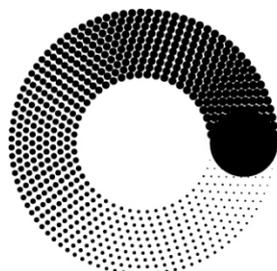


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ФГАОУ ВО «Московский Политех»)



**МОСКОВСКИЙ  
ПОЛИТЕХ**

Факультет: «Машиностроение»

Кафедра: «Автоматика и управление»

Дисциплина: «Основы графических языков программирования систем  
управления»

Отчёт по задаче №1

Тема: «Разработка системы автоматического регулирования»

**Группа 221-291**

**Выполнил:**

Тюкалов Никита Сергеевич

**Проверили:**

Березин Евгений Сергеевич

МОСКВА, 2025

**Цель работы:** разработка системы автоматического регулирования скорости автомобиля с бензиновым ДВС (круиз-контроль) в среде SimInTech.

Задание:

1. Разработать систему регулирования, которая будет состоять из регулятора, исполнительного устройства, объекта управления и измерительного устройства
2. Выбрать элементы системы
3. Описать каждый элемент системы в виде передаточной функции
4. Осуществить выбор параметров передаточных функций (значений коэффициентов)
5. Построить структурную схему в SimInTech
6. Получить график переходного процесса САР
7. Определить время регулирования и перерегулирования

### **Практическая часть**

Раз мы разрабатываем систему автоматического регулирования скорости автомобиля с бензиновым ДВС, то у нас будут следующие элементы системы.

*Регулятор* – ЭБУ автомобиля, формирующий управляющий сигнал, исходя из значения ошибки. В нашем случае регулятор будет представлен формулой. Будем использовать ПИ-регулятор, т.е. пропорционально-интегральное звено.

*Исполнительное устройство* – электронная дроссельная заслонка, регулирующая концентрацию воздуха в топливной смеси. Используем инерционное звено.

*Объект управления* (характеристика физического процесса) – модуль скорости автомобиля. САР должна поддерживать постоянство именно этой характеристики. Также используем инерционное звено.

*Измерительное устройство* – датчик модуля скорости автомобиля (электронный спидометр). Используем идеальное звено.

Теперь определим передаточные функции для каждого элемента системы:

*Регулятор* –  $C(s) = K_p \times (1 + \frac{1}{T_p s})$ , где  $K_p$  – пропорциональный коэффициент,  $T_p$  – интегральное время.

*Исполнительное устройство* –  $G_a(s) = \frac{K_a}{T_a s + 1}$ , где  $T_a$  – время реакции заслонки,  $K_a$  – коэффициент усиления управляющего воздействия.

*Объект управления* –  $G_p(s) = \frac{K}{T s + 1}$ , где  $K$  – коэффициент усиления (насколько сильно скорость меняется при единичном воздействии на дроссель),  $T$  – постоянная времени (инерция автомобиля).

*Измерительное устройство* –  $H(s) = 1$  (будем считать датчик идеальным).

### ***Теперь подберём коэффициенты.***

Будем считать, что ЭБУ автомобиля работает со скоростями в километрах в час.

Начнём с измерительного устройства. Пусть электронный спидометр измеряет скорость в километрах в час. Тогда можем исключить датчик из структурной схемы и связать второй вход сравнивающего устройства напрямую с выходом объекта управления. Подбор коэффициентов здесь не требуется.

Теперь рассмотрим скорость автомобиля. Автомобиль обладает массой, поэтому он однозначно будет иметь некоторую инерцию, в этой связи укажем  $T = 3$  с. В силу трения деталей, коэффициент усиления не может быть равен нулю, поэтому сделаем его несколько меньше единицы:  $K = 0.8$ .

Рассмотрим дроссельную заслонку. Допустим, что работает она довольно быстро, и выберем  $T_a = 0.3$  с (время реакции заслонки). Будем считать, что автомобиль обладает не плохими динамическими

характеристиками (в терминах ощущений от управления автомобилем, а не в техническом смысле), поэтому пусть заслонка будет иметь коэффициент усиления управляющего воздействия  $K_a = 2$ .

И, наконец, рассмотрим ЭБУ автомобиля. В результате подбора удалось установить, что подходящими будут коэффициенты  $K_p = 0.1$  и  $T_p = 0.1$ .

### *Смоделируем структурную схему САР в SimInTech.*

На рис. 1 представлена структурная схема описанной выше системы автоматического регулирования скорости автомобиля, смоделированная в SimInTech.

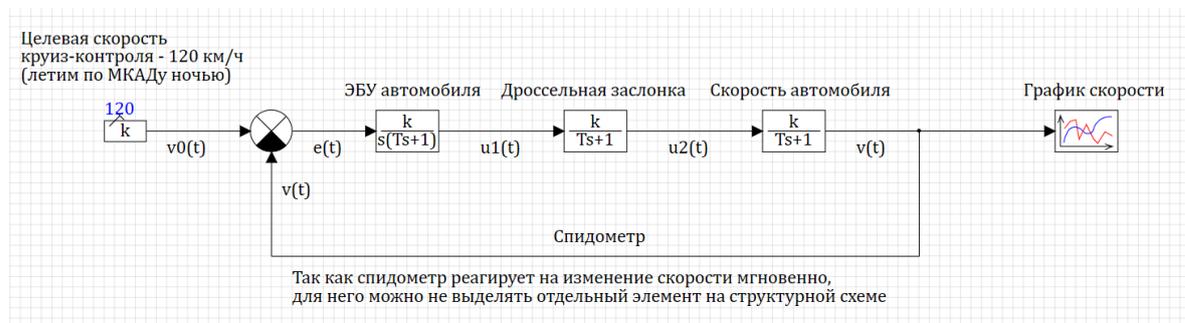


Рис. 1. Структурная схема САР

В данной структурной схеме:

- $e(t)$  – ошибка =  $v(t) - v_0(t)$
- $u_1(t)$  – управляющее воздействие ЭБУ автомобиля на дроссельную заслонку
- $u_2(t)$  – управляющее воздействие дроссельной заслонки на скорость автомобиля
- $v_0(t)$  – целевая скорость, заданная водителем
- $v(t)$  – текущая скорость автомобиля

Рассмотрим график скорости на рис. 2.

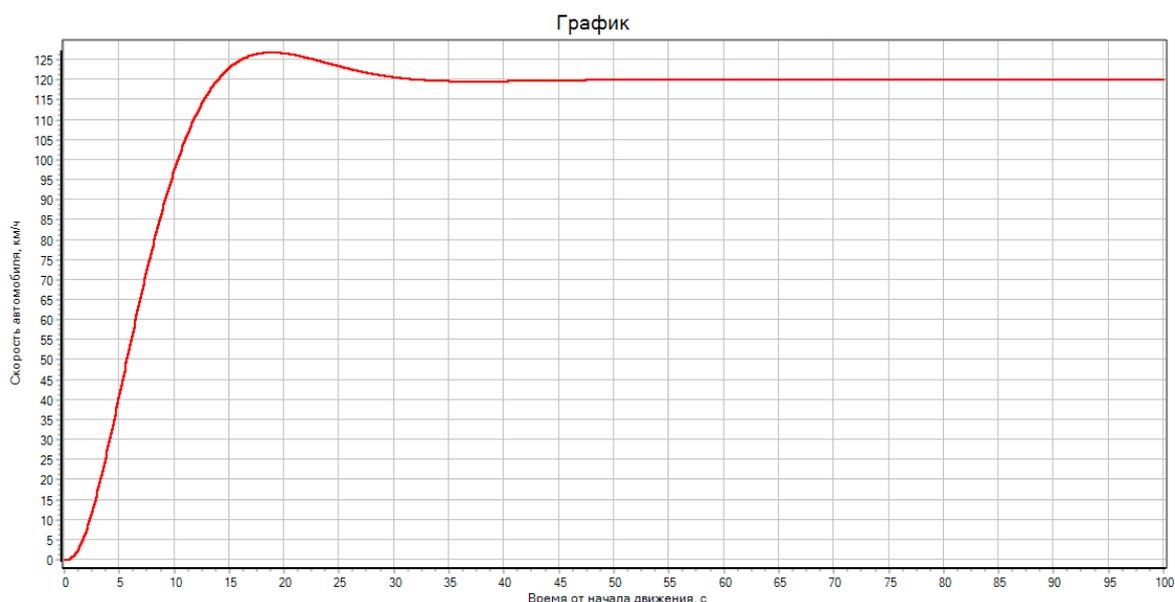


Рис. 2. График скорости

По графику видим, что автомобиль начинает движение с нулевой скорости. За 10 секунд происходит разгон до скорости 100 км/ч. За 14 секунд происходит достижение целевой скорости, а затем идёт участок с 14 секунды по 30 секунду, когда скорость превышает целевую. После этого скорость стабилизируется на отметке 120 км/ч, совершив небольшое колебание с 30 секунды по 45 секунду.

Таким образом, приходим к заключению, что спроектированная САР устойчива.

Время регулирования – это время, по истечении которого измеряемая величина достигает целевого значения и остаётся в пределах погрешности 5% от него. Найдём скорость, которая на 5% больше, чем целевая:

$$V_{5\%} = 120 + 5\% = 126 \text{ км/ч}$$

Начиная с 20-ой секунды, скорость начинает снижаться с отметки 126 км/ч и после этого больше никогда не выходит за пределы погрешности 5%.

Найдём перерегулирование. Это значение будет максимумом скорости. По графику видим, что максимум  $V_{max} \approx 127$  км/ч. Этой скорости система достигает примерно на 18.5 секунде. Таким образом:

Время регулирования – 20 секунд.

Время перерегулирования – 18.5 секунд.

**Вывод:** в ходе выполнения задачи нами была составлена и промоделирована структурная схема САР скорости автомобиля (круиз-контроля), а также повышены навыки построения САР, подбора коэффициентов и моделирования САР в среде SimInTech.