

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ЗАВЕРШЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ ЭКСПЕРТА-АНАЛИТИКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ АНАЛИЗОМ ЛОКАЛЬНЫХ ОЦЕНОК**

*Аннотация:* в данной статье приведена статистическая оценка обученности эксперта-аналитика, основанная не на оценке средних значений исследуемых величин, как это обычно производится, а на оценке характеристик их рассеивания, что более точно отражает степень идентичности действий эксперта-аналитика при многократном выполнении тестовых заданий.

*Ключевые слова:* Ключевые слова: эксперт-аналитик, степень обученности, статистические оценки, диапазоны рассеивания.

### **Введение**

Аналитические лаборатории, входящие в состав практически всех государственных структур, решают весьма большой спектр задач, причем часть из них имеют важное народнохозяйственное значение. В частности, аналитические лаборатории государственной таможенной службы Украины не только обеспечивают ввоз на Украину качественных товаров, но и предотвращают попадание на территорию опасных для здоровья людей различного рода средств и веществ, включая наркотические вещества и медикаменты [1]. Аналитические лаборатории постоянно совершенствуются и развиваются как в смысле технических средств информационных технологий, так и в смысле совершенствования подготовки для работы в них высококвалифицированных экспертов-аналитиков [2].

### **Постановка задачи**

Так как последовательный анализ не предусматривает априорное планирование опытов, то он может быть использован в оценке обученности эксперта-аналитика для работы на специализированном лабораторном оборудовании. Индивидуальные особенности экспертов-аналитиков заведомо приводят к весьма вариативным срокам обучения, поэтому интересно исследовать возможности более точной оценки времени обучения.

Применение последовательного анализа имеет смысл рассмотреть по отношению к локальной оценке. При этом необходимо удовлетворение правил останковки, приведенных в работе авторов [3]. После этого осуществляется последовательный анализ циклов обучения, основанный на применении аппарата оценки гипотез о состоянии эргатической системы “эксперт-оборудование” [4].

## Решение задачи

Приведенный ниже анализ основан не на оценке средних значений исследуемых величин, как это обычно производится, а на оценке характеристик их рассеивания.

Пусть  $f\{p_{1,N}(Y_N)\}$  суть плотности вероятностей значений выборки локальных оценок (по циклам) при условии, что данная выборка относится к совокупности со средним значением  $M\{Y\}$  и дисперсией, соответственно равной  $D \leq D_0$  и  $D \geq D_1$ . Пусть  $\alpha^*$  есть вероятность того, что в данной ограниченной выборке истинное среднее квадратичное отклонение имеет значение  $\sigma_1$ , в то время как принято значение  $\sigma_0$ , а  $\beta^*$  есть вероятность того, что в данной ограниченной выборке среднее квадратичное отклонение имеет значение  $\sigma_0$ , в то время как принято значение  $\sigma_1$ . Таким образом, значения  $\sigma_0$  и  $\sigma_1$  являются конкурирующими.

Тогда отношение вероятностей  $P_{1,N}(Y_N)$  и  $P_{0,N}(Y_N)$  может быть использовано как отношение правдоподобия в виде

$$\frac{P_{1,N}(Y_N)}{P_{0,N}(Y_N)} \geq \frac{1 - \beta^*}{\alpha^*} \quad (1)$$

и

$$\frac{P_{1,N}(Y_N)}{P_{0,N}(Y_N)} < \frac{\alpha^*}{1 - \beta^*} \quad (2)$$

Удовлетворение неравенства (2) означает, что процесс обучения завершен. Следовательно, цикл эргатического процесса, локальная оценка которого обладает характеристиками в соответствии с неравенством (2), является последним в процедуре обучения оператора. Удовлетворение неравенства (1) означает, что процесс обучения еще не завершен. Обучение необходимо продолжить. Здесь  $N$  — номер цикла эргатического процесса, отсчитываемый после цикла  $N_{II}$ .

Полагая, распределение значений локальной оценки в выборках подчиняется нормальному закону распределения с параметрами  $M\{Y\}$ ,  $\sigma_0$ ,  $\sigma_1$ , и производя стандартные для последовательного анализа преобразования, получим выражения для граничных функций, определяющих переходы эргатической системы из состояния, характеризующегося недостаточной обученностью, в состояние обученности.

По существу, эти соотношения определяют результат статистического анализа локальных оценок, получаемых в завершающих обучение циклах эргатического процесса (рис. 1).

Верхняя граница А (см. рис. 1) определится соотношением:

$$L_1(N) = f(\sigma_N) = \frac{2D_1D_0}{D_1 - D_0} \left( \ln \frac{\sigma_1}{\sigma_0} N + \ln \frac{1 - \beta^*}{\alpha^*} \right), \quad (3)$$

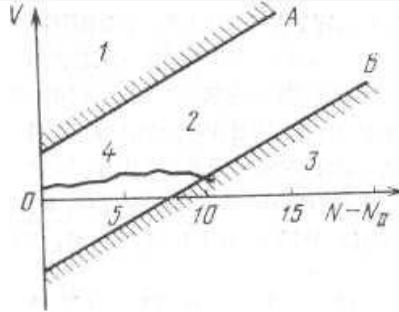


Рис. 1 – Применение последовательного анализа для оценки момента завершения обучения:

$V$  – оценочная функция, равная  $\sum Y (j - m_y) 2$ ;  $A$  – верхняя граница, определяемая соотношением (4);  $B$  – нижняя граница, определяемая соотношением (5); 1 – область принятия гипотезы  $\sigma_y \geq \sigma_1$ ; 2 – область продолжения обучения; 3 – область принятия гипотезы  $\sigma_y \leq \sigma_0$ ; 4 – траектория оценки.

$$D_1 = \sigma_1^2; \quad D_0 = \sigma_0^2,$$

а нижняя граница  $B$  (см. рис. 1) – соотношение

$$L_0(N) = f(\sigma_Y) = \frac{2D_1D_0}{D_1 - D_0} \ln \frac{\sigma_1}{\sigma_0} N - \ln \frac{1 - \beta^*}{\alpha^*}. \quad (4)$$

В результате обработки получаемых при по-цикловом обучении эксперта значений локальных мер при условии  $M(Y) = m_w$  определяется оценочная функция вида

$$B = \sum_{j=1}^N (Y_N - m_y) 2. \quad (5)$$

Если оценочная функция

$$B > L_1(N), \quad (6)$$

то можно утверждать, что с вероятностью  $(1 - \alpha^*)$  на ограниченном множестве циклов эргатического процесса имеет место неравенство  $\sigma_Y > \sigma_1$  и с вероятностью  $\beta^*$  может иметь место выпадение ложного результата  $\sigma_Y \leq \sigma_1$ . Если оценочная функция

$$B < L_0(N), \quad (7)$$

то обучение должно быть завершено.

Если

$$L_0(N) < B < L_1(N), \quad (8)$$

то обучение должно быть продолжено.

С применением последовательного анализа число завершающих обучение циклов эргатического процесса может быть значительно уменьшено.

Обозначив через  $u_z$  квантиль стандартного нормального распределения, где  $z$  принимает значения  $(1 - \alpha^*)$  и  $(1 - \beta^*)$ , а также через  $Y_{nop}$  пороговое значение локальной меры, напишем формулу для определения числа циклов эргатического процесса на завершающем этапе обучения человека-оператора в виде

$$N_k = (u_{1-\alpha} + u_{1-\beta})^2 \left( \frac{\sigma_Y}{1 - Y_{nop}} \right)^2 \quad (9)$$

что соответствует “классическому” методу статистической обработки опытов при условии  $Y_{nop} = m_y$  [5].

При использовании же последовательного анализа результатов обучения завершение обучающей процедуры происходит через  $N$  циклов. Тогда эффективность применения последовательного анализа локальных оценок качества эргатического процесса определится коэффициентом

$$\eta_a = \frac{N_k - N}{N_k} \quad (10)$$

Учитывая вышеизложенное, при подготовке экспертов-аналитиков необходимо, в первую очередь, определить методы построения процесса обучения и оценки обученности, являющиеся исходными для решения задачи совершенствования методов и форм профессиональной подготовки.

### Заключение

Независимо от принятой стратегии обучения процесс обучения всегда сводится к последовательному предъявлению обучаемому эксперту задач, многократное решение которых приводит к появлению у него соответствующих навыков по дозированным воздействиям на объекты анализа и контрольную аппаратуру, что обуславливает целесообразность применения методов последовательного анализа. По мере приобретения навыка действия обучаемого эксперта характеризуются некоторой степенью статистической устойчивости, являющейся основой для формирования оценки степени обученности эксперта-аналитика.

Приведенная выше статистическая оценка обученности основана не на оценке средних значений исследуемых величин, как это обычно производится, а на оценке характеристик их рассеивания, что более точно отражает степень идентичности действий эксперта-аналитика при многократном выполнении тестовых заданий.

### **Список использованных источников**

1. Таможенный кодекс Украины.
2. Принципы построения эффективных обучающих процедур в АОС / Иванова Е.В., Ткач Г.М., Стенин А.А. // сб.: Вестник Житомирского технологического института, №13, 2000. – с. 203 – 206.
3. Построение обучающей процедуры и определение условий обученности эксперта аналитической лаборатории / Е.Ю.Мелкумян, С.А.Стенин // Міжвідомчий науково-технічний збірник. Системні технології, Дніпропетровськ, 2012. 78.№1(78) С.178-182.
4. Технические эргатические системы (синтез эргаматов) / под общей редакцией В.В. Павлова. – Киев: “Вища школа”. – 1997. - 344 с.
5. Метод независимой статистической проверки согласованной работы экспертной комиссии / Стенин С.А., Губский А.Н. // сб.: Адаптивные системы автоматического управления. Днепропетровськ. 2012. - №21(41). - с. 100-104.

Отримано 02.09.2014 р.