

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КРИТИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ НА ЭТАПАХ ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ САМОЛЕТА

Редакционный совет

Акад. РАН С.Н. Васильев, акад. РАН С.В. Емельянов, чл.-корр. РАН И.А. Каляев, акад. РАН В.А. Левин, чл.-корр. РАН Н.А. Махутов, акад. РАН Е.А. Микрин, чл.-корр. РАН П.П. Пархоменко, чл.-корр. РАН А.Ф. Резчиков, акад. РАН Е.А. Федосов

Редколлегия

Д-ра техн. наук Ф.Т. Алескеров, В.Н. Афанасьев, Н.Н. Бахтадзе, канд. техн. наук Л.П. Боровских (зам. гл. редактора), д-ра техн. наук В.Н. Бурков, В.А. Витих, В.М. Вишневский, д-р экон. наук М.И. Гераськин, д-р техн. наук А.А. Дорофеюк, д-р экон. наук В.В. Клочков, д-ра техн. наук С.А. Краснова, О.П. Кузнецов, В.В. Кульба, А.П. Курдюков, д-ра физ.-мат. наук А.Г. Кушнер, А.А. Лазарев, д-р техн. наук В.Г. Лебедев, д-р психол. наук В.Е. Лепский, д-р техн. наук А.С. Мандель, д-р биол. наук А.И. Михальский, чл.-корр. РАН Д.А. Новиков (гл. редактор), д-ра техн. наук Б.В. Павлов, Ф.Ф. Пашенко (зам. гл. редактора), д-р физ.-мат. наук Л.Б. Рапопорт, д-ра техн. наук Е.Я. Рубинович, В.Ю. Рутковский, д-р физ.-мат. наук М.В. Хлебников, д-р техн. наук А.Д. Цвиркун, д-р физ.-мат. наук П.Ю. Чеботарёв, д-р техн. наук И.Б. Ядыкин

Руководители региональных редакционных советов

Владивосток – д-р техн. наук О.В. Абрамов (ИАПУ ДВО РАН)
 Волгоград – д-р физ.-мат. наук А.А. Воронин (ВГУ)
 Воронеж – д-р техн. наук С.А. Баркалов (ВГАСУ)
 Курск – д-р техн. наук С.Г. Емельянов (ЮЗГУ)
 Липецк – д-р техн. наук А.К. Погодаев (ЛГТУ)
 Пермь – д-р техн. наук В.Ю. Столбов (ПНИПУ)
 Ростов-на-Дону – д-р техн. наук Г.А. Угольницкий (ЮФУ)
 Самара – д-р техн. наук В.Г. Засканов (СГАУ)
 Саратов – д-р техн. наук В.А. Твердохлебов (ИПТМУ РАН)
 Уфа – д-р техн. наук Б.Г. Ильясов (УГАТУ)

На этапах взлета и посадки воздушных судов происходит более 50% летных происшествий. Предпосылки неправильных или ошибочных действий экипажа заключаются в высоких психологических нагрузках и необходимости принятия ответственных решений на основе субъективной оценки ситуации. В целях повышения безопасности воздушных перевозок в ИПУ РАН разработаны алгоритмические и программные средства информационной поддержки экипажа, в том числе:

- алгоритмы оценки текущего и прогнозирования будущего движения воздушного судна по взлетно-посадочной полосе;
- оповещения пилота о наступлении критических событий на взлетно-посадочных этапах полета;
- рекомендации по выполнению или прерыванию типовых полетных процедур.

Все разработки базируются на энергетическом подходе к управлению движением

Математическая формулировка подхода – УРАВНЕНИЕ БАЛАНСА ЭНЕРГИЙ:

$$\text{ЭНЕРГИЯ САМОЛЕТА} = f(\text{ТЯГА ДВИГАТЕЛЯ}, \text{АЭРОДИНАМИКА}, \text{ВЕТЕР}, \text{СИЛЫ ТОРМОЖЕНИЯ})$$

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ВЗЛЕТА ПРИ НАЛИЧИИ ПРЕПЯТСТВИЙ

Схема взлета

Алгоритм прогнозирования дальности до начала подъема носового колеса

$$D_{\text{взл}} = 0,5(V_{\text{крит}}^2 - V(t)^2) / g n_x(t)$$

Прогноз дальности до точки принятия решения (ТПР)

$$D_{\text{ТПР}}(t) = (g(H_{\text{крит}} - h(t)) + 0,5(V_{\text{крит}}^2 - V(t)^2)) / g n_x(t) - L_{\text{вп}}$$

Этап торможения

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ТОРМОЖЕНИЯ

Прогноз дальности до точки останова

$$D_{\text{торм}} = 0,5(V(t)^2 - \epsilon^2) / g n_x(t)$$

Коррекция прогноза

$$D_{\text{торм,кор}} = Q_{\text{кор}} D_{\text{торм}} \quad Q_{\text{кор}} = Q_{\text{кор}}(J, k_{\text{торм}}, V)$$

Окно настроек моделирующего стенда



Статистические испытания алгоритмов прогнозирования на всем множестве взлетно-посадочных режимов показали их высокую достоверность.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН



Профсоюзная ул., д. 65, Москва, 117997

✉ anshev@ipu.ru ☎ (495) 334-90-39

Материал подготовлен канд. техн. наук А.М. Шевченко