

**Автор:**

**Галамага Ксения Владимировна**

студентка

**Научный руководитель:**

**Горькавый Александр Иванович**

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный

технический университет»

г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский край

## **СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ НА ПРИНЦИПАХ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

***Аннотация:** в представленной статье приводятся результаты научного исследования по оценке возможностей формирования качественных переходных характеристик в системе электропривода с оптимальным регулятором. В результате исследования авторами были получены опытные данные, обобщение которых позволило составить некоторые рекомендации для последующего использования при синтезе оптимального регулятора.*

***Ключевые слова:** оптимальное управление, оптимальный регулятор, электропривод, система управления.*

### *Актуальность работы*

Развитие теории оптимального управления связано с ростом требований к качеству функционирования системы. Причём возможности формирования регуляторов по полному вектору состояния на принципах оптимального управления для конкретных объектов, в частности для электропривода, представляет собой самостоятельную задачу, решение которой позволяет формировать наиболее приемлемое движение, как выходных, так и промежуточных координат.

### *Основные проблемы и способы их решения*

Среди значимых проблем электроприводов является проблема обеспечения требуемого качества управления, поэтому было произведено исследование системы электропривода на конкретном примере, детализированная структурная

схема объекта управления представлена на рисунке 1, а параметры – в таблице 1 [1].

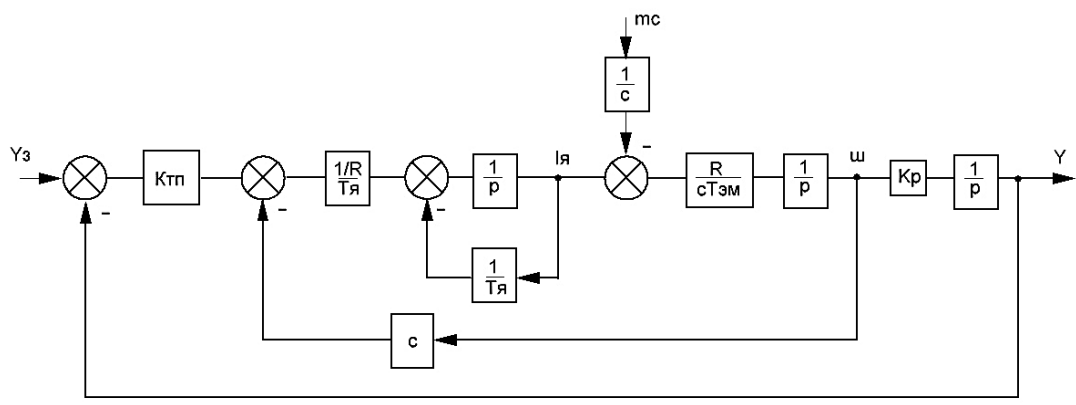


Рис. 1. Детализированная структурная схема объекта управления

Таблица 1

Параметры системы

Параметр	$k_{тп}$	$k_y$	$k_p$	$\omega_0$	$c, \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{А}$	$R, \text{ Ом}$	$T_{тп}, \text{ с}$	$T_{эм}, \text{ с}$	$T_{я}, \text{ с}$
Значение параметра	26	3	0,1	90	2,2	2,9	0,006	0,09	0,06

На рисунке 2 представлена переходная характеристика выходного сигнала объекта по задающему воздействию, полученная при помощи программы структурного моделирования.

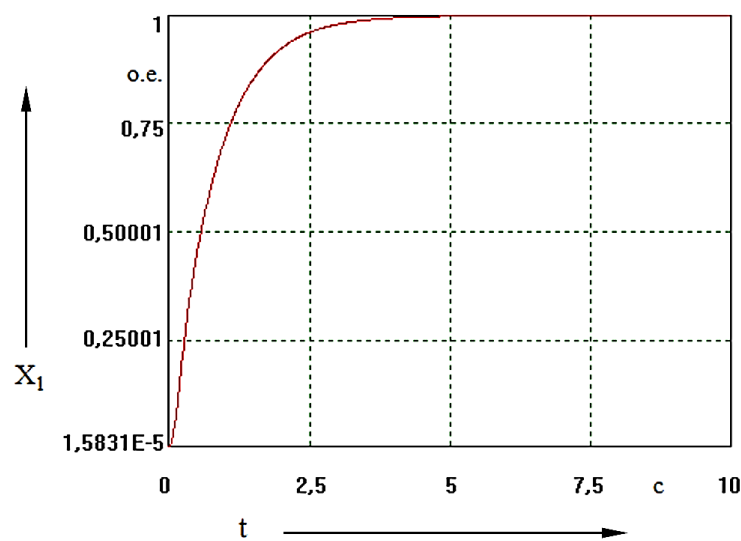


Рис. 2. График переходного процесса сигнала  $X_1(t)$  по задающему воздействию

По полученным результатам моделирования можно сделать вывод, что исходный электропривод обладает низким быстродействием. Необходимо осуществить синтез регулятора так, чтобы, допустим, время переходного процесса электропривода не превышало удвоенного значения наименьшей постоянной времени, при этом перерегулирование не должно превышать 5%. Задача решалась в соответствии с методикой синтеза оптимальных регуляторов по квадратичному критерию качества, изложенной в [2]. Структурная схема синтезированной системы с оптимальным регулятором представлена на рисунке 3.

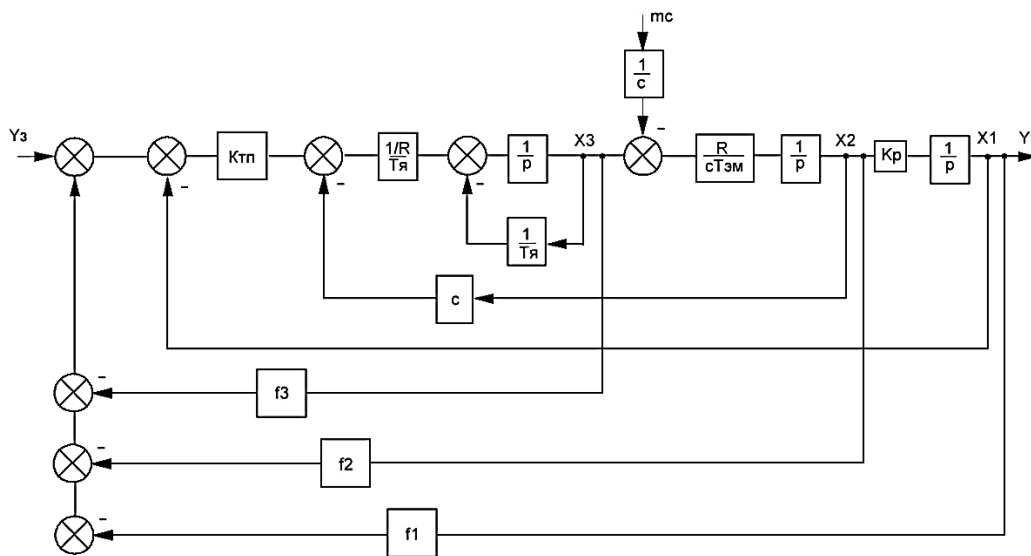


Рис. 3. Структурная схема системы объект-оптимальный регулятор

Квадратичный критерий качества в данном случае для объекта третьего порядка с учётом значимости всех трёх координат имеет вид:

$$J = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} (q_1 \cdot x_1^2(t) + q_2 \cdot x_2^2(t) + q_3 \cdot x_3^2(t) + \rho \cdot u^2(t)) \cdot dt,$$

где  $q_1, q_2, q_3$  и  $\rho$  – весовые коэффициенты, определяющие «вес» отдельных координат и управления.

В соответствии с методикой синтеза оптимального регулятора на основе вариационного исчисления, а в конечном счёте – решение алгебраического уравнения Риккати, произведены расчёты оптимальных регуляторов, обеспечивающих показатели качества близкие к требуемым путём изменения весовых коэффициентов.

Одним из вариантов разработанной оптимальной системы является система с графиком переходного процесса, представленного на рисунке 4.

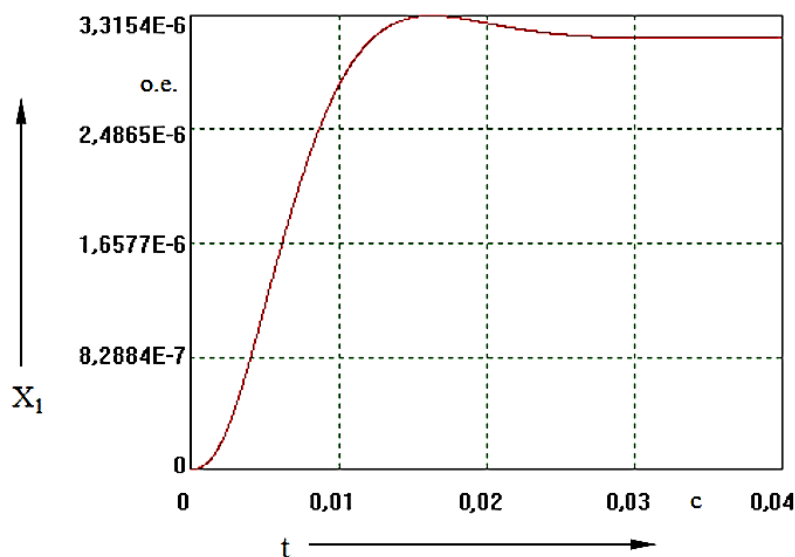


Рис. 4. График переходного процесса сигнала  $X_1(t)$  по задающему воздействию для коэффициентов  $q_1 = 10^{11}$ ,  $q_2 = 10^{-6}$ ,  $q_3 = 30$ ,  $\rho = 1$

Как видно из графика, перерегулирование полученной системы составляет 4,91%, а время переходного процесса занимает 0,011 с, что удовлетворяет заданным требованиям.

Проведённые исследования системы позволили выявить, что для её оптимизации по заданным критериям качества, требуется подбирать коэффициент  $q_1$  не меньше  $10^{11}$ , поскольку при его уменьшении и при любых сочетаниях других коэффициентов невозможно добиться желаемого быстродействия. При этом значении коэффициента  $q_1$  рекомендуется подбирать значение коэффициента  $q_2$  в пределах от 0 до 10, а значение  $q_3$  должно лежать в пределах от 30 до 50.

При выборе значения коэффициента  $q_1$  равному  $10^{12}$ , рекомендуется подбирать значение коэффициента  $q_2$  в пределах от 0 до  $10^4$ , а значение  $q_3$  – от 50 до 500. Если же выбирается значение коэффициента  $q_1$  равное  $10^{13}$ , то значение коэффициента  $q_2$  рекомендуется подбирать в пределах от 0 до  $10^6$ , а значение  $q_3$  – от 300 до 6500. Последующее увеличение коэффициента  $q_1$  является нецелесообразным, поскольку это ограничивается невозможностью практического построения такого регулятора.

### *Вывод*

Исследование системы электропривода с оптимальным регулятором и графиков переходных процессов представленной системы по задающему воздействию позволило обобщить полученные данные по влиянию весовых коэффициентов системы на характеристики конкретного электропривода.

Было выявлено, что наибольшее влияние на выходную координату системы оказывает весовой коэффициент  $q_1$ , при увеличении которого можно увеличить быстродействие переходного процесса системы, а также снизить уровень максимального скачка тока. Увеличение же весового коэффициента  $q_3$  приводит к увеличению значения перерегулирования системы, однако данное перерегулирование можно сгладить появлением значения коэффициента  $q_2$ , при этом также наблюдается замедление быстродействия. Поэтому для достижения некоторых оптимальных значений требуется подбирать такие весовые коэффициенты, сочетание которых приведёт систему к желаемым оптимальным параметрам.

Рассмотренный пример синтеза показывает возможность построения систем на принципах оптимального управления с различными требуемыми показателями качества.

### *Список литературы*

1. Горькавый А.И. Современные принципы построения электроприводов: Учебное пособие / А.И. Горькавый. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУ ВПО КНАГТУ, 2005. – 30 с.
2. Кватернак Х. Линейные оптимальные системы управления: Пер. с англ. / Х. Кватернак, Р. Сиван. – М.: Мир, 1977. – 656 с.