

УДК 62-838

Земцова Е.Ю. Кривых К.Н. Придчина Е.П.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Новосибирский государственный технический университет

Работа посвящена разработке системы управления буферным накопителем с помощью современных методов синтеза. Представлен синтез регулятора тока буферного накопителя методом сигнальной адаптивной обратной модели.

Ключевые слова: автономное транспортное средство, буферный накопитель энергии, тяговый электропривод

В условиях резкого ухудшения состояния окружающей среды, обострения энергетического кризиса, непрерывного роста цен на нефть как никогда актуальным становится вопрос поиска экологически чистых видов автотранспорта, которые используют альтернативные источники энергии. Кроме этого транспорт является основным источником шума и создает 80% всех зон акустического дискомфорта.

Работа посвящена разработке системы тягового электропривода автономного транспортного средства на основе двигателя постоянного тока, поиску способа оптимального управления системой для увеличения длительности и времени пробега машины, что представляется весьма актуальным в настоящее время.

Так как одной из основных задач является также увеличение времени пробега автономного транспортного средства, синтезируем буферный источник питания с помощью метода САОМ.

Функциональная схема тягового электропривода автономного ТС с комбинированной энергоустановкой:

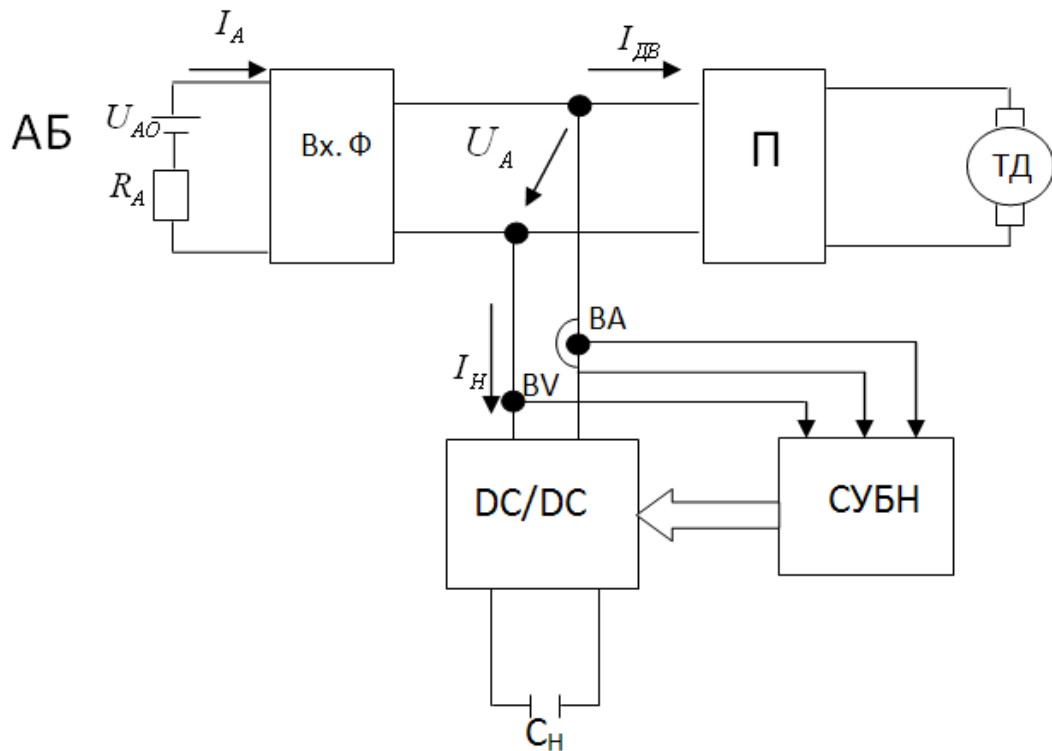


Рис. 1. Функциональная схема ТЭП автономного ТС с КЭУ

Для управления ДПТ используется реверсивный широтно-импульсный преобразователь (ШИП). Параллельно аккумуляторной батарее подключен буферный накопитель. В качестве буферного источника энергии применяется электрохимический конденсатор. В системе управления буферным накопителем (СУБН) реализованы обратные связи по току и напряжению аккумуляторной батареи.

Регулятор тока накопителя настраиваем с помощью метода сигнальной адаптивной обратной модели (САОМ)[1].

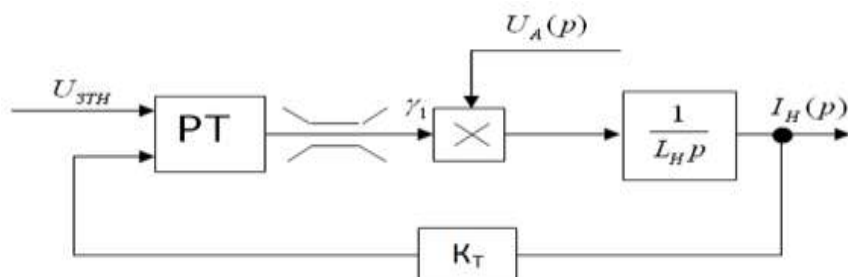


Рис. 2 Структурная схема контура регулирования тока I_H накопителя

С помощью метода сигнальной адаптивной обратной модели синтезируются робастные системы автоматического управления нелинейными и нестационарными динамическими объектами.

Желаемая переходная функция КРТ $\frac{1/k_T}{\tau_\mu p + 1}$,

$$\text{Где } \tau_\mu = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 1000}, \quad \Omega = 2 \cdot \pi \cdot 1000.$$

$$\dot{i}_H(t) = \gamma_1 \cdot U_{dc} \cdot \frac{1}{L_H} - \text{объект управления.}$$

Для линейного объекта:

$$x^n(t) = \sum_{i=0}^{n-1} a_{i0} x^{(i)} + \sum_{i=0}^{n-1} \delta a_i(t) x^{(i)} + f(t) + (b_0 + \delta b(t))u;$$

$$x^1(t) = [a_{00} + \delta a_0(t)]x + (b_0 + \delta b(t))u + f(t);$$

$$a_0 = [a_{00} + \delta a_0(t)] = 0;$$

$$b = b_0 + \delta b(t) = \frac{U_{dc}}{L_H}.$$

$$W_{ж.ел.}(p) = \frac{k_{ж.ел.}}{N(p)} = \frac{x(p)}{v(p)}$$

$$k_{ж.ел.} = \Omega$$

$$N(p) = p + \Omega$$

$$x(t) = \Omega(v(t) - x(t))$$

$$F(.) = \sum_{i=0}^{n-1} a_i^* x^{(i)} + b^* v$$

$$x_{ж}^{(1)} = a_0^* x + b^* v$$

$$a_0^* = -\Omega = -1000 \cdot 2 \cdot \pi$$

$$b^* = \Omega = 10002 \cdot \pi$$

Закон управления как обратная модель управляемого процесса:

$$u = b_0^{-1} \left(\sum_{i=0}^{n-1} (a_i^* - a_{i0}) x^{(i)} + b^* v - \hat{y} \right)$$

$$u = b_0^{-1} \left((a_0^* - a_{00}) x + b^* v - \hat{y} \right)$$

где \hat{y} - оценка «возмущений», формируемая наблюдателем.

Уравнение наблюдателя возмущения:

$$\begin{cases} \dot{\eta} = -\mu^{-1} \left(b_0 u + \sum_{i=0}^{n-1} a_{i0} x^{(i)} + \hat{y} \right), \\ \hat{y} = \eta + \mu^{-1} x^{(n-1)}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{\eta} = -\mu^{-1} (b_0 u + a_{00} x + \hat{y}), \\ \hat{y} = \eta + \mu^{-1} x \end{cases}$$

Приравняв уравнения объекта управления и уравнение желаемых движений, был получен закон управления - обратная модель управляемого процесса. Метод синтеза малочувствительных систему автоматического управления на основе обратных моделей объекта позволяет достичь большой гибкости в выборе траекторий желаемых процессов и обеспечить малую чувствительность.

Моделирование тока накопителя при различном значении возмущающего воздействия производилось в MATLAB Simulink.

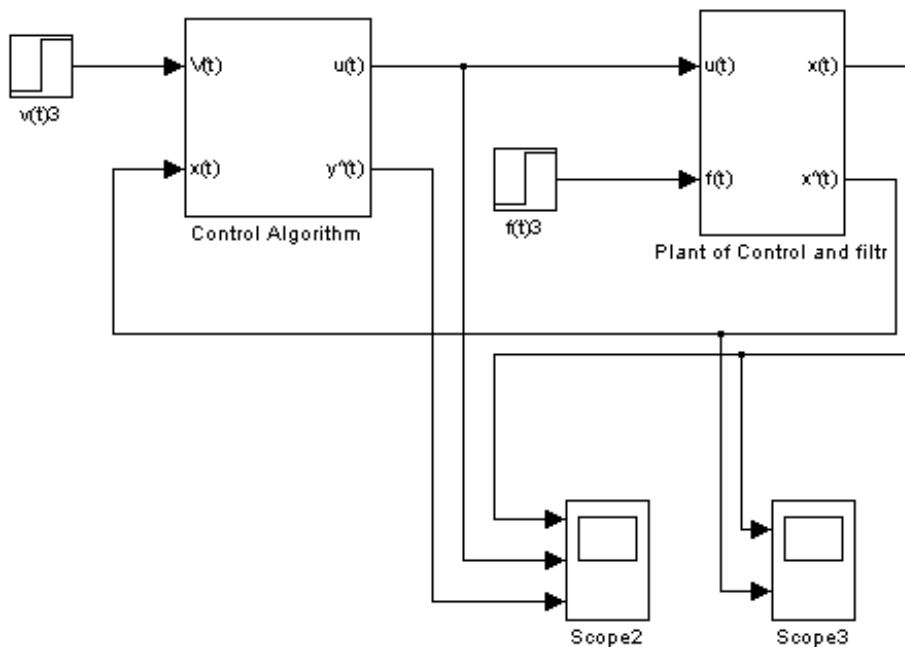


Рис. 3. Структурная схема исследуемой модельной САУ

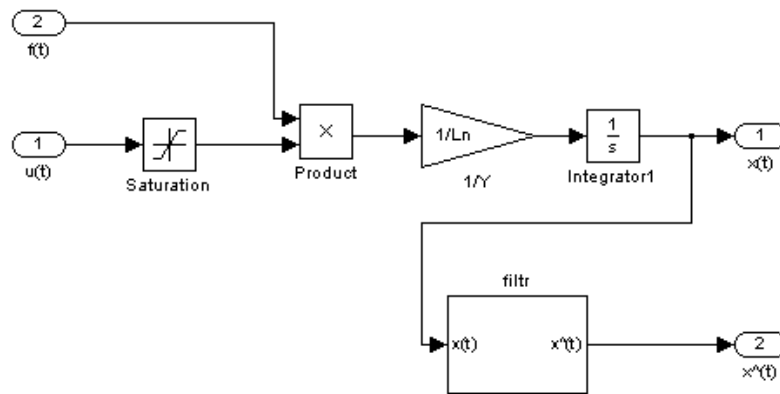


Рис. 4. Структурная схема объекта управления и дифференцирующего фильтра

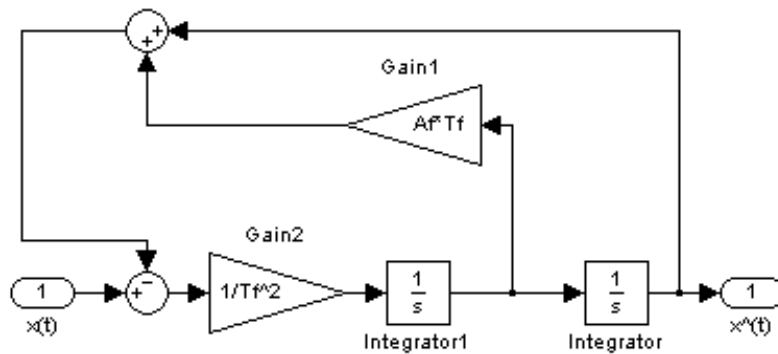


Рис. 5 Структурная схема дифференцирующего фильтра

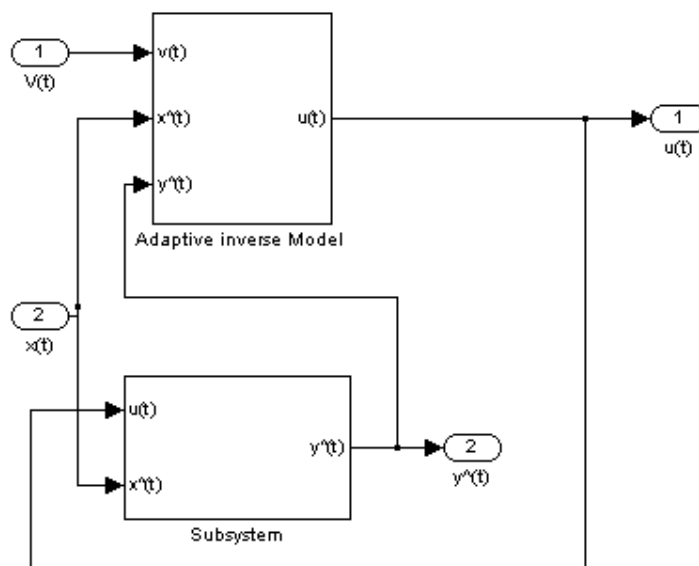


Рис. 6. Структурная схема алгоритма управления

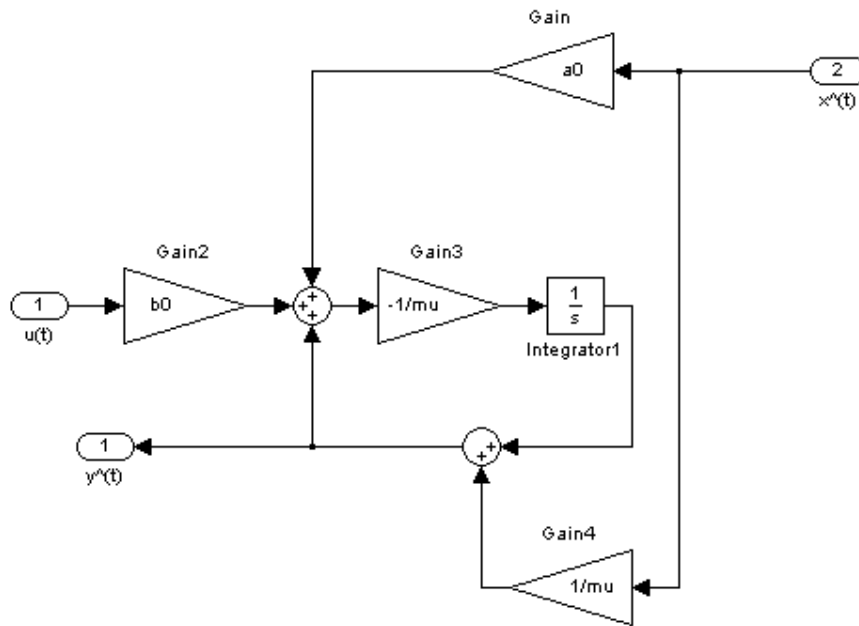


Рис. 7. Структурная схема наблюдателя возмущений

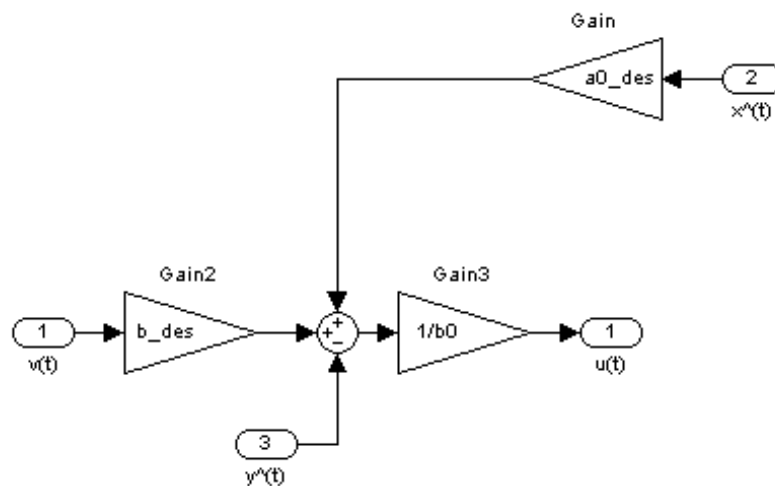


Рис. 8. Структурная схема адаптивной обратной модели

Структура программы в m-файле:

```

omega=1000*2*pi;
Ln=0.1e-3;
Udc=40;
a0=0;
b0=Udc/Ln;
b_des=omega;
a0_des=-omega;
mu=0.1/omega;
Tf=0.1*mu;
Af=sqrt(2);

```

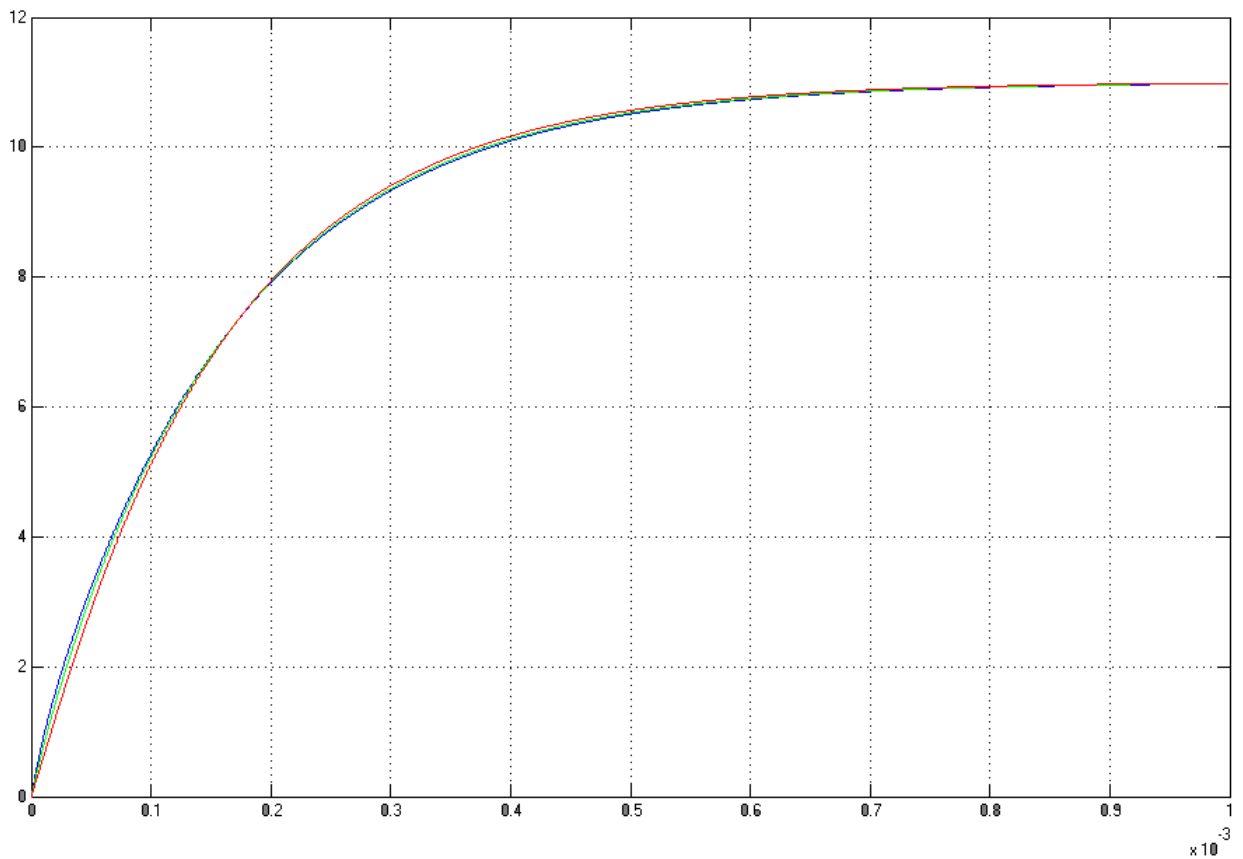


Рис. 9. Моделирование в MATLAB Simulink тока накопителя при различном значении возмущающего воздействия

Из графика переходных процессов видно, что система малочувствительна к возмущающему воздействию.

Метод САОМ позволяет достичь большей гибкости в выборе траекторий желаемых процессов, обеспечить малую чувствительность к параметрическим и внешним возмущениям и улучшить помехозащищенность САУ.

Литература:

1. Панкратов В.В. Специальные разделы современной теории автоматического управления: учеб. пособие / В.В. Панкратов, Е.А. Зима, О.В. Нос. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 220с.