

УДК 519.2:378.14:621.039

ВИКОРИСТАННЯ СТАНДАРТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ПРИ НАВЧАННІ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ АЕС

Матвійшина Н.В., Толлок В.О

У статті наведені результати дослідження процесу забування навчального матеріалу у двох групах оперативного персоналу АЕС. Визначаються числові характеристики процесу забування і число відновлень знань протягом досить великого проміжку часу.

Найважливішою проблемою є проблема виміру результатів діяльності, дослідження параметрів засвоєння і забування, визначення їхньої структури. Результати діяльності того, кого навчають, є об'єктом контролю.

Складний і багатогранний характер контролю знань не дозволяє робити однозначні твердження щодо його результатів при плануванні цього процесу. Про них можна говорити як про ймовірні, можливі. Відомим є факт, що той самий метод, ті самі форми організації контролю, майже при однакових початкових умовах, дають різні результати. Є всі підстави розглядати результат контролю як вірогідний і на його основі розглядати вірогідні моделі контролю знань. До таких моделей, наприклад, ставляться моделі стандартизованого контролю знань [4,5].

Навчанню і контролю знань оперативного персоналу атомних станцій у даний час приділяється досить велика увага [6], проте моделі стандартизованого контролю знань не застосовуються.

У цій статті пропонується розглянути приклад використання стандартизованого контролю знань при навчанні оперативного персоналу АЕС.

Нехай за деяким курсом складена програма контролю, що містить $N \gg 1$ питань і завдань. Для кожного, кого навчають, усі контрольні питання програми діляться на дві групи:

- питання, навчальний матеріал яких засвоєний (1);
- питання, навчальний матеріал яких не засвоєний (0).

Якщо число незасвоєних питань по всій програмі контролю складає M , то їхня частка дорівнює

$$P=M/N.$$

Звичайно, число питань N велике, і тому доцільно ставити тому, кого навчають, не усі N питань, а вибірку обсягу n . Якщо m - число неправильних відповідей на питання вибірки, тоді оцінка частки помилок дорівнює

$$p=m/n.$$

Визначимо:

$P(t)$ - обсяг незасвоєного матеріалу при дослідженні процесу засвоєння;

$Q(t)$ - обсяг засвоєного матеріалу при дослідженні процесу забування;

$\lambda(t)$ - інтенсивність забування: відношення частоти забування до очікуваного числа незабутих питань в інтервалі часу $(0,t)$;

$\mu(t)$ - інтенсивність засвоєння: відношення частоти засвоєння питань до очікуваного числа забутих питань в інтервалі часу $(0,t)$;

$\nu(t)$ - число забувань.

Надалі будемо розглядати тільки числові характеристики процесу забування.

Розглянемо приклад контролю знань із урахуванням забування.

За курсом «Загальні правила безпеки» складена програма контролю знань оперативного персоналу АЕС (50 питань). У таблиці наведені результати дослідження процесу забування навчального матеріалу у

двох групах оперативного персоналу реакторного відділення АЕС (у кожній групі по 10 чоловік). Для персоналу реакторного відділення обрана вибірка з 35 питань.

t (міс.)	0	7	9
Q_{1i}	0.837	0.82	0.812
Q_{2i}	0.908	0.858	0.85
$\overline{Q}_i$	0.872	0.839	0.831
y_{1i}	-0.178	-0.198	-0.208
y_{2i}	-0.096	-0.153	-0.162

Q_{1i} , Q_{2i} - ймовірності правильних відповідей у першій і другій групах під час i -ї відстроченої перевірки;

Q_0 - ймовірність правильної відповіді в початковий момент часу t ;

$$y_{1i} = \ln Q_{1i}, \quad y_{2i} = \ln Q_{2i}, \quad \overline{Q} = \frac{1}{2}(Q_{1i} + Q_{2i}).$$

Для дослідження використовуємо метод регресійного аналізу [1,2].

Якщо час забування має експоненціальний розподіл, то обсяг засвоєного матеріалу $Q(t)$ при дослідженні процесу забування змінюється за експонентою:

$$Q(t) = Q_0 e^{-\lambda t}.$$

Якщо зробити деякі перетворення, можна одержати:

$$y_{теор.} = a - \lambda(t - \bar{t}),$$

де $y_{теор.}$ - теоретична лінія регресії процесу забування;

a, λ - параметри регресійного рівняння.

Оцінка для теоретичної лінії регресії має вигляд:

$$y_{оцін.} = \hat{a} - \hat{\lambda}(t - \bar{t}),$$

де

$$\hat{a} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i y_i}{\sum_{i=1}^k n_i}; \quad \hat{\lambda} = - \frac{\sum_{i=1}^k n_i (t_i - \bar{t}) \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^k n_i (t_i - \bar{t})^2};$$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}; \quad \bar{y}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} y_{ji}, \quad i = 1, \dots, k;$$

n_i - число вимірів у момент часу t_i ; k - число перевірок.

У нашому випадку, $n_i = 2$, $k = 3$. Крім того, $\hat{a} = \ln \hat{Q}_0$.

Підставляючи необхідні значення у вищенаведені вирази, одержимо:

$$\bar{t} = 5.33;$$

$$\hat{a} = -0.19;$$

$$\hat{\lambda} = 0.082 \text{ міс}^{-1}$$

Це означає, що забування матеріалу відбудеться в середньому через 12 місяців.

Підставляючи отримані параметри $\hat{a}$, $\hat{\lambda}$ у рівняння регресії, маємо:

$$y_{\text{оцін.}} = 0.25 - 0.082t$$

$$\hat{Q}_0 = 0.826.$$

Отже, обсяг засвоєного матеріалу при дослідженні процесу забування змінюється таким чином:

$$\hat{Q}(t) = 0.826e^{-0.082t}.$$

Залежність $\hat{Q}(t)$ можна використовувати, наприклад, для планування повторень навчального матеріалу, при доборі і корекції методів навчання і т.д.

Нехай необхідно визначити з ймовірністю 0.9 число відновлень знань з навчального матеріалу протягом $t=24 \text{ міс.}$

Протягом досить великого проміжку часу $(0, t)$, із ймовірністю $(1 - \alpha)$ число забувань можна одержати, використовуючи нерівність [4]:

$$\frac{t}{T} - U_{\alpha/2} \frac{\sigma\sqrt{t}}{T\sqrt{T}} < \nu(t) < \frac{t}{T} + U_{\alpha/2} \frac{\sigma\sqrt{t}}{T\sqrt{T}},$$

де $U_{\alpha/2}$ - квантілі нормованого нормального розподілу, що знаходяться у відповідних таблицях [1];

$T = M(\tau) = \frac{1}{\lambda}$ - математичне чекання часу забування (τ - час забування);

$\sigma^2 = D(\tau) = \frac{1}{\lambda^2}$ - дисперсія часу забування;

$M\{\nu(t)\} = \frac{t}{T}$ - математичне чекання числа забувань.

Для $(1 - \alpha) = 0.9$, із таблиць квантилів нормального розподілу, одержуємо:

$$U_{\alpha/2} = 1.28.$$

Отже, виконується нерівність:

$$\nu(t) < M\{\nu(t)\} + U_{\alpha/2} \frac{\sigma\sqrt{t}}{T\sqrt{T}}$$

Підставляючи всі наявні значення, одержуємо:

$$T = \frac{1}{0.082} = 12;$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{0.082^2} = 149.3; \quad \sigma = 12.2;$$

$$M\{\nu(t)\} = \frac{24}{12} = 2;$$

$$\nu(t) < 2 + 1.28 \cdot \frac{12.2 \cdot 4.9}{12 \cdot 3.45} \approx 3.$$

Таким чином, можна сказати, що з можливістю 0.9 протягом 24 місяців з інтенсивністю забування $\lambda = 0.082 \text{ міс}^{-1}$ достатньо три відновлення знань за навчальним матеріалом курсу «Загальні правила безпеки».

ЛІТЕРАТУРА

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. - М., 1977.
2. Крамер Г. Математические методы статистики. - М., 1976.
3. Матвейшина Н.В. Анализ деятельности оперативного персонала АЭС и задачи совершенствования контроля знаний операторов // Придніпровський науковий вісник.- 1998. – №.52.
4. Свиридов А.П. Основы статистической теории обучения и контроля знаний. - М., 1981.
5. Свиридов А.П. Применение методов планирования эксперимента при обучении обучающихся и контролируемых машин. - М., 1976.
6. Чачко А.Г. Подготовка операторов энергоблоков. Алгоритмический подход. - М., 1986.