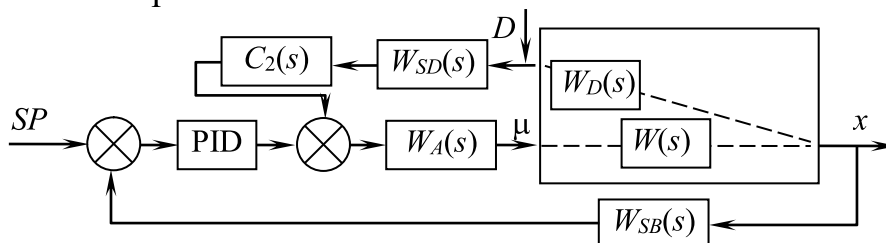


Д.А. Гринюк, доц., канд. техн. наук;
 Н.М. Олиферович, ст. препод.;
 М.Л. Бажко, студ.; М.С. Старовойтов, студ.
 (БГТУ, г. Минск)

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗНЫХ ВАРИАНТОВ КОМПЕНСАТОРОВ

Комбинированные системы широко используются для улучшения качества управления в рамках современной концепции усовершенствованного управления. Для настройки данной системы предлагают разные подходы. Наиболее часто встречается предложение об использовании принципа инвариантности [1]. В работах высказывалось предположение об упрощенном способе настройки с помощью интегральных критериев [2, 3]. Для сравнения этих подходов решено произвести их сравнение.



$C(s)$ – передаточная функция компенсатора; $W_{SD}(s)$ – сенсор возмущения;
 D – сигнал возмущения; $W_D(s)$ – канал возмущения; $W(s)$ – основной канал;
 SP – задание; PID – регулятор; $W_A(s)$ – исполнительный механизм;
 $W_{SB}(s)$ – сенсор основного параметра; x – выход

**Рисунок 1 – Структурные схемы комбинированной
(инвариантной системы) управления**

В качестве передаточных функции выбраны такой вариант, который допускает реализацию инвариантного компенсатора:

$$W_{SD}(s) = \frac{1}{25s + 1}; \quad W_{SB}(s) = \frac{1}{40s + 1}; \quad W_A(s) = \frac{1}{5s + 1};$$

$$W_D(s) = \frac{0,87 \exp(-3s)}{(9,3s^2 + 7s + 1)(25s^2 + 11s + 1)(133s + 1)};$$

$$W(s) = \frac{0,87^2 \exp(-3s)}{(3000s^2 + 80s + 1)(133s + 1)}.$$

Настройку ПИД регулятора произвели по критерию [4]:

$$I_1 = \int_0^{tp} t^2 |e| dt, \quad (1)$$

где e – сигнал ошибки, $SP - x$; tp – время моделирования; t – время.

Расчет параметров теоретического (полного) компенсатора производили по формуле

$$C(s) = \frac{W_D(s)}{W(s) W_A(s) W_{SD}(s)}. \quad (2)$$

Настройку упрощенной формулы компенсатора производили путем минимизации двух интегральных критериев:

$$I_2 = \int_0^{tp} t^2 |x| dt; \quad (3)$$

$$I_3 = \int_0^{tp} x^2 dt. \quad (4)$$

В качестве компенсатора использовали форсирующее звено [3]:

$$C_{FP} = k \frac{T_1 s + 1}{T_2 s + 1}. \quad (5)$$

Результат настройки можно видеть на рис. 2.

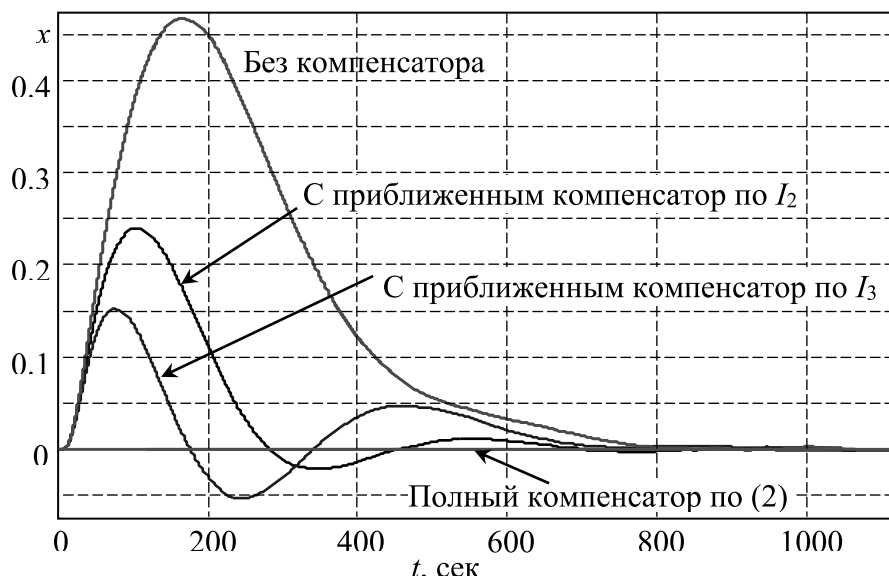


Рисунок 2 – Сравнение работы компенсаторов

Как видно из рис. 2, теоретический компенсатор идеально подавляет возмущение. Отклонение не больше 10^{-3} . С помощью компенсатора (5) удалось уменьшить отклонение в 2–2,5 раза. Из этого результата следует еще вывод, что при настройке приближенной формы компенсаторов для уменьшения амплитуды отклонения лучше использовать критерий (4).

Идеальная работа теоретического компенсатора возможна только при цифровом моделировании, так как практически не существует реальных объектов с линейными передаточными функциями, которые имеют неизменяющиеся во времени параметры. Как было показано в

[1-3] идеальный компенсатор очень редко реализуем. Еще существует одна проблема – это практическая реализация. На рис. 3 представлено перемещение регулирующего органа при условии наличия шумов канале измерения возмущения.

Хорошее подавление достигается для полного компенсатора за счет управляющего воздействия, в примерно в 25 больше номинального. А уровень шумов меньше для настроек компенсатора по (3), а максимальный для полного компенсатора.

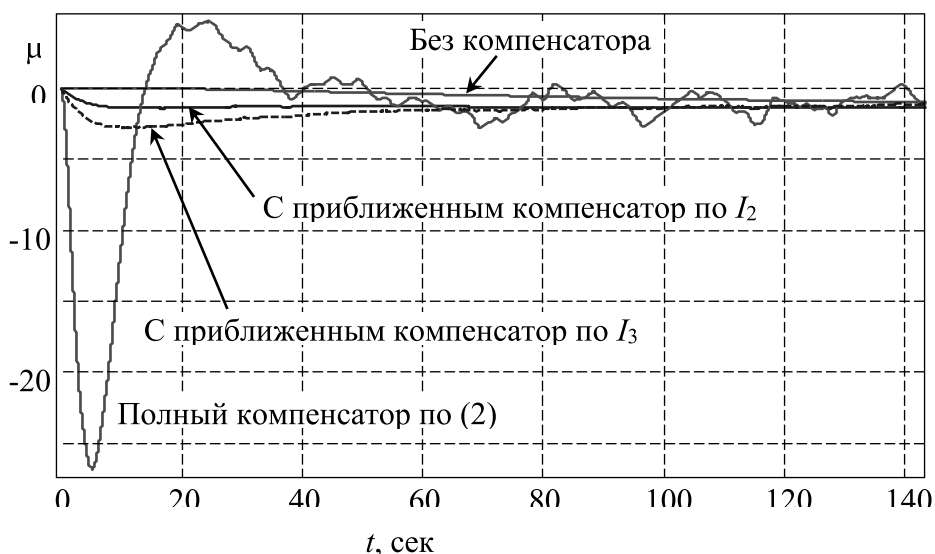


Рисунок 3 – Управляющее воздействие при разных вариантах управляющего воздействия

Выбор варианта компенсатора зависит от многих аспектов: возможностей управляющего воздействия; амплитуды шумов, требований по надежности и других прикладных ограничений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматическое управление в химической промышленности. Под ред. Е.Г. Дудникова – М.: Химия, 1987. – 368 с.
2. Настройка инвариантных систем для промышленных решений / Д. А. Гринюк [и др.] // Химическая технология и техника : материалы 85-ой науч.-техн. конф. – Минск : БГТУ, 2021. – С. 243-245.
3. Эффективное подавление помех в системах регулирования / Д. А. Гринюк [и др.] // Нефтехимия – 2021 : материалы IV Меж. науч.-тех. форума – Минск : БГТУ, 2021. – С. 270-274.
4. Гринюк Д. А., Оробей И. О., Сухорукова И. Г. Модификация интегральных критериев для повышения запаса по устойчивости // Труды БГТУ. 2012. № 6: Физ.-мат. науки и информатика. С. 118–121.