

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»
(Университет ИТМО)

Факультет систем управления и робототехники

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3
по дисциплине
«Дискретные системы управления»

по теме:
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С
ДИСКРЕТНЫМ ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ

Студент:
Группа № R3435
Вариант №8

Зыкин Л. В.

Предподаватель:
доцент

Краснов А. Ю.

Санкт-Петербург
2025

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Цель работы: исследовать цифровую САУ температуры, синтезировать и настроить дискретный регулятор согласно порядку выполнения из методички (стр. 49–56). Вариант: **8** (табл. 7: $T_1 = 0,9$, $T_2 = 1,05$).

1.1 Модель объекта и выбор периода дискретизации

Непрерывная часть объекта представляется последовательно соединёнными звеньями вида $\frac{1}{T_1 s + 1}$ и $\frac{1}{T_2 s + 1}$. Период дискретизации выбираем по заданию: сначала $T = T_1/2$, затем $T = T_1/4$. В качестве датчика используем ЗОН.

1.2 Синтез дискретного регулятора

Для структуры согласно рис. 17–18 методички выполняется расчёт параметров регулятора и подбор коэффициента передачи q_0 , обеспечивающего слабоколебательный процесс. Моделирование и поиск q_0 выполняются в Python (см. листинги), графики приведены ниже.

Методика подбора q_0 (в соответствии с п. 2–3 порядка работ):

1. фиксируем период дискретизации T (сначала $T = T_1/2$, затем $T = T_1/4$) и дискретизируем объект через ЗОН;
2. проводим серию моделирований по сетке $q_0 \in [q_{\min}, q_{\max}]$;
3. выбираем q_0 , обеспечивающий перерегулирование в пределах 5–15% и минимальное время установления (если таких нет, берём минимум по интегральному критерию ISE при устойчивости).

По результатам подбора: при $T = T_1/2$ получено $q_0 \approx 4.00$, при $T = T_1/4$ — $q_0 \approx 4.92$.

1.3 Эксперименты

Для каждого из периодов дискретизации проведены три эксперимента:

1. реакция на ступенчатое задающее воздействие;

2. реакция на ступенчатое возмущающее воздействие;
3. реакция на возмущение, изменяющееся по случайному закону.

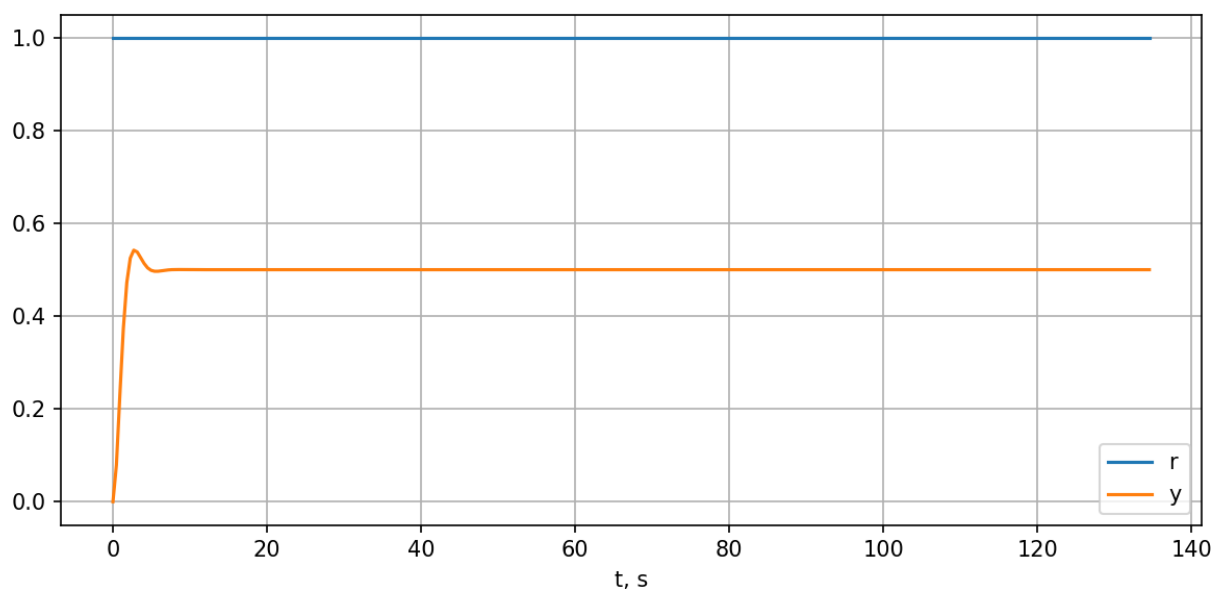


Рисунок 1 — Ступенчатое задание, $T = T_1/2$

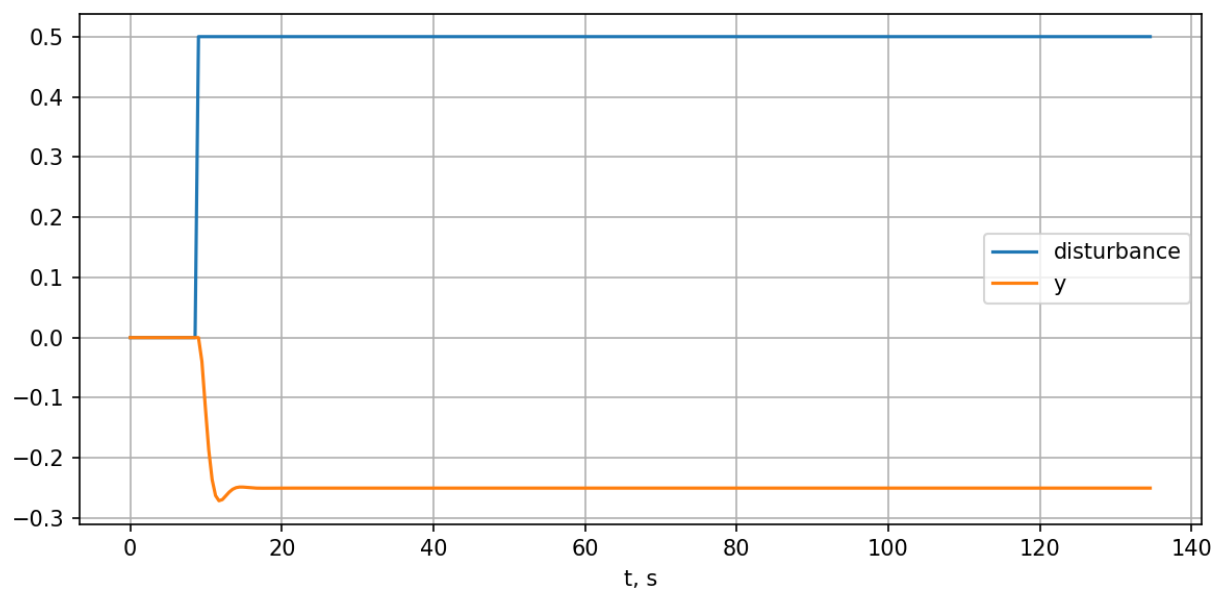


Рисунок 2 — Ступенчатое возмущение, $T = T_1/2$

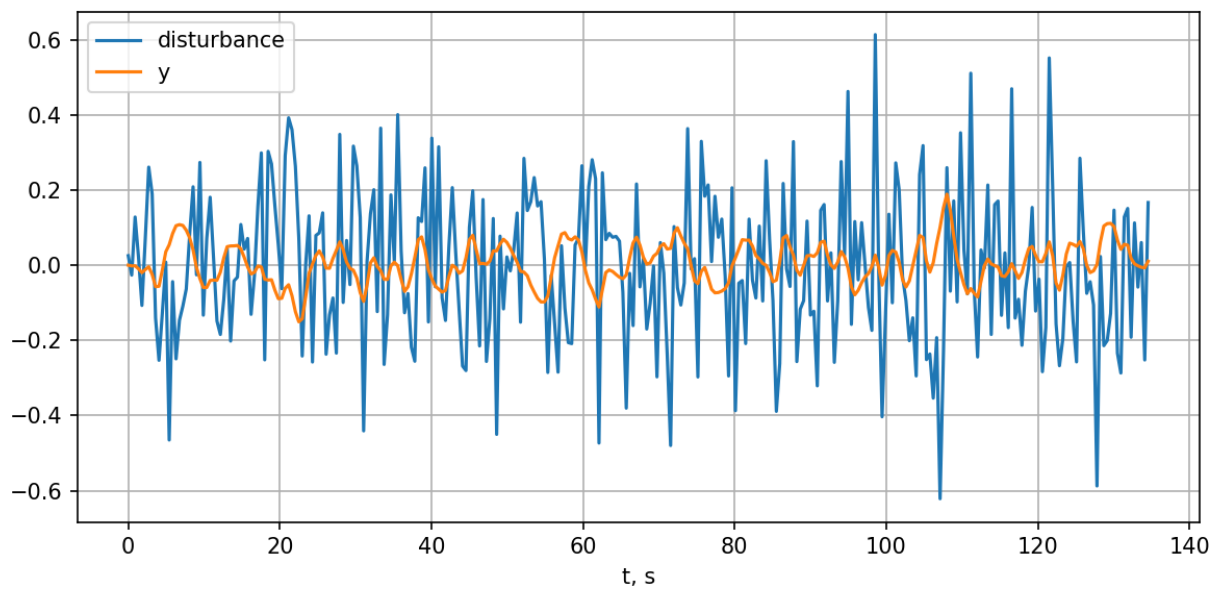


Рисунок 3 — Случайное возмущение, $T = T_1/2$

Для $T = T_1/4$ получены аналогичные результаты (см. ниже):

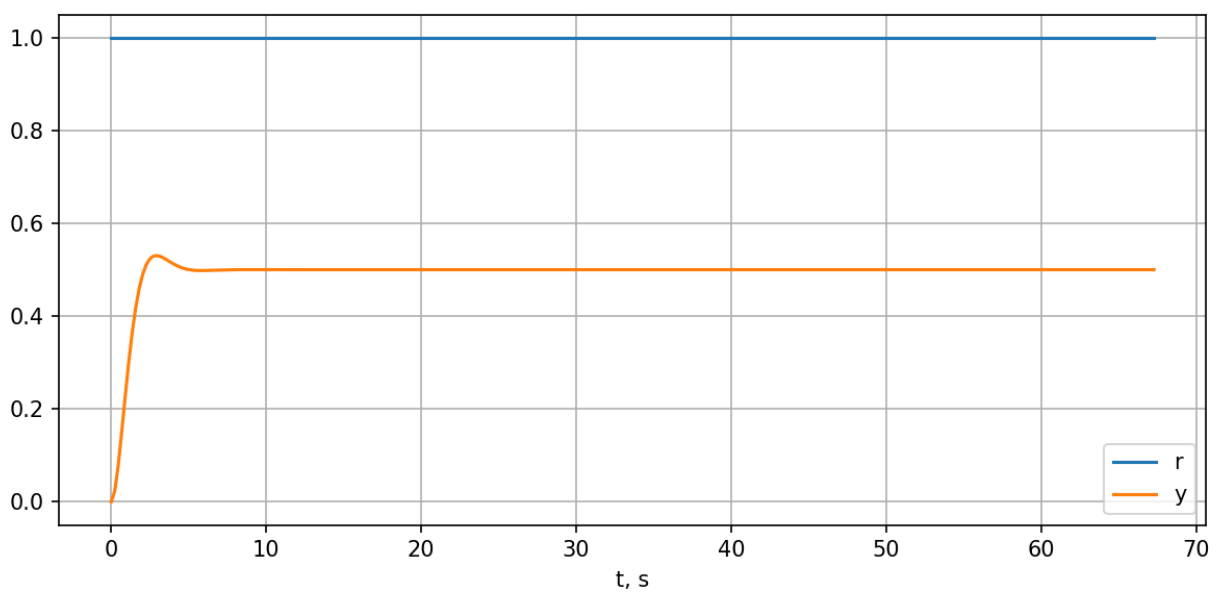


Рисунок 4 — Ступенчатое задание, $T = T_1/4$

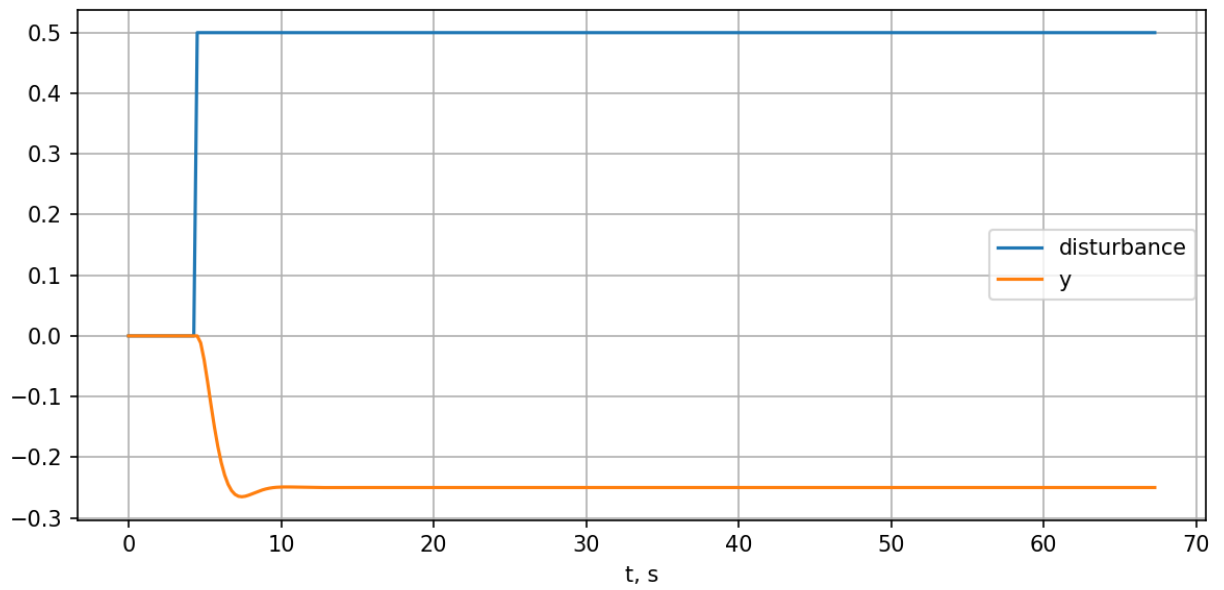


Рисунок 5 — Ступенчатое возмущение, $T = T_1/4$

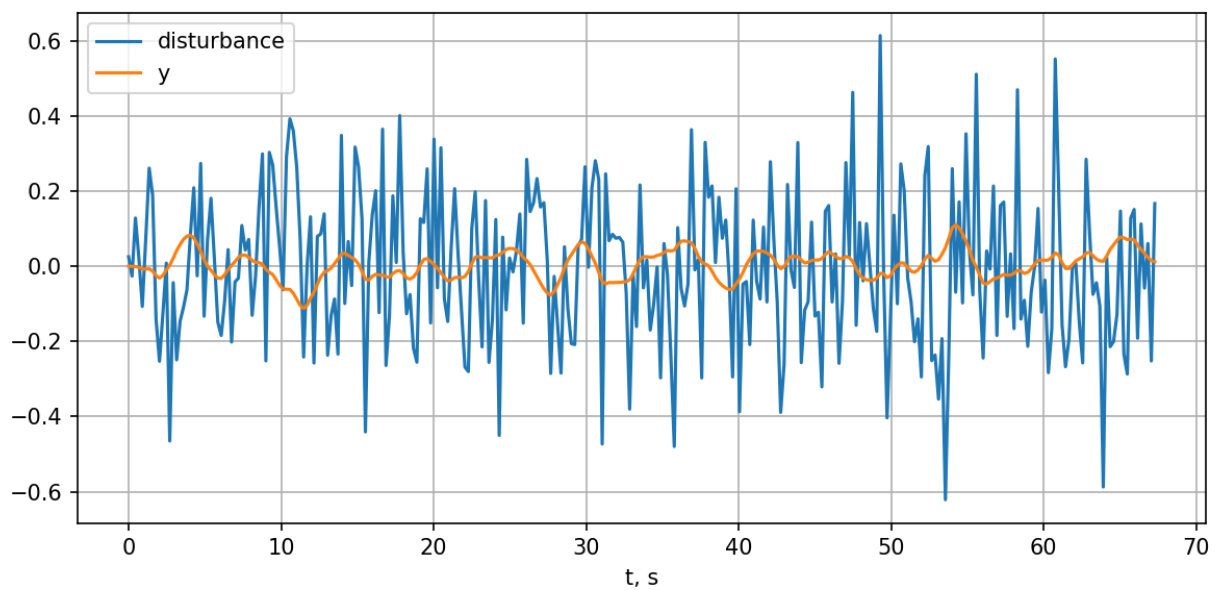


Рисунок 6 — Случайное возмущение, $T = T_1/4$

1.4 Влияние периода дискретизации и неточности T_2

Сравниваются качества процесса управления при $T = T_1/2$ и $T = T_1/4$ (Рисунок ниже): уменьшение T снижает дискретизационные искажения и ускоряет процесс, цена — более частое обновление управления. Также исследуется влияние неточности компенсации полюсов: T_2 изменяется на $\pm 20\%$, реакции фиксируются при неизменном q_0 для режима $T = T_1/2$. При занижении/завышении T_2 наблюдаются соответственно более быстрые/замедлен-

ные переходные и изменение перерегулирования — это демонстрирует чувствительность САУ к ошибкам идентификации.

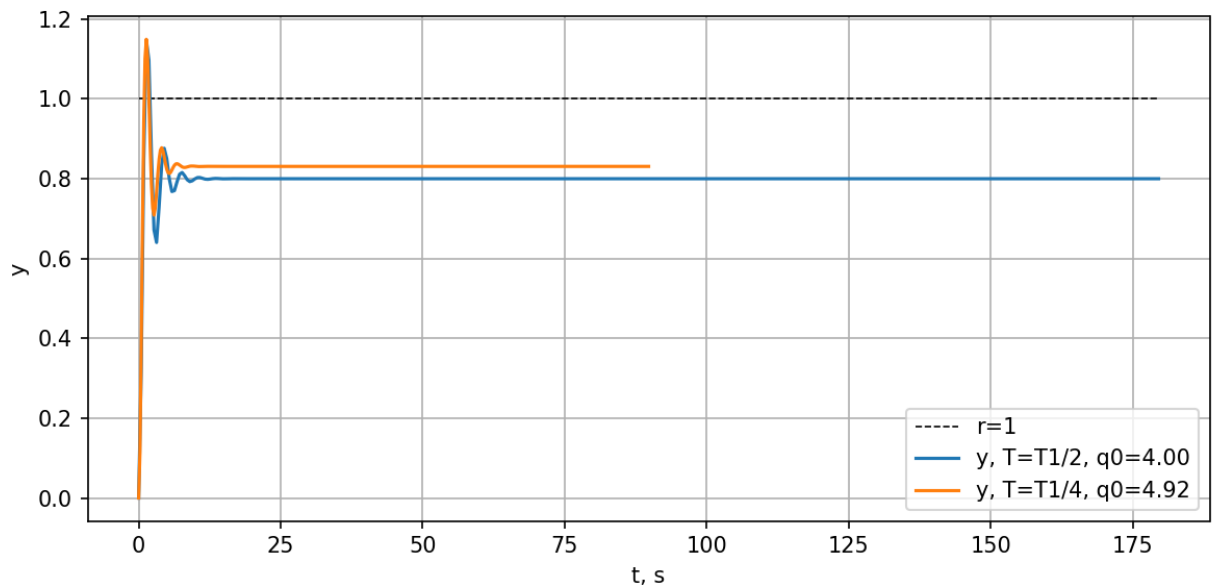


Рисунок 7 — Сравнение $T = T_1/2$ и $T = T_1/4$ (переходные по заданию)

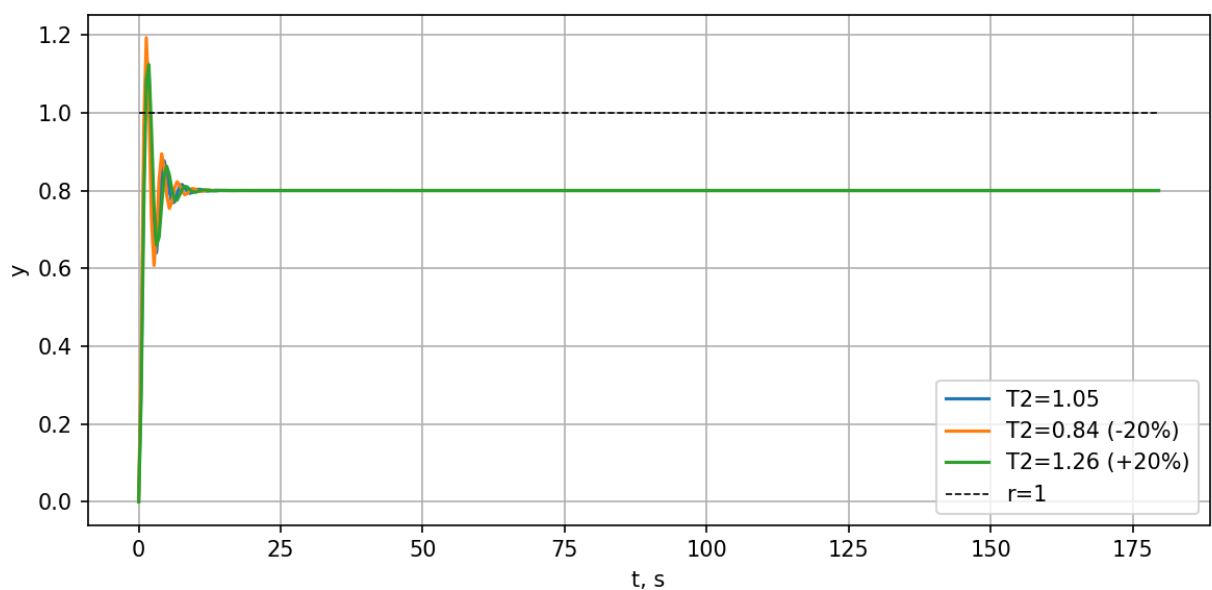


Рисунок 8 — Влияние ошибки T_2 на реакцию на возмущение

1.5 Выводы

Получены следующие выводы: (i) $T = T_1/4$ обеспечивает лучшее качество (меньше ISE и время установления) при сопоставимом перерегулировании, чем $T = T_1/2$; (ii) корректный выбор q_0 позволяет добиться сла-

боколебательных переходных; (iii) ошибка в T_2 на $\pm 20\%$ заметно влияет на быстродействие и перерегулирование, что требует уточнения модели в контуре настройки.