

самоорганізації всіх ресурсів. Приблизно в той же час Йосип Юран, досліджуючи статистику розподілу браку на виробництві, ще раз підтвердив принцип 80/20, і видав книгу, в якій сформував закон «небагато чого, що має вирішальне значення». Вчений у своєму рукопису закликав до масового впровадження даного принципу в різні сфери виробництва, щоб викоринити брак і підвищити якість товарів, що випускаються. Юран стверджував, що принцип нерівномірного розподілу Парето може поширюватися не тільки на сферу виробництва, а й як статистичний підхід в дослідженні розподілу злочинів, аварій та інших процесів. На жаль, бізнесмени США відмовилися сприймати ідеї Юрана. Тоді вчений знайшов вдячних слухачів в Японії. В результаті в 1953 році, прочитавши ряд лекцій в Японії, Йосип Юран залишився там і почав співпрацювати з декількома великими японськими корпораціями. Лише в 1970-х роках він повернувся на батьківщину, коли промисловці «дозріли» для впровадження його ідей, оскільки для Штатів японське виробництво стало представляти серйозну конкурентну загрозу. В обох країнах Юран зробив справжній промисловий переворот, взявши за основу принцип Парето [1].

Парето сформулював теорему про розподіл доходів у капіталістичному суспільстві. Якщо через  $y$  позначити число осіб, що мають дохід не менше  $x$ ,

то  $y = \frac{a}{x^m}$ , де  $a, m$  – сталі величини. Закон Парето

достатньо точно описує розподіл дуже «високих» доходів, тоді як для низьких доходів він не супроводжується [2, с.88].

Правило 80/20 діє у всіх сферах життя суспільства, тому застосовувати його можна повсюдно. Тайм менеджмент: принцип Парето в управлінні часом досить простий. Ви аналізуєте всі справи за день і вибираєте з них ті, які привели до кінцевого результату. Марну активність просто

викреслюєте зі списку справ. Саморозвиток: якщо ви будете максимально успішні в тій сфері, яка вам дається найкраще. Дуже часто не варто витрачати свій час на освоєння навичок, які набуваються «зі скрипом». Акцентуйте увагу на ваших сильних сторонах. Фінанси: визначтеся, з яких джерел ви отримуєте 80% своїх доходів. Сконцентруйтеся саме на них, оскільки вони відіграють ключову роль у формуванні вашого бюджету. Решту варіантів ігноруйте, адже вони тільки забирають час і сили. Винятком можуть бути пасивні джерела заробітку (вклади, пасивні інвестиції), оскільки трудовитрати для їх здійснення прагнуть до нуля. Продуктивність: з огляду на те, що кожна людина налаштована на свій біологічний ритм, вам доведеться обчислити свій. Визначте, в який час ви працюєте максимально ефективно. Це і буде той проміжок, коли вам потрібно приділити максимум уваги роботі. В інший час всі ваші зусилля будуть малоефективними. Читання книг: принцип Парето 80/20 поширюється і на літературу, яку ви обираєте. Близько 80% книг, прочитаних вами, нічого вам не принесли, крім витраченого часу і зіпсованого зору. Підбирайте ті книги, які зможуть збагатити вас духовно. Якщо є твори, знайомство з якими зробило на вас серйозний вплив, то має сенс їх періодично перечитувати. Правило Парето означає, що не варто забивати вільний час нецікавою літературою. Взаємовідносини: зустрічаючи все нових людей, ми можемо не усвідомлювати, хто з них дійсно грає важливу роль в нашому житті. Проаналізуйте самі і переконайтеся, що лише 20% людей, з якими ви спілкуєтесь, емоційно наповнюють вас і привносять щось нове в вашу свідомість. Саме таким людям потрібно приділяти більше уваги. Нетривале спілкування з близькими друзями набагато важливіше часових листувань в соціальних мережах з віртуальними знайомими.

#### Література

1. Принцип Парето або правило 80/20. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://samoosvita.in.ua/pryntsyppareto-abo-pravylo-80-20/>
2. Дутка Г.Я. Практикум з математики для економістів / Г.Я. Дутка: – Львів, 1998. – 362с.

УДК 519.87:614.4

#### МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ЕПІДЕМІЙ

Ткач С. – ст. 1 курсу; Євтушенко Т. – ст. 1 курсу

Науковий керівник – к.пед.н., доцент Рум'янцева К. Є.

*Вінницький навчально-науковий інститут економіки ТНЕУ*

Протягом існування людства пандемії час від часу проходили територіями багатьох країн світу, що призводило до масового захворювання населення, великої кількості смертей та суспільного потрясіння за дуже короткий проміжок часу. Останнім часом у суспільстві існує стурбованість щодо виникнення та розповсюдження нових штамів вірусу грипу зі значним пандемічним потенціалом. Наслідки пандемії в Україні можуть бути дуже серйозними, оскільки більшість населення, на жаль,

не усвідомлює важливість вакцинації. За розрахунками експертів під час епідемії в Україні може вражена четверта частина усього населення, а більш ніж 50000 осіб можуть померти [1].

Світовий досвід вказує на початок застосування математичних методів при вивченні епідемії у середині XVII століття. Так, Данієлом Бернуллі уперше застосовано найпростіший математичний апарат для оцінки ефективності

профілактичних щеплень проти натуральної віспи. У подальшому математичні методи застосовано англійським ученим Уільямом Фара, який вивчав і моделював статистичні показники смертності населення Англії (Уельсу) від епідемії натуральної віспи в 1837-1839 рр. [2].

На початку XX сторіччя статистичний підхід У. Фарра у вивченні епідемій був переосмислений і потім розвинутий в роботах Джона Браунлі, в яких він аналізував статистичні закономірності «рухи» епідеміологічних показників. Проте наступним етапом у вивченні закономірностей розвитку епідемій став аналітичний підхід, який був запропонований в кінці XIX століття спочатку в Росії, а потім в Англії [2], завдяки чому, на початку XX століття були сформульовані основи сучасної теорії математичного моделювання епідемій, розроблені перші прогностичні моделі епідемій.

Проте найбільш значний прогрес у використанні методів моделювання пов'язують з появою в середині 50-х років XX століття перших електронно-обчислювальних машин (ЕОМ), та збільшення числа наукових робіт і публікацій по математичному і комп'ютерному моделюванню епідемій. У роботах того часу стали з'являтися все більш складні математичні моделі, в яких істотну роль відіграють випадкові чинники епідемічного процесу. Тому більшість моделей цього періоду мали стохастичний (імовірнісний) характер, а робочим апаратом була теорія імовірності і випадкових процесів. Цей етап в розвитку ЕОМ був пов'язаний з впливом на епідеміологію класичних математиків, яким вдалося створити безліч абстрактних моделей, але з вельми обмеженим епідеміологічним змістом [2].

Наступний етап в розвитку ЕОМ, який відноситься до другої половини XX сторіччя, був пов'язаний з швидким прогресом в області комп'ютерних технологій, розробкою потужних комп'ютерів з новітніми інструментами програмування і моделювання.

У 70-ті роки XX сторіччя спостерігався значний розрив між «чистою» теорією математичного моделювання епідемій і реальною практикою застосування цієї теорії в епідеміології.

Перші дослідження, які були спрямовані на зближення теорії та практики були зроблені в 60-ті

роки в СРСР академіком О. В. Барояном і професором Л.А. Рвачевим [1].

Була розроблена нова методологія математичного моделювання епідемій – епіддинаміка.

Дана методологія заснована на методі наукової аналогії у відображенні епідемічного процесу (процес «перенесення» збудника інфекції від хворих до здорових) з процесом «перенесення» матерії (енергії, імпульсу і ін.) у рівняннях математичної фізики [1].

Із застосуванням цієї методології в інституті експериментальної медицини ім. М. Ф. Гамалей АМН СРСР в 60-70-ті роки були розроблені унікальні моделі епідемій грипу для території СРСР, які складено на основі балансів «потоків» індивідуумів, що приходять основні стадії-стани інфекційного процесу типу SEIR, де: S – сприйнятливі, E – в інкубації, I – інфекційні хворі, R – що перехворіли.

Математична модель епідемії грипу «Барояна-Рвачева» є системою нелінійних інтегровано-диференціальних рівнянь в приватних похідних з відповідними граничними і початковими умовами [3]:

1. Епідемічний процес:

$$a) dX(t)/dt = - [\lambda/P(t)] \times [X(t) \times Y(\tau, t) d\tau];$$

$$b) \partial U(\tau, t)/\partial \tau + \partial U(\tau, t)/\partial t = - \gamma(\tau) \times U(\tau, t);$$

$$c) \partial Y(\tau, t)/\partial \tau + \partial Y(\tau, t)/\partial t = \gamma(\tau) \times U(\tau, t) - \delta(\tau) \times Y(\tau, t);$$

$$d) dZ(t)/dt = \int \delta(\tau) \times Y(\tau, t) d\tau;$$

2. Граничні умови:

$$a) U(0, t) = [\lambda/P(t)] \times [X(t) \times \int Y(\tau, t) d\tau];$$

$$b) Y(0, t) = 0; 5$$

3. Початкові умови:

$$a) X(t_0) = \alpha \times P(t_0); Z(t_0) = (1-\alpha) \times P(t_0);$$

$$b) U(\tau, 0) = U(\tau); \text{ при } 0 < \tau < \tau_u;$$

$$c) Y(\tau, 0) = Y(\tau); \text{ при } 0 < \tau < \tau_u,$$

де:

$t > 0$  – календарний час розвитку епідемії (дні);

$\tau > 0$  – «внутрішній» час розвитку інфекційного процесу;

$\lambda$  – середня частота передачі збудника від інфекційних хворих  $\lambda(t)$  до сприйнятливих  $X(t)$ ;

$\gamma(\tau)$  – функція розвитку періоду інкубації;

$\delta(\tau)$  – функція розвитку інфекційного періоду;

$P$  – населення території, ураженої грипом (тис. чел.);

$\alpha > 0$  – частка сприйнятливих серед населення.

## Література

1. Бароян О. В. Моделирование и прогнозирование эпидемий гриппа для территории СССР / О. В. Бароян, Л. А. Рвачев, Ю. Г. Иванников. – М.: ИЭМ. им. Н.Ф. Гамалеи, 1977. – С. 546.
2. Бейли Н. Математика в биологии и медицине / Н. Бейли. – М.: «МИР», 1970. – С. 326.
3. Плавинский С. Л. Моделирование ВИЧ-инфекции и других заразных заболеваний человека и оценка численности групп риска. Введение в математическую эпидемиологию / С. Л. Плавинский. – М.: Акварель, 2010. – 100 с.