Задание 1. Исследование задачи стабилизации с идеальным дифференцирующим звеном. Придумайте такие коэффициенты a_1, a_2 и a_3 для системы вида

$$a_1\ddot{y} + a_2\dot{y} + a_3 y = u,$$

чтобы она содержала хотя бы один неустойчивый полюс. Возьмите регулятор вида

$$u = k_1 y + k_2 \dot{y}$$

и задайте такие значения k_1 и k_2, при которых замкнутая система будет устойчивой. При построении схемы моделирования в качестве дифференцирующего звена используйте блок SIMULINK Derivative. Выполните моделирование с начальными условиями $y(0),\ \dot{y}(0)$ отличными от нуля и постройте графики выхода разомкнутой и замкнутой системы.

Примечание: *Необходимо заметить, хотя задание подразумевает использование идеального дифференцирующего звена, блок Derivative не является таковым, но он дает максимально приблеженный к идеальному результат.*

Задание 2. Исследование задачи стабилизации с реальным дифференцирующим звеном. Измените схему из предыдущего пункта, заменив блок Derivative на передаточную функцию вида

$$\frac{p}{Tp+1}.$$

Исследуйте влияние параметра T на устойчивость системы.

Также по желанию вы можете найти аналитически критическое значение этого параметра, при котором система становится неустойчивой.

Задание 3. Исследование влияния шума. Исследуйте влияние шума на работоспособность замкнутой системы с идеальным и реальным дифференцирующими звеньями. Для этого добавьте шум к входам передаточных функций регуляторов каждой из систем предыдущих пунктов. Для генерации шума используйте блок Band-Limited White Noise со следующими параметрами: noise power = 0.01 и sample time = 0.01. Сравните выходы систем и сделайте вывод о поведении дифференцирующего звена при наличии шума. Исследуйте влияние параметра T на чувствительность системы, замкнутой реальным дифференцирующим звеном, к шуму.

Задание 4. Исследование системы с астатизмом нулевого порядка. Придумайте ненулевые коэфицинты a_1, a_2, b_1 и b_2 для передаточной функции объекта вида

$$W(p) = \frac{b_1 p + b_2}{p^2 + a_1 p + a_2}$$

такие, чтобы система была устойчивой. Замкните систему П-регулятором вида

$$W_{\text{рег}}(p) = k.$$

Исследуйте поведение системы в установившемся режиме при задающем воздействии $g(t) = \alpha$. Постройте графики переходных процессов для различных значений коэффициента регулятора k и определите значение установившейся ошибки ε. Исследуйте влияние значения коэффициента k на выход системы. Для задания значений k можно использовать слайдер.

Аналогично исследуйте режим движения с постоянной скоростью при задающем воздействии $g(t) = \beta t + \alpha$ и с синусоидальным воздействием вида $g(t) = \alpha \cdot \sin(\omega t + \varphi)$.

Задание 5. Исследование системы с астатизмом первого порядка. Придумайте ненулевые коэфицинты a_1, a_2, b_1 и b_2 для передаточной функции объекта вида

$$W(p) = \frac{b_1 p + b_2}{p^2 + a_1 p + a_2}$$

такие, чтобы система была устойчивой. Замкните систему ПИ-регулятором вида

$$W_{\text{рег}}(p) = \frac{k_1}{p} + k_2.$$

Исследуйте поведение системы в установившемся режиме при задающем воздействии $g(t) = \alpha$. Постройте графики переходных процессов для различных значений коэффициентов регулятора $k_1,\ k_2$ и определите значение установившейся ошибки ε. Исследуйте влияние значения коэффициентов $k_1,\ k_2$ на выход системы. Для задания значений $k_1,\ k_2$ можно использовать слайдер.

Аналогично исследуйте режим движения с постоянной скоростью при задающем воздействии $g(t) = \beta t + \alpha$ и с синусоидальным воздействием вида $g(t) = \alpha \cdot \sin(\omega t + \varphi)$.

Задание 6. Исследование линейной системы замкнутой регулятором общего вида. Исследуйте и постройте модель тележки. В качестве управляющей переменной u примите горизонтальную силу, приложенную к тележке. Задающее воздействие будет описываться функцией $g(t) = \alpha \cdot \sin(\omega_1 t) \cdot \cos(\omega_2 t),\ \omega_1 \neq \omega_2$. Придумайте такой регулятор общего вида, чтобы ошибка замкнутой системы сходилась к нулю.

Задание 7. (Рекомендованное, но необязательное) Исследование нелинейной системы замкнутой регулятором общего вида. Исследуйте и постройте модель перевернутого маятника. Дифференциальное уравнение такой системы имеет вид

$$\ddot{\theta} - \frac{g_0}{l} \cdot \sin(\theta) = u.$$

Где g_0 – ускорение свободного падения, а l – длина маятника. В качестве управляющей переменной u примите момент силы, дествующий на маятник. Задающее воздействие будет описываться функцией $g(t) = \alpha \cdot \sin(\omega_1 t)$. Придумайте такой регулятор общего вида, чтобы ошибка замкнутой системы сходилась к нулю. Для поиска регулятора необходимо использовать линеаризированную модель обратного маятника, которая имеет дифференциальное уравнение вида

$$\ddot{\theta} - \frac{g_0}{l} \cdot \theta = u.$$

Примечание: *Все значения коэффициентов входного воздействия выбрать самостоятельно. Приведите, на ваш взгляд, достаточное для исследования количество графиков для каждого пункта лабораторной работы. Сделайте выводы по каждому из пунктов.*