

## ВНЕДРЕНИЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРА В СИСТЕМУ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ ПЛАВАТЕЛЬНОГО БАССЕЙНА

Анастасия Алексеевна Цветков<sup>1</sup>, Алексей Николаевич Цветков<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань  
<sup>1,2</sup>tsvetkov9@mail.ru

**Аннотация:** В работе описан ПИД-регулятор, внедренный в систему поддержания температуры воды плавательного бассейна «Акварена», расположенного в городе Казань, благодаря которому существенно повышена точность регулирования и стабильность состояния бетонной чаши бассейна.

**Ключевые слова:** регулятор, поддержание температуры, автоматическое управление, плавательный бассейн.

## INTEGRATION OF A PID-CONTROLLER INTO THE AUTOMATIC MAINTENANCE OF SWIMMING POOL WATER TEMPERATURE

Anastasia Alexeevna Tsvetkova, Alexey Nikolaevich Tsvetkov

**Annotation:** The paper describes a PID controller implemented in the water temperature maintenance system of the swimming pool "Aquarena" located in the city of Kazan, due to which the control accuracy and stability of the concrete bowl of the pool are significantly increased.

**Keywords:** regulator, temperature maintenance, automatic control, swimming pool.

Система поддержания температуры воды является одной из важнейших систем обеспечения нормального функционирования плавательного бассейна. От температуры воды зависит уровень комфорта спортсмена и его тепловой режим при выполнении упражнений, связанных с длительными заплывами.

Традиционно температура воды поддерживается с помощью теплообменников и регуляторов, обеспечивающих требуемый уровень температуры на выходе из теплообменника, что ни каким образом не коррелируется с температурой воды в бассейне. При этом приходится постоянно менять режим работы регулятора теплообменника путем изменения уставки температуры воды на выходе. В итоге получается разброс температуры воды в бассейне на 2...3 градуса Цельсия.

Современные требования спортсменов к температуре воды не позволяют проводить комфортные тренировки при таких отклонениях, что сразу же отражается в негативных отзывах о соотношении цены и качества

предоставляемых услуг. Возникновение таких негативных моментов повлекло за собой необходимость ввести элемент автоматизации поддержания температуры воды.

Регулятор, обеспечивающий поддержание температуры воды на выходе из теплообменника подключен к единой информационной сети управления плавательным бассейном и позволяет производить корректировку уставок. Наиболее оптимальным регулятором для данной системы является программный код, основанный на законах ПИД регулирования.

Дифференциальный пропорционально-интегральный регулятор (ПИД-регулятор) – прибор или программный код, в случае применения цифрового регулятора, предназначенный для поддержания параметра, способного к изменениям. Три контроллера дифференциальный, пропорциональный и интегральный, объединены таким образом, что создают управляющий сигнал в зависимости от величины отклонения поддерживаемого параметра от заданной величины. Устанавливаются ПИД-регуляторы в автоматизированных системах, встраиваются в управляющий контур, и требуют обязательной обратной связи.

Принцип непрерывной работы данного устройства заключается в подаче выходного сигнала о силе мощности, необходимой для поддержания регулируемого параметра. Аппарат использует сложную математическую формулу, в составе которой есть 3 коэффициента — пропорциональный, интегральный, дифференциальный.

Объем воды плавательного бассейна «Акварена», расположенного в городе Казань составляет  $2000 \text{ м}^3$ , поэтому процесс регулирования является достаточно инерционным, реализованный в системе управления цифровой регулятор обеспечивает поддержание температуры бассейна с периодичностью обновления выходного сигнала в 30 минут, что является вполне достаточным при определенной величине коэффициентов.

Участок системы, задействованной в системе регулирования показан на рисунке 1. Процесс регулирования температуры воды и вычисления управляющего воздействия показан на рис. 2.

Процесс регулирования заключается в измерении температуры воды в бассейне, сравнении ее с заданной температурой и вычислении требуемой температуры на выходе из теплообменника. При превышении температуры над заданной, система стремится охладить воду путем снижения температуры подаваемой воды и наоборот при снижении температуры система стремится подогреть воду путем увеличения температуры подаваемой воды.

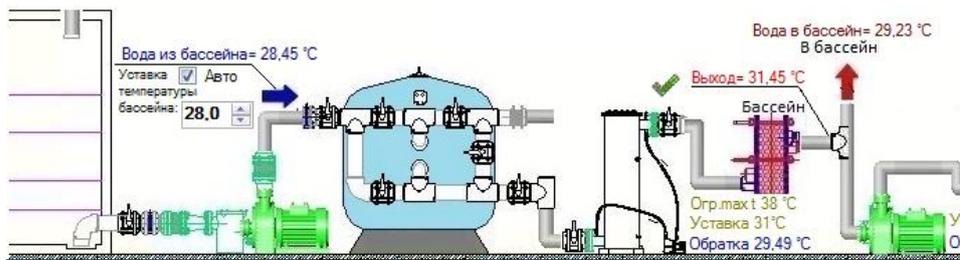


Рис. 1. Система регулирования температуры воды бассейна

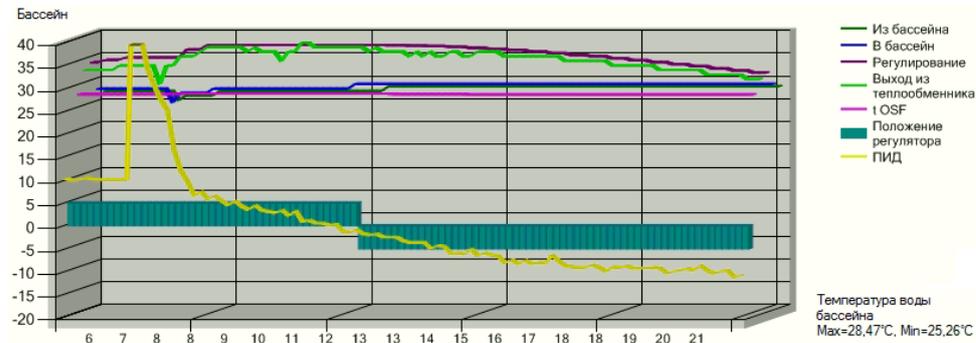


Рис. 2. Процесс работы ПИД-регулятора при нагреве и охлаждении воды

Процесс изменения температуры воды бассейна зависит от многих факторов, например, температура на улице, температура воздуха в бассейне, которая существенно влияет на объем испаряющейся с поверхности воды и на скорость остывания, поэтому регулятор практически постоянно находится в работе. Случаи, когда регулятор работает на одной и той же уставке температуры очень редкие. Но применение ПИД-регулятора позволяет стабилизировать процесс отклонения температуры от заданной в пределах 0,5 градуса Цельсия.

## Источники

1. Малёв Н.А., Погодицкий О.В., Цветков А.Н. Синтез и реализация цифрового регулятора высокого порядка на программируемом логическом контроллере. В сборнике: Труды IX международной (XX Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2016. 2016. С. 187-190.