Литература

1. Векторная диаграмма токов и напряжений [Электронный ресурс]/ векторная диаграмма токов и напряжений. -Режим доступа: https://amperof.ru/elektroenergia/vektornaya-diagramma-tokov-napryazhenij.html#i. – Дата доступа: 10.04.2021.

УДК 37.012.1

ВЕРОЯТНОСТЬ В ТЕСТИРОВАНИИ

студент гр. 10702319 Лазько В.О.
Научный руководитель – канд. ф. наук, доцент Михайлова Н.В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Междисциплинарные научные исследования, математизация наук, включая и медицинские, давно стали трендом современного научного познания. В современной медицинской диагностике различных заболеваний широко применяются вероятностные и статистические методы обработки результатов. Так, например, теоремы теории вероятностеймогут использоваться для обоснования надежности медицинского тестирования различных заболеваний и оценкистепени результативности такого тестирования.

Отметим, что в медицинской практике точность и надежностьтеста определяется посредством понятий «чувствительность» и «специфичность». «Чувствительность» теста – это доля заболевших людей, правильно диагностированных тестом, то есть с положительным результатом теста. «Специфичность», соответственно, – доля людей, не болеющих данным заболеванием, и также правильно диагностированных тестом. Практикой установлено, что у «доброкачественного» теста чувствительность должна быть не менее 80 %. С точки зрения пациента, надежность тестаеще влияет на степень егообеспокоенности по поводу положительного или отрицательного результата.

Результат диагностики будет зависеть не только от надежности самого теста, но и от распространенности заболевания среди населения. Рассмотрим гипотетически. Пусть, например, заболеванию подверглось 0,1 % от численности населения. При этом надежность теста составляет 98 % (что довольно близко, например, к надежности южнокорейских тестов для диагностики *COVID*-19, имеющих чувствительность более 90 %). Это означает, что:

- из 100 здоровых людей 98 человек получают достоверный результат (они здоровы), а 2 –ошибочный (они здоровы, но тест диагностирует болезнь).
- из 100 заболевших людей 98 получают верный результат, что они больны, а 2 – ложный (они больны, но тест показывает, что здоровы).

Суть: если результаты теста положительны, какова вероятность, что вы все-таки больны? Насколько стоит беспокоиться об этом?

В наших гипотетических условиях получается следующее.

- Среди 1000 больных положительный результат будет у 980 человек, отрицательный у 20.
- Среди 999000 здоровых людей отрицательный результат теста будет у большинства, но у 2% он будет ошибочным, то есть 999000 · 0,02=19980: столько человек будут считать себя здоровыми, хотя на самом деле больны.

Получаем в сумме 19980 + 980 = 20960 тестируемых получат положительный результат о наличии у них заболевания. Каковышансы того, что человек болен, если его тест оказался положительным? 980 / 20960 = 0,046755725190, то есть шансы не превышают 5 %. Интуицией сложно «схватить» получившийся результат: при заявленной надежности теста в 98 %, он не оказался таким уж совершенным, как представлялось. Для доказательнойаргументацииобратимся кизвестным теоремамтеории вероятностей. Вычислим вероятность того, что человек с положительным результатом медицинского теста действительно болен, используя теоремы сложения и умножения вероятностей и условную вероятность события.

Пусть событие Б – человек заражен некоторой болезнью, событие $Б^{-}$ – человек не заражен некоторой болезнью, событие Т – получен положительный результат медицинского теста, событие $Т^{-}$ – получен отрицательный результат теста. Тогда, например, при условии, что заражено 0,1 % населения, имеем: вероятностьP (Б) = 0,001. Условные вероятности P (Т | Б) = 0,98 и P ($Т^{-}$ | $Б^{-}$) = 0,98 – вероятности получить верный результат о наличии или отсутствии болезни (те самые чувствительность и специфичность теста), и P (Т | $Б^{-}$) = 0,02 – вероятность, что тест показал ошибочный результат.

Вероятность того, что человек с положительным результатом теста действительно болен найдем по формуле условной вероятности: P (Б | Т) = P (Б · Т) / P (Т). В свою очередь, P (Т | Б) = P (Б · Т) / P (Б). Так как по нашему условию P (Т | Б) = 0,98, P (Б) = 0,001, получаем P (Б · Т) = 0,98 · 0,001 = 0,00098.

Вычислим вероятность P (Т). Согласно вышеназванным теоремам P (Т) = (Т · Б) + P (Т · $Б^{-}$), причем P (Т · Б) = P (Б · Т) = 0,00098, P (Т · $Б^{-}$) = P ($Б^{-}$) · P (Т | $Б^{-}$) = 0,999 · 0,02 = 0,01998.

Получаем, для вероятностей что P (Т) = P (Т · Б) + P (Т · $Б^{-}$), P (Т) = 0,00098 + 0,01998 = 0,02096.

И возвращаясь сновак формуле условной вероятности, P (Б | Т) = 0,00098 / 0,020966 = 0,046755725190. То есть шанс у тестируемого с положительным результатом все-таки оказаться заболевшим составляет около 4,7 %. Напомним, что такой результат получен в предположении 0,1 % заболевших среди населения. В случае, если степень зараженности больше, то шансы заметно возрастают.

Таким образом, вероятностные методы решения прикладных задач в области медицинских исследований наглядно демонстрируют свою востребованность и эффективность.

Литература

1. Шейнерман Э. Путеводитель для влюбленных в математику / Э. Шейнерман. – М. : Альпина нон-фикшн, 2020. –282 с.