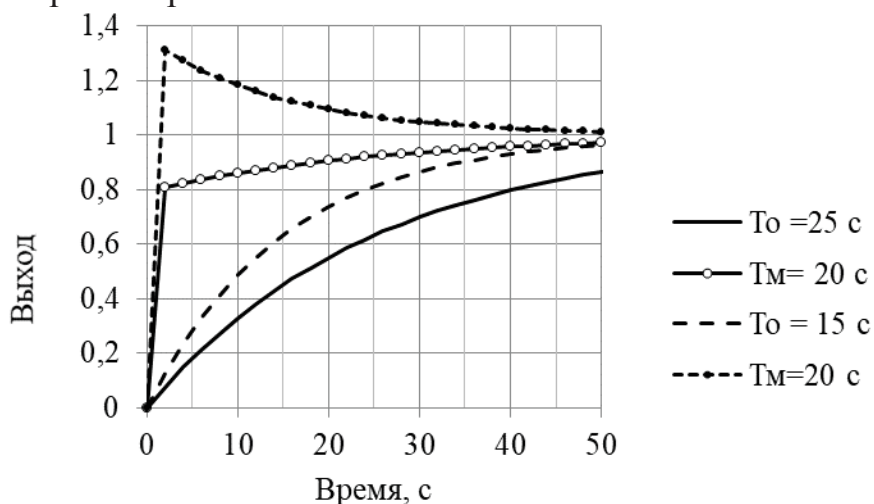


## ПРОГРАММНАЯ КОРРЕКТИРОВКА ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ ТЕРМОМЕТРОВ

В [1] рассматривался способ уменьшения инерционности термометров путем обработки контроллером в реальном масштабе времени данных, поступающих с первичного преобразователя, где отмечалось, что применимость метода зависит от того, насколько принятая постоянная времени модели ( $T_M$ ) и термометра ( $T_O$ ) соответствуют друг другу. На рис.1 представлены результаты моделирования выходного сигнала устройства, реализующего алгоритм [1], при одной и той же постоянной времени модели ( $T_M=20$  с) и различных постоянных времени реального термометра.



**Рисунок 1 – Форма выходного сигнала  
при несоответствии  $T_M$  и  $T_O$**

Максимальная ошибка расчета соответствует первому шагу измерений, при этом  $T_M < T_O$  является предпочтительнее, чем  $T_M > T_O$ .

Если интервал измерений ( $\Delta t$ ) представить в виде доли постоянной времени модели, т. е.  $\Delta t = T_M / n$ , то максимальную ошибку, возникающую на первом шаге, можно оценить по формуле:

$$\delta(T_O / T_M, \Delta t) = \frac{1 - e^{-\frac{\Delta t}{T_O}}}{1 - e^{-\frac{\Delta t}{T_M}}} = \frac{1 - e^{-\frac{T_M}{T_O \cdot n}}}{1 - e^{-\frac{1}{n}}}. \quad (1)$$

Как видно из рисунка 2 при  $n > 5$  ошибка в определении постоянной времени термометра  $T_M$  практически линейно влияет на ошибку расчета.

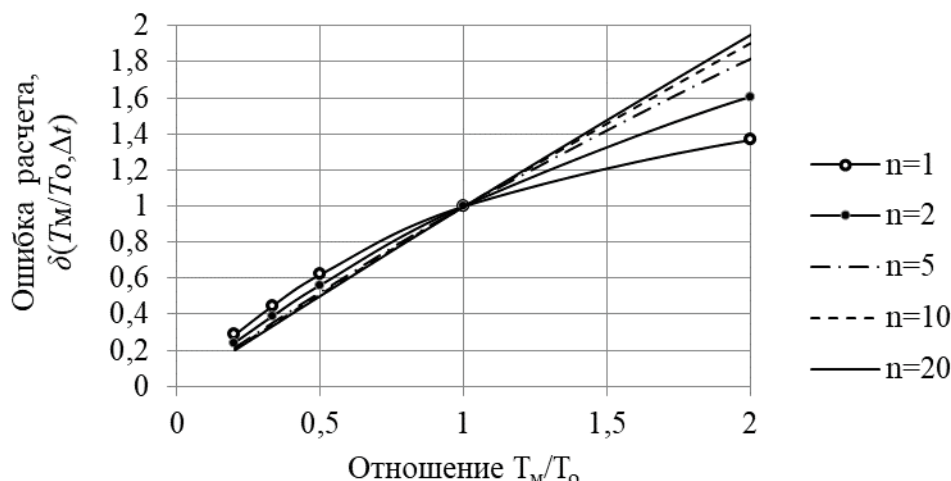


Рисунок 2 – Зависимость ошибки расчета от ошибки определения  $T_m$

Изменяющимися параметрами среды, которые влияют на постоянную времени термометра [1], являются коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  и теплоемкость материала термометра. Из критериальных уравнений, связывающих эти параметры с температурой среды и скоростью ее движения [2] можно получить, что для жидкости при равенстве температур измеряемой среды и корпуса термометра, получим:

$$\alpha = 0,28 \cdot \frac{(\rho V)^{0,6} c_p^{0,36}}{\mu^{0,24} \lambda^{0,64} d^{0,4}} \quad (2)$$

Для воздуха

$$\alpha = 0,245 \cdot \left( \frac{\rho V}{\mu} \right)^{0,6} \cdot \frac{\lambda}{d^{0,4}} \quad (3)$$

Из (2) и (3) следует, что изменение скорости потока, например, в 2 раза постоянная времени термометра изменится в 1,5 раза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бакаленко В.И., Карпович Д.С. Улучшение динамических характеристик термометров // 84-я научно-техн. конф. проф.-препод. состава, научных сотрудников и аспирантов БГТУ. Секция химической технологии и техники. – Минск, 2020. – С.287–289
2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М., «Энергия», 1977, 344 с. с ил.