

**Курсовая работа по курсу**  
**Управление движением ЛА**

## Варианты

1. Система автоматической стабилизации высоты в тангажном варианте. Это система, имеющая, наряду с главной обратной связью по высоте  $H$ , две внутренние обратные связи - по угловой скорости тангажа  $\omega_z$  и углу тангажа  $\vartheta$ .

2. Система автоматической стабилизации высоты в перегрузочном варианте. Здесь, по сравнению с предыдущим вариантом, обратная связь по тангажу заменяется на обратную связь по нормальной перегрузке  $n_y$ .

3. Система стабилизации индикаторной скорости. Система имеет обратные связи по угловой скорости  $\omega_z$ , по углу тангажа  $\vartheta$  и индикаторной скорости  $V_{и}$ .

4. Система стабилизации курса на кренением самолета. В канале элеронов вводятся обратные связи по угловой скорости крена  $\omega_x$ , углу крена  $\gamma$  и курсу (углу рыскания  $\psi$ , отсчитываемому от северного направления меридиана). В сопряженном канале - канале руля направления - для устранения скольжения организуются обратные связи по угловой скорости рыскания  $\omega_y$  и поперечной перегрузке  $n_z$ .

5. Система стабилизации курса плоским разворотом. В канале руля направления организуются обратные связи по угловой скорости  $\omega_y$ , поперечной перегрузке  $n_z$  и курсу  $\psi$ . В сопряженном канале - канале элеронов - с помощью обратных связей стабилизируется крен самолета.

6. Система управления полетом по заданной линии пути. В основном канале - канале элеронов - создаются обратные связи по угловой скорости  $\omega_x$ , углу крена  $\gamma$  и отклонению от заданной линии пути  $\Delta z$ . В канале руля направления организуются обратные связи по угловой скорости  $\omega_y$  и поперечной перегрузке  $n_z$ .

# Содержание

Введение

1 Общая часть:

1.1 Исходные данные

1.2 Построение области высот и скоростей установившегося горизонтального полета

1.3 Выбор параметров привода

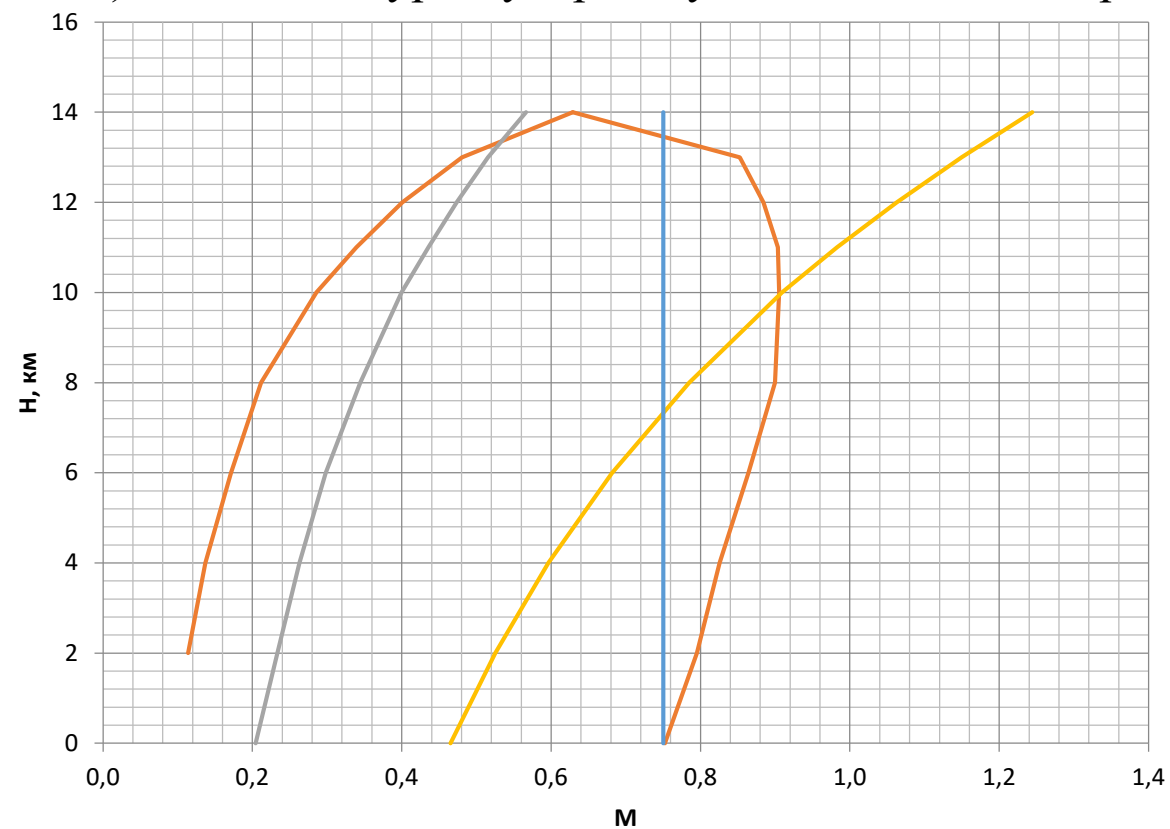
2 Синтез контуров автоматического управления

3 Нелинейное моделирование САУ

4 Заключение

## 1.2 Построение области высот и скоростей установившегося горизонтального полета

1) Ссылка на курсовую работу, либо выполнение расчетов



2) Выбор узловых точек по числам Маха и высотам с постоянным шагом

### 1.3 Выбор параметров привода

$$W_{np} = \frac{1}{T_{np}^2 p^2 + 2\xi_{np} T_{np} + 1}$$

1 Вычисление собственных частот во ВСЕХ выбранных узловых точках

2 Выбор максимального значения собственной частоты  $\omega_{\max}$

3 Вычисление  $10\omega_{\max}$  и выбор ближайшего значения из ряда  $\omega_{np} = [50 \ 40 \ 33 \ 20]$

4)  $T_{np} = \frac{1}{\omega_{np}^*}; \xi_{np} = 0.7$

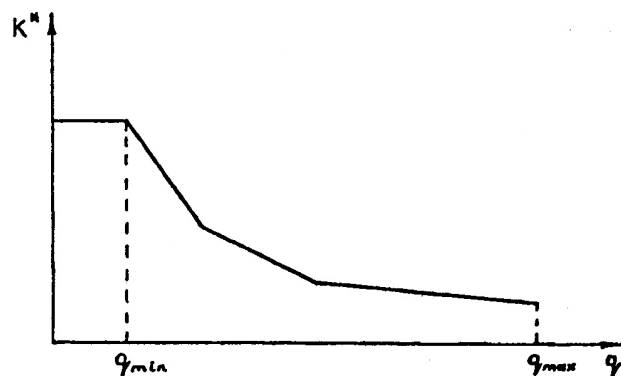
## 2 Синтез контуров автоматического управления

### 2.1 Выбор коэффициентов обратных связей

Для каждой узловой точки выбрать коэффициенты обратных связей согласно методикам, приведенным на лекциях

В отчете привести:

- Таблицы вычисленных коэффициентов обратных связей
- Графические зависимости коэффициентов обратных связей от скоростного напора:



## 2 Синтез контуров автоматического управления

### 2.2 Частотный анализ

Частотный анализ выполняется для трех режимов, соответствующих:

- 1) Минимальному скоростному напору  $q_{\min}$
- 2) Режиму крейсерского полета  $q_{кр}$
- 3) Максимальному скоростному напору  $q_{\max}$

**Частотный анализ выполняется для каждого синтезируемого контура**

Приводятся:

- Частотные характеристики разомкнутых контуров без САУ и с САУ, выполняется их сравнительный анализ по запасам устойчивости, частоте среза
- Частотные характеристики замкнутых контуров

### 3 Нелинейное моделирование САУ

- 1) В Simulink реализовывается система управления на крейсерском режиме полета
- 2) Выполняется моделирование для ступенчатого входного сигнала линейной системы величиной не менее 50% от максимального хода управляющих поверхностей
- 3) Вводятся ограничения (блок “Saturation”) на максимальный заданный угол тангажа/нормальную перегрузку/угол крена/боковую перегрузку, а также ограничения на максимальный угол отклонения управляющей поверхности  $\delta_{\max}$  (см. выбирается для прототипа) и ограничения на максимальную скорость отклонения привода  $\dot{\delta}_{\max}$  (блок “rate limiter”),  $\dot{\delta}_{\max} = \pm 30 \text{ град} / \text{сек}; \pm 15 \text{ град} / \text{сек}$
- 4) Приводятся временные процессы входного сигнала, угла отклонения управляющих поверхностей, выхода внутреннего контура и выхода замкнутого контура
- 5) Выполняется сравнительный анализ переходных процессов в линейном и нелинейном случаях.