

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПОЛЕТОВ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО КОНТРОЛЯ НА ЭТАПЕ ТРЕНАЖЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ ПИЛОТОВ

© 2012 А.М. Лебедев, Л.В. Федотов, С.С. Борисов

Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт)

Поступила в редакцию 05.10.2012

В статье рассматриваются вопросы программного контроля тренажерной подготовки авиационных специалистов с позиций расширения функциональных возможностей воздушного судна, реализуемых на этапе тренажерной подготовки специалиста

Ключевые слова: программный контроль, допусковый контроль, тренажерная подготовка, коэффициент расширения функциональных возможностей

Управление качеством воздушного судна, находящегося в серийном производстве, в процессе его жизненного цикла является чрезвычайно сложным и разветвленным процессом, требующим применения методов системного анализа. Выявление всех связей влияющих на качество необходимо для реализации этого анализа. Эксплуатации воздушного судна (ВС) – длительная фаза его жизненного цикла, связанная с поддержанием качества у потребителя. В обеспечивающей части данной фазы значительную роль играет тренажерная подготовка. Эффективное управление качеством в данной фазе в значительной степени зависит от того насколько установлена и учтена связь качества воздушного судна с тренажерным оборудованием. Традиционно, тренажеры относятся к техническим средствам обучения, но опосредовано они влияют на качество ВС через качество подготовки эксплуатационного персонала (пилотов, диспетчеров и т.д.). В некоторых тренажерах (фирма “RediSon”) предусматриваются функции подготовки технического персонала по поиску отказов бортового оборудования, вводимых в целях обучения. В целом, можно выделить следующие обучающие функции тренажеров полета:

1. подготовка курсантов первоначального обучения
2. обучение пилотов при освоении нового типа ВС
3. обучение пилота для исключения характерных для него (индивидуальных) ошибок, выявленных группами объективного контроля (ГрОК).

Лебедев Алексей Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры естественнонаучных дисциплин.
E-mail: oair@inbox.ru

Федотов Леонид Викторович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой управления качеством.
E-mail: oair@inbox.ru

Борисов Сергей Сергеевич, аспирант.
E-mail: oair@inbox.ru

4. Подготовка экипажа к выполнению полета на аэродром, имеющий сложные геофизические условия.

В перечисленных функциях доминирует процесс обучения. Современные тренажеры представляют собой сложные технические устройства, построенные на современной компьютерной базе. Это создает возможность расширения функций тренажера. Сохраняя нумерацию функций, можно выделить следующие:

5. объективный контроль за действиями обучаемых и реализация инструментального контроля вместо визуального контроля инструктора.

6. автоматизация анализа тренажерной подготовки обучающегося и формирование документации по “полету”.

7. отработка внештатных ситуаций в режимах лежащих за пределами эксплуатационных и предельных ограничений. Отработка этих ситуаций в натурных испытаниях связана с высоким риском.

Решения этих задач достигается повышением уровня автоматизации. Конструктивно тренажер представляет собой программно-технический комплекс на базе ЭВМ и поэтому многие вопросы автоматизации в них уже решены за счет применения цифровых технологий.

Тренажер обеспечивает перевод в цифровую форму положение органов управления: штурвала и колонки, педалей РУД, механизации крыла, выпуска и уборки шасси и т.д.

Математическая модель углового положения ВС в пространстве и его местоположение наземной поверхности как математической точки реализована в программном обеспечении тренажерного комплекса.

Она вычисляет все параметры движения: углы крена, тангажа, курса атаки, скольжения, координаты местоположения, углы рулей, элементов, высоту скорость.

Кроме этих величин в компьютере имеются первые и вторые производные этих величин.

Все эти величины можно снять (считать) с компьютера тренажера, например, через буферное ОЗУ или непосредственно через интерфейс. Проведенная проработка и доработка по ее стоимости незначительна. Наличие всей этой информации позволит реализовать объективно контроль за действиями обучающегося.

Технологическая проработка показала, что наиболее сложным вопросом является определение того из экипажа (курсант или инструктор, первый или второй пилот), кто осуществляет управление. Дело в том, что органы управления системы штурвального управления выполнены как единое целое. Одним из вариантов решения является введение какого-то датчика, который может исключить эту неопределенность.

Информация о тренажерном полете с привязкой к полетному времени хранится в базе данных о полете. По ней можно восстановить весь профиль полета. Обработка этой информации выполняется подобно тому, как это делается в лаборатории объективного контроля (ЛОК) или в группе объективного контроля (ГрОК). Записанный профиль полета разбивается на ряд стандартных этапов полета: «Разбег», «Взлет», «Набор высоты», «Полет по эшелону», «Поворотный пункт маршрута», «Снижение», «Заход на посадку», «Полет по глиссаде», «Выдерживание», «Парашютирование», «Пробег». На этих участках допуска на параметры движения остаются постоянными. Наличие величины на параметры и допуска позволяют в наземном компьютере, по информации снятой с компьютера тренажера, реализовать допусковой контроль и проанализировать все этапы полета. Затем выполняется оценка работы курсанта или пилота по объективной информации, не имеющей ошибок визуального контроля.

Решение этой задачи позволяет перейти к следующему этапу. Наличие всей информации о полете позволяет выявить все ошибки обучающихся и по заявленному критерию определить его оценку.

На основании информации о работе на тренажере при имитации всего полета можно в автоматизированном режиме по установленной форме заполнить полетные документы. Этот режим может быть установлен не только для тренажерной подготовки, но и для эксплуатации воздушного транспорта, что в конечном итоге, позволит исключить субъективизм.

Автоматизация и исключение абсолютизма приведут к повышению качества и повышению безопасности полетов.

В теории управления качеством определено

сопровождение объекта управления в течение всего жизненного цикла, т.е. его прослеживаемость. К этому направлению относятся испытания на предельные режимы.

Обработка ВС за пределами эксплуатационных ограничений в натуральных испытаниях является очень опасным этапом. В этих исследовательских испытаниях можно в качестве модели ВС принять тренажер и провести предварительно испытания на нем.

Это позволит получить технологию средств и повысить безопасность работ. Реализация функций рассмотренных ранее позволит повысить достоверность этих работ.

Тренажерная подготовка в теоретическом плане основывается на предположении о подобии процесса обучения на тренажере и натурального процесса управления ВС.

Это предположение основывается на технических требованиях к проектированию. Известен коэффициент подобия как соотношение числа параметров или переменных в математической модели и в натуре. Этот коэффициент лежит в пределах $0 < K \leq 1$. в профессиональной среде сложилось мнение, что коэффициент подобия более единицы, т.к. на тренажере можно использовать ситуации, при которых параметры процесса выходят за режим эксплуатационных ограничений и при натуральных исследованиях воссоздать эти ситуации сложно. Этот коэффициент есть отношение числа ситуаций вне пределов эксплуатационных ограничений. Такой подход рационален. Если области эксплуатационных и предельных ограничений можно представить в виде некоторой многомерной области, то области допустимых и эксплуатационных допусков в n -мерном пространстве в первом приближении представляется гиперпараллелепипедом. (см рис. 1).

Каждой точке n -го пространства $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ соответствует свой набор параметров $v, \theta, \psi, \gamma, \alpha, \beta, n, V, H, x, y$ и управляющих воздействий $\delta_s, \delta_{pв}, \delta_{pн}$ и т.д.

Таких образом, через каждую точку этого фазового пространства проходит одна единственная интегральная кривая. Время приводится на оцифровке кривой. Следовательно, количество ситуаций пропорционально общему. Объем n -мерного гиперпараллелепипеда равен произведению его ребер. Тогда:

$$V_{\vartheta} = \int_{D'} \dots \int dx_1, dx_2, \dots, dx_n = \prod_{i=1}^n (x_{i \max}^{\vartheta} - x_{i \min}^{\vartheta})$$

$$V_{np} = \int_{D''} \dots \int dx_1, dx_2, \dots, dx_n = \prod_{i=1}^n (x_{i \max}^{np} - x_{i \min}^{np}),$$

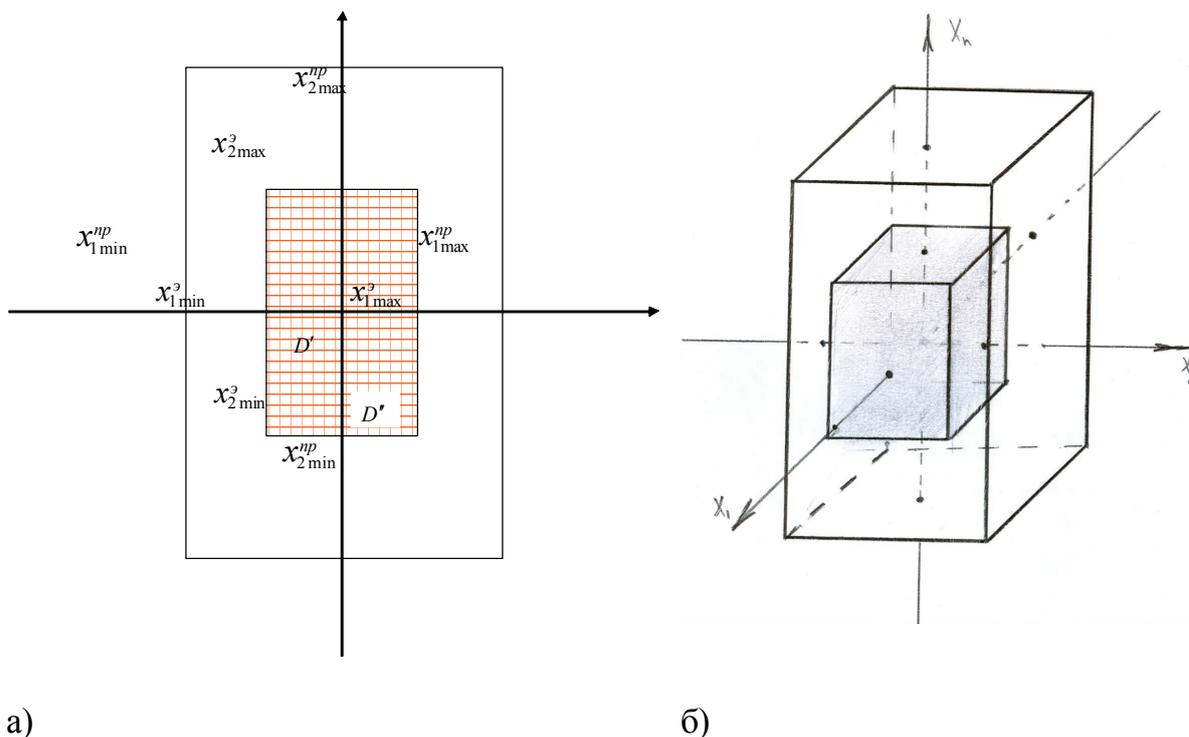


Рис. 1. Гиперпараллелипед эксплуатационных и предельных допусков. а) для двумерного случая; б) для трехмерного случая,

где: D' – n -мерная область контролируемых параметров, лежащих в пределах эксплуатационных ограничений; D'' – n -мерная область контролируемых параметров, лежащих в пределах предельных ограничений; x_i – контролируемый параметр; i – номер параметра $i=1, n$; n – число контролируемых параметров; $x_{i\max}^{\text{э}}$ – верхнее поле допуска i -го параметра; $x_{i\min}^{\text{э}}$ – нижнее поле допуска i -го параметра; $x_{i\max}^{\text{np}}$ – верхнее поле допуска i -го предельного параметра; $x_{i\min}^{\text{np}}$ – нижнее поле допуска i -го предельного параметра

где $V_{\text{э}}$ – n -мерный объем гиперпараллелипипеда эксплуатационных параметров;

V_{np} – n -мерный объем гиперповерхности предельных параметров.

Тогда коэффициент расширения эксплуатационных возможностей K равен

$$k = \frac{V_{\text{np}}}{V_{\text{э}}} \geq 1.$$

Таким образом, конструктивное решение,

связанное с доработкой системы штурвального управления тренажера, позволяющей определить конкретного члена экипажа в процессе выполнения полета и упрощающей процесс автоматизации формирования различных ситуаций в полете и обработки полетной информации, вместе с использованием предложенной модели позволяет увязать в рамках жизненного цикла ВС процессы создания ВС и процессы его эксплуатации.

QUALITY MANAGEMENT OF FLIGHTS ON THE BASIS OF PROGRAM CONTROL AT THE STAGE OF TRAINING PREPARATION OF PILOTS

© 2012 A.M Lebedev, L.V. Fedotov, S.S. Borisov

Ulyanovsk Highest Aviation School of Civil Aviation (institute)

In article questions of program control of training preparation of aviation experts from the positions of expansion of functionality of the aircraft realized at a stage of training preparation of the expert are considered
 Keywords: program control, dopuskovy control, training preparation, factor of expansion of functionality

Alexey Lebedev, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Natural-Science Disciplines Department.

E-mail: ouip@inbox.ru

Leonid Fedotov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head at the Quality Management Department.

E-mail: ouip@inbox.ru

Sergey Borisov, Graduate Student. E-mail: ouip@inbox.ru