

Уваров Александр Александрович

обучающийся, ФГБОУ ВО АНГТУ,

e-mail: uvarov.1515131@gmail.com

Кобозев Владимир Юрьевич

ст. преподаватель кафедры АТП, ФГБОУ ВО АНГТУ,

e-mail: kobozeff.vladimir@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ»

Uvarov A.A., Kobozev V.IU.

RESEARCH OF THE LABORATORY STAND "FUNDAMENTALS OF THE CONTROL THEORY OF AUTOMATIC CONTROL"

Аннотация. Предварительно испытан учебный лабораторный стенд «Основы теории автоматического управления».

Ключевые слова: типовые динамические звенья, учебный лабораторный стенд, теория автоматического управления, осциллограф, апериодическое звено, реально-форсирующее звено.

Abstract. Pre-tested practice laboratory stand «Fundamentals of the Theory of Automatic Control».

Keywords: typical dynamic links, practice laboratory stand, automatic control theory, oscilloscope, aperiodic link, real-forcing link.

На кафедре «Автоматизации технологических процессов и производств» имеется стенд «Основы теории автоматического управления». Данный учебный стенд имеет краткое методическое пособие от производителей, которое не позволяет в полной мере изучить его принцип работы. Оно не содержит подробной инструкции и пояснения по работе с ним, поэтому разработка практикума по лабораторным работам является актуальной задачей.

Предварительный этап разработки необходимо начать с проведения эксперимента, по результатам которого можно сделать вывод о правильности работы стенда и сформировать дальнейшие этапы разработки практикумов по выполнению лабораторных работ на этом оборудовании.

При испытании стенда были поставлены следующие задачи:

- 1) Сформировать принцип правильного подключения схем динамических звеньев и их соединение с осциллографом.
- 2) Собрать схему двух типовых звеньев.
- 3) Сравнить полученные на экране осциллографа графики переходных характеристик с теоретическими переходными характеристиками звеньев.

В ходе эксперимента опыты ставились на реальном форсирующем звене.

На первом этапе собираются последовательные соединения звеньев, при этом задействуется модуль «Типовые динамические звенья».

Модуль «Типовые динамические звенья» содержит базовый набор типовых динамических звеньев: усилительное звено; идеальное дифференцирующее звено; интегрирующее звено; апериодическое звено первого порядка, апериодическое звено второго порядка, колебательное звено.

Звенья подключаются специальными соединительными проводами.

Каждое звено подключается от выхода функционального генератора к входу исследуемого звена, далее проводами соединяется выход звена с входом осциллографа.

Если рассматривается цепочка из нескольких звеньев, то сигнал подключается соединительными проводами от выхода функционального генератора к входу первого звена, выход первого звена последовательно соединяется с входом второго звена, выход второго звена последовательно соединяется с входом третьего, и так далее.

Поскольку лабораторные работы выполняются на универсальных лабораторных стендах, то все переключатели, не относящиеся к исследуемой цепи, должны находиться в положении «выключено», а гнезда незадействованных блоков – свободны.

На стенде можно регулировать значения частоты, амплитуду напряжения сигнала на выходе функционального генератора. Также стенд оснащен тумблерами, позволяющими настроить следующие параметры типовых динамических звеньев: коэффициент усиления, коэффициент демпфирования и постоянную времени.

Передаточная функция реального форсирующего звена описывается формулой [1]:

$$W(s) = \frac{k \cdot (\tau \cdot s + 1)}{(T \cdot s + 1)} \quad (1)$$

где k – коэффициент усиления звена, τ и T – постоянные времени звена.

Подключение данного звена является последовательным. Отдельно соединяются усилительное, апериодическое и форсирующее звенья с помощью специальных проводов. Схема подключения реального форсирующего звена представлена на рисунке 1.

Если подключение типового динамического звена произведено верно, то изменение постоянных параметров звена будет корректно отражаться на графиках переходных характеристик, отображаемых на экране осциллографа.

Возможны следующие случаи:

- а) Если $T > \tau$ реальное форсирующее звено приобретает вид апериодического,
- б) $\tau > T$ реальное форсирующее звено приобретает вид форсирующего.
- в) $T = \tau$ реальное форсирующее звено приобретает вид усилительного.

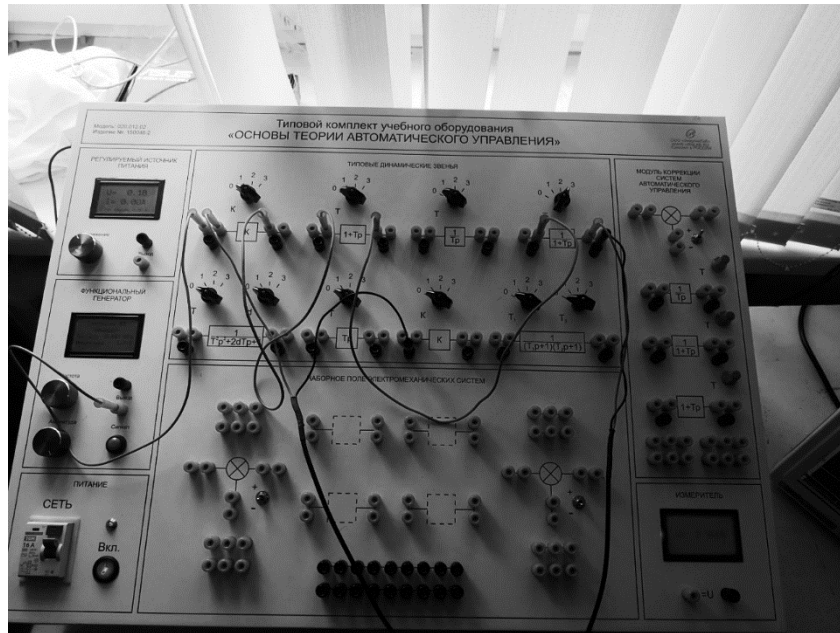


Рисунок 1 – Схема подключения реального форсирующего звена

Переходная характеристика реального форсирующего звена определяется формулой [1]:

$$H(t) = \frac{T \cdot k - T \cdot k \cdot e^{-\frac{t}{T}} + \tau \cdot k \cdot e^{-\frac{t}{T}}}{T} \quad (2)$$

На рисунках 2, 3 и 4 представлены графики переходных функций: полученной на экране осциллографа и теоретической для случаев а), б) и в).

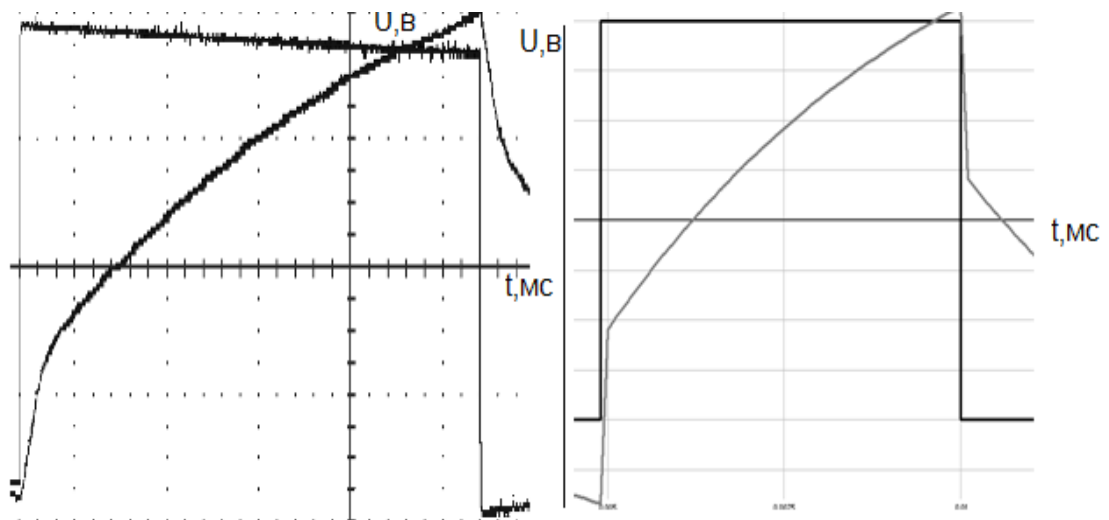


Рисунок 2 – Графики переходных характеристик реального форсирующего звена, параметры звена $k=2$, $T=0.005$, $\tau=0.001$

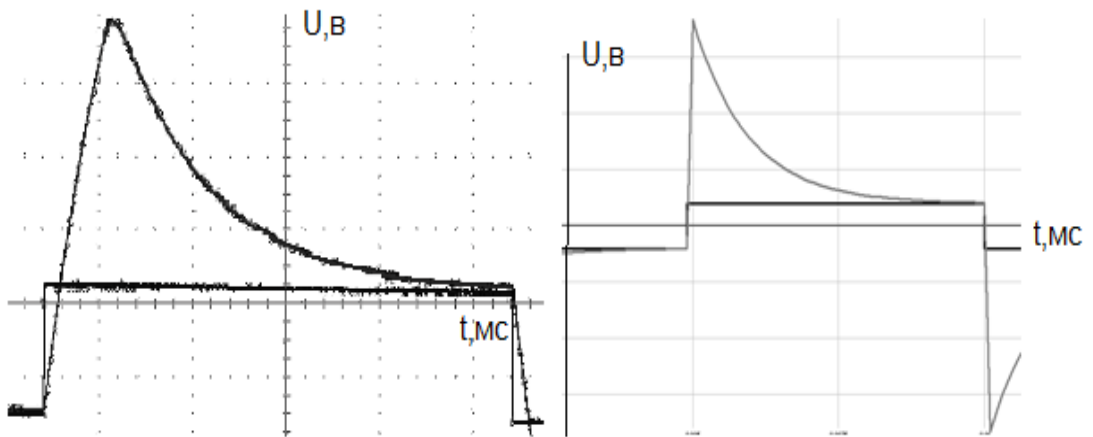


Рисунок 3 – Графики переходных характеристик реального форсирующего звена, параметры звена $k=1$, $T=0.001$, $\tau=0.005$

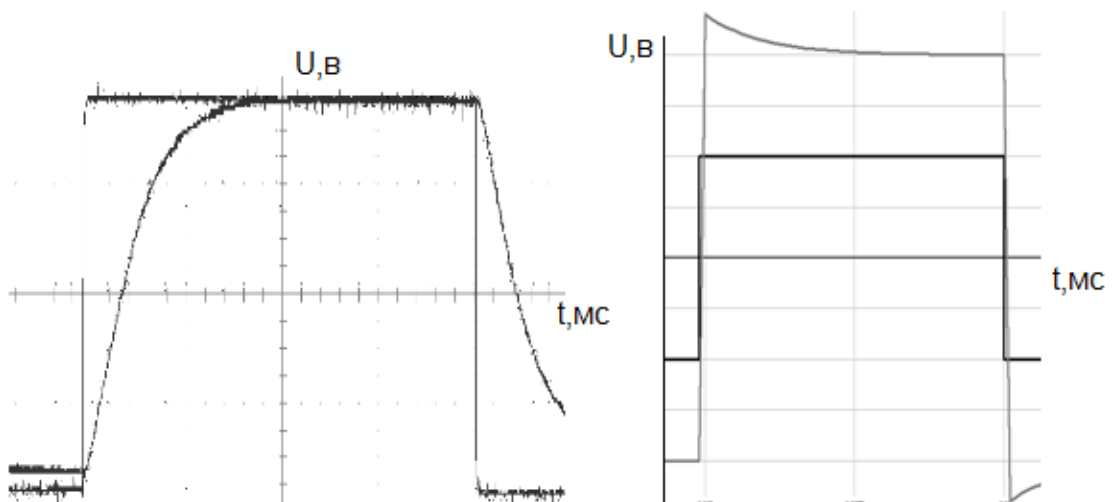


Рисунок 4 - Графики переходных характеристик реального форсирующего звена, параметры звена $k=2$, $T=0.001$, $\tau=0.001$

Результат

Графики приняли следующий вид:

- а) Реальное форсирующее звено приняло вид апериодического.
- б) Реальное форсирующее звено приняло вид форсирующего.
- в) Из-за несовпадений характеристик электронных компонентов, моделирующих идеальное форсирующее звено и апериодическое звено 1-го порядка, переходный процесс отличается от переходного процесса усилительного звена.

Можно сделать вывод, что изменение постоянных характеристик на данном стенде производится корректно.

В процессе испытания выполнены поставленные задачи:

а) Подключены типовые звенья, также составили сложное звено (реальное форсирующее) с помощью последовательного соединения.

б) Проверили правильность вывода графиков и влияния параметров типовых динамических звеньев.

В дальнейшем планируется:

а) Расширенное изучение возможностей стенда.

б) Создание практикумов по лабораторным работам для студентов второго курса направления АТП: «Исследование временных характеристик типовых динамических звеньев» и «Исследование частотных характеристик типовых динамических звеньев».

в) Испытания стенда, раскрытие дополнительных возможностей для составления следующих лабораторных работ, посвященных линейной теории автоматического управления.

При сравнении выполнения лабораторных работ на стенде и в программах, эмулирующих работу звеньев на математических моделях, был выявлен следующий недостаток стенда. Тумблеры настройки параметров звеньев позволяют устанавливать всего 4 значения, а в специальных математических программах можно задать абсолютное любое значение каждого параметра. То есть, диапазон работы с параметрами звеньев сужен при работе со стендом. Например, для колебательного звена характерны следующие состояния при изменении коэффициента демпфирования (затухания):

а) $0 < \epsilon < 1$ – звено колебательное

б) $\epsilon \geq 1$ звено имеет вид апериодического 2-го порядка (колебания отсутствуют)

в) $\epsilon = 0$, звено консервативное – колебания не затухают.

Регулятор коэффициента демпфирования на стенде не содержит значение «0», следовательно, можно сделать предварительный вывод, что получить консервативное звено при помощи данного стенда нельзя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 288 с. – ISBN 5-9221-0379-2.