

# Автоматика

Лекция 5: Качество систем автоматике

## В предыдущей лекции

- Понятие устойчивости
- Причины неустойчивости
- Оценка реакции и устойчивости систем
- Методы оценки устойчивости
- Методы повышения устойчивости

# О чем эта лекция?

- Понятие качества и его связь с устойчивостью системы
- Виды качества
- Критерии оценки качества система автоматического регулирования
- Оценка качества переходного процесса
- Оценка точности системы
- Методы повышения качества

# Понятие качества

- Регулятор может справляться с возмущениями системы, но это не означает, что он будет делать это за разумное время и без значительных колебаний управляемой величины
- Устойчивость является необходимым, но не достаточным условием функционирования системы
- Качество включает: точность, характер переходных воздействий, виды возмущений

# Значение качества

- Устойчивость позволяет утверждать, что переходной процесс является сходящимся, а сама система стремится к положению равновесия
- Качество позволяет утверждать, что переходной процесс происходит за допустимое время и с допустимой амплитудой

# Виды качества

- Показатели качества системы: динамические и статические
- Динамические показатели качества оценивают переходной режим из одного состояния в другое
- Статические показатели качества характеризуют точность системы в управлении параметром объектом

# Критерии качества

- Критерии точности — оценивают установившуюся ошибку при ступенчатых, импульсных и гармонических воздействиях с постоянными параметрами
- Критерии устойчивости — оценивают возможность системы быть устойчивой
- Критерии качества переходных процессов — оценивают параметры переходного процесса
- Комплексные критерии — оценивают общие показатели качества, влияющие на точность и динамику

# Методы оценки качества

- Прямые — по графикам переходных функций при ступенчатых, импульсных и гармонических воздействиях с постоянными показателями
- Косвенные — по виду корней характеристического уравнения и по коэффициентам, построенным на их основе

# Качество переходного процесса [1/3]

- Установившееся значение — значение в бесконечном времени

$$y_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} y(t)$$

- Время регулирования — минимальное время когда отклонение становится меньше заданного

$$t_p = \min \{t : |y(t) - y_{\infty}| \leq \delta y_{\infty}\}$$

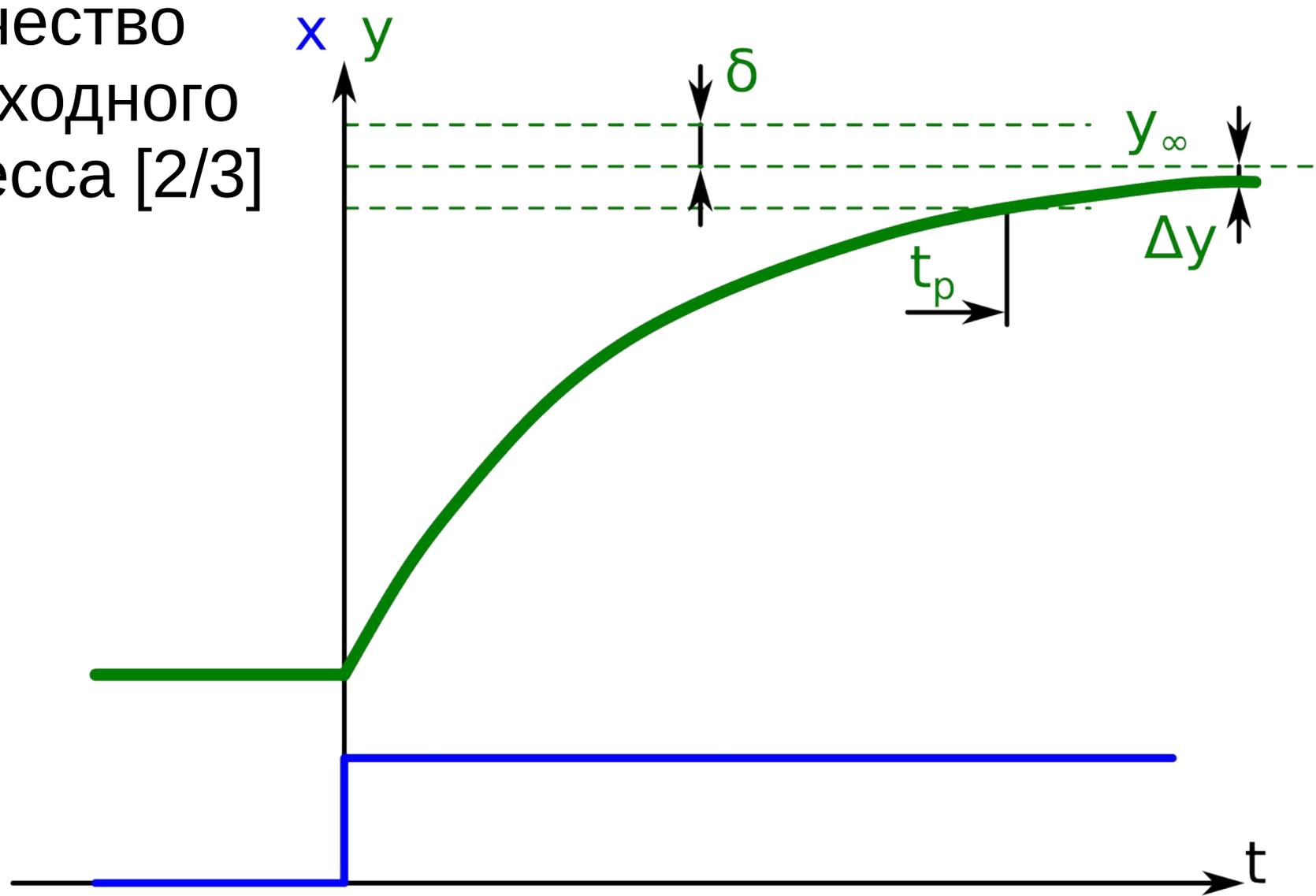
- Перерегулирование — максимальное отклонение от установившегося значения

$$\sigma = \frac{\max(y) - y_{\infty}}{y_{\infty}},$$

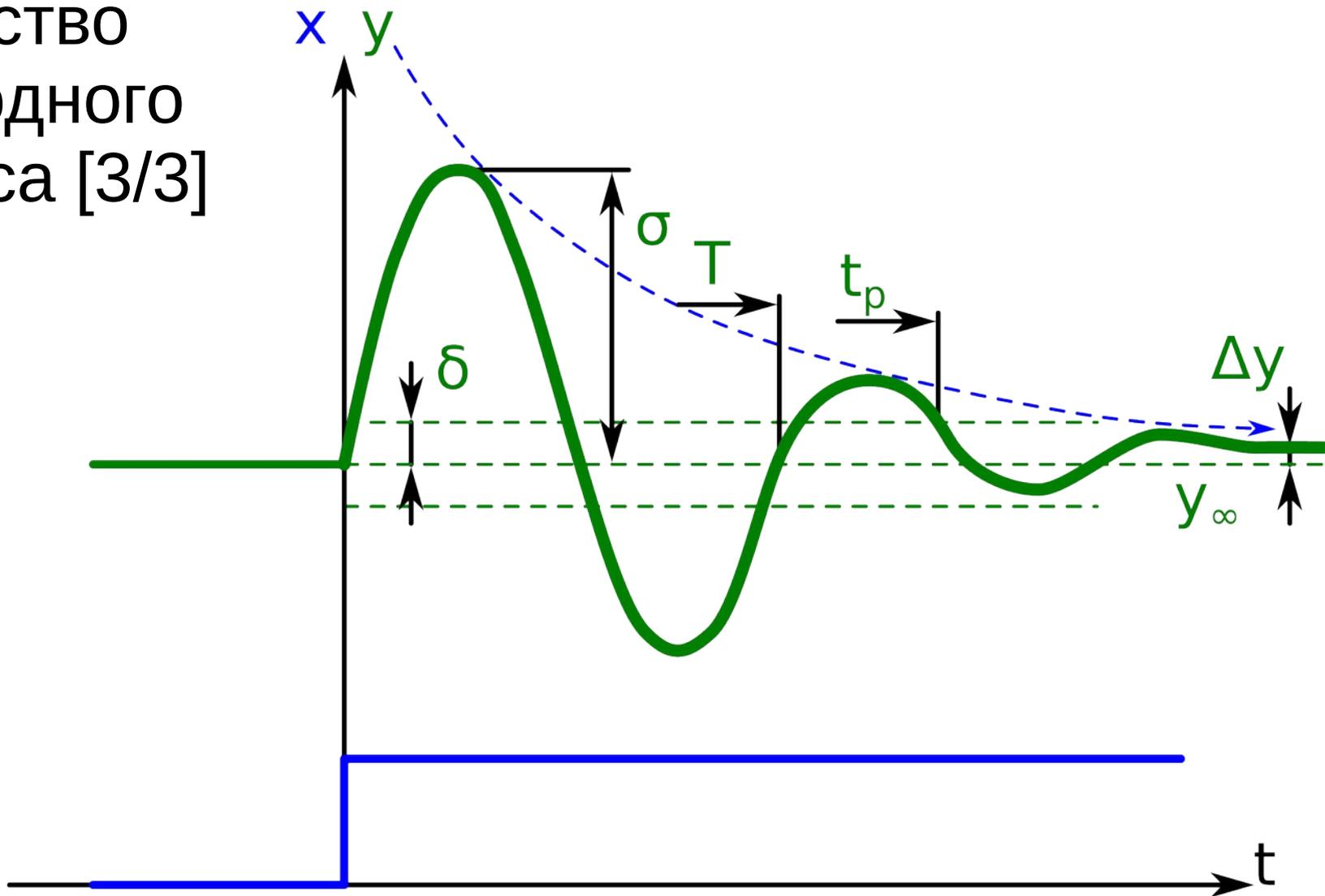
- Число колебаний за время переходного процесса

$$N = \frac{t_p}{T}$$

Качество  
переходного  
процесса [2/3]



# Качество переходного процесса [3/3]



# Точность [1]

- Установившийся режим системы начинается с момента окончания переходного процесса
- Установившаяся ошибка как разность реакции системы и желательного закона регулирования по этому входному воздействию

$$\delta = \max \{ y_{\text{эм}}(t) - y_{\text{вын}}(t) \}$$

- Статизм системы

$$\nu = \frac{\delta}{y_{\text{эм}}}$$

- Статические системы  $\delta \neq 0$
- Астатические системы  $\delta = 0$

## Точность [2]

- Приблизительно порядок астатизма определяется наибольшей степенью переменной в знаменателе передаточной функции разомкнутой
- В разомкнутой статической системе ошибка связана с усилением

$$\delta = \frac{1}{1+k}$$

- Для снижения ошибки нужно увеличивать коэффициент усиления. Но с возрастанием коэффициента усиления снижается устойчивость.

$$k > k_{mp} = \frac{1-\delta}{\delta}$$

# Способы повышения качества

- Настройка усиления — приближение коэффициента усиления к оптимальному
- Интегрирующие звенья — повышают порядок астатизма системы и устраняют статическую ошибку, но снижают устойчивость системы
- Дифференцирующие звенья — ускоряют реакцию системы на изменение управляемой величины
- Изменение структурной схемы

# Заключение

- Требования устойчивости и качества систем автоматического регулирования противоречат друг другу
- Качество переходного процесса оценивается по: количество колебаний, максимальная амплитуда (перерегулирование), время переходного процесса
- Точность системы оценивается по установившейся ошибке