапан закрывается. Алгоритм реализации динамической визуализации выполнен с помощью таймера с заданной задержкой 0,1 с. При открытом клапане и отсутствии максимального уровня в емкости $E1$ значение уровня будет с интервалом 0,1 с увеличиваться на 1. При включенном насосе $H1$ и отсутствии минимального уровня значение уровня будет с интервалом 0,1 с уменьшаться на 2. Визуализация выполнена на основе столбчатого указателя, сконфигурированного по текущему значению уровня. Сигнализация предельных значений уровня выполнена следующим образом: при достижении значения уровня «80» срабатывает сигнализация о максимальном уровне, при значении не более «20» включается сигнализация о минимальном уровне.

Визуализация фрагмента функциональной схемы автоматизации процесса очистки воды для медицинских нужд в состоянии «Промывка фильтра $\Phi1$ » представлена на рис. 4.

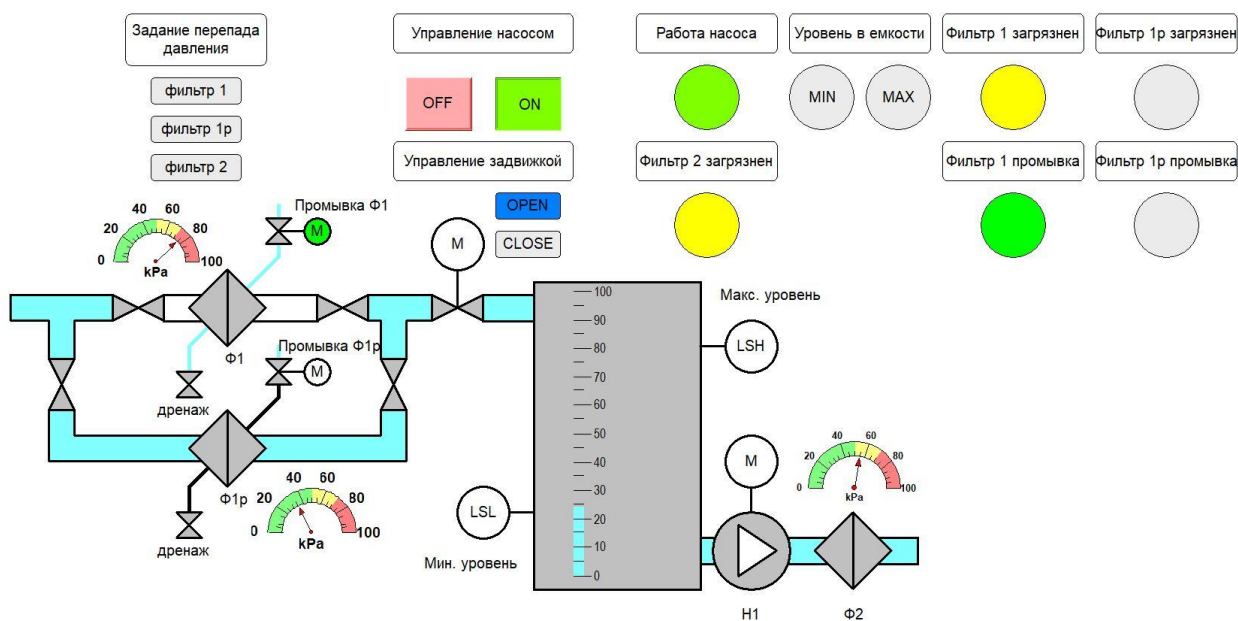


Рис. 4. – Состояние процесса «Промывка фильтра $\Phi1$ »

Предлагаемые решения по модернизации системы очистки воды для медицинских нужд позволяют продлить срок службы технологического оборудования, предотвратить аварийные ситуации, а также снизить влияние человеческого фактора до минимума и работать систему очистки без постоянного присутствия персонала в месте расположения установки [10]. Наглядно представленная структурная схема на мнемосхеме позволяет облегчить оператору наблюдение за состоянием объекта, понимание взаимосвязей между элементами системы, а также своевременно проинформировать оператора об аварийных ситуациях.

Литература

1. Палаткин, А.А. Автоматизация системы очистки воды для медицинских нужд // NovaInfo, 2019. № 97. С. 34-37. URL: novainfo.ru/article/16223 (дата обращения: 11.11.2023).
2. Медиана Фильтр. Системы водоподготовки для медицины для фармацевтики // URL: medfilter.ru/st4.html (дата обращения: 11.11.2023).
3. Purified Water in Best Quality // URL: bwt.com/en/-/media/bwt/pharma/dokumente/1806_bwt_pw_hpw_de_digital_v2.pdf?rev=ccccb7f3f10149bfadfe7021a542131c (дата обращения: 11.11.2023).
4. Nagpal G. Water purification by using Adsorbents: A Review // Environmental Technology & Innovation. Volume 11, August 2018, pp. 187-240.
5. Рябчук, К. А. Анализ системы очистки воды для медицинских нужд // Научно-исследовательские публикации. 2022. № 3. С. 58-60.
6. Макарова И. А. Автоматизация и выбор управления системами непрерывного действия сорбционной очистки сточных вод // Инженерный вестник Дона. 2023. №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2023/8516/.
7. Рябчук, К. А. Модернизация автоматизированной системы очистки воды для медицинских нужд // Научно-исследовательские публикации. 2022. № 6. С. 57-60.



8. Рутьнов А.А., Евстафьев К.Ю. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. Москва: Инфра-М, 2007, 232 с.

9. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений. Водоснабжение и водоотведение. Москва: АСВ, 2022, 218 с.

10. Мальцева Д.А., Зибров В.А., Тряпичкин С.А., Соколовская О.В. Информационная система мониторинга технологических параметров водопровода // Инженерный вестник Дона. 2013. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1992.

References

1. Palatkin, A.A. NovaInfo, 2019. № 97. pp. 34-37. URL: novainfo.ru/article/16223 (date assessed: 11.11.2023).

2. Mediana Fil'tr. Sistemy vodopodgotovki dlja mediciny dlja farmacevtiki [Water treatment systems for medicine for pharmaceuticals]. URL: medfilter.ru/st4.html (date assessed: 11.11.2023).

3. Purified Water in Best Quality. URL: bwt.com/en/-/media/bwt/pharma/dokumente/1806_bwt_pw_hpw_de_digital_v2.pdf?rev=ccccb7f3f10149bfadfe7021a542131c (date assessed: 11.11.2023).

4. Nagpal G. Environmental Technology & Innovation. Volume 11, August 2018, pp. 187-240.

5. Ryabchuk, K. A. Nauchno-issledovatel'skie publikacii. 2022. № 3. pp. 58-60.

6. Makarova I. A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2023/8516/.

7. Ryabchuk, K. A. Nauchno-issledovatel'skie publikacii. 2022. № 6. pp. 57-60.

8. Rul'nov A.A., Evstaf'ev K.Ju. Avtomatizacija sistem vodosnabzhenija i vodootvedenija [Automation of water supply and sanitation systems]. Moskva: Infra-M, 2007, 232 p.



9. Orlov E.V. Inzhenernye sistemy zdaniy i sooruzhenij. Vodosnabzhenie i vodootvedenie [Engineering systems of buildings and structures. Water supply and sanitation]. Moscow: ASV, 2022, 218 p.

10. Mal'ceva D.A., Zibrov V.A., Trjapichkin S.A., Sokolovskaja O.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2013. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1992.