

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕМИ БАЙЕСА В ОБЧИСЛЕННІ ДОСТОВІРНОСТІ ПЛР-ТЕСТІВ

Епідемія коронавірусу (COVID-19) стала хворобою планетарного масштабу. А.П. Джурило [2] наводить дані ЮНЕСКО, за якими 91% учнів та студентів по всьому світу опинилися на карантині. З часів Другої світової війни – це перше глобальне закриття шкіл та університетів, до якого уряди країн виявилися не готовими. Автори О.Й. Гриневич та І.Г. Маркович [1] зробили аналіз епідемічної ситуації щодо коронавірусної хвороби, а також висвітлили стан діагностики цієї вірусної інфекції. Коронавірус не оминув і Україну, число недужих з кожним днем стрімко росте, це стало відомо зі збільшенням проведення ПЛР-тестів для діагностування зазначеної хвороби. У зв'язку з тим, виникла задача оцінки ймовірності, що людина дійсно хвора на коронавірус, якщо ПЛР-тест показав негативний результат. Сформулюємо задачу та введемо наступні позначення: подія А – людина хвора на коронавірус; подія В – результат ПЛР-тестування людини; $P(A)$ – ймовірність настання події А; $P(B)$ – ймовірність настання події В; $P(A|B-)$ ймовірність настання події А, якщо відбулася подія В, тобто ймовірність того що людина хвора на коронавірус, якщо ПЛР-тест показав негативний результат; $P(B-|A)$ ймовірність настання події В, якщо відбулася подія А, тобто ПЛР-тест показав негативний результат, якщо людина хвора на коронавірус.

Робоча група представників НАН України, Київського національного університету імені Тараса Шевченка та Національної академії медичних наук України – з урахуванням світового досвіду математичного моделювання розвитку епідемії COVID-19, на основі статистичних даних про динаміку епідемії в Україні та країнах Європи – створювала і тестувала математичну модель SEIR-U, за наведеними даними [3] можна оцінити тенденції зміни обсягів тестування. Відсоток виявлено за останній тиждень (22.10.20 – 28.10.20) у Житомирській області складає 41,5%. Відповідно позначимо $P(B+|A) = 0,415$ – ймовірність того, що ПЛР-тест показав позитивний результат, якщо людина хвора на коронавірус. Кількість проведених ПЛР-тестів у Житомирі на 04.11.20 дорівнює 68889. Кількість населення на даний час у місті Житомирі складає 264318, але з урахування числа померлих людей від цієї хвороби маємо 264003 чоловіка. Тоді потрібно поррахувати ймовірність настання події А:

$$P(A) = \frac{68889}{264003} = 0,26 \quad (1)$$

З урахування вище зазначеного, обчислимо ймовірність того, що людина не хворіє на коронавірус:

$$P(-A) = 1 - P(A) = 1 - 0,26 = 0,74 \quad (2)$$

За даними різних джерел відсоток не виявлення коронавірусу після проведення людині ПЛР-тесту складає від 20-30, візьмемо середнє значення 25%. Відтак визначимо ймовірність того що ПЛР-тест покаже негативний результат, якщо людина дійсно хвора на коронавірус:

$$P(B-|A) = 0,25 \quad (3)$$

Застосуємо теорему Баєса для обчислення ймовірності того що людина хвора на коронавірус, якщо ПЛР-тест показав негативний результат:

$$P(A|B-) = \frac{P(B-|A) * P(A)}{P(B-)} \quad (4)$$

Для подальших обчислень потрібно знайти ймовірність того, що ПЛР-тест покаже негативний результат, зробимо наступні дії:

$$P(A) = P(B-|A) + P(B-|-A) = \quad (5)$$

$$P(B-|A) * P(A) + P(B-|-A) + P(-A) \quad (6)$$

$$P(B-|-A) = 1 - P(B+|A) = 1 - 0,415 = 0,585 \quad (7)$$

$$P(B-) = 0,25 * 0,26 + 0,585 * 0,74 = 0,498 \quad (8)$$

$$P(A|B-) = \frac{0,25 * 0,26}{0,498} = 0,13$$

В результаті отримали, що ймовірність того що людина хвора на коронавірус, якщо пройдений нею ПЛР-тест показав негативний результат складає 13%. Враховуючи проведене дослідження, людині, яка хворіла з явними ознаками коронавірусу та зробивши ПЛР-тесту, отримала негативний результат, після одужання радимо пройти ІФА-тестування на виявлення антитіл до цієї хвороби.

Список літератури

1. Гриневич, О. Й.; Маркович, І. Г. Коронавірус: проблеми та перспективи. Український медичний часопис, 2013, С. 45-48.
2. Джурило, А.П. Освіта після пандемії COVID-19: засвоєні уроки та майбутні перспективи In: Збірник матеріалів IV Міжнародної наукової конференції Української асоціації дослідників освіти «Імплементация європейських стандартів в українські освітні дослідження-2020» (26 червня 2020 року) Українська асоціація дослідників освіти, м. Дрогобич, Україна, 2020, С. 51-53.
3. НАН України «Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в країні в період 30 жовтня – 6 листопада 2020 р.» [Електронний ресурс]. Режим доступу – <http://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=7102>.