

Н. В. Хованов, В. В. Корников, А. О. Аветисян (Санкт-Петербург, СПбГУ). **Многокритериальная дифференциальная диагностика заболеваний по нечисловой, неточной и неполной экспертной информации.**

Рассматривается случай медицинской диагностики, когда следует определить вероятности p_1, p_2, \dots, p_5 принадлежности заболевания легких обследуемого пациента к пяти альтернативным нозологическим единицам: A_1 — «пневмония», A_2 — «доброкачественная опухоль», A_3 — «периферический рак», A_4 — «метастатический рак», A_5 — «очаговый туберкулез» [1]. Предположим, что информацию о вероятностях p_1, p_2, \dots, p_5 альтернатив A_1, A_2, \dots, A_5 исследователь черпает из трех диагностических процедур: 1) анализ анамнеза заболевания пациента; 2) анализ изменения гемограммы пациента; 3) анализ локализации теней на рентгенограмме [1]. Пусть диагностическая нечисловая, неточная и неполная (ННН)-информация, полученная из этих трех источников, описывается, соответственно, тремя системами равенств и неравенств для вероятностей: $I_1 = \{p_1 > p_5 = p_4 > p_2 = p_3\}$, $I_2 = \{p_1 > p_3 = p_4, p_3 > p_2\}$, $I_3 = \{p_1 > p_5 > p_3 = p_4, p_1 > 0, 5\}$.

Оценки $\bar{p}_i(I_j)$, $i = 1, 2, \dots, 5$, $j = 1, 2, 3$, приведенные в трех первых столбцах таблицы, вычислены по ННН-информации $I = (I_1, I_2, I_3)$ с использованием программы APIS, расположенной на сайте polydecision.com и представляющей собой модификацию зарегистрированной программы ASPID-3W [3].

Таблица. Оценки $\bar{p}_i(I_j), \bar{\bar{p}}_i(I, J)$ вероятностей p_i , $i = 1, 2, \dots, 5$, $j = 1, 2, 3$

$\downarrow i \setminus j \rightarrow$	1	2	3	(I, J)
1	0,52	0,40	0,67	0,50
2	0,06	0,05	0,04	0,06
3	0,06	0,15	0,04	0,08
4	0,18	0,15	0,04	0,16
5	0,18	0,25	0,21	0,20

Пусть мнение исследователя о сравнительной значимости указанных трех источников ННН-информации о вероятностях диагностических альтернатив A_1, A_2, \dots, A_5 описывается ННН-информацией, представленной в виде системы равенств и неравенств $J = \{w_1 >_2 > w_3, w_1 \geq 0, 50\}$ для весовых коэффициентов w_j , $j = 1, 2, 3$ ($w_j \geq 0$, $w_1 + w_2 + w_3 = 1$). При помощи программы APIS получаем числовые оценки $\bar{w}_1(J) = 0, 67$, $\bar{w}_2(J) = 0, 25$, $\bar{w}_3(J) = 0, 08$ весовых коэффициентов, соответствующие ННН-информации J . Подставляя полученные оценки $\bar{p}_i(I_j)$, $w_j(J)$ в формулу $\bar{\bar{p}}_i(I, J) = \mathbf{E} \tilde{\bar{p}}_i(I, j) = \sum_{j=1}^m \bar{p}_i(I_j) \bar{w}_j(J)$, получаем искомую оценку $\bar{\bar{p}}_i(I, J)$ вероятности p_i попадания заболевания пациента в нозологическую категорию A_i , $i = 1, 2, \dots, 5$ (см. последний столбец таблицы). Полученные усредненные оценки $\bar{\bar{p}}_i(I, J)$ учитывают как ИНН-информацию $I = (I_1, I_2, I_3)$ о вероятностях, так и ННН-информацию J о сравнительной значимости используемых источников информации. Используя формулу $S_i^2(I, J) = \mathbf{D} \tilde{\bar{p}}_i(I, J) = \sum_{j,l=1, j \neq l}^m \bar{p}_i(I_j) \bar{p}_i(I_l) + \sum_{j=1}^m [\delta_i^2(I_j) \varepsilon_j^2(J) + \delta_i^2(I_j) \bar{w}_j^2(J) + \bar{p}_i^2(I_j) \varepsilon_j^2(J)]$, где $\varepsilon_{jl} = \text{cov}(\tilde{w}_j(J), \tilde{w}_l(J))$ есть ковариация рандомизированных весовых коэффициентов $\tilde{w}_j(J)$, $\tilde{w}_l(J)$, $j \neq l$, можно найти стандартные отклонения $S_i(I, J) = \sqrt{\mathbf{D} \tilde{\bar{p}}_i(I, J)}$, характеризующие точность оценок $\bar{\bar{p}}_i(I, J)$ (в данном случае так определенная точность для всех нозологических категорий составляет примерно 10% от соответствующих усредненных оценок вероятностей).

В разобранным примере речь шла об оцениваемых экспертами «вероятностях» попадания классифицируемого объекта в соответствующую категорию. Разумеется, возможны и совершенно другие интерпретации получаемых оценок, которые можно, например, трактовать как оценки функций принадлежности нечетких множеств

[9] как результат взвешенного голосования экспертов и/или синтеза сводной оценки принадлежности к фиксированному классу [2, 5] и т. д.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 10-06-00130.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зайков С. В.* Диагностика и дифференциальная диагностика туберкулеза легких. 2009. <http://immuno.health-ua.com/article/394.html>.
2. *Кузнецов В. А., Сенько О. В., Кузнецова А. В.* Распознавание нечетких систем по методу статистически взвешенных синдромов и его применение для иммуногематологической нормы и хронической патологии. — *Химическая физика*, 1996, т. 15, № 1, с. 81–100.
3. *Хованов К. Н., Хованов Н. В.* Система поддержки принятия решений АСПИД-3W. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 960087 от 22.03.1996. Российское агентство по правовой охране программ для ЭВМ, баз данных и топологии интегральных микросхем. М.: РосАПО, 1996.
4. *Хованов Н. В.* Математические модели риска и неопределенности. СПб.: СПбГУ, 1998, 204 с.
5. *Хованов Н. В.* Синтез сводной оценки при решении задачи распознавания в условиях дефицита информации. — Тезисы докладов 4-й Всесоюзной конференции «Математические методы распознавания образов». Ч. 2. Секция 1. Рига: РИО МИПКРР, 1989, с. 162–164.