

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ В СИСТЕМАХ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Виктор Феофанов

*Институт транспорта и связи,
ул. Ломоносова 1, LV-1019, Рига, Латвия
E-mail: vfeo@tsi.lv*

Все возрастающая сложность многофункциональных систем (атомные электростанции, самолеты, наземные транспортные средства и другие сложные объекты управления) предъявляет к оператору, управляющему этими системами, ряд требований:

- знание объекта управления;
- умение принимать решения по управлению объектом в сложных ситуациях;
- иметь практические навыки работы с системами объекта.

Достичь необходимых навыков по управлению сложными системами в современных условиях возможно на комплексных тренажерах. Однако по ряду причин, инструктор тренажера не всегда имеет возможность достоверно оценить степень готовности оператора. В этих случаях необходимо применять системы объективного контроля и оценивания деятельности оператора. Имеется опыт создания и применения систем объективного контроля и оценивания на комплексных авиационных тренажерах.

При разработке системы объективного контроля и оценки качества подготовки летного состава на комплексных тренажерах самолетов (КТС), необходимо было решить проблемы, связанные с оцениванием техники пилотирования, принятием решений и технологии работы экипажей с системами самолета.

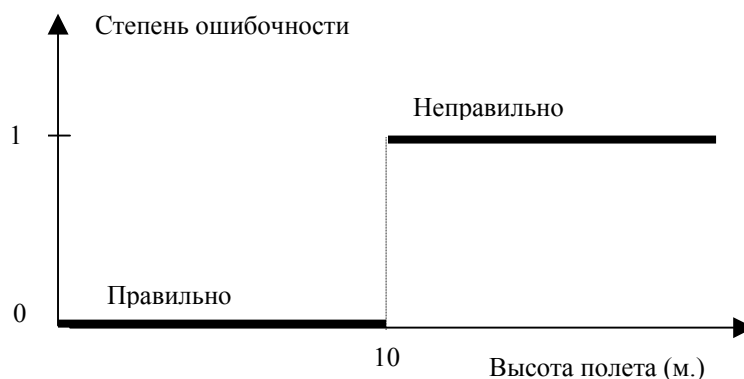


Рис. 1

Первые же исследования показали, что для построения алгоритмов оценивания правильности и своевременности действий экипажа с системами самолета обычная логика с жестким двоичным принципом “да/нет” не годится, т.к. ошибка оценивания получалась очень большой. И действительно, большое количество сочетаний различных значений параметров и участков полета, а также вводимых инструктором отказов и неисправностей приводит к тому, что одно и то же действие экипажа должно оцениваться более тонко (дифференцированно), с учетом “весового” коэффициента для каждой “составляющей” конкретной ситуации.

Например, после отрыва самолета экипаж должен убрать шасси по достижении высоты 10 м. и, следовательно, “неуборка” шасси должна быть оценена как неправильное действие. На

рис. 1. показано, что оценивание “бездействия” экипажа по обычной логике производится скачкообразно на высоте полета 10 м.. Но, если необходимо учитывать влияние “неуборки” шасси на выдерживание заданных параметров полета и на возможность выполнения экипажем последующих действий с другими системами самолета, то в зависимости от тяжести последствий “бездействие” экипажа должно оцениваться дифференцированно. Так, если взлет самолета сопровождается одним из отказов двигателей, требующих немедленной посадки самолета, то “неуборку” шасси уже нельзя рассматривать как неправильное действие. В этом случае, для оценивания действий экипажа, необходимо более точно описать ситуацию, используя не абсолютные понятия (правильно/неправильно), а относительные критерии нечеткой логики (fuzzy logic), допускающие множество промежуточных градаций (более правильный/менее правильный) и поэтому – более тонкий анализ ситуации.

Причем оценивание действий может производиться в несколько стадий, с использованием довольно сложных вычислительных алгоритмов, учитывающих множество разнообразных факторов. На рис. 2. показана схема оценивания по принципам нечеткой логики. Кривая степени ошибочности строится для каждой конкретной ситуации (ситуация 1, ситуация 2 и т.д.).

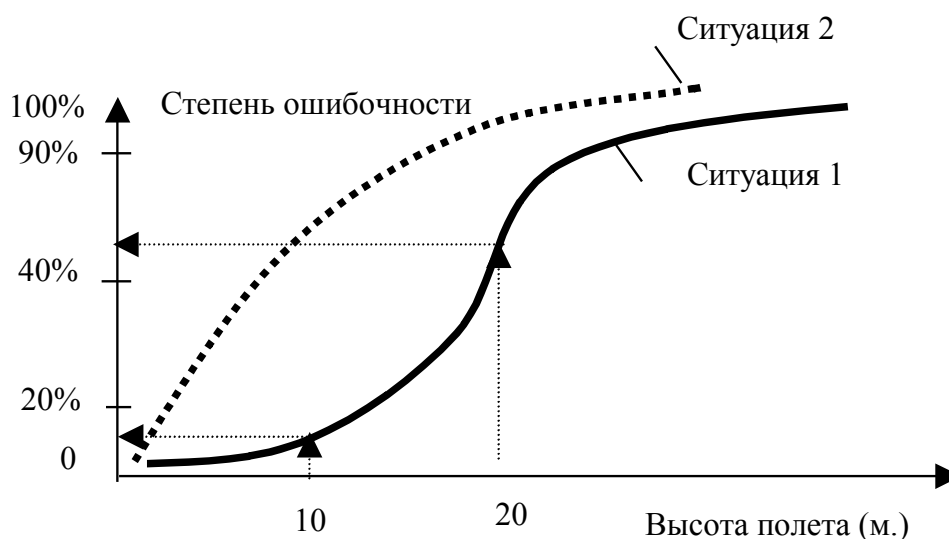


Рис. 2

При разработке математического аппарата оценивания деятельности экипажа все действия экипажа с системами самолета необходимо разделить на отдельные дискретные действия (типа “включено”, “выключено”), однозначно определяемые состоянием соответствующих разовых команд (РК). С другой стороны все РК необходимо сгруппировать определенным образом с учетом зависимости РК друг от друга, а также зависимости РК от этапов полета, значений параметров самолета, вводимых отказов и неисправностей (далее эти зависимости называются ситуациями).

Все запрограммированные ситуации описывают ошибочные действия экипажа, т.к. именно они представляют наибольший интерес для оценивания. Объем рассматриваемых ситуаций определяется охватом всех наиболее вероятных ошибочных действий экипажа, а глубина ситуаций будет определяться учетом наиболее существенных зависимостей РК друг от друга и других параметров.

При проверке ошибочности действий сначала производится анализ и определение ситуации, а затем для конкретной ситуации определяется степень ошибочности действий экипажа. Таким образом, в нашем случае при достижении заданного значения высоты “неуборка” шасси для разных ситуаций будет иметь разную степень ошибочности. Построение зависимостей производится двумя методами:

- экспертным путем (на основе технических характеристик систем, математических моделей объекта, опытных данных и т.п.);
- на основе статистических данных (в тех случаях, когда невозможно использование экспертного метода).

Во втором случае производится сбор статистики по действиям экипажа с системами самолета в конкретной ситуации, затем строится гистограмма, определяется закон распределения вероятности и строится график распределения вероятности $f(x)$, а на их основе функция распределения $F(x)$. На рис. 3 приведен пример построения функции распределения времени выключения двигателя экипажем от момента пожара мотогондолы. В данном случае распределение вероятности согласуется с логарифмически-нормальным законом распределения. Полученный график функции распределения используется в качестве кривой

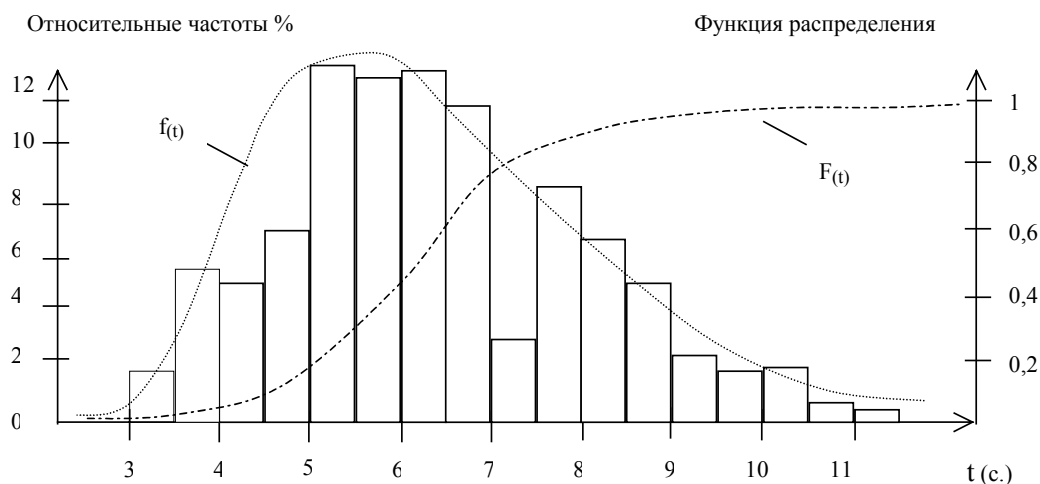


Рис. 3

степени ошибочности. Присвоение оценки действию экипажа производится в зависимости от значения степени ошибочности, полученного на графике в % (см. рис. 2).

В адаптивных алгоритмах необходимо заложить условия, по достижении которых будет производиться уточнение графика степени ошибочности. В качестве условия может использоваться рост мастерства обучающегося в процессе цикла тренировок или увеличение количества статистических данных.

При оценивании техники пилотирования, т.е. умения экипажем выдерживать заданные значения параметров полета, встает проблема учета стиля управления. К примеру, некоторые пилоты производят энергичный ввод самолета в крен при разворотах, а другие производят плавный разворот с малым углом крена. Таким образом, во втором случае трудно определить: начал пилот разворот или отклоняется от курса, тем самым, совершая ошибку. В этом случае в программное обеспечение необходимо включать модуль определения манеры управления, который по пробному полету или по первым этапам полета определит манеру управления пилота. Полученный результат используется для автоматического выбора (корректировки) программного обеспечения, учитывающего соответствующую манеру управления. Подобная проблема встает и при автоматическом определении начала и конца разных участков полета. При первом подозрении на начало нового участка полета или конец текущего участка в действие вступает модуль распознавания участков. Он в течение определенного временного интервала обрабатывает поступающую информацию и подтверждает или опровергает начало участка. При этом процесс оценивания деятельности экипажа приостанавливается, а исходная информация записывается в буфер. По окончании этапа распознавания участка полета эта информация обрабатывается вдогонку по алгоритмам, соответствующим данному участку полета. При таком подходе наблюдается некоторое отставание выдачи результатов обработки на экран от реального масштаба

времени. Производительность и мощность современных компьютеров позволяют в этих случаях производить обработку полетной информации по двум и более альтернативным алгоритмам параллельно до окончания этапа определения участка полета (см. рис.4). По завершении распознавания на экран выдаются результаты обработки полетной информации по алгоритму, соответствующему данному участку полета (результаты алгоритма 1 или алгоритма 2). Тем самым достигается сокращение отставания обработки от реального времени.

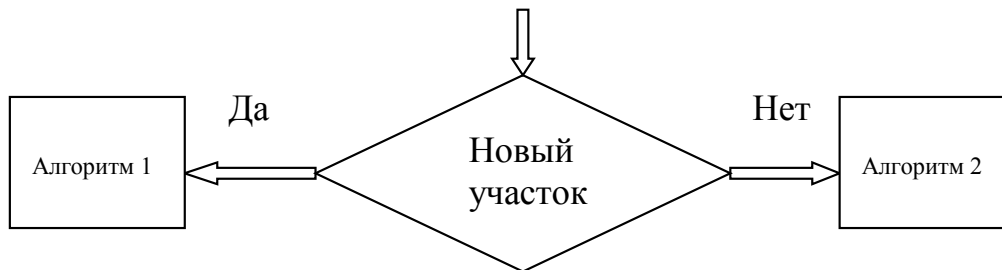


Рис.4

Применение адаптивных алгоритмов оценивания деятельности оператора значительно повышает достоверность получаемых результатов и сокращает время запаздывания обработки. Подобный подход предлагается использовать при разработке автоматических систем оценивания деятельности оператора на комплексных тренажерах многофункциональных систем.