**НаЦИОНАЛЬНЫЙ исследовательский университет «МЭИ»**

**Институт информационных и вычислительных технологий**

**Кафедра управления и интеллектуальных технологий**

**Фомин Г.А.**

**Методические указания**

**по выполнению расчетного задания по дисциплине**

**“Программное обеспечение автоматизированных систем”**

**Исследование систем автоматического регулирования**

**Москва 2021**

**Содержание**

[1. Общее описание объектов исследования 3](#_Toc84500145)

[2. Задание на выполнение работы 5](#_Toc84500146)

[3. Комментарии к заданию 6](#_Toc84500147)

[4. Порядок выполнения расчетного задания 9](#_Toc84500148)

[5. Варианты расчетных заданий 10](#_Toc84500149)

[6. Требования к отчету по выполненному заданию 26](#_Toc84500150)

[Список рекомендуемой литературы 27](#_Toc84500151)

[Приложение. Образец титульного листа 28](#_Toc84500152)

# 1. Общее описание объектов исследования

**Системы автоматического регулирования** (САР) представляют собой технические комплексы, обеспечивающие функционирование **объекта регулирования** с заданными свойствами. При этом у объекта регулирования условно выделяются вход и выход, сигналы в которых доступны для измерения. В ходе своей работы система получает информацию от объекта и вырабатывает управляющие воздействия на объект. Таким образом, составными частями системы являются: объект регулирования, устройство выработки управляющих воздействий и устройства связи с объектом: устройства измерения и передачи информации, а также исполнительные устройства, обеспечивающие подачу воздействия на объект.

При разработке САР часто применяют программные модели таких систем, на которых могут испытываться разные способы регулирования. Моделирование состоит в воспроизведении системы и объекта регулирования, а также их взаимосвязей. На такой модели оказывается возможным проведение имитационных экспериментов, в ходе которых на вход системы подаются некоторые специальные сигналы и изучается реакция системы. Для САР весьма распространенным является исследование переходных процессов, под которыми понимают изменение во времени выходного сигнала Y(t) системы при однократном ступенчатом изменении входного сигнала X(t). На рис.1 показан пример такого входного сигнала.

X

t

Рис.1

Для одного и того же объекта при разных способах регулирования можно получить качественно разные переходные процессы. Примеры таких процессов показаны на рис.2 – 5.

Y Y

t t

Рис.2 Рис.3

Рис.4 Рис.5

Выходной сигнал на рис.2 монотонно возрастает с постепенным приближением к некоторому уровню (апериодический процесс). В отличие от него сигнал на рис.3 имеет вид колебаний около некоторого уровня с убывающей амплитудой (затухающие колебания). На рис.4 амплитуда колебаний увеличивается со временем (расходящиеся колебания). Наконец, на рис.5 сигнал монотонно и неограниченно возрастает.

Если сигналы, показанные на рис. 2 – 5 получены на моделях САР, отличающихся только значениями двух коэффициентов: A1 и A2 , то можно представить, что существуют критические значения этих двух коэффициентов, при переходе через которые меняется вид переходного процесса. Этим критическим значениям в пространстве двух рассматриваемых коэффициентов соответствуют линии раздела, служащие границами областей, внутри которых вид переходного процесса оказывается одним и тем же. На рис. 6 показан пример изображения таких областей в пространстве A1 и A2 .

A2 Вид 1

Вид 2

A1

Вид 3 Вид 4

Рис.6

# 2. Задание на выполнение работы

1) Разработать программную модель системы автоматического регулирования в соответствии со схемой, приведенной в варианте задания. Формулы, задающие вычисления в звеньях системы, приводятся в разд.3. Исходные данные программы: значения коэффициентов системы и последовательность x[i] (i=1,2,…) значений входного сигнала X(t) для дискретных моментов времени (тактов) с заданной продолжительностью Δ секунд. Результат расчета – последовательность y[i] (i=1,2,…) значений выходного сигнала Y(t) в тех же тактах. Программа должна предусматривать вывод в текстовый файл протокола таблицы с 3 колонками: { i, x[i], y[i] }, а также графическое представление сигналов x(i) и y(i).

Произвести тестирование программы. Подготовить ее описание, включающее:

- описание назначения,

- описание структуры,

- описание созданных структурных компонент (модулей, функций),

- описание исходных данных,

- описание результатов,

- пример расчета по программе.

2) Задать указанные начальные значения параметров системы и зарегистрировать переходной процесс. Для этого ввести в программу последовательность x[i] : 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, … (не менее 100 значений) и рассчитать значения выходного сигнала y[i].

3) Используя некоторый графический редактор, построить в пространстве указанных в задании параметров системы области с различным видом переходного процесса. Для этого, изменяя два указанных в варианте задания коэффициента - параметра системы - и регистрируя каждый раз переходной процесс, установить граничные значения перехода от одного вида процесса к другому. Результаты расчетов представить в виде графика с осями, соответствующими двум варьируемым коэффициентам. На графике изобразить линии раздела областей с разными видами процессов. Для каждой области представить типовой переходной процесс в виде временной диаграммы. Сделать выводы о характере влияния параметров на выходной сигнал системы.

4) Подготовить отчет по работе, который должен включать постановку задачи, описание и текст разработанной программы, результаты тестирования, результаты решения задачи с указанными в задании коэффициентами системы (п.2), результаты исследования по п.3.

# 3. Комментарии к заданию

1) Структура системы автоматического регулирования состоит из элементов – звеньев, определенным образом соединенных между собой так, что выходной сигнал одного звена служит входным сигналом для одного или нескольких других звеньев. Все звенья, кроме сумматора, имеют один вход и один выход. Сумматор имеет два или более входов и один выход.

2) Каждое звено реализует некоторое преобразование его входного сигнала в выходной сигнал. В формулы, описывающие эти преобразования, входят значения входного сигнала звена в текущий момент времени (такт) i, обозначенного v[i], и выходного сигнала, обозначенного w[i], а также значения коэффициентов звена. В некоторых случаях при расчетах используются значения входного и выходного сигналов в предыдущие моменты времени: v[i-1], v[i-2], w[i-1], w[i-2].

Ниже приводятся обозначения звеньев на структурных схемах систем автоматического регулирования и реализуемые ими формулы преобразования сигналов.

С – сумматор

w[i] = v1[i] + v2[i] ;

У – усилитель с коэффициентом усиления К

w[i] = K \* v[i] ;

ИЗ – инерционное звено с постоянной времени Т, с.

w[i] =(v[i] + w[i-1] \* T)/(1+T) ;

И – интегратор

w[i] = 0.001 \* v[i] + w[i-1] ;

ЗЗ – звено запаздывания на τ тактов.

w[i] = v[i-τ] ;

УЗ – упругое звено с постоянными времени Т1 и Т2

w[i] = {w[i-1] \* Т1 + v[i]\*(1+T2) – T2\* v[i-1]}/(1+ Т1);

ДЗ – реальное дифференцирующее звено с постоянной времени Т

w[i] = {w[i-1] \* Т + v[i] - v[i-1]} /(1+ Т);

КЗ – колебательное звено с постоянными времени Т1 и Т2

w[i] = {v[i]+(Т1 +2 Т2)\*w[i-1] - Т2\*w[i-2]}/(1+Т1+Т2);

Р – релейное звено (зона нечувствительности) с коэффициентами А и В

А, если v[i] > B,

w[i] = 0, если B ≥ v[i] ≥- B,

- А, если v[i] < -B ;

О – звено ограничения с коэффициентом А

А, если v[i] > А,

w[i] = v[i], если А ≥ v[i] ≥ -А,

- А, если v[i] < -А ;

НЗ – нелинейное звено (ограничение) с коэффициентами А и В

В, если v[i] > А,

w[i] = 2Bv[i]/A-Bv[i]2 /A2 , если 0 < v[i] <А,

2Bv[i]/A+Bv[i]2 /A2, если –A<v[i] <0,

- В, если v[i] < -А ;

3) При подаче на вход системы последовательности сигналов нумерация моментов времени начинается с 1. Если в формулах потребуется использовать значения сигналов для момента 0 или –1, то эти значения считаются равными 0 (нулевые начальные условия).

# 4. Порядок выполнения расчетного задания

После получения данного документа необходимо его внимательно прочитать. После этого надо по ОСЭП запросить у руководителя номер индивидуального варианта расчетного задания. Приступить к его выполнению. При возникновении вопросов по заданию – получить консультацию по ОСЭП или на лабораторном занятии. После выполнения задания прислать руководителю электронную версию отчета и программу. При необходимости сделать требуемую доработку. После получения разрешения руководителя подготовить печатную версию отчета.

Следует учитывать, что сдача расчетного задания является составной частью КМ4 в БАРС.

# 5. Варианты расчетных заданий

**Вариант 1**. Система стабилизации лентопротяжного механизма.

У

K1

С

И

У

K2

У

K3

С

У

K4

ИЗ

Т

У

K7

У

K5

У

K6

С

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=7.3, К2=0.3, К3=0.69, К4=0.075,

К5=-1.0, К6=-5.0, К7=0.31, Т=0.2с, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К2, К6

**Вариант 2**. Система регулирования копировально-фрезерного станка.

УЗ

**Т**1, Т2

У

К1

У

К2

У

К3

ДЗ

Т4

ИЗ

Т3

ИЗ

Т5

С

И

С

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=11.9, К2=-0.1, К3=-1.0, Т1=0.134, Т2=0.0303, Т3=0.0616, Т4=0.134, Т5=0.150, Δ=0.8с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К3 .

**Вариант 3**. Система автоматической стабилизации напряжения генератора.

ИЗ

Т1

ИЗ

Т2

ИЗ

Т3

У

К1

У

К2

С

X y

Начальные значения коэффициентов: К1=20.0, К2=-0.05, Т1=0.2, Т2=0.1, Т3=0.02, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К2.

**Вариант 4**. Система регулирования скорости двигателя.

X y

С

У

К1

ИЗ

Т2

КЗ

Т4, Т5,

ИЗ

Т1

ИЗ

Т3

У

К2

У

К3

У

К4

С

Начальные значения коэффициентов: К1=10.0, К2=2.0, К3=-0.1, К4=-0.04, Т1=0.1, Т2=0.03, Т3=0.4, Т4=0.4, Т5=0.05, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К2, К4.

**Вариант 5**. Система управления угловым положением искусственного спутника Земли.

С

У

К1

У

К2

У

К3

У

К4

У

К5

С

И

И

С

X y

Начальные значения коэффициентов: К1=2, К2=3, К3=-0.1, К4=-0.1,

К5= -0.2, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К5.

**Вариант 6.** Система регулирования генератора постоянного тока.

С

С

У

К1

У

К2

У

К3

У

К4

У

К5

И

ИЗ

Т

С

Начальные значения коэффициентов: К1=11, К2=0.6, К3=0.5, К4=-0.3,

К5= -0.2, T=0.2, Δ=1.2 с.

Варьируемые коэффициенты: К5, T .

**Вариант 7**. Система стабилизации курса корабля.

х y

С

У

К2

ИЗ

Т

Р

А,В

И

И

У

К1

У

К3

У

К4

С

Начальные значения коэффициентов: К1=10, К2=1, К3=-1.0, К4=-1.0,

A= 5.0, B=6, T=3.0, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К4.

**Вариант 8**. Следящая система.

х y

У

К1

С

Р

А,В

ИЗ

Т

У

К2

У

К3

У

К4

УК5

И

С

Начальные значения коэффициентов: К1=3.5, К2=0.5, К3=2.5, К4=-0.2,

К5=-0.3, A= 4.8, B=1, T=1.5, Δ=1.3 с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К5 .

**Вариант 9**. Система автоматического регулирования – фильтр.

С

Р

А,В

ИЗ

Т

С

И

И

С

У

К

y

х

Начальные значения коэффициентов: K=-0.2, T=0.8, A=1, B=0.1, Δ=0.7с.

Варьируемые коэффициенты: А, К.

**Вариант 10**. Следящая система.

С

ИЗ

Т2

ИЗ

Т3

У

К2

У

К3

У

К4

И

С

У

К1

ИЗ

Т2

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=2, К2=3, К3=-0.2, К4=-0.1,

T1 =0.25, T2 =0.02, T3 =0.1, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К4.

**Вариант 11**. Система автоматического регулирования.

х y

ИЗ

Т1

ИЗ

Т2

У

К1

У

К2

С

И

Начальные значения коэффициентов: К1=16, К2=-20, T1 =0.1, T2 =0.02, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К2.

**Вариант 12**. Система автоматического регулирования.

х y

ИЗ

Т1

У

К1

С

ИЗ

Т2

И

У

К2

Начальные значения коэффициентов: К1=200, К2=-1, T1 =0.25,

T2 =0.0625, Δ=1.1 с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К2.

**Вариант 13.** Система автоматического регулирования.

х y

ИЗ

Т1

С

У

К1

ИЗ

Т2

ИЗ

Т3

У

К2

Начальные значения коэффициентов: К1=4, К2=-0.2, T1 =0.1, T2 =0.01,

T3 =0.01, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К2

**Вариант 14**. Система автоматического регулирования.

С

У

К1

Р

А,В

ИЗ

Т1

ИЗ

Т2

У

К2

И

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=0.2, К2=-1, T1 =0.2, T2 =2.0,

А=6.0, В=0.1, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К2.

**Вариант 15**. Система автоматического регулирования.

х y

С

ЗЗ

τ

У

К1

У

К2

ИЗ

Т1

ИЗ

Т2

Начальные значения коэффициентов: К1=1.0, К2=-1, T1 =0.2, T2 =0.2,

τ=2.0, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К2.

**Вариант 16**. Система автоматического регулирования.

х y

С

У

К1

УЗ

Т1 ,Т2

О

А

У

К2

У

К3

Начальные значения коэффициентов: К1=2, К2=1.2, К3=-0.02, T1 =0.2,

T2 =2.0, A=10, Δ=1.2 с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К3.

**Вариант 17**. Система автоматического регулирования.

С

КЗ

Т1 ,Т2

И

ИЗ

Т3

У

К1

У

К2

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=3.0, К2=-0.4, T1 =0.2, T2 =0.1,

T3 =0.05, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К2.

**Вариант 18**. Система автоматического регулирования.

С

У

К1

У

К2

У

К3

НЗ

А,В

ИЗ

Т1

ИЗ

Т2

И

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=0.8, К2=2, К3=-0.05, T1 =0.1,

T2 =1.0, А=5.0, В=75.0, Δ=0.9с.

Варьируемые коэффициенты: К3, А.

**Вариант 19**. Система автоматического регулирования.

С

У

К1

ИЗ

Т1

КЗ

Т2 Т3

И

У

К2

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=5, К2=-0.2, T1 =0.25,

T2 =0.0655, Т3=0.15, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К2.

**Вариант 20**. Система автоматического регулирования.

y

С

У

К1

ИЗ

Т1

У

К2

У

К3

У

К4

У

К5

ИЗ

Т2

ИЗ

Т3

ДЗ

Т4

С

С

х

Начальные значения коэффициентов: К1=20.0, К2=1.5, К3=0.7, К4=-0.6,

К5=-1.0, T1 =0.2, T2 =0.3, T3 =0.4, T4 =0.5, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К2, К5.

**Вариант 21**. Система автоматического регулирования.

ДЗ

Т1

У

К1

С

С

С

У

К2

У

К3

У

К4

У

К5

ИЗ

Т4

КЗ

Т2,Т3

С

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=2.5, К2=1.0, К3=1.5, К4=-0.1,

К5=-0.05, T1 =0.1, T2 =0.4, T3 =0.4, T4 =0.03, Δ=0.8с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К5.

**Вариант 22**. Система стабилизации лентопротяжного механизма.

У

K1

С

И

У

K2

У

K3

С

У

K4

ИЗ

Т

У

K7

У

K5

У

K6

С

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=7.3, К2=0.3, К3=0.69, К4=0.075,

К5=-1.0, К6=-5.0, К7=0.31, Т=0.2с, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К5, К6 .

**Вариант 23**. Система регулирования копировально-фрезерного станка.

УЗ

**Т**1, Т2

У

К1

У

К2

У

К3

ДЗ

Т4

ИЗ

Т3

ИЗ

Т5

С

И

С

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=11.9, К2=-0.1, К3=-1.0, Т1=0.134, Т2=0.0303, Т3=0.0616, Т4=0.134, Т5=0.150, Δ=0.8с.

Варьируемые коэффициенты: Т1, К3 .

**Вариант 24**. Система автоматической стабилизации напряжения генератора.

ИЗ

Т1

ИЗ

Т2

ИЗ

Т3

У

К1

У

К2

С

X y

Начальные значения коэффициентов: К1=20.0, К2=-0.05, Т1=0.2, Т2=0.1, Т3=0.02, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: Т1, К2.

**Вариант 25**. Система регулирования скорости двигателя.

X y

С

У

К1

ИЗ

Т2

КЗ

Т4, Т5,

ИЗ

Т1

ИЗ

Т3

У

К2

У

К3

У

К4

С

Начальные значения коэффициентов: К1=10.0, К2=2.0, К3=-0.1, К4=-0.04, Т1=0.1, Т2=0.03, Т3=0.4, Т4=0.4, Т5=0.05, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К3, К4.

**Вариант 26**. Система управления угловым положением искусственного спутника Земли.

С

У

К1

У

К2

У

К3

У

К4

У

К5

С

И

И

С

X y

Начальные значения коэффициентов: К1=2, К2=3, К3=-0.1, К4=-0.1,

И

К5= -0.2, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К3, К5.

**Вариант 27.** Система регулирования генератора постоянного тока.

С

С

У

К1

У

К2

У

К3

У

К4

У

К5

И

ИЗ

Т

С

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=11, К2=0.6, К3=0.5, К4=-0.3,

К5= -0.2, T=0.2, Δ=1.2 с.

Варьируемые коэффициенты: К5, К3 .

**Вариант 28**. Система стабилизации курса корабля.

х y

С

У

К2

ИЗ

Т

Р

А,В

И

И

У

К1

У

К3

У

К4

С

Начальные значения коэффициентов: К1=10, К2=1, К3=-1.0, К4=-1.0,

A= 5.0, B=6, T=3.0, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: А, К4.

**Вариант 29**. Следящая система.

х y

У

К1

С

Р

А,В

ИЗ

Т

У

К2

У

К3

У

К4

УК5

И

С

Начальные значения коэффициентов: К1=3.5, К2=0.5, К3=2.5, К4=-0.2,

К5=-0.3, A= 4.8, B=1, T=1.5, Δ=1.3 с.

Варьируемые коэффициенты: К3, К5.

**Вариант 30**. Система автоматического регулирования – фильтр.

С

Р

А,В

ИЗ

Т

С

И

И

С

У

К

y

х

Начальные значения коэффициентов: K=-0.2, T=0.8, A=1, B=0.1, Δ=0.7с.

Варьируемые коэффициенты: Т, К.

**Вариант 31**. Следящая система.

ИЗ

Т1

С

ИЗ

Т2

ИЗ

Т3

У

К2

У

К3

У

К4

И

С

У

К1

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=2, К2=3, К3=-0.2, К4=-0.1,

T1 =0.25, T2 =0.02, T3 =0.1, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К3, К4.

**Вариант 32**. Система автоматического регулирования.

х y

ИЗ

Т1

ИЗ

Т2

У

К1

У

К2

С

И

Начальные значения коэффициентов: К1=16, К2=-20, T1 =0.1, T2 =0.02, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: Т1, К2.

**Вариант 33**. Система автоматического регулирования.

х y

ИЗ

Т1

У

К1

С

ИЗ

Т2

И

У

К2

Начальные значения коэффициентов: К1=6, К2=-1, T1 =0.25,

T2 =0.0625, Δ=1.1 с.

Варьируемые коэффициенты: Т2, К2.

**Вариант 34.** Система автоматического регулирования.

х y

ИЗ

Т1

С

У

К1

ИЗ

Т2

ИЗ

Т3

У

К2

Начальные значения коэффициентов: К1=4, К2=-0.2, T1 =0.1, T2 =0.01,

T3 =0.01, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: Т1, К2

**Вариант 35**. Система автоматического регулирования.

С

У

К1

Р

А,В

ИЗ

Т1

ИЗ

Т2

У

К2

И

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=0.2, К2=-1, T1 =0.2, T2 =2.0,

А=6.0, В=0.1, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: А, К2.

**Вариант 36**. Система автоматического регулирования.

х y

С

ЗЗ

τ

У

К1

У

К2

ИЗ

Т1

ИЗ

Т2

Начальные значения коэффициентов: К1=1.0, К2=-1, T1 =0.2, T2 =0.2,

τ=2.0, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: τ, К2.

**Вариант 37**. Система автоматического регулирования.

х y

С

У

К1

УЗ

Т1 ,Т2

О

А

У

К2

У

К3

Начальные значения коэффициентов: К1=2, К2=1.2, К3=-0.02, T1 =0.2,

T2 =2.0, A=10, Δ=1.2 с.

Варьируемые коэффициенты: А, К3.

**Вариант 38**. Система автоматического регулирования.

С

КЗ

Т1 ,Т2

И

ИЗ

Т3

У

К1

У

К2

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=3.0, К2=-0.4, T1 =0.2, T2 =0.1,

T3 =0.05, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: Т1, К2.

**Вариант 39**. Система автоматического регулирования.

С

У

К1

У

К2

У

К3

НЗ

А,В

ИЗ

Т1

ИЗ

Т2

И

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=0.8, К2=2, К3=-0.05, T1 =0.1,

T2 =1.0, А=5.0, В=75.0, Δ=0.9с.

Варьируемые коэффициенты: В, К3.

**Вариант 40**. Система автоматического регулирования.

С

У

К1

ИЗ

Т1

КЗ

Т2 Т3

И

У

К2

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=5, К2=-0.2, T1 =0.25,

T2 =0.0655, Т3=0.15, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: Т1, К2.

**Вариант 41**. Система автоматического регулирования.

y

С

У

К1

ИЗ

Т1

У

К2

У

К3

У

К4

У

К5

ИЗ

Т2

ИЗ

Т3

ДЗ

Т4

С

С

х

Начальные значения коэффициентов: К1=20.0, К2=1.5, К3=0.7, К4=-0.6,

К5=-1.0, T1 =0.2, T2 =0.3, T3 =0.4, T4 =0.5, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К1, К5.

**Вариант 42**. Система автоматического регулирования.

ДЗ

Т1

У

К1

С

С

С

У

К2

У

К3

У

К4

У

К5

ИЗ

Т4

КЗ

Т2,Т3

С

х y

Начальные значения коэффициентов: К1=2.5, К2=1.0, К3=1.5, К4=-0.1,

К5=-0.05, T1 =0.1, T2 =0.4, T3 =0.4, T4 =0.03, Δ=0.8с.

Варьируемые коэффициенты: К4, К5.

**Вариант 43**. Система стабилизации курса корабля.

х y

С

У

К2

ИЗ

Т

Р

А,В

И

И

У

К1

У

К3

У

К4

С

Начальные значения коэффициентов: К1=10, К2=1, К3=-1.0, К4=-1.0,

A= 5.0, B=6, T=3.0, Δ=1с.

Варьируемые коэффициенты: К2 , К4.

# 6. Требования к отчету по выполненному заданию

Отчет по выполненному расчетному заданию представляется как в электронном виде (файл формата DOC/DOCX), так и в напечатанном виде. Он должен иметь следующее содержание:

- Титульный лист установленного образца (Приложение1)

- Оглавление

- Постановка задачи (индивидуальное задание)

- Описание разработанной программы: общее назначение, структура, описание исходных данных, требуемых от пользователя, описание результатов работы программы (номенклатура, форма представления), описание алгоритма, контрольный пример.

- Описание методики решения поставленной задачи.

- Описание результатов решения

- Выводы по результатам решения.

# Список рекомендуемой литературы

1. Прохоренок Н.А. Python 3 и PyQt. Разработка приложений.- СПб.: БХВ-Петербург, 2012, - 704 с.
2. Лутц М. Изучаем Python. Пер.с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 1280 с.
3. Ким. Д.П. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Физматлит, 2007. – 312 с.
4. Теория автоматического управления. / Под ред. А.В. Нетушила. – М.: Высшая школа, 1976. – 400 с.

# Приложение. Образец титульного листа

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

**Кафедра управления и интеллектуальных технологий**

**ОТЧЕТ**

по выполненному расчетному заданию

по дисциплине «Программное обеспечение автоматизированных систем»

**Исследование систем автоматического**

**регулирования**

**Вариант № ХХ**

Подготовил: студент гр.А-ХХ-19 <ФИО>

Проверил:

Дата:

Москва 2021г