

УДК 629.7

## ОСОБЕННОСТИ УХОДА САМОЛЁТА НА ВТОРОЙ КРУГ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ ПОЛЁТА

Васильева И. А., Куликова М. С., Писаренко В. Н.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Существуют следующие стандартные варианты установки давления на барометрических высотомерах воздушных суда, которые обозначаются QNH, QFE и QNE (рис. 1) [1].

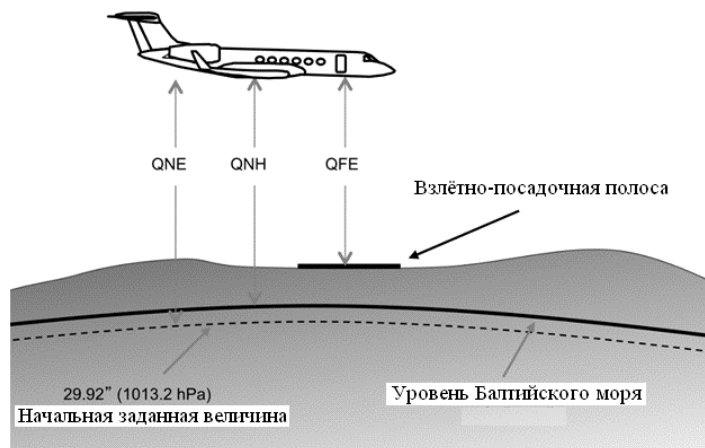


Рис. 1. Измерение высоты полёта барометрическими высотомерами

QNH (Queens Nautical Height) – давление, которое отсчитывается относительно уровня Балтийского моря. QFE (Query Field Elevation) – давление, отсчитываемое от уровня взлётно-посадочной полосы аэродрома. QNE (Queens Nautical Elevation) – это стандартное давление 760 мм.рт.ст. или 1013 гПа вертикального эшелонирования полётов.

При выруливании самолёта на ВПП высотомеры устанавливаются по давлению на аэродроме QFE. После взлёта на высоте перехода осуществляется переход с давления QFE на приведённое давление уровня моря QNE и производится набор высоты эшелона. При снижении перед посадкой самолёта производится установка высотомеров на давление аэродрома QFE [2].

Произведем оценку движения самолёта при автоматизированном уходе на второй круг в режиме QFE. Для этого выполним моделирование канала управления рулем высоты при автоматическом управлении самолётом. Модель управление каналом высоты при автоматическом управлении самолётом представлена на рис. 2.

Запишем систему дифференциальных уравнений САУ каналом высоты, которые описывают движение самолёта при наличии возмущающего воздействия  $\Delta H$  [3]:

$$\Delta H = H_{\text{зад}} - H_{\text{факт}}. \quad (1)$$

$$X(S) = \Phi(X) \cdot \left[ H_{\text{зад}}(S) - \frac{H_{\text{факт}}(S)}{W_1} + \frac{P(S)}{W_1 W_2} \right]. \quad (2)$$

Передаточная функция воздействия на руль высоты:

$$\Phi(X) = \frac{W_1 \cdot W_2}{1 + W_1 \cdot W_2 \cdot W_3}. \quad (3)$$

Реакция системы управления рулем высоты:

$$X(t) = [H_{зад}(t)W_1W_2 - H_{факт}(t)W_2 + P(t)] / (1 + W_1W_2W_3). \quad (4)$$

Если заданная высота полёта установлена в режиме QNH, а фактическая высота полёта считывается с барометрических высотомеров, установленных в режим QFE, то в продольном канале автопилота возникает возмущающее воздействие разности высот заданной и фактической приводящей к отклонению руля высоты. Таким образом, при уходе на второй круг в автоматическом режиме возникает управляющее воздействие на руль разницы высоты  $\Delta H = H_{зад} - H_{факт}$  как следствие изменения фазовых координат начала отсчёта высоты: сначала в режиме измерения высоты QNH, а затем в режиме измерения высоты QFE.

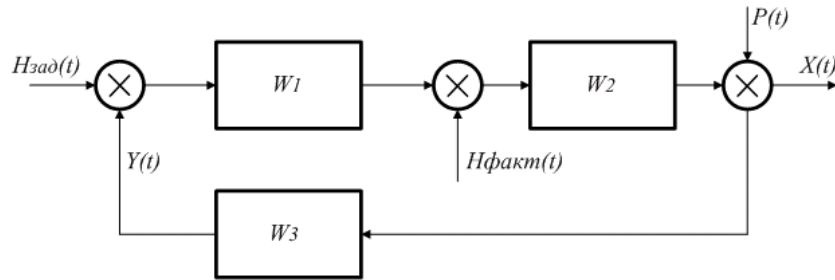


Рис. 2. Модель управления каналом высоты на самолёте при автоматизированном движении:  $W_1$  – передаточная функция канала заданной высоты полёта;  $W_2$  – передаточная функция канала фактической высоты полёта;  $W_3$  – передаточная функция канала отрицательной обратной связи;  $P$  – воздействие ручного управления на руль высоты;  $X$  – воздействие на руль высоты;  $Y$  – сигнал обратной связи автоматического управления

В случае ухода на второй круг в ручном режиме пилот устанавливает режим ухода в зависимости от высоты принятия решения и сам благополучно справляется с управлением ВС. В автоматическом уходе на второй круг автопилот однозначно переводит самолёт в набор высоты с увеличением угла тангажа, что и является следствием перехода на QFE. При уходе на второй круг в автоматическом режиме возникает особенность движения самолёта в вертикальной плоскости, обусловленная возмущенным воздействием на автоматизированное движение возникающей разности статического давления различных фазовых координат отсчёта высоты режимов  $H_{QNH}$  и  $H_{QFE}$ . Такого процесса не произойдёт, если на всём протяжении полёта будет установлен только один режим полёта QNH. Данные для управления самолётом вводятся автоматизировано от системы барометрических высотомеров и запрограммированы на движение в системе QNH.

Таким образом, режим QFE является опасным с точки зрения влияния на безопасность полёта.

#### Библиографический список

1. Окладников А. О. Изменение базы отсчёта барометрической высоты (переход от QFE к QNH): причины, проблемы, перспективы. – М.: Филиал НИИ «Аэронавигации» ФГУП ГосНИИГА, 2013. – 14 с.
2. Писаренко В. Н. Управление безопасностью полётов. – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2014. – 226 с.
3. Писаренко В. Н. Управление процессами и системами эксплуатации авиационной техники. – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2012. – 318 с.