

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ДОЗИРОВАНИЯ РАСТВОРА РЕАГЕНТА ДЛЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДСКИХ ВОДОКАНАЛОВ

*Н.С. Малявкина, Н.В. Плотникова*

## AUTOMATION OF CHEMICAL SOLUTION METERING SYSTEMS FOR URBAN WATER AND WASTEWATER TREATMENT PLANTS

*N.S. Malyavkina, N.V. Plotnikova*

Рассмотрена система автоматического дозирования раствора реагента, используемая в очистных сооружениях городских водоканалов. Предложена функциональная схема и проведено моделирование применения фильтров Бесселя 3 порядка и Баттерворта 2 и 3 порядков для сглаживания сигнала.

*Ключевые слова:* автоматическое дозирование, шум, оптимальный фильтр.

The system of automatic chemical solution metering, used in urban water and wastewater treatment plants, is considered in the article. A functional diagram is proposed; simulation of Bessel filter of the third kind and Butterworth filters of the second and third kinds to rectify the signal is performed.

*Keywords:* automatic metering, noise, optimal filter.

Управлять существующими сложными техническими объектами невозможно без современных средств автоматизации и вычислительной техники, без высокоэффективных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП).

Основная цель автоматизации – улучшить основные показатели эффективности производства за счет автоматизации контроля технологических параметров, автоматического управления процессами, предотвращения аварийных ситуаций за счет введения автоматических систем сигнализации, блокировки и защиты.

Одним из важнейших этапов проектирования АСУТП является разработка программного обеспечения, позволяющего не только автоматизировать отдельные технологические процессы, но и контролировать весь технологический процесс полностью.

Рассмотрим систему автоматического дозирования раствора реагента, используемую в очистных сооружениях городских водоканалов. Такие системы в общем случае [1] включают задающее устройство (ЗУ), исполнительный механизм (Н – насос) и расходомер реагента (РР), соединенные

последовательно, функциональная схема приведена на рис. 1.



Рис. 1. Исходная функциональная схема

Цель такой системы поддерживать требуемое количество активного вещества в определенном объеме воды. Так как объем подаваемой сырой воды постоянно меняется, необходимо постоянно пересчитывать объем подаваемого реагента для обеспечения постоянного отношения между объемом реагента и объемом очищаемой воды. По информации, снимаемой с расходомера реагента, можно контролировать его необходимый объем.

Сигнал, снимаемый с расходомера, является зашумленным. Шум может быть обусловлен различными факторами – как внутренними, присутствующими самому устройству, например, шум измерительного прибора, так и внешними, как правило, внешней средой.

**Малявкина Наталья Сергеевна** – преподаватель кафедры систем управления, Южно-Уральский государственный университет; n-info@bk.ru

**Плотникова Наталья Валерьевна** – доцент кафедры систем управления, Южно-Уральский государственный университет; nat\_pl@mail.ru

**Natalia Sergeevna Malyavkina** – lecturer of Control Systems Department of South Ural State University; n-info@bk.ru

**Natalia Valerievna Plotnikova** – associate professor of Control Systems Department of South Ural State University; nat\_pl@mail.ru

Рассмотрим режим работы, соответствующий значению подаваемого раствора реагента 375 литров в час.

На рис. 2 приведен реальный сигнал, снимаемый с расходомера реагента для данного режима.

Желаемый сигнал теоретически должен представлять собой прямую линию, расположенную на уровне 375 (исходя из данных документации на насос). Видно, что получаемые на практике сигналы отличны от желаемых.

Одной из основных причин такого различия является то, что измерения производятся в дискретные моменты времени, а также то, что насос качает жидкость дискретно (в нашем случае) с определенным интервалом, кроме того во всасывающем трубопроводе имеется переменное противодавление. Принимая во внимание, что насос является частично цифровым устройством с неизвестным внутренним алгоритмом обработки, составление математической модели является нетривиальной задачей.

Для получения удобных для восприятия характеристик необходимо избавиться от шума. Для решения этой задачи вводят различного рода фильтры, но выбрать тип используемого фильтра достаточно сложная задача, так как типы перекачиваемых жидкостей и используемое оборудование различны.

Решить эту проблему можно посредством моделирования, которое позволяет подобрать в каждом конкретном случае фильтр с оптимальными параметрами.

Еще одна особенность этапа разработки программного обеспечения для АСУТП заключается в том, что фильтр – это не какая-либо физическая

часть системы, а блок программного кода, при помощи которого в дальнейшем данные (входные сигналы) будут отделены от наложенного шума и приведены к требуемому виду.

Для решения задачи управления необходимо автоматизировать систему; для этого в нее вводится обратная связь – с целью получения возможности контроля за расходом реагента.

В первом приближении такую систему можно описать одноконтурной структурной схемой, состоящей только из одних безынерционных звеньев.

Схема дозирования реагента с учетом обратной связи и фильтра, представлена на рис. 3, на котором введены следующие сокращения:

- $g$  – заданное значение дозы активного вещества реагента в объеме сырой воды;
- РСВ – заданное значение расхода сырой воды;
- ИКР – измеренное значение концентрации дозируемого реагента в растворе;
- ПР – пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор;
- Н – насос;
- РР – расходомер раствора реагента;
- Ф – фильтр.

Фильтр может быть представлен структурной схемой, по которой можно получить математические соотношения, позволяющие запрограммировать сам процесс фильтрации сигналов.

Помимо фильтра в систему введен пропорционально-интегральный регулятор, пропорциональная составляющая которого противодействует отклонению регулируемой величины от заданного значения, наблюдаемому в данный момент време-

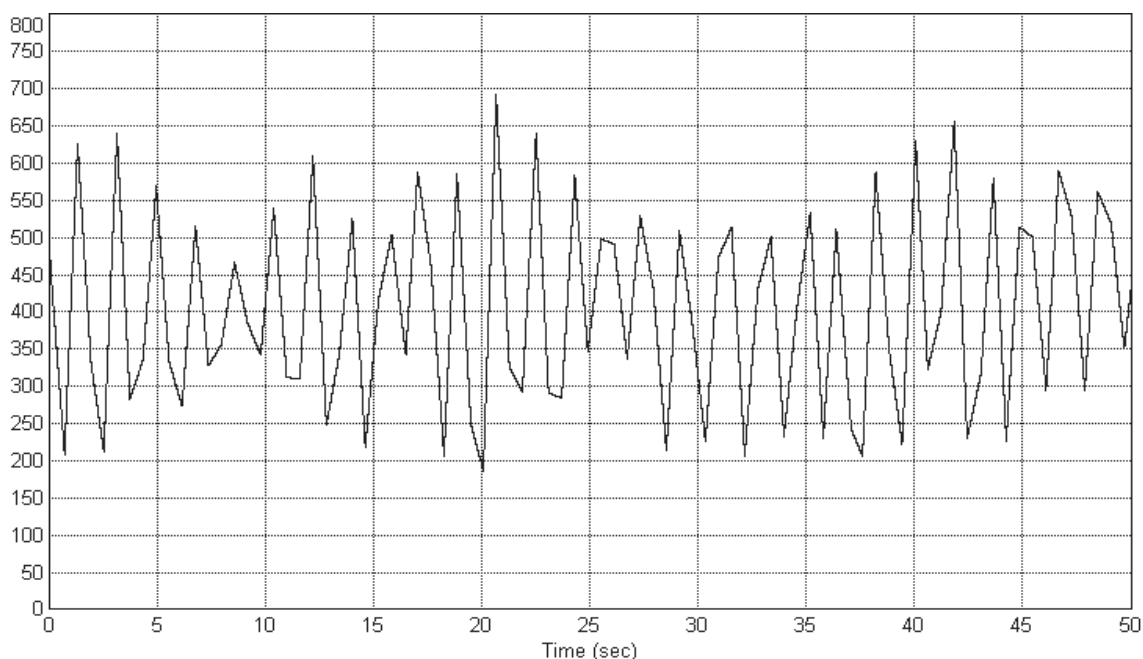


Рис. 2. Значение дозы активного вещества реагента, снимаемого с расходомера

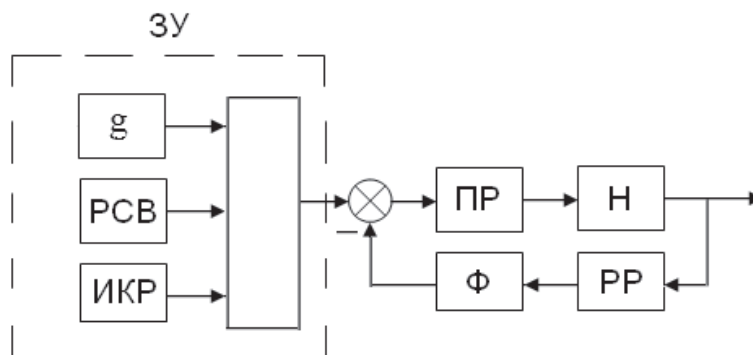


Рис. 3. Схема дозирования реагента

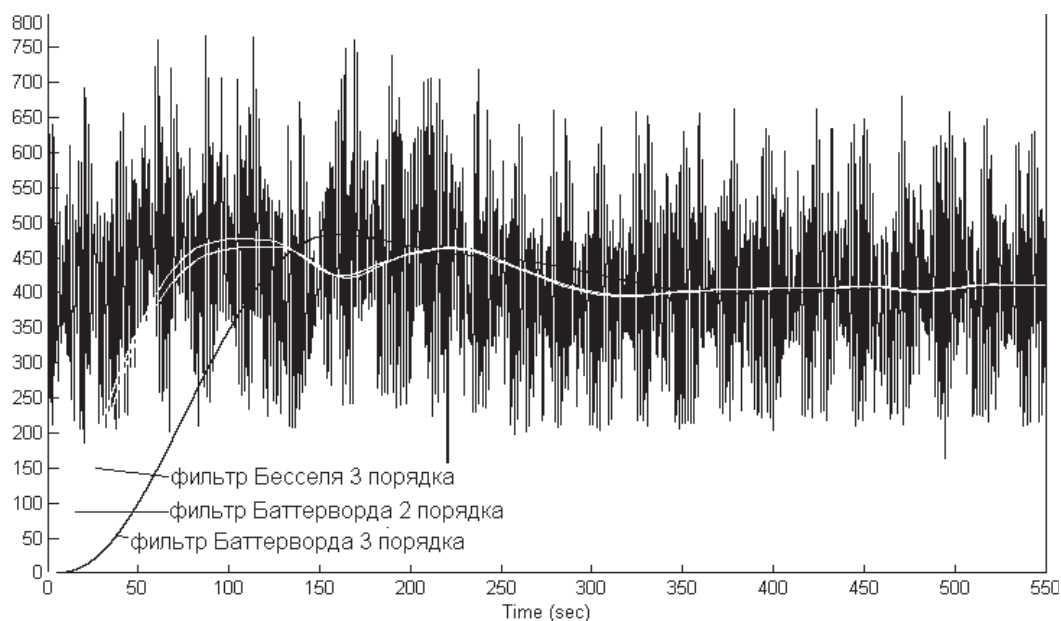


Рис. 4. Реальный и сглаженный сигналы

ни, интегральная – устраняет возникающую статическую ошибку, а дифференциальная предназначена для улучшения динамического качества регулирования.

Самыми распространенными на сегодняшний день являются фильтры Бесселя, Баттерворта и Чебышёва, отличающиеся крутизной наклона амплитудно-частотной характеристики в начале полосы задерживания и колебательностью переходного процесса при ступенчатом воздействии [2].

Была проведена проверка возможности применения фильтров Бесселя 3 порядка и Баттерворта 2 и 3 порядков для сглаживания сигнала, представленного на рис. 2. Для фильтров 3 порядка была выбрана частота среза 0,05 с, для второго порядка – 0,03 с. Было проведено пробное сглаживание сигналов с помощью перечисленных вы-

ше фильтров, результат представлен на рис. 4.

Разработанная программа позволит достаточно легко получить требуемые математические соотношения для дальнейшего использования при проектировании программного обеспечения АСУТП, что значительно сэкономит время разработчика, а также осуществить сравнение нескольких возможных вариантов проектирования.

#### Литература

1. Автоматизированные системы управления процессами дозирования / А.А. Денисов, В.С. Нагорный, М.М. Телемтаев, В.П. Воеводин; под общ. ред. В.С. Нагорного. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1985. – 223 с.
2. Изерман, Р. Цифровые системы управления / Р. Изерман; пер. с англ. С.П. Забродина; под ред. И.М. Макарова. – М.: Мир, 1984. – 541 с.

Поступила в редакцию 30 августа 2012 г.