

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2: анализ линейных стационарных систем в MATLAB, обработка передаточных функций, создание и анализ моделей динамических объектов в Simulink.

ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ №2

1. Анализ динамической системы с использованием функций Matlab.

Изучить способы задания параметров линейных стационарных систем (LTI) в Matlab. Используя передаточную функцию **W1** из таблицы 1, сформировать передаточную функцию разомкнутой системы и замкнутой с отрицательной обратной связью. Используя передаточные функции **W1** и **W2**, сформировать передаточную функцию **W** (схема из таблицы 1).

2. Выполнить анализ свойств динамической системы: найти корни характеристического полинома передаточной функции **W1** (**roots**), построить ЛАХ, корневой годограф, переходный процесс, использовать **Linear System Analyzer** (**ltiviewer**).

3. Выполнить анализ свойств динамической системы с использованием Simulink. Параметры переходного процесса вывести в рабочую среду MATLAB.

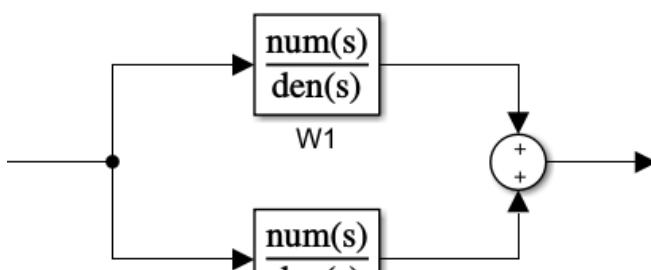
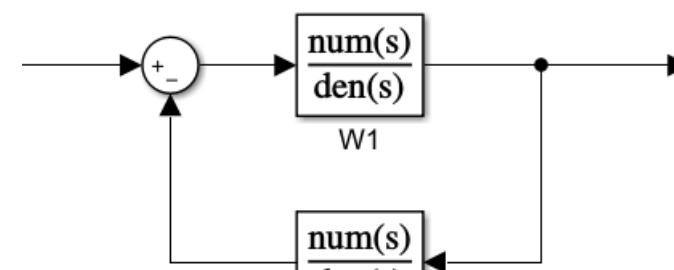
4. Выполнить настройку и анализ свойств динамической системы ЛА-САУ с использованием Simulink. Сформировать подсистему из блоков эталонной модели в прямой цепи системы.

Построить графики переходных процессов для заданной системы.

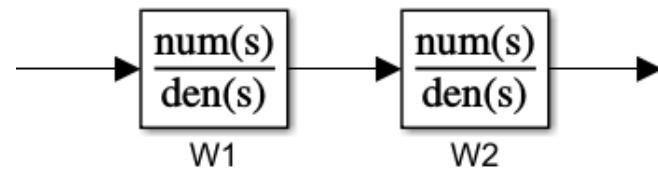
Определить:

- время регулирования;
- перерегулирование.

Таблица 1

№	W1	W2	
1	$\frac{5p + 2}{p^3 + 3p + 1}$	$\frac{p^2 - 3p - 3}{p^4 + p^2 + p + 1}$	
2	$\frac{p^2 + 3p + 3}{p^3 + 6p^2 + p + 6}$	$\frac{p^2 + p + 1}{p^4 + p^2 + p + 1}$	
3	$\frac{p^2 + 2}{p^3 + 4p + 1}$	$\frac{3p + 1}{p^2 + 3p + 1}$	
4	$\frac{p + 0.3}{p^3 + 3p^2 + 1}$	$\frac{p^2 - 2p - 1}{p^4 + 2p^2 + p + 1}$	
5	$\frac{p - 1}{p^3 + p^2 + p + 1}$	$\frac{4p^2 + p}{p^2 + 3p + 1}$	
6	$\frac{3p^2 + p}{p^3 + 4p + 1}$	$\frac{2p^2 + 1}{3p^3 + 2p^2 + 2p + 1}$	
7	$\frac{p^2 - p + 1}{p^3 + 4p^2 + 4p + 1}$	$\frac{5p + 2}{p^3 + 3p + 1}$	

8	$\frac{-3p^2 + p}{p^2 + 4p + 1}$	$\frac{2p + 1}{p^2 + 2p + 1}$
9	$\frac{p^2 + p + 1}{p^4 + p^2 + p + 1}$	$\frac{3p^2 + p}{p^3 + 4p + 1}$
10	$\frac{p^2 - 3p - 3}{p^4 + p^2 + p + 1}$	$\frac{p + 0.3}{p^3 + 3p^2 + 1}$



Методические указания к п.4

Модель объекта управления – самолета, задана в виде передаточной функции:

$$W_{\omega_z}(p) = \frac{b_1 p + b_0}{p^2 + a_1 p + a_0} = \frac{\omega_z(p)}{\delta_{\text{в}}(p)}$$

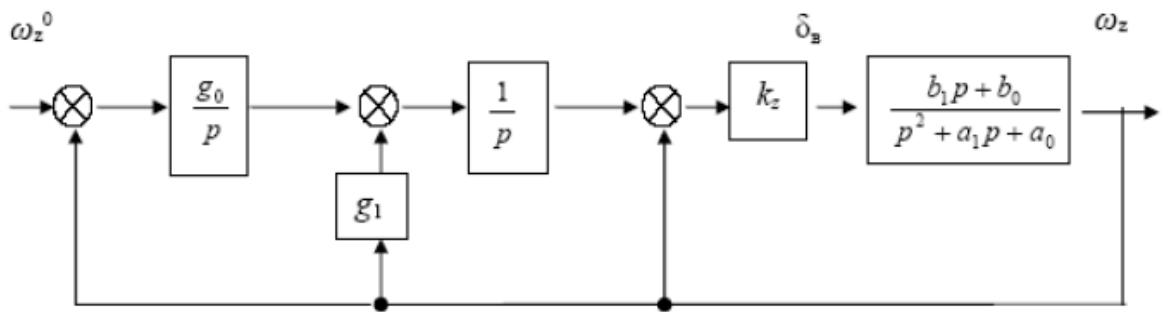
, где ω_z и $\delta_{\text{в}}$ – приращения угловой скорости тангажа и угла отклонения руля высоты; a_0, a_1, b_0, b_1 – коэффициенты, определяемые аэродинамическими свойствами самолета.

Алгоритм управления построен на основе эталонной модели, динамические свойства которой определены дифференциальным уравнением второго порядка:

$$\ddot{\omega}_z^* + g_1 \dot{\omega}_z^* + g_0 \omega_z^* = g_0 \omega_z^0$$

Числовые значения параметров g_0 и g_1 назначаются такими, чтобы динамические параметры системы самолет–САУ соответствовали заданным требованиям к качеству переходных процессов, протекающих при поступлении на вход заданного сигнала $\omega_z^0 = \text{const}$.

Структурная схема системы ЛА-САУ:



Параметры g_0 и g_1 эталонной модели рассчитываются по заданным значениям времени регулирования $t_{\text{пер}}$ и коэффициента демпфирования ξ (постоянная времени $T \approx t_{\text{пер}}/3$, собственная частота $\omega = 1/T$, время регулирования $t_{\text{пер}}$ выбирается большим, чем постоянная времени объекта регулирования, в данном случае $t_{\text{пер}} = 1.5 - 5 \text{ с}$, $\xi = 0.5 - 1$).

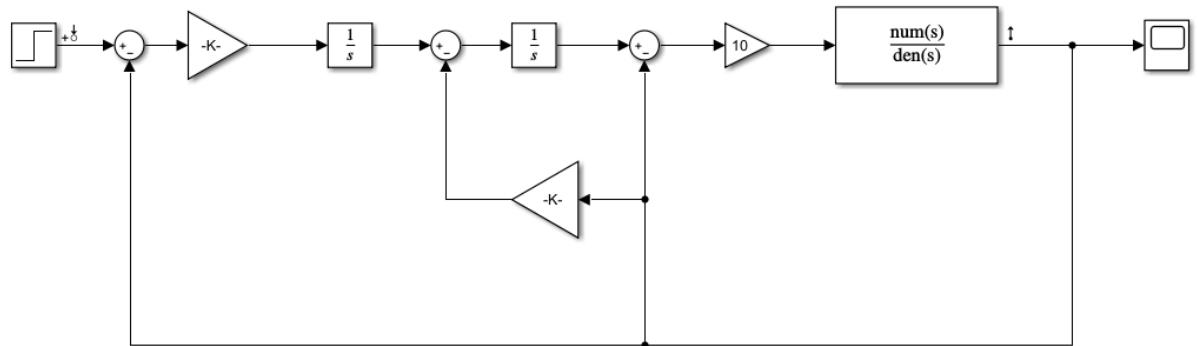
Величину коэффициента k_z следует уточнить экспериментально. Теоретически, при $k_z \rightarrow \infty$, переходный процесс в системе ЛА-САУ в точности соответствует заданным параметрам эталонной модели. Но большие значения коэффициентов невозможно реализовать средствами аналоговой техники, а в цифровом вычислителе усложняется алгоритм контроля. Приемлемое качество регулирования в системе данного вида достигается при $k_z = 1 - 10$.

Варианты задания:

Номер режима полета	a_0	a_1	b_0	b_1
1	5.36	2.27	5.7	7.4
2	89.48	6.9	159.0	57.0
3	121.4	4.66	96.6	42.0
4	8.52	1.66	7.78	13.8
5	18.11	0.65	3.4	10.0

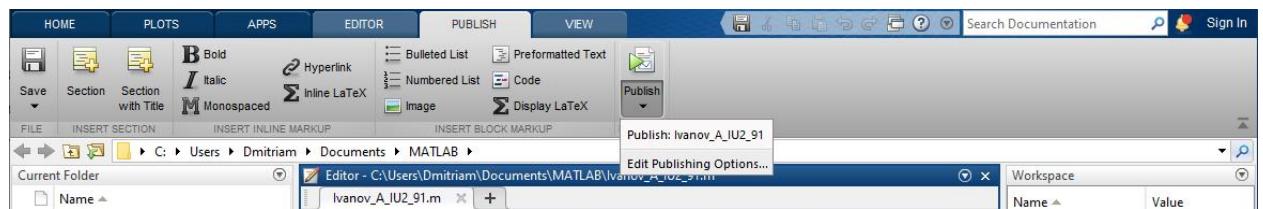
Варианты	Номер режима полета	коэффициент демпфирования ξ	время регулирования $t_{\text{рег}}$
1	1	0.4, 0.7, 1.0	3 с
2	1	0.4, 0.7, 1.0	4 с
3	1	0.4, 0.7, 1.0	6 с
4	2	0.4, 0.7, 1.0	3 с
5	2	0.4, 0.7, 1.0	4 с
6	2	0.4, 0.7, 1.0	6 с
7	3	0.4, 0.7, 1.0	3 с
8	3	0.4, 0.7, 1.0	4 с
9	3	0.4, 0.7, 1.0	6 с
10	4	0.4, 0.7, 1.0	3 с
11	4	0.4, 0.7, 1.0	4 с
12	4	0.4, 0.7, 1.0	6 с
13	5	0.4, 0.7, 1.0	3 с
14	5	0.4, 0.7, 1.0	4 с
15	5	0.4, 0.7, 1.0	6 с

Модель системы для данного примера, сформированная в среде Matlab-Simulink:

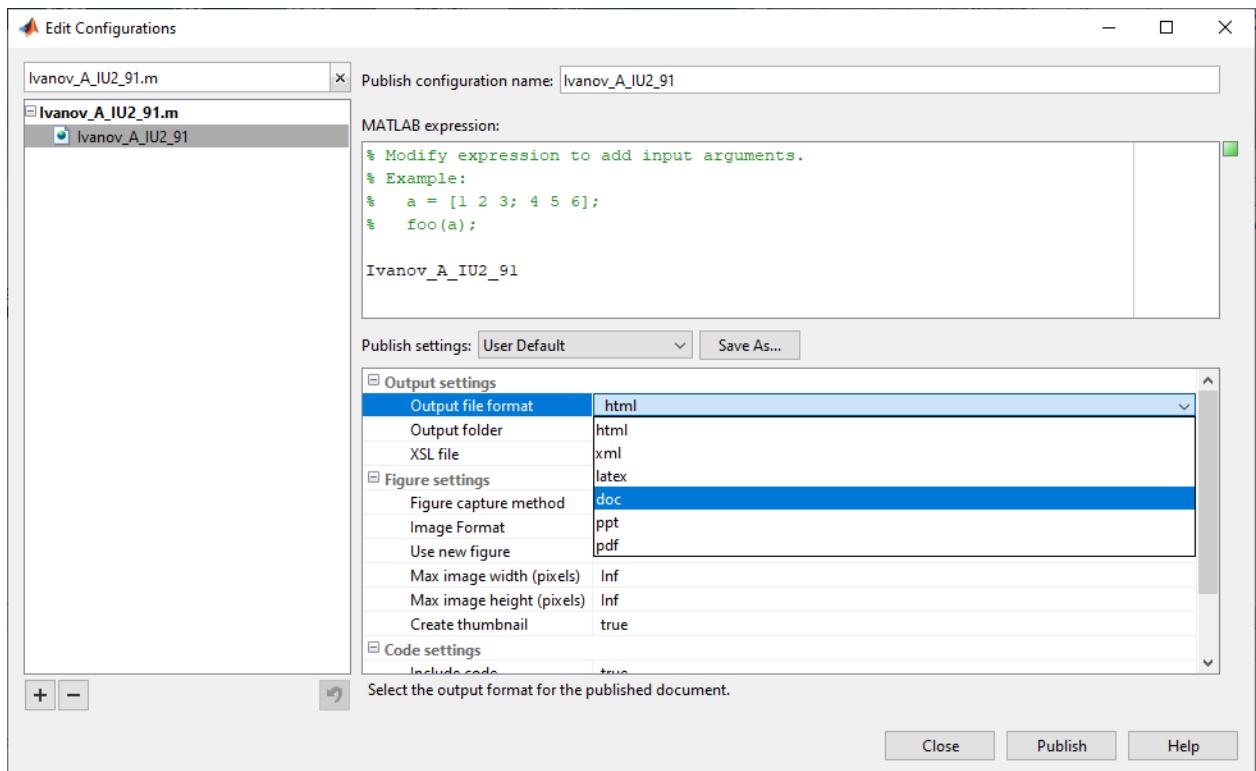


Формирование отчета

После выполнения пунктов 1 и 2 необходимо средствами раздела **PUBLISH** сформировать отчет. Для этого нужно открыть вкладку **PUBLISH** основного меню:



Выбрать команду **Edit Publishing Options** и в открывшемся окне выбрать формат doc для отчета (по умолчанию установлен формат вывода **html**, можно также задать **pdf** и другие).



Далее следует нажать кнопку-пиктограмму **Publish** и ожидать вызова Word и выполнения всего скрипта, что сопровождается выводом текста с записью операторов по секциям и получаемых результатов в виде чисел и графиков.

Выполнение заданий в **Simulink** (пункты 3 и 4) должны быть отображены в отчете в виде изображений (блок-схемы, графики и тд). Расчет времени регулирования и расчет перерегулирования на основании данных переходного процесса (пункт 4) нужно также отобразить в отчете.