

# 1. Епідеміологічні моделі

## 1.1. Загальні відомості

Епідеміологічні моделі дозволяють досліджувати процес розповсюдження інфекційних захворювань, складати прогноз на майбутнє, визначати ефективність профілактичних заходів (наприклад, вакцинація). Завдяки використанню епідеміологічних моделей стає можливим своєчасне попередження епідемій інфекційних захворювань.

Основний принцип побудови епідеміологічної моделі для конкретного інфекційного захворювання: все населення ділиться на декілька категорій, модель є динамічною системою, яка змінюється в часі, тому при проходженні певного часового періоду частина населення переміщується з однієї категорії в іншу. В епідеміологічних моделях зустрічаються такі категорії:

- $S$  — сприйнятливі особи: чутливі до інфікування;
- $I$  — інфіковані особи: заражені інфекційною хворобою, яка представляє інтерес, здатні заражати інших;
- $R$  — вилікувані (або вилучені): особи які отримали імунітет або з інших причин недоступні для інфікування;
- $V$  — вакциновані особи, отримали імунітет, недоступні до інфікування.

До основних категорій належать: сприйнятливі особи  $S$  та інфіковані особи  $I$ . Модель може мати додаткові категорії: вилікувані (або вилучені) особи  $R$ , вакциновані особи  $V$ . В залежності від конкретного інфекційного захворювання, його епідеміологічна модель може мати певні особливості, тому існують різні види моделей. Основні види епідеміологічних моделей:

- $SI$  (також відома як «проста епідемія») — це епідемія, в якій інфіковані особи  $I$  ніколи не виліковуються;
- $SIS$  — це епідемія, в якій інфіковані особи  $I$  виліковуються, але знову стають сприйнятливими  $S$ ;
- $SIR$  — це епідемія, в якій інфіковані особи  $I$  виліковуються та отримують імунітет  $R$  (наприклад, кір, грип).

Перехід осіб з однієї категорії населення в іншу характеризується за допомогою параметрів, наприклад: сила інфекції, швидкість одужання, народжуваність; смертність, міграція тощо. Сила інфекції  $\lambda$  — ймовірність того, що певна особа буде інфікована в певний момент часу. Швидкість одужання  $\gamma$  — ймовірність того, що певна особа буде вилікувана у певний момент часу.

## 1.2. SIS — модель без урахування вікової структури населення

Використання SIS — моделі передбачає, що інфіковані особи ( I ) одужають по проходженні певного часу і знову стають сприйнятливими до захворювання (рисунок 1.1).

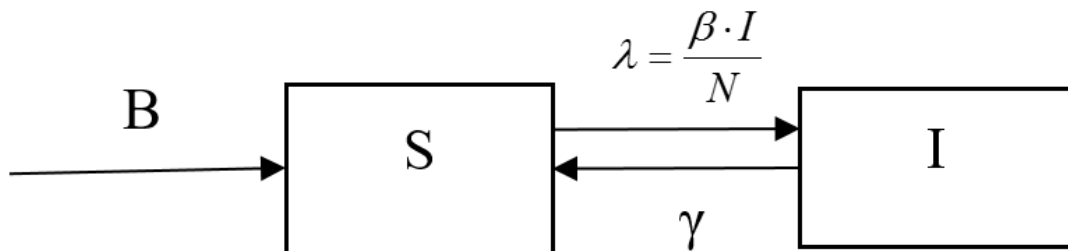


Рисунок 1.1 — SIS — модель

де,  $B$  — народжуваність,  $N$  — все населення,  $S$  — сприйнятливі особи,  $I$  — інфіковані особи,  $\lambda$  — сила інфекції,  $\beta$  — параметр передачі збудника,  $\gamma$  — швидкість одужання (втрати інфекційності).

Параметри моделі, як і вся система вцілому, можуть бути динамічними. Математично модель може бути описано за допомогою системи різницьових рівнянь (1.1):

$$\begin{cases} S_{t+1} = B_t + S_t - \frac{\beta_t \cdot I_t}{N_t} \cdot S_t + \gamma_t \cdot I_t \\ I_{t+1} = I_t + \frac{\beta_t \cdot I_t}{N_t} \cdot S_t - \gamma_t \cdot I_t \\ N_t = S_t + I_t \end{cases} \quad (1.1)$$

де,  $t$  — період часу.

Параметри  $\lambda_t$  і  $\gamma_t$  визначаються на основі наступної системи рівнянь для інтервалу  $[t, t+2]$  (1.2):

$$\begin{cases} I_{t+1} = I_t + \lambda_t \cdot S_t - \gamma_t \cdot I_t \\ I_{t+2} = I_{t+1} + \lambda_{t+1} \cdot S_{t+1} - \gamma_{t+1} \cdot I_{t+1} \end{cases} \quad (1.2)$$

Приймаємо  $\lambda_t = \lambda_{t+1} = \lambda_{t+2}$  і  $\gamma_t = \gamma_{t+1} = \gamma_{t+2}$  для інтервалу  $[t, t+2]$ , тоді система рівнянь буде мати вигляд (1.3):

$$\begin{cases} I_{t+1} = I_t + \lambda_t \cdot S_t - \gamma_t \cdot I_t \\ I_{t+2} = I_{t+1} + \lambda_t \cdot S_{t+1} - \gamma_t \cdot I_{t+1} \end{cases} \quad (1.3)$$

Розв'язок системи лінійних рівнянь відносно  $\lambda_t$  та  $\gamma_t$  має вигляд (1.4):

$$\begin{cases} \lambda_t = \frac{\frac{I_{t+1}^2}{I_t} - I_{t+2}}{\frac{S_t \cdot I_{t+1}}{I_t} - S_{t+1}} \\ \gamma_t = \frac{\lambda_t \cdot S_t}{I_t} - \frac{I_{t+1}}{I_t} + 1 \end{cases} \quad (1.4)$$

Розв'язок системи лінійних рівнянь відносно  $\beta_t$  та  $\gamma_t$  має вигляд (1.5):

$$\begin{cases} \beta_t = \frac{\frac{I_{t+1}^2}{I_t} - I_{t+2}}{\frac{S_t \cdot I_{t+1}}{I_t} - S_{t+1}} \cdot \frac{N_t}{I_t} \\ \gamma_t = \frac{\beta_t \cdot S_t}{N_t} - \frac{I_{t+1}}{I_t} + 1 \end{cases} \quad (1.5)$$

Знайдені значення  $\beta_t$  та  $\gamma_t$  для інтервалу  $[t, t+2]$  дозволять отримати наближені значення за формулою (1.6):

$$\begin{cases} \beta_t = \frac{\beta_t^{(1)} + \beta_t^{(2)}}{2} \\ \gamma_t = \frac{\gamma_t^{(1)} + \gamma_t^{(2)}}{2} \end{cases} \quad (1.6)$$

де,  $\beta_t^{(1)}$  та  $\beta_t^{(2)}$  є значеннями  $\beta$  в точці  $t$  при розв'язку двох систем рівнянь,  $\gamma_t^{(1)}$  та  $\gamma_t^{(2)}$  є значеннями  $\gamma$  в точці  $t$  при розв'язку двох систем рівнянь.

При параметризації моделі з використанням епідеміологічних даних можливі розв'язки, які не задовольняють умовам (від'ємні або занадто великі значення або

ділення на нуль). Щоб позбутися сторонніх рішень розраховується математичне очікування і середнє квадратичне відхилення для параметрів  $\beta_t$  і  $\gamma_t$ .

Формула математичного очікування (1.7):

$$M_x = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (1.7)$$

Формула дисперсії (1.8):

$$D_x = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2 \quad (1.8)$$

Формула середнього квадратичного відхилення (1.9):

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} \quad (1.9)$$

Значення  $\beta$ , для яких не виконується умова (1.10):

$$M_\beta - \sigma_\beta \leq \beta \leq M_\beta + \sigma_\beta \quad (1.10)$$

Замінюються значенням математичного очікування  $M_\beta$ .

Значення  $\gamma$ , для яких не виконується умова (1.11):

$$M_\gamma - \sigma_\gamma \leq \gamma \leq M_\gamma + \sigma_\gamma \quad (1.11)$$

Замінюються значенням математичного очікування  $M_\gamma$ .

Отримані результати моделювання швидкості одужання  $\gamma$  коливаються навколо деякого середнього значення. Отже, можливо прийняти значення  $\gamma_t$  за константу та перерахувати значення  $\beta_t$  за формулою (1.12):

$$\beta_t = \frac{I_{t+1} - I_t \cdot (1 - \gamma_t)}{S_t} \cdot \frac{N_t}{I_t} \quad (1.12)$$

Таким чином були визначені невідомі параметри  $\beta_t$  та  $\gamma_t$ .

### 1.3. SIS — модель з урахуванням вікової структури населення

Епідеміологічна SIS — модель з урахуванням вікової структури населення передбачає, що різні вікові групи населення мають різну сприйнятливість до інфекції та різну швидкість одужання. Структура моделі аналогічна розглянутій раніше (рисунк 1.1).

Розглянута система є динамічною за віком та часом та математично може бути описана за допомогою системи рівнянь (1.13):

$$\begin{cases} S_{a,t+1} = B_t + S_{a,t} - \frac{\beta_{a,t} \cdot I_t}{N_t} \cdot S_{a,t} + \gamma_{a,t} \cdot I_{a,t} \\ I_{a,t+1} = I_{a,t} + \frac{\beta_{a,t} \cdot I_t}{N_t} \cdot S_{a,t} - \gamma_{a,t} \cdot I_{a,t} \\ N_t = S_t + I_t \end{cases} \quad (1.13)$$

де,  $t$  — період часу,  $a$  — вікова група,  $B_t$  — народжуваність,  $N_t$  — все населення,  $S_t$  — загальна кількість сприйнятливих осіб,  $I_t$  — загальна кількість інфікованих осіб,  $S_{a,t}$  — сприйнятливі особи вікової групи  $a$ ,  $I_{a,t}$  — інфіковані особи вікової групи  $a$ ,  $\lambda_{a,t}$  — сила інфекції у віковій групі  $a$ ,  $\beta_{a,t}$  — параметр передачі збудника у віковій групі  $a$ ,  $\gamma_{a,t}$  — швидкість одужання (втрати інфекційності) у віковій групі  $a$ .

Епідеміологічна SIS — модель з урахуванням вікової структури населення бере до уваги факт, що хоч і населення було умовно поділено на вікові групи, вони не ізольовані одна від одної, тобто сприйнятливі особи з однієї вікової групи можуть інфікуватися від інфікованих осіб з іншої вікової групи.

Для того, щоб знайти невідомі параметри  $\beta_{a,t}$  і  $\gamma_{a,t}$ , запишемо систему рівнянь (1.14):

$$\begin{cases} I_{a,t+1} = I_{a,t} + \lambda_{a,t} \cdot S_{a,t} - \gamma_{a,t} \cdot I_{a,t} \\ I_{a,t+2} = I_{a,t+1} + \lambda_{a,t+1} \cdot S_{a,t+1} - \gamma_{a,t+1} \cdot I_{a,t+1} \end{cases} \quad (1.14)$$

Приймаємо  $\lambda_{a,t} = \lambda_{a,t+1} = \lambda_{a,t+2}$  і  $\gamma_{a,t} = \gamma_{a,t+1} = \gamma_{a,t+2}$  для інтервалу  $[t, t+2]$ , тоді система рівнянь буде мати вигляд (1.15):

$$\begin{cases} I_{a,t+1} = I_{a,t} + \lambda_{a,t} \cdot S_{a,t} - \gamma_{a,t} \cdot I_{a,t} \\ I_{a,t+2} = I_{a,t+1} + \lambda_{a,t} \cdot S_{a,t+1} - \gamma_{a,t} \cdot I_{a,t+1} \end{cases} \quad (1.15)$$

Розв'язавши лінійну систему рівнянь з двома невідомими отримаємо формулу для знаходження  $\lambda_{a,t}$  і  $\gamma_{a,t}$  (1.16):

$$\begin{cases} \lambda_{a,t} = \frac{\frac{I_{a,t+1}^2}{I_{a,t}} - I_{a,t+2}}{\frac{S_{a,t} \cdot I_{a,t+1}}{I_{a,t}} - S_{a,t+1}} \\ \gamma_{a,t} = \frac{\lambda_{a,t} \cdot S_{a,t}}{I_{a,t}} - \frac{I_{a,t+1}}{I_{a,t}} + 1 \end{cases} \quad (1.16)$$

Звідки визначають  $\beta_{a,t}$  і  $\gamma_{a,t}$  за формулою (1.17):

$$\begin{cases} \beta_{a,t} = \frac{\frac{I_{a,t+1}^2}{I_{a,t}} - I_{a,t+2}}{\frac{S_{a,t} \cdot I_{a,t+1}}{I_{a,t}} - S_{a,t+1}} \cdot \frac{N_t}{I_t} \\ \gamma_{a,t} = \frac{\beta_{a,t} \cdot S_{a,t} \cdot I_t}{N_t \cdot I_{a,t}} - \frac{I_{a,t+1}}{I_{a,t}} + 1 \end{cases} \quad (1.17)$$

Знайдені значення  $\beta_{a,t}$  та  $\gamma_{a,t}$  для інтервалу  $[t, t+2]$  дозволять отримати наближені значення за формулою (1.18):

$$\begin{cases} \beta_{a,t} = \frac{\beta_{a,t}^{(1)} + \beta_{a,t}^{(2)}}{2} \\ \gamma_{a,t} = \frac{\gamma_{a,t}^{(1)} + \gamma_{a,t}^{(2)}}{2} \end{cases} \quad (1.18)$$

де,  $\beta_{a,t}^{(1)}$  та  $\beta_{a,t}^{(2)}$  є значеннями  $\beta$  в точці  $t$  при розв'язку двох систем рівнянь,  $\gamma_{a,t}^{(1)}$  та  $\gamma_{a,t}^{(2)}$  є значеннями  $\gamma$  в точці  $t$  при розв'язку двох систем рівнянь.

Аналогічно до попередньої моделі значення  $\gamma$  коливаються навколо деякого середнього значення. Якщо прийняти це значення  $\gamma_{a,t}$  за константу, то можливо перерахувати значення  $\beta_{a,t}$  для всіх інтервалів  $[t, t+1]$ , за формулою:

$$\beta_{a,t} = \frac{I_{a,t+1} - I_{a,t} \cdot (1 - \gamma_{a,t})}{S_{a,t}} \cdot \frac{N_t}{I_t} \quad (1.19)$$

Таким чином були визначені невідомі параметри  $\beta_{a,t}$  і  $\gamma_{a,t}$ .

#### 1.4. Когортна модель для РВІ

Когортна модель представляє собою формалізоване уявлення про перехід осіб одного віку зі сприйнятливого стану в інфікований та надає можливість визначити скільки разів може захворіти певна особа на РВІ за певний період життя, наприклад від народження і до віку визначеного на кінець терміну прогнозу (рисунок 1.2). Це може бути важливим при вирішенні задачі оптимізації витрат на лікування і вакцинопрофілактику РВІ.

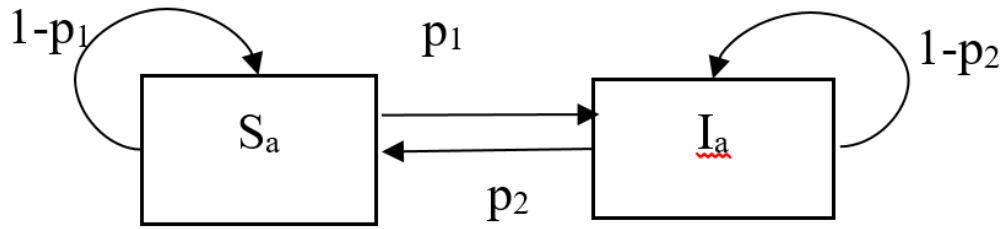


Рисунок 1.2 — Когортна модель РВІ

де,  $S$  — сприйнятливі особи,  $I$  — інфіковані особи,  $p_1$  — ймовірність інфікування протягом часового інтервалу,  $p_2$  — ймовірність одужання протягом часового інтервалу,  $a$  — вікова група.

Представлена модель розглядає досліджувану групу осіб в частках (1.20):

$$s = \frac{S}{N}, i = \frac{I}{N}, n = s + i = 1 \quad (1.20)$$

Математично модель може бути записано за допомогою системи рівнянь (1.21):

$$\begin{cases} s_{a+1} = (1 - p_{1a}) \cdot s_a + p_{2a} \cdot i_a \\ i_{a+1} = p_{1a} \cdot s_a + (1 - p_{2a}) \cdot i_a \end{cases} \quad (1.21)$$

При моделюванні припускається, що тривалість захворювання становить менше одного місяця, це означає, що за один місяць інфікована особа одужає з ймовірністю  $p_{2a}=1$ , звідки можливо знайти значення  $p_{1a}$  для всіх інтервалів  $[a, a+1]$ , розв'язавши рівняння (1.22):

$$i_{a+1} = p_{1a} \cdot s_a + (1 - p_{2a}) \cdot i_a \quad (1.22)$$

Отримаємо формулу для знаходження  $p_{1a}$  (1.23):

$$p_{1a} = \frac{i_{a+1}}{s_a} \quad (2.23)$$

Таким чином були визначені невідомі параметри  $p_{1a}$  і  $p_{2a}$ .

Для визначення того, скільки разів може певна захворіти особа на РВІ за певний період життя, проводиться комп'ютерне моделювання на основі когортної моделі для 100 тисяч випадкових осіб, які на початку моделювання всі приймаються сприйнятливими. При проведенні моделювання частина сприйнятливих осіб інфікується з визначеною ймовірністю, а частина інфікованих осіб одужує на

наступному циклі. Чисельність популяції є незмінною, а кількість випадків РВІ визначається для кожної особи окремо. По проходженню року вся популяція переводиться в наступну вікову групу. В результаті виконання симуляції було визначено скільки разів захворіла кожна особа.

### 1.5. SISV — модель з урахуванням вікової структури населення

Для дослідження впливу стратегій вакцинації та пошуку оптимального охоплення використовується досліджена вище епідеміологічна SIS — модель з вакцинацією, тобто SISV — модель (рисунок 1.3).

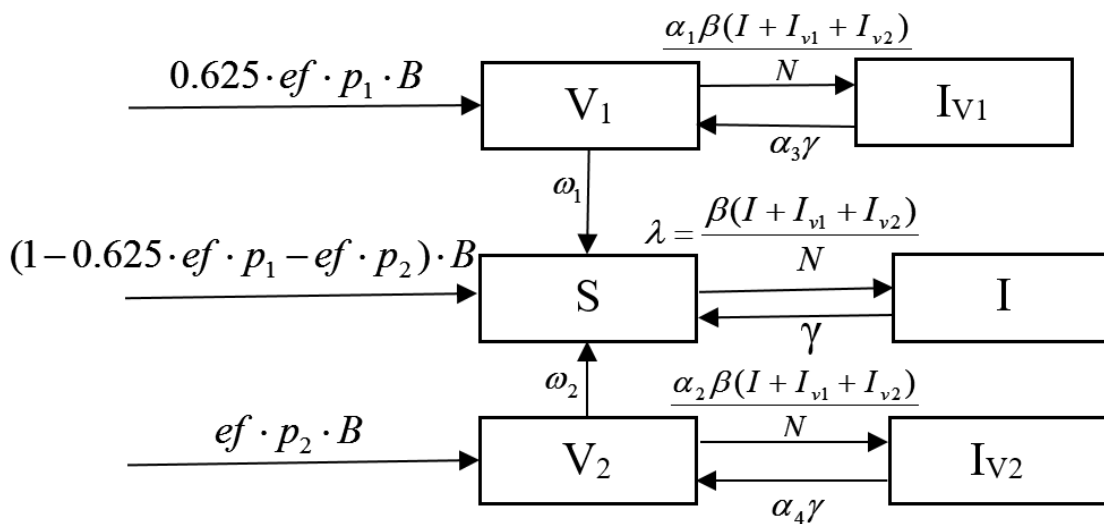


Рисунок 1.3 — SISV — модель

Вакцинації підлягають новонароджені особи, можливі два варіанти вакцинації, а саме: новонароджені особи імунізуються однією дозою вакцини (вакциновані особи отримують 62,5% захисту від РВІ); новонароджені особи імунізуються двома дозами вакцини (вакциновані особи отримують 100% захисту від РВІ). В моделі також передбачається, що вакциновані особи можуть бути носіями РВІ.

Математично модель може бути описано за допомогою системи рівнянь (1.24):



$$\begin{cases}
N_t = S_t + V_{1t} + V_{2t} + I_t + I_{V_{1t}} + I_{V_{2t}} \\
N_{a,t} = S_{a,t} + V_{1a,t} + V_{2a,t} + I_{a,t} + I_{V_{1a,t}} + I_{V_{2a,t}} \\
S_{a,t+1} = (1 - 0.625ef \cdot p_{1t} - ef \cdot p_{2t})B_t + S_{a,t} - \frac{\beta_{a,t}(I_t + I_{V_{1t}} + I_{V_{2t}})}{N_t} S_{a,t} + \gamma_{a,t} I_{a,t} - \\
- D_{a,t} \frac{S_{a,t}}{N_{a,t}} + \omega_{1a,t} V_{1a,t} + \omega_{2a,t} V_{2a,t} \\
I_{a,t+1} = I_{a,t} + \frac{\beta_{a,t}(I_t + I_{V_{1t}} + I_{V_{2t}})}{N_t} S_{a,t} - \gamma_{a,t} I_{a,t} - D_{a,t} \frac{I_{a,t}}{N_{a,t}} \\
V_{1a,t+1} = V_{1a,t} + 0.625ef \cdot p_{1t} B_t - \omega_{1a,t} V_{1a,t} - D_{a,t} \frac{V_{1a,t}}{N_{a,t}} - \frac{\alpha_1 \beta_{a,t}(I_t + I_{V_{1t}} + I_{V_{2t}})}{N_t} V_{1a,t} + \alpha_3 \gamma_{a,t} I_{V_{1a,t}} \\
V_{2a,t+1} = V_{2a,t} + ef \cdot p_{2t} B_t - \omega_{2a,t} V_{2a,t} - D_{a,t} \frac{V_{2a,t}}{N_{a,t}} - \frac{\alpha_2 \beta_{a,t}(I_t + I_{V_{1t}} + I_{V_{2t}})}{N_t} V_{2a,t} + \alpha_4 \gamma_{a,t} I_{V_{2a,t}} \\
I_{V_{1a,t+1}} = I_{V_{1a,t}} + \frac{\alpha_1 \beta_{a,t}(I_t + I_{V_{1t}} + I_{V_{2t}})}{N_t} S_{a,t} - \alpha_3 \gamma_{a,t} I_{V_{1a,t}} - D_{a,t} \frac{I_{V_{1a,t}}}{N_{a,t}} \\
I_{V_{2a,t+1}} = I_{V_{2a,t}} + \frac{\alpha_2 \beta_{a,t}(I_t + I_{V_{1t}} + I_{V_{2t}})}{N_t} S_{a,t} - \alpha_4 \gamma_{a,t} I_{V_{2a,t}} - D_{a,t} \frac{I_{V_{2a,t}}}{N_{a,t}}
\end{cases} \quad (1.24)$$

де,  $t$  — період часу,  $a$  — вікова група,  $B_t$  — народжуваність,  $N_t$  — все населення,  $S_t$  — загальна кількість сприйнятливих осіб,  $I_t$  — загальна кількість інфікованих осіб,  $I_{V_{1t}}$  — загальна кількість носіїв РВІ вакцинованих однією дозою вакцини,  $I_{V_{2t}}$  — загальна кількість носіїв РВІ вакцинованих двома дозами вакцини,  $V_{1t}$  — загальна кількість вакцинованих осіб однією дозою вакцини,  $V_{2t}$  — загальна кількість вакцинованих осіб двома дозами вакцини,  $S_{a,t}$  — сприйнятливі особи для вікової групи  $a$ ,  $I_{a,t}$  — інфіковані особи для вікової групи  $a$ ,  $\lambda_{a,t}$  — сила інфекції для вікової групи  $a$ ,  $\beta_{a,t}$  — параметр передачі збудника для вікової групи  $a$ ,  $\gamma_{a,t}$  — швидкість одужання (втрати інфекційності) для вікової групи  $a$ ,  $V_{1a,t}$  — вакциновані особи однією дозою вакцини у віковій групі  $a$ ,  $V_{2a,t}$  — вакциновані особи двома дозами вакцини у віковій групі  $a$ ,  $\omega_{1a,t}$  — швидкість спадання імунітету при вакцинації однією дозою вакцини у віковій групі  $a$ ,  $\omega_{2a,t}$  — швидкість спадання імунітету при вакцинації двома дозами вакцини у віковій групі  $a$ ,  $I_{V_{1a,t}}$  — носії РВІ вакциновані однією дозою вакцини,  $I_{V_{2a,t}}$  — носії РВІ вакциновані двома дозами вакцини,  $D_{a,t}$  — смертність у віковій групі  $a$ ,  $p_{1t}$  — охоплення осіб однією дозою вакцини,  $p_{2t}$  — охоплення осіб двома дозами

вакцини,  $ef$  — ефективність вакцинації,  $\alpha_1$  — коефіцієнт поправки параметру  $\beta_{a,t}$  з урахуванням вакцинації однією дозою вакцини,  $\alpha_2$  — коефіцієнт поправки параметру  $\beta_{a,t}$  з урахуванням вакцинації двома дозами вакцини,  $\alpha_3$  — коефіцієнт поправки параметру  $\gamma_{a,t}$  з урахуванням вакцинації однією дозою вакцини,  $\alpha_4$  — коефіцієнт поправки параметру  $\gamma_{a,t}$  з урахуванням вакцинації двома дозами вакцини.

Розроблену модель можливо використати для знаходження оптимальних індивідуальних витрат на вакцинацію (рівень витрат на вакцинацію, за які окрема особа має витратити на вакцинацію), оптимальних суспільних витрат на вакцинацію, якщо відома вартість лікування однієї особи  $C_I$ , вартість вакцинації однієї особи однією вакциною  $C_{V1}$ , вартість вакцинації однієї особи двома вакцинами  $C_{V2}$ .

За допомогою дерева вибору схеми вакцинації визначають витрати на вакцинопрофілактику та лікування при різних схемах вакцинації (рисунок 1.4).

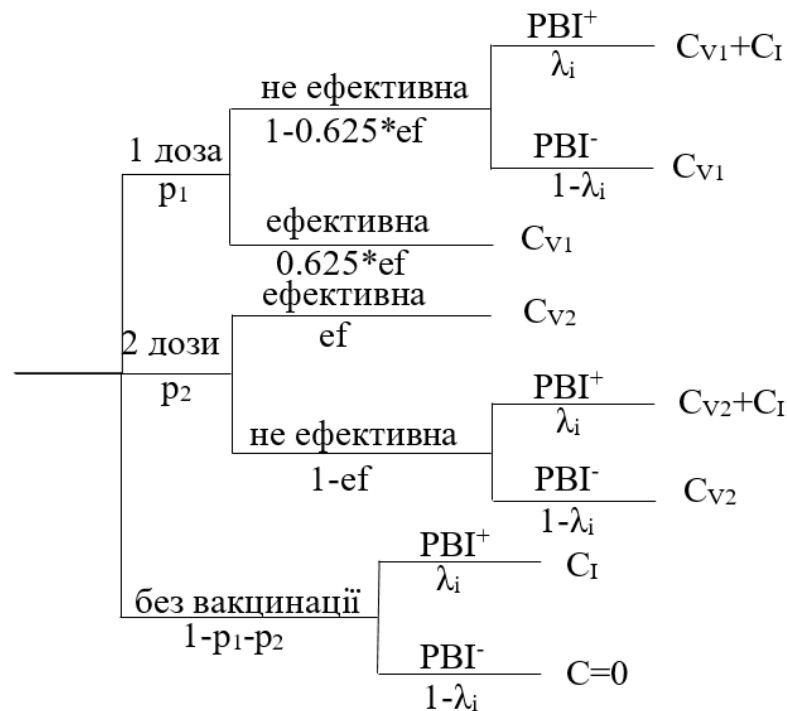


Рисунок 1.4 — Дерево вибору схеми вакцинації

Оптимальні індивідуальні витрати на вакцинацію  $C_{Vind}$  визначаються за формулою (1.25):

$$C_{Vind} = \lambda_i \cdot C_I \cdot \left(1 + \frac{r}{12}\right)^t \quad (1.25)$$

Тут і далі:  $\lambda_i$  — ймовірність інфікування у визначений період прогнозу (визначається з когерентної моделі),  $r$  — рівень інфляції.

Рівень оптимальних індивідуальних витрат на вакцинацію  $C_{Vind}$  може бути менший за вартість вакцинації однієї особи, тому необхідно компенсувати частину витрат на вакцинацію [6][7]. Розмір компенсації витрат на вакцинацію однією вакциною  $C_{V1ind}$  визначається за формулою (1.26):

$$C_{V1ind} = C_{V1} - C_{Vind} \quad (1.26)$$

Розмір компенсації витрат на вакцинацію двома вакцинами  $C_{V2ind}$  визначається за формулою (1.27):

$$C_{V2ind} = C_{V2} - C_{Vind} \quad (1.27)$$

Вартість вакцинації однієї особи однією дозою вакцини  $C_{V1}$  з урахуванням інфляції визначається за формулою (1.28):

$$C_{V1t+1} = C_{V1t} \cdot \left(1 + \frac{r}{12}\right)^t \quad (1.28)$$

Вартість вакцинації однієї особи двома дозами вакцини  $C_{V2}$  з урахуванням інфляції визначається за формулою (1.29):

$$C_{V2t+1} = C_{V2t} \cdot \left(1 + \frac{r}{12}\right)^t \quad (1.29)$$

Суспільні витрати на вакцинопрофілактику ( $C_{V1pop} + C_{V2pop}$ ) і лікування  $C_{Ipop}$  будуть оптимальні, якщо їхня сума буде мінімальна (1.30):

$$C_{V1pop} + C_{V2pop} + C_{Ipop} \rightarrow \min \quad (1.30)$$

Оптимальний рівень суспільних витрат на вакцинацію може бути отриманий із задачі мінімізації витрат (1.31):

$$p_1(C_{V_1} - 0.625 \cdot ef \cdot \lambda_i \cdot C_I) + p_2(C_{V_2} - ef \cdot \lambda_i \cdot C_I) + \lambda_i \cdot C_I \rightarrow \min \quad (1.31)$$

Рівень суспільних витрат на вакцинацію залежить від охоплення новонароджених осіб вакцинацією ( $p_{1t}$  та  $p_{2t}$ ). Для розв'язку задачі динамічної оптимізації необхідно підібрати значення параметрів  $p_{1t}$  та  $p_{2t}$  так, щоб загальні витрати були мінімальні.

Оптимальні суспільні витрати на вакцинацію однією дозою вакцини  $C_{V1pop}$  визначаються за формулою (1.32):

$$C_{V1pop} = \sum_{t=t_0}^{t_k} B_t p_{1t} (C_{V_1} - 0.625 \cdot ef \cdot \lambda_t \cdot C_I) C_{V_1} \quad (1.32)$$

Оптимальні суспільні витрати на вакцинацію двома дозами вакцини  $C_{V2ind}$  визначаються за формулою (1.33):

$$C_{V2pop} = \sum_{t=t_0}^{t_k} B_t p_{2t} (C_{V_2} - ef \cdot \lambda_t \cdot C_I) C_{V_2} \quad (1.33)$$

Таким чином було визначено оптимальний рівень охоплення новонароджених осіб вакцинацією, розраховані оптимальні індивідуальні та суспільні витрати на вакцинопрофілактику.

## 2. Сценарій роботи користувача з системою

Для запуску системи необхідно запустити виконуваний файл “Ротавірусна інфекція.exe”, після цього відкриється вікно “Вибір даних” (рисунок 2.1).

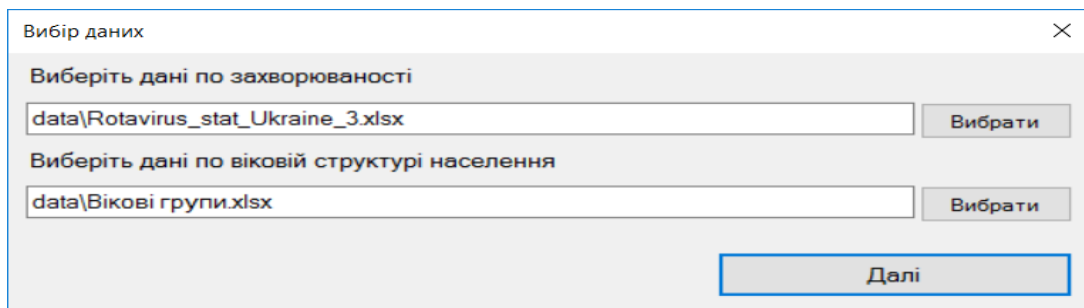


Рисунок 2.1 — Вікно “Вибір даних”

Користувач задає файли для вхідних епідеміологічних даних.

Користувач повинен вибрати файл, який містить дані по захворюваності, та файл, який містить дані по віковій структурі населення.

Файл, який містить дані по захворюваності повинен містити таблицю з чітко визначеною структурою: рік, місяць, все населення, сприйнятливі особи, всього інфікованих осіб, інфіковані особи до 17 років, інфіковані особи до 1 року, інфіковані особи від 1 до 4 років, інфіковані особи від 4 до 9 років, інфіковані особи від 9 до 14 років, інфіковані особи від 14 до 17 років.

Файл, який містить дані по віковій структурі населення повинен містити таблицю з чітко визначеною структурою: рік, сприйнятливі особи до 17 років,

сприйнятливі особи до 1 року, сприйнятливі особи від 1 до 4 років, сприйнятливі особи від 4 до 9 років, сприйнятливі особи від 9 до 14 років, сприйнятливі особи від 14 до 17 років. Важливий порядок в якому вказуються стовпці.

Для вибору файлу необхідну натиснути кнопку “Вибрати” та у діалоговому вікні вибрати необхідний файл (рисунок 2.2).

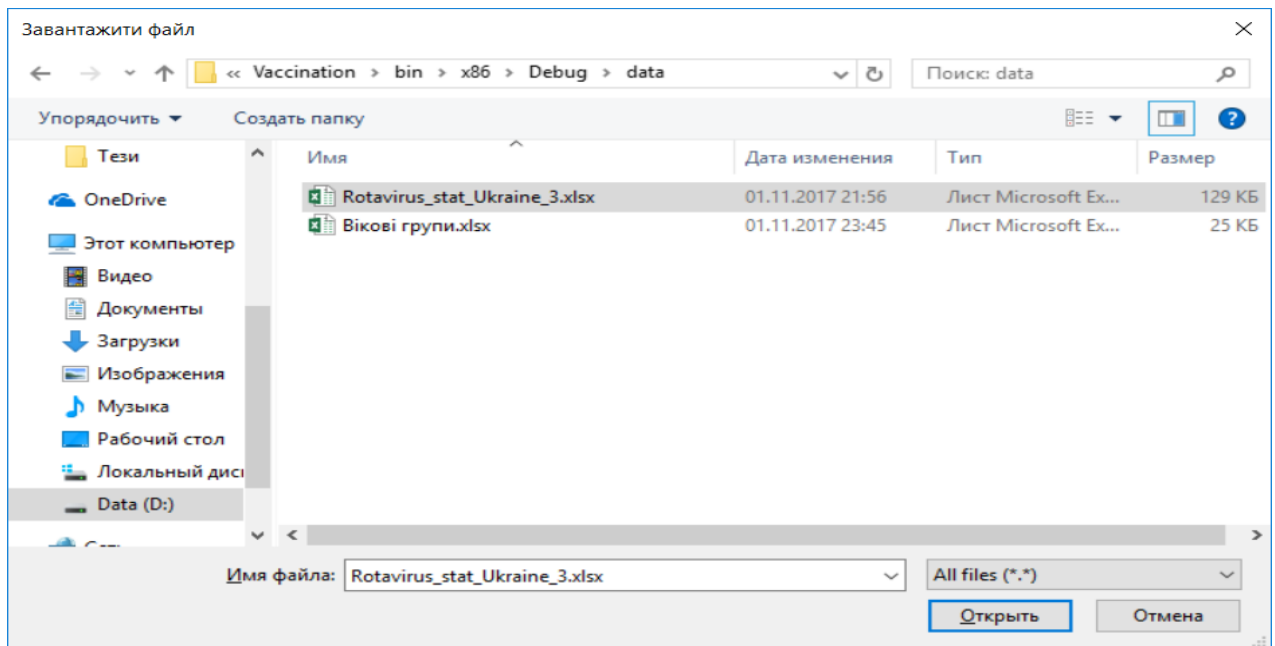


Рисунок 2.2 — Вікно “Завантажити файл”

Аналогічним чином необхідно задати файл, який містить дані по віковій структурі населення.

Після вибору файлів із вхідними даними необхідно натиснути кнопку “Далі”, після цього відкриється вікно “Ротавірусна інфекція” (рисунк 2.3).

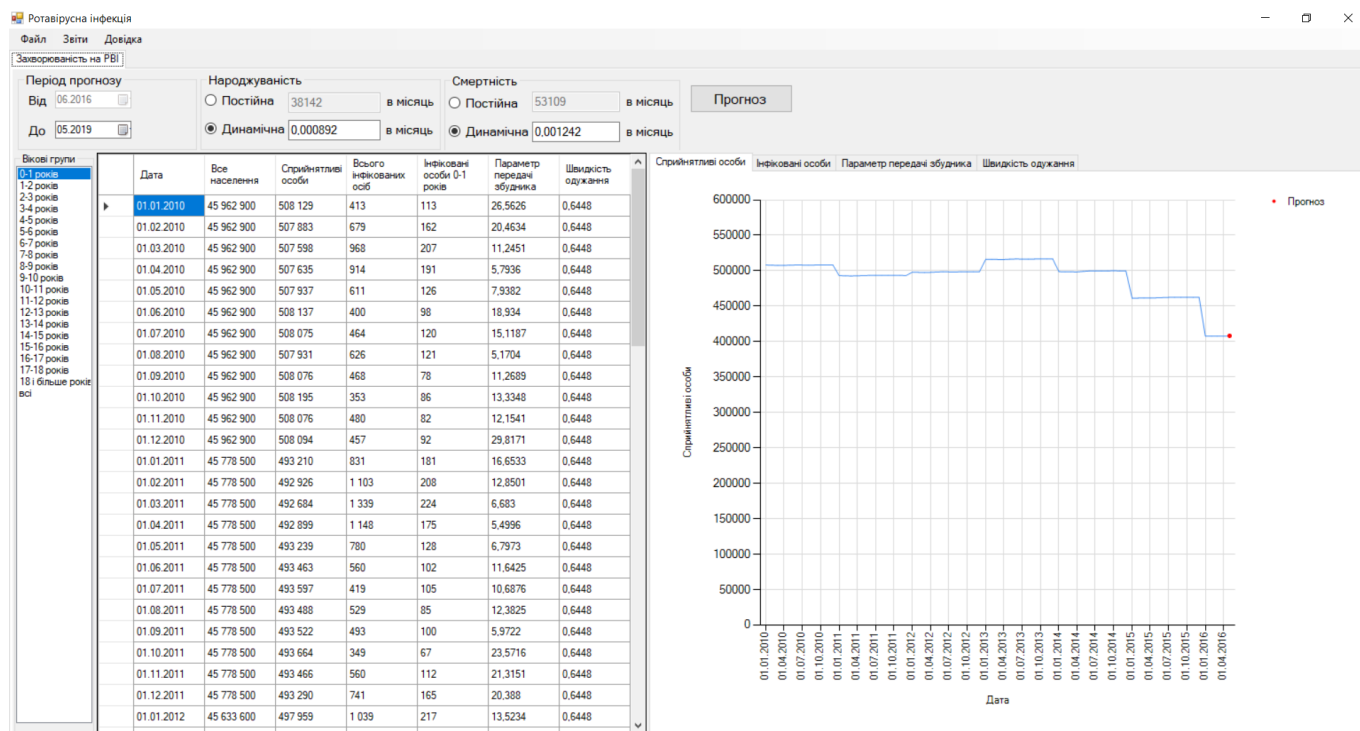


Рисунок 2.3 — Вікно “Ротавірусна інфекція”

Вікно містить головне меню і робочу область. На початку роботи робоча область містить тільки одну доступну користувачеві вкладку: “Захворюваність на РВІ”, яка надає можливість переглянути дані SIS — моделі з урахуванням вікової структури населення, тобто дані для різних вікових груп населення без проведення вакцинопрофілактики. Вкладка складається із чотирьох частин: панель параметрів, панель вікових груп, таблиця даних, область графіків.

Панель параметрів надає користувачу можливість задати дані для налаштування прогнозу і натиснути кнопку “Прогноз”, щоб побудувати прогноз захворюваності на визначеному періоді. Користувачу надається можливість задати дату до якої повинен будуватися прогноз, вибрати сценарій захворюваності, тип смертності та народжуваності, а також показник смертності та народжуваності.

Для перегляду даних для певної вікової групи необхідно вибрати її на панелі вікових груп. Пункт панелі вікових груп “Всі” відповідає за дані SIS — моделі без урахуванням вікової структури населення.

Після складання прогнозу користувачу стають доступні вкладки: “Розподіл повторних випадків РВІ”, “Популяційна ефективність вакцинопрофілактики РВІ”, “Розподіл повторних випадків РВІ при вакцинопрофілактиці”, “Оптимізація витрат” (рисунок 2.4).

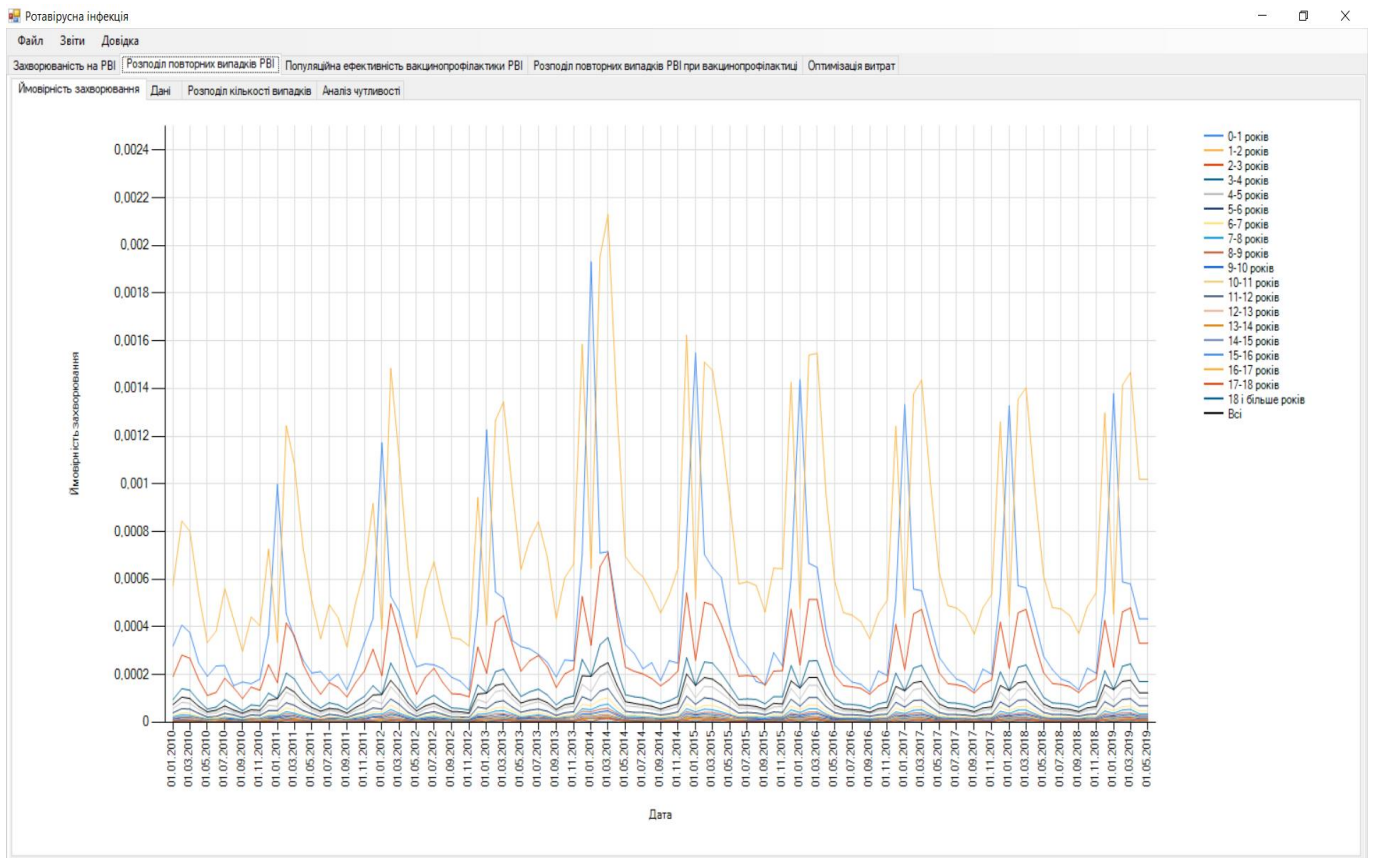


Рисунок 2.4 — Вкладка “Розподіл повторних випадків РВІ”

Вкладка “Розподіл повторних випадків РВІ” надає можливість переглянути дані клінічної моделі для SIS — моделі з урахуванням вікової структури населення, тобто дані до застосування вакцинопрофілактики. Вкладка містить розділи: “Ймовірність захворювання”, “Дані”, “Розподіл кількості випадків”, “Аналіз чутливості”.

Вкладка “Ймовірність захворювання” містить графік залежності ймовірності захворювання від часу для кожної вікової групи та всього населення (рисунок 2.4).

Вкладка “Дані” містить таблиці: “Сприйнятливі”, “Інфіковані”, “Ймовірність захворювання” (рисунок 2.5).

Ротавірусна інфекція																			
Файл Звіт Довідка																			
Захворюваність на РВІ Розподіл повторних випадків РВІ Популяційна ефективність вакцинапрофілактики РВІ Розподіл повторних випадків РВІ при вакцинапрофілактиці Оптимізація витрат																			
Ймовірність захворювання Дані Розподіл кількості випадків Аналіз чутливості																			
Сприйнятливий індивід																			
Ймовірність захворювання																			
Дата		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
01.01.2010		0,000319	0,000574	0,000191	0,000095	0,000057	0,00004	0,000026	0,000022	0,000015	0,000013	0,000009	0,000009	0,000009	0,000004	0,000007	0,000004	0,000004	0,000001
01.02.2010		0,000408	0,000844	0,000282	0,000141	0,000084	0,000057	0,00004	0,000031	0,000022	0,000015	0,000011	0,000011	0,000009	0,000009	0,000007	0,000009	0,000004	0,000007
01.03.2010		0,000376	0,0008	0,000268	0,000134	0,000079	0,000055	0,000037	0,000029	0,000018	0,000015	0,000011	0,000011	0,000009	0,000009	0,000007	0,000004	0,000007	0,000001
01.04.2010		0,000248	0,000539	0,000178	0,00009	0,000053	0,000037	0,000024	0,00002	0,000015	0,000011	0,000011	0,000007	0,000007	0,000007	0,000004	0,000007	0,000002	0,000004
01.05.2010		0,000193	0,000334	0,000112	0,000055	0,000035	0,000022	0,000015	0,000013	0,000009	0,000007	0,000007	0,000004	0,000004	0,000004	0,000002	0,000004	0,000002	0
01.06.2010		0,000236	0,000383	0,000125	0,000064	0,00004	0,000024	0,00002	0,000013	0,000011	0,000007	0,000009	0,000004	0,000004	0,000004	0,000002	0,000004	0,000002	0
01.07.2010		0,000238	0,000561	0,000185	0,000095	0,000055	0,000037	0,000026	0,00002	0,000015	0,000013	0,000011	0,000009	0,000007	0,000007	0,000004	0,000004	0,000004	0,000001
01.08.2010		0,000153	0,000431	0,000145	0,000073	0,000042	0,000031	0,00002	0,000015	0,000011	0,000011	0,000007	0,000007	0,000007	0,000004	0,000004	0,000002	0,000002	0,000001
01.09.2010		0,000169	0,000297	0,000099	0,000048	0,000031	0,00002	0,000013	0,000011	0,000009	0,000007	0,000004	0,000004	0,000004	0,000002	0,000002	0,000002	0,000002	0

Рисунок 2.5 — Вкладка “Дані”

Вкладка “Розподіл кількості випадків” містить відомості про розподіл кількості випадків захворювання на РВІ у вигляді таблиці та графіка (рисунок 2.6). Список “Часові інтервали” надає можливість вибрати часовий інтервал для якого необхідно переглянути результати. Список “Вікові групи” надає можливість вибрати вікову групу для якої необхідно переглянути результати.

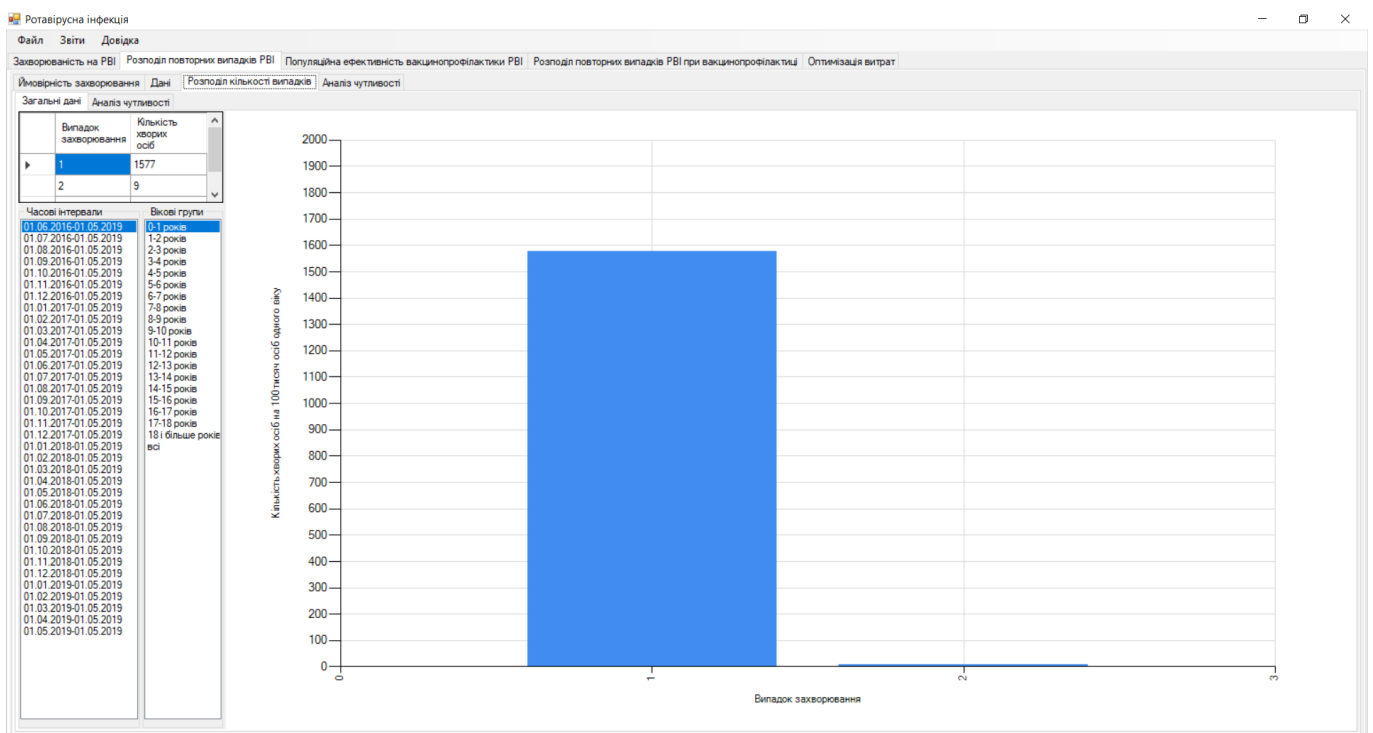


Рисунок 2.6 — Вкладка “Розподіл кількості випадків”

Вкладка “Аналіз чутливості” на вкладці “Розподіл кількості випадків” містить графік аналізу чутливості розподілу кількості випадків захворювання (рисунок 2.7). Часовий інтервал та вікова група для якої проводиться аналіз чутливості визначається на вкладці “Загальні дані” вкладки “Розподіл кількості випадків”.



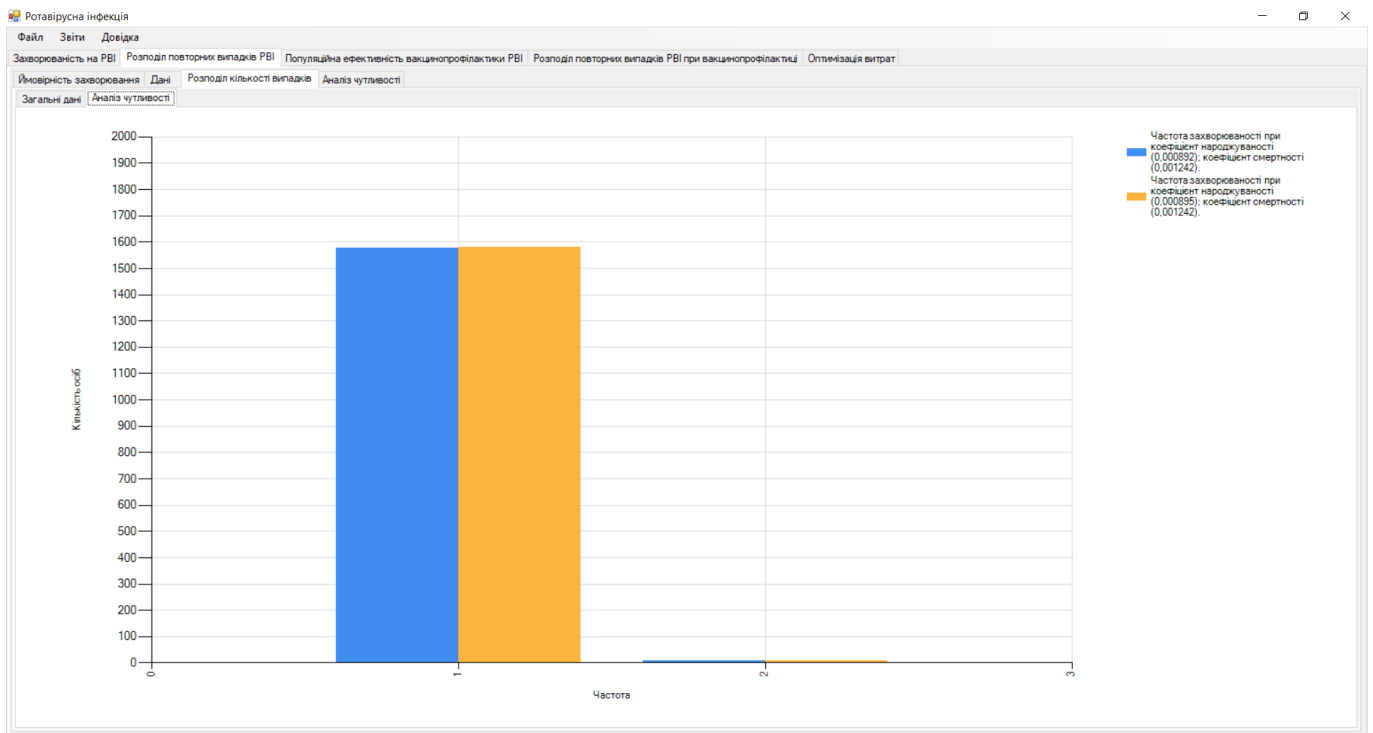


Рисунок 2.7 — Вкладка “Аналіз чутливості” розподілу кількості випадків

Вкладка “Аналіз чутливості” на вкладці “Розподіл повторних випадків РВІ” містить графік аналізу чутливості ймовірності захворювання (рисунок 2.8).

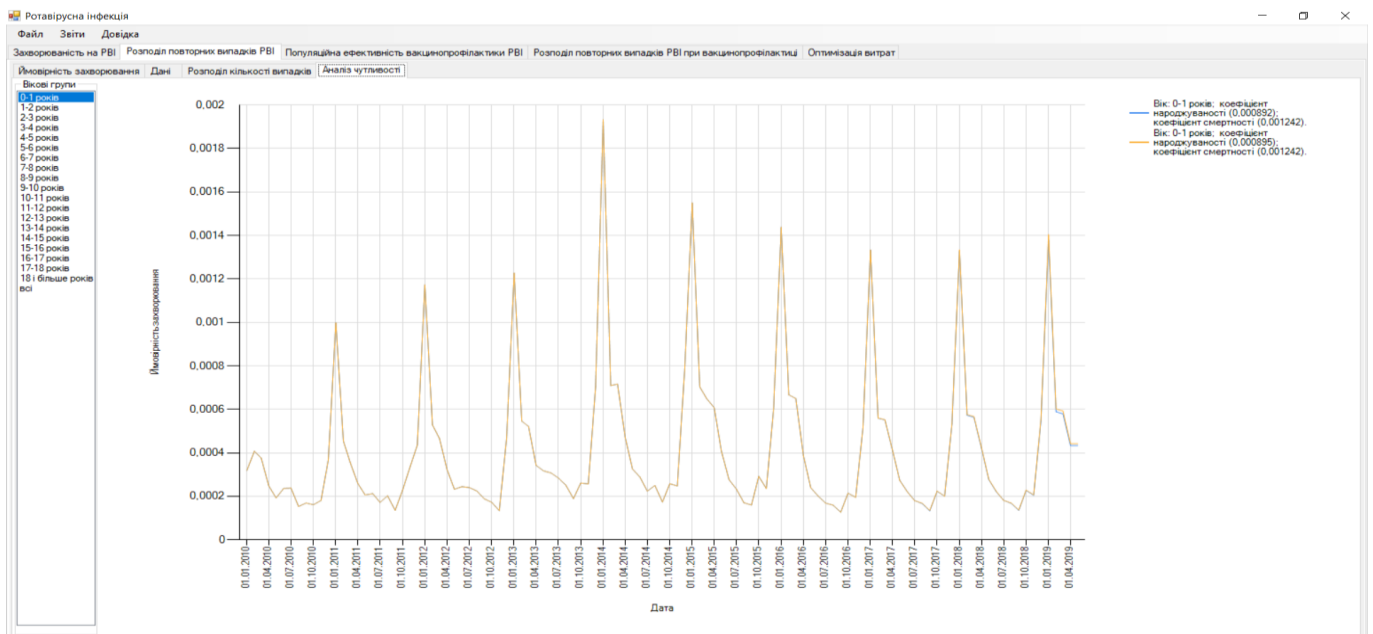


Рисунок 2.8 — Вкладка “Аналіз чутливості” розподілу кількості випадків

Для перегляду результатів необхідно вибрати потрібну вікову групу зі списку вікових груп.

Вкладка “Популяційна ефективність вакцинопрофілактики РВІ” надає можливість переглянути дані SISV — моделі з урахуванням вікової структури населення, тобто дані для різних вікових груп населення після проведення вакцинопрофілактики (рисунок 2.9).

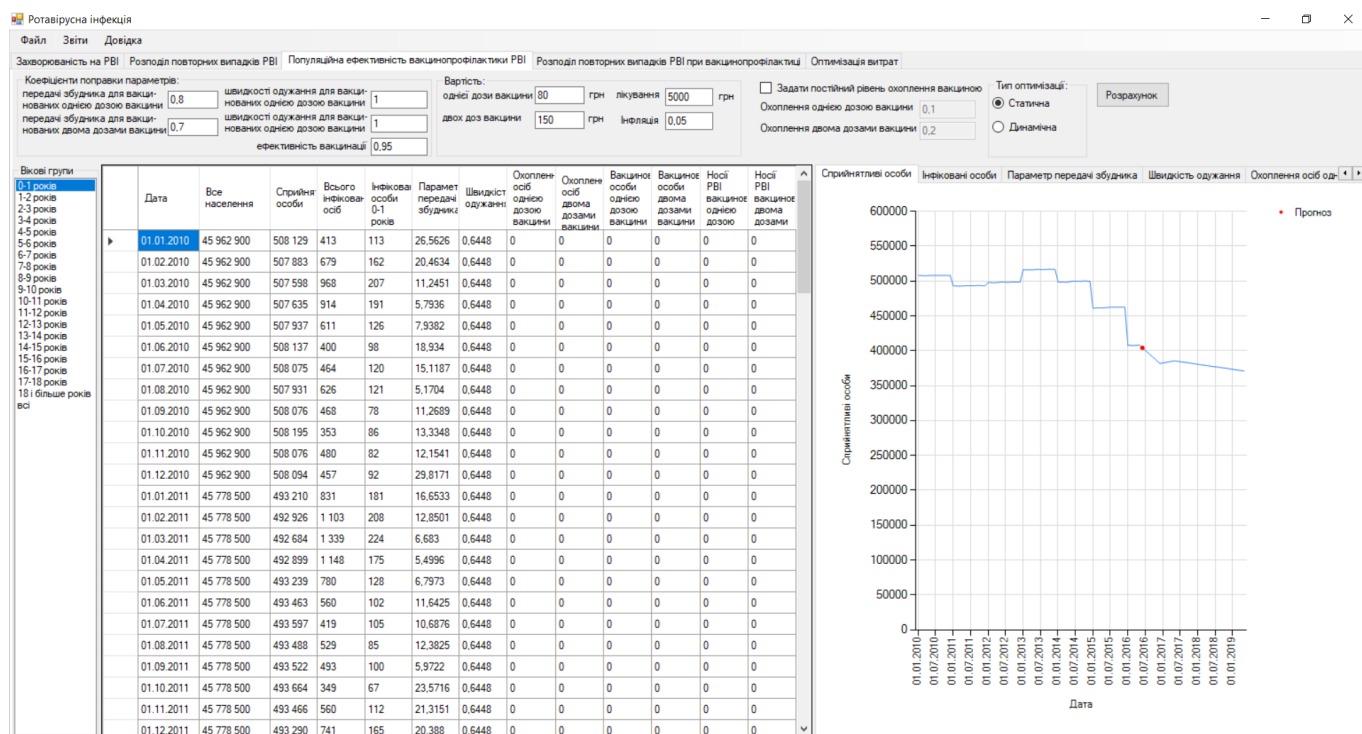


Рисунок 2.9 — Вкладка “Популяційна ефективність вакцинопрофілактики РВІ”

Структура вкладки аналогічна вкладці “Захворюваність на РВІ”. У верхній частині вкладки задаються вхідні параметри для вакцинопрофілактики: коефіцієнти поправки параметрів (передачі збудника для вакцинованих однією дозою вакцини, передачі збудника для вакцинованих двома дозами вакцини, швидкості одужання для вакцинованих однією дозою вакцини, швидкості одужання для вакцинованих двома дозами вакцини, ефективність вакцинації — безрозмірні величини, можуть приймати значення від 0 до 1); вартість (однієї дози вакцини, двох доз, лікування — визначаються в гривнях); інфляція (безрозмірна величини, може приймати значення від 0 до 1, визначає рівень інфляції в місяць); тип оптимізації (статична — визначає оптимальний рівень охоплення вакциною як постійний на весь період прогнозу, динамічна — визначає оптимальний рівень охоплення вакциною для кожного місяця прогнозу окремо).

Для того, щоб задати постійний рівень охоплення вакциною необхідно встановити відповідний прапорець і задати рівень охоплення однією та двома дозами вакцини (безрозмірні величини, можуть приймати значення від 0 до 1, їхня сума не повинна перевищувати одиниці).

Вкладка “Розподіл повторних випадків РВІ при вакцинопрофілактиці” надає можливість переглянути дані клінічної моделі для SISV — моделі з урахуванням вікової структури населення. (рисунк 2.10).

Ротавірусна інфекція

Файл Звіт Довідка

Захворюваність на РВІ Розподіл повторних випадків РВІ Популяційна ефективність вакцинопрофілактики РВІ Розподіл повторних випадків РВІ при вакцинопрофілактиці Оптимізація витрат

Ймовірність захворювання Дані Розподіл кількості випадків Аналіз чутливості

Сприйнятливий інфекційний	Дата	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18 і більше
Ймовірність захворювання	01.01.2010	0.000319	0.000574	0.000191	0.000095	0.000057	0.00004	0.000026	0.000022	0.000015	0.000013	0.000009	0.000009	0.000009	0.000004	0.000007	0.000004	0.000004	0.000004	0.000001
	01.02.2010	0.000408	0.000844	0.000282	0.000141	0.000084	0.000057	0.00004	0.000031	0.000022	0.00002	0.000015	0.000013	0.000011	0.000009	0.000007	0.000009	0.000004	0.000007	0.000001
	01.03.2010	0.000376	0.0008	0.000268	0.000134	0.000079	0.000055	0.000037	0.000029	0.000022	0.000018	0.000015	0.000011	0.000011	0.000009	0.000009	0.000007	0.000004	0.000007	0.000001
	01.04.2010	0.000248	0.000539	0.000178	0.00009	0.000053	0.000037	0.000024	0.00002	0.000015	0.000011	0.000011	0.000007	0.000007	0.000007	0.000004	0.000007	0.000002	0.000004	0.000001
	01.05.2010	0.000193	0.000334	0.000112	0.000055	0.000035	0.000022	0.000015	0.000013	0.000009	0.000007	0.000007	0.000004	0.000004	0.000004	0.000002	0.000004	0.000002	0.000002	0
	01.06.2010	0.000236	0.000383	0.000125	0.000064	0.00004	0.000024	0.00002	0.000013	0.000011	0.000007	0.000009	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000002	0.000004	0.000002	0
	01.07.2010	0.000238	0.000561	0.000185	0.000095	0.000055	0.000037	0.000026	0.00002	0.000015	0.000013	0.000011	0.000009	0.000007	0.000007	0.000004	0.000004	0.000004	0.000002	0.000001
	01.08.2010	0.000153	0.000431	0.000145	0.000073	0.000042	0.000031	0.00002	0.000015	0.000011	0.000011	0.000007	0.000007	0.000007	0.000004	0.000004	0.000004	0.000002	0.000002	0.000001
	01.09.2010	0.000169	0.000297	0.000099	0.000048	0.000031	0.00002	0.000013	0.000011	0.000009	0.000007	0.000004	0.000004	0.000004	0.000002	0.000004	0.000002	0.000002	0.000002	0
	01.10.2010	0.000161	0.000442	0.000147	0.000073	0.000044	0.000031	0.00002	0.000015	0.000013	0.000009	0.000009	0.000007	0.000007	0.000004	0.000004	0.000002	0.000004	0.000002	0.000001
	01.11.2010	0.000181	0.000405	0.000134	0.000068	0.00004	0.000029	0.000018	0.000015	0.000011	0.000009	0.000009	0.000004	0.000007	0.000004	0.000004	0.000002	0.000002	0.000004	0
	01.12.2010	0.000367	0.000726	0.000241	0.000122	0.000071	0.000049	0.000035	0.000027	0.00002	0.000016	0.000013	0.000011	0.000009	0.000009	0.000007	0.000004	0.000007	0.000004	0.000001
	01.01.2011	0.000998	0.000334	0.000166	0.0001	0.000066	0.000049	0.000035	0.000027	0.000022	0.00002	0.000013	0.000013	0.000011	0.000009	0.000009	0.000007	0.000007	0.000001	0.000001
	01.02.2011	0.000454	0.001244	0.000416	0.000206	0.000126	0.000082	0.00006	0.000044	0.000035	0.000027	0.000022	0.00002	0.000016	0.000013	0.000013	0.000009	0.000009	0.000009	0.000001
	01.03.2011	0.000355	0.001085	0.000363	0.000182	0.000109	0.000071	0.000053	0.000038	0.000031	0.000024	0.00002	0.000016	0.000013	0.000013	0.000009	0.000009	0.000009	0.000007	0.000001
	01.04.2011	0.000259	0.000728	0.000241	0.000122	0.000073	0.000049	0.000033	0.000027	0.00002	0.000016	0.000013	0.000011	0.000011	0.000007	0.000007	0.000004	0.000007	0.000007	0.000001
	01.05.2011	0.000207	0.000511	0.000171	0.000084	0.000051	0.000035	0.000024	0.000018	0.000013	0.000013	0.000009	0.000007	0.000007	0.000007	0.000004	0.000004	0.000004	0.000002	0.000001
	01.06.2011	0.000213	0.00035	0.000117	0.00006	0.000035	0.000022	0.000018	0.000011	0.000011	0.000007	0.000007	0.000007	0.000004	0.000002	0.000004	0.000002	0.000002	0.000002	0
	01.07.2011	0.000172	0.000494	0.000166	0.000082	0.000051	0.000033	0.000022	0.000018	0.000016	0.000011	0.000009	0.000007	0.000007	0.000004	0.000004	0.000004	0.000002	0.000002	0.000001
	01.08.2011	0.000203	0.000438	0.000146	0.000073	0.000044	0.000029	0.00002	0.000018	0.000011	0.000009	0.000009	0.000007	0.000007	0.000004	0.000004	0.000002	0.000004	0.000002	0.000001
	01.09.2011	0.000136	0.000314	0.000106	0.000053	0.000031	0.00002	0.000016	0.000011	0.000009	0.000007	0.000007	0.000004	0.000004	0.000002	0.000004	0.000002	0.000002	0.000002	0
	01.10.2011	0.000227	0.0005	0.000166	0.000084	0.000049	0.000033	0.000024	0.000018	0.000013	0.000011	0.000009	0.000009	0.000007	0.000004	0.000004	0.000004	0.000002	0.000002	0.000001
	01.11.2011	0.000334	0.000642	0.000215	0.000109	0.000064	0.000042	0.000031	0.000024	0.000018	0.000013	0.000011	0.000009	0.000007	0.000004	0.000007	0.000004	0.000004	0.000004	0.000001
	01.12.2011	0.000436	0.000918	0.000306	0.000153	0.000093	0.00006	0.000044	0.000033	0.000024	0.000022	0.000016	0.000013	0.000013	0.000009	0.000009	0.000009	0.000007	0.000004	0.000001
	01.01.2012	0.001172	0.00039	0.000195	0.000118	0.000078	0.000055	0.000042	0.000033	0.000027	0.00002	0.000018	0.000016	0.000013	0.000011	0.000009	0.000009	0.000009	0.000001	0.000001
	01.02.2012	0.000528	0.001485	0.000497	0.000248	0.000149	0.000098	0.000071	0.000053	0.000042	0.000033	0.000027	0.000022	0.00002	0.000016	0.000013	0.000013	0.000011	0.000009	0.000002
	01.03.2012	0.000466	0.00111	0.00037	0.000184	0.000111	0.000075	0.000053	0.000038	0.000031	0.000027	0.00002	0.000016	0.000016	0.000011	0.000011	0.000009	0.000009	0.000007	0.000001
	01.04.2012	0.000323	0.000652	0.000217	0.000109	0.000067	0.000042	0.000031	0.000024	0.000018	0.000016	0.000011	0.000011	0.000007	0.000009	0.000004	0.000007	0.000004	0.000004	0.000001
	01.05.2012	0.000233	0.000353	0.000118	0.00006	0.000035	0.000024	0.000016	0.000013	0.000008	0.000008	0.000007	0.000004	0.000004	0.000002	0.000004	0.000002	0.000002	0.000002	0

Рисунок 2.10 — Вкладка “Розподіл повторних випадків РВІ при вакцинопрофілактиці”

Вкладка містить розділи: “Ймовірність захворювання”, “Дані”, “Розподіл кількості випадків”, “Аналіз чутливості”. Структура і призначення вкладки “Розподіл повторних випадків РВІ при вакцинопрофілактиці” аналогічна вкладці “Розподіл повторних випадків РВІ”.

Вкладка “Оптимізація витрат” містить дані про оптимальні суспільні та індивідуальні витрати на лікування та вакцинопрофілактику (рисунк 2.11).

Ротавірусна інфекція

Файл Звіти Довідка

Захворюваність на РВІ Розподіл повторних випадків РВІ Популяційна ефективність вакцинопрофілактики РВІ Розподіл повторних випадків РВІ при вакцинопрофілактиці Оптимізація витрат

Детальні дані Загальні дані Індивідуальна стратегія вакцинопрофілактики

Дата	Охоплення осіб однією дозою вакцини	Індивідуальні витрати на вакцинацію однією дозою вакцини, грн	Компенсація витрат на вакцинацію однією дозою вакцини, грн	Охоплення осіб двома дозами вакцини	Індивідуальні витрати на вакцинацію двома дозами вакцини, грн	Компенсація витрат на вакцинацію двома дозами вакцини, грн	Суспільні витрати на вакцинацію однією дозою вакцини, грн	Суспільні витрати на вакцинацію двома дозами вакцини, грн	Суспільні витрати при захворюванні, грн	Загальні суспільні витрати, грн
01.10.2016	0.09375	31.62	49.72	0.0234375	3.89	148.62	291777.73	136770.81	379633.54	808182.08
01.11.2016	0.09375	31.27	50.41	0.0234375	3.85	149.3	292886.26	137290.43	370706.27	800882.96
01.12.2016	0.09375	30.95	51.07	0.0234375	3.81	149.98	294006.66	137815.62	1281509.58	1713331.86
01.01.2017	0.09375	29.97	52.4	0.0234375	3.69	150.74	295131.3	138342.8	947885.55	1381359.65
01.02.2017	0.09375	32.89	49.82	0.0234375	4.05	151.03	296252.47	138868.34	946820.66	1381941.47
01.03.2017	0.09375	31.8	51.25	0.0234375	3.91	151.81	297385.63	139399.52	981567.52	1418352.67
01.04.2017	0.09375	30.64	52.76	0.0234375	3.77	152.6	298523.1	139932.7	412686.5	851142.3
01.05.2017	0.09375	29.85	53.89	0.0234375	3.67	153.35	299664.88	140467.91	206687.64	646820.43
01.06.2017	0.09375	29.4	54.69	0.0234375	3.62	154.06	300803.12	141001.46	246585.39	688389.97
01.07.2017	0.09375	29.01	55.43	0.0234375	3.57	154.76	301945.63	141537.01	298269.68	741752.32
01.08.2017	0.09375	28.74	56.05	0.0234375	3.54	155.45	303092.44	142074.58	271812.35	716979.37
01.09.2017	0.09375	28.49	56.65	0.0234375	3.51	156.15	304235.59	142610.43	193216.11	640062.13
01.10.2017	0.09375	28.29	57.22	0.0234375	3.48	156.84	305391.01	143152.04	380243.3	828786.35
01.11.2017	0.09375	27.93	57.93	0.0234375	3.44	157.55	306550.79	143695.68	362072.6	812319.07
01.12.2017	0.09375	27.52	58.7	0.0234375	3.39	158.27	307714.92	144241.37	1223840.39	1675796.68
01.01.2018	0.09375	26.4	60.18	0.0234375	3.25	159.08	308891.55	144792.91	895683.14	1349367.6
01.02.2018	0.09375	22.23	64.71	0.0234375	2.74	160.27	310097.1	145358.01	892760.19	1348215.3
01.03.2018	0.09375	21.04	66.26	0.0234375	2.59	161.1	311299.14	145921.47	927436.21	1384656.82
01.04.2018	0.09375	19.85	67.81	0.0234375	2.44	161.92	312514.03	146490.95	394033.6	853038.58
01.05.2018	0.09375	18.95	69.07	0.0234375	2.33	162.72	313725.4	147058.78	198986.15	659770.33
01.06.2018	0.09375	18.4	69.99	0.0234375	2.27	163.48	314941.43	147628.79	238306.24	700876.46
01.07.2018	0.09375	17.99	70.78	0.0234375	2.21	164.22	316128.86	148185.4	290027.41	754341.67
01.08.2018	0.09375	17.65	71.48	0.0234375	2.17	164.95	317320.72	148744.09	265261.17	731325.98
01.09.2018	0.09375	17.34	72.17	0.0234375	2.13	165.69	318517.02	149304.86	190014.18	657836.06
01.10.2018	0.09375	17.09	72.79	0.0234375	2.1	166.42	319717.79	149867.71	376355.1	845940.6
01.11.2018	0.09375	16.64	73.62	0.0234375	2.05	167.18	320923.03	150432.67	362092.5	833448.2
01.12.2018	0.09375	16.18	74.45	0.0234375	1.99	167.94	322132.76	150999.73	1227327.44	1700459.93

Рисунок 2.11 — Вкладка “Оптимізація витрат”

Вкладка “Оптимізація витрат” містить вкладки: “Детальні дані”, “Загальні дані” “Індивідуальна стратегія вакцинопрофілактики”.

Вкладка “Детальні дані” містить дані про оптимальні суспільні та індивідуальні витрати на лікування та вакцинопрофілактику (рисунок 2.11).

Вкладка “Загальні дані” містить дані про сумарні оптимальні суспільні та індивідуальні витрати на лікування та вакцинопрофілактику за весь період прогнозу (рисунок 2.12).

Ротавірусна інфекція

Файл Звіти Довідка

Захворюваність на РВІ Розподіл повторних випадків РВІ Популяційна ефективність вакцинопрофілактики РВІ Розподіл повторних випадків РВІ при вакцинопрофілактиці Оптимізація витрат

Детальні дані Загальні дані Індивідуальна стратегія вакцинопрофілактики

Оптимальні суспільні витрати на вакцинацію однією дозою вакцини: 11066620,71 грн.
Оптимальні суспільні витрати на вакцинацію двома дозами вакцини: 5187478,46 грн.
Оптимальні суспільні витрати на лікування: 19025273,8 грн.
Загальні суспільні витрати: 35279372,96 грн.

Рисунок 2.12 — Вкладка “Загальні дані”

У верхній частині вікна “Ротавірусна інфекція” розташована панель головного меню програми, яка складається з меню: “Файл”, “Звіти”, “Довідка”.

Меню “Файл” містить пункти меню: “Зберегти”, “Зберегти все”, “Вийти”. Пункт меню “Зберегти” зберігає дані для вибраної вікової групи. Пункт меню “Зберегти все” зберігає дані для всіх вікових груп. Пункт меню “Вийти” виконує завершення програми.

Меню “Довідка”: містить пункти меню: “Довідка”, “Про програму”.

Пункт меню “Довідка” відкриває довідкову систему програми, яка містить детальні теоретичні відомості предметної області, а також інструкцію користувача, яка детально описує інтерфейс програми, надає вказівки для використання розробленої програмної системи (рисунк 2.13).

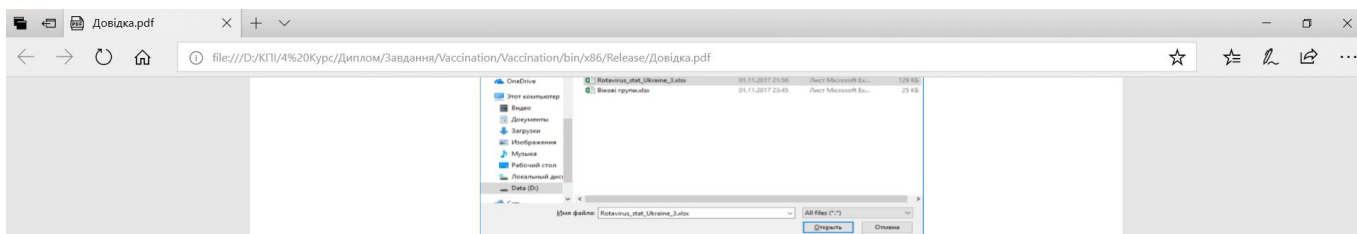
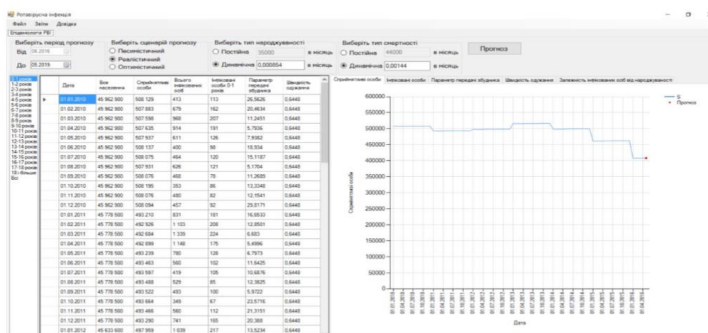


Рисунок 2.2 — Вікно “Завантажити файл”

Після вибору файлів із вхідними даними необхідно натиснути кнопку “Далі”, після цього відкриться вікно “Ротавірусна інфекція” (рисунк 2.3).





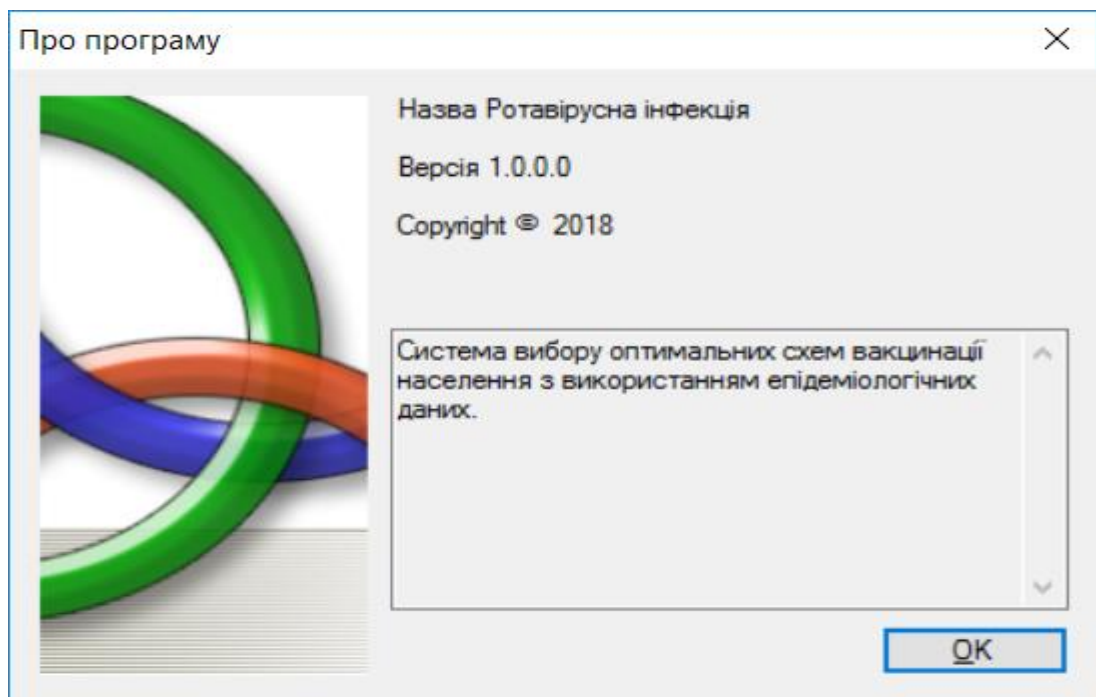


Рисунок 2.14 — Вікно “Про програму”

Вікно “Про програму” містить загальні дані про програму: назва програми, версія, короткий опис призначення програми.

Меню “Звіти” містить пункт меню “Епідеміологія РВІ”, який відкриває вікно “Загальні дані” з альтернативним представлення даних SIS — моделі з урахуванням вікової структури населення (рисунок 2.15).

Діти		Вікові групи																			
Категорія населення		Дата	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18 і більше
Параметр передачі збудження																					
Шкідливість збудження																					
		01.01.2010	508 129	454 486	454 486	454 486	454 485	454 486	454 486	454 486	454 486	454 486	454 485	454 486	454 486	454 486	454 486	454 486	454 486	454 485	37 728...
		01.02.2010	507 883	454 428	454 428	454 428	454 428	454 427	454 428	454 428	454 428	454 428	454 427	454 428	454 428	454 428	454 428	454 427	454 428	454 428	37 729...
		01.03.2010	507 598	454 361	454 360	454 361	454 361	454 360	454 361	454 360	454 361	454 360	454 361	454 360	454 361	454 361	454 360	454 361	454 360	37 731...	
		01.04.2010	507 635	454 369	454 369	454 369	454 369	454 370	454 369	454 369	454 369	454 369	454 369	454 370	454 369	454 369	454 370	454 369	454 369	37 730...	
		01.05.2010	507 937	454 441	454 441	454 440	454 441	454 440	454 441	454 440	454 441	454 440	454 441	454 440	454 441	454 441	454 440	454 441	454 440	37 729...	
		01.06.2010	508 137	454 488	454 487	454 488	454 488	454 488	454 487	454 488	454 488	454 488	454 487	454 488	454 488	454 487	454 488	454 488	454 488	37 728...	
		01.07.2010	508 075	454 473	454 473	454 473	454 473	454 473	454 474	454 473	454 473	454 473	454 473	454 473	454 473	454 473	454 473	454 474	454 473	37 728...	
		01.08.2010	507 931	454 439	454 439	454 439	454 439	454 439	454 440	454 439	454 439	454 439	454 439	454 439	454 439	454 439	454 439	454 440	454 439	37 729...	
		01.09.2010	508 076	454 473	454 474	454 473	454 473	454 474	454 473	454 473	454 474	454 473	454 473	454 474	454 473	454 474	454 473	454 473	454 473	37 728...	
		01.10.2010	508 195	454 502	454 501	454 502	454 501	454 502	454 501	454 501	454 502	454 501	454 502	454 501	454 501	454 502	454 501	454 502	454 501	37 728...	
		01.11.2010	508 076	454 473	454 474	454 473	454 473	454 474	454 473	454 473	454 474	454 473	454 473	454 474	454 473	454 474	454 473	454 473	454 473	37 728...	
		01.12.2010	508 094	454 478	454 477	454 478	454 477	454 478	454 478	454 477	454 478	454 477	454 478	454 478	454 477	454 478	454 477	454 478	454 477	37 728...	
		01.01.2011	493 210	451 347	451 346	451 347	451 347	451 346	451 347	451 346	451 347	451 347	451 346	451 347	451 346	451 347	451 346	451 347	451 346	37 612...	
		01.02.2011	492 926	451 280	451 279	451 280	451 280	451 279	451 280	451 279	451 280	451 280	451 279	451 280	451 279	451 280	451 279	451 280	451 279	37 613...	
		01.03.2011	492 684	451 222	451 223	451 222	451 223	451 222	451 223	451 222	451 223	451 223	451 222	451 223	451 222	451 223	451 222	451 223	451 222	37 615...	
		01.04.2011	492 899	451 273	451 274	451 273	451 273	451 273	451 274	451 273	451 273	451 273	451 273	451 274	451 273	451 273	451 273	451 274	451 273	37 613...	
		01.05.2011	493 239	451 354	451 353	451 354	451 353	451 354	451 353	451 354	451 353	451 353	451 354	451 353	451 354	451 353	451 354	451 353	451 354	37 612...	
		01.06.2011	493 463	451 407	451 406	451 406	451 407	451 406	451 407	451 406	451 406	451 407	451 406	451 407	451 406	451 407	451 406	451 406	451 407	37 611...	
		01.07.2011	493 597	451 437	451 438	451 438	451 438	451 438	451 438	451 438	451 438	451 438	451 438	451 438	451 438	451 438	451 438	451 437	451 438	37 610...	
		01.08.2011	493 488	451 413	451 412	451 412	451 412	451 412	451 413	451 412	451 412	451 412	451 412	451 413	451 412	451 412	451 412	451 412	451 413	37 611...	
		01.09.2011	493 522	451 420	451 421	451 420	451 420	451 420	451 421	451 420	451 420	451 420	451 420	451 421	451 420	451 420	451 420	451 421	451 420	37 610...	
		01.10.2011	493 664	451 454	451 454	451 453	451 454	451 454	451 454	451 453	451 454	451 454	451 453	451 454	451 454	451 454	451 453	451 454	451 454	37 610...	
		01.11.2011	493 466	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	451 407	37 611...	
		01.12.2011	493 290	451 366	451 365	451 366	451 365	451 366	451 365	451 366	451 365	451 366	451 365	451 366	451 365	451 366	451 365	451 366	451 365	37 611...	
		01.01.2012	497 959	450 751	450 751	450 751	450 750	450 751	450 751	450 751	450 751	450 751	450 751	450 751	450 751	450 750	450 751	450 751	450 751	37 472...	
		01.02.2012	497 750	450 702	450 702	450 701	450 702	450 701	450 702	450 701	450 702	450 701	450 702	450 701	450 702	450 701	450 702	450 701	450 702	37 473...	
		01.03.2012	497 436	450 628	450 627	450 628	450 627	450 628	450 627	450 628	450 627	450 627	450 627	450 628	450 627	450 628	450 627	450 628	450 627	37 475...	
		01.04.2012	497 788	450 710	450 711	450 710	450 711	450 710	450 711	450 710	450 711	450 711	450 710	450 711	450 710	450 711	450 710	450 711	450 710	37 473...	
		01.05.2012	498 253	450 820	450 820	450 821	450 820	450 820	450 820	450 821	450 820	450 820	450 821	450 820	450 820	450 820	450 821	450 820	450 820	37 471...	
		01.06.2012	498 541	450 889	450 888	450 888	450 888	450 888	450 889	450 888	450 888	450 888	450 888	450 889	450 888	450 888	450 888	450 889	450 888	37 469...	
		01.07.2012	498 355	450 845	450 844	450 844	450 845	450 844	450 844	450 845	450 844	450 844	450 845	450 844	450 844	450 845	450 844	450 845	450 844	37 470...	

Рисунок 2.15 — Вікно “Загальні дані”

Вікно містить таблиці: “Сприйнятливі”, “Інфіковані”, “Параметр передачі збудника”, “Швидкість одужання”, які містять дані про сприйнятливих осіб, інфікованих осіб, параметр передачі збудника, швидкість одужання для кожної вікової групи і всього населення.

Меню “Дії” містить пункти меню: “Зберегти”, “Зберегти все”, “Вийти”. Пункт меню “Зберегти” зберігає дані для вибраної таблиці. Пункт меню “Зберегти все” зберігає дані для всіх таблиць (рисунок 2.16). Пункт меню “Вийти” виконує завершення програми.

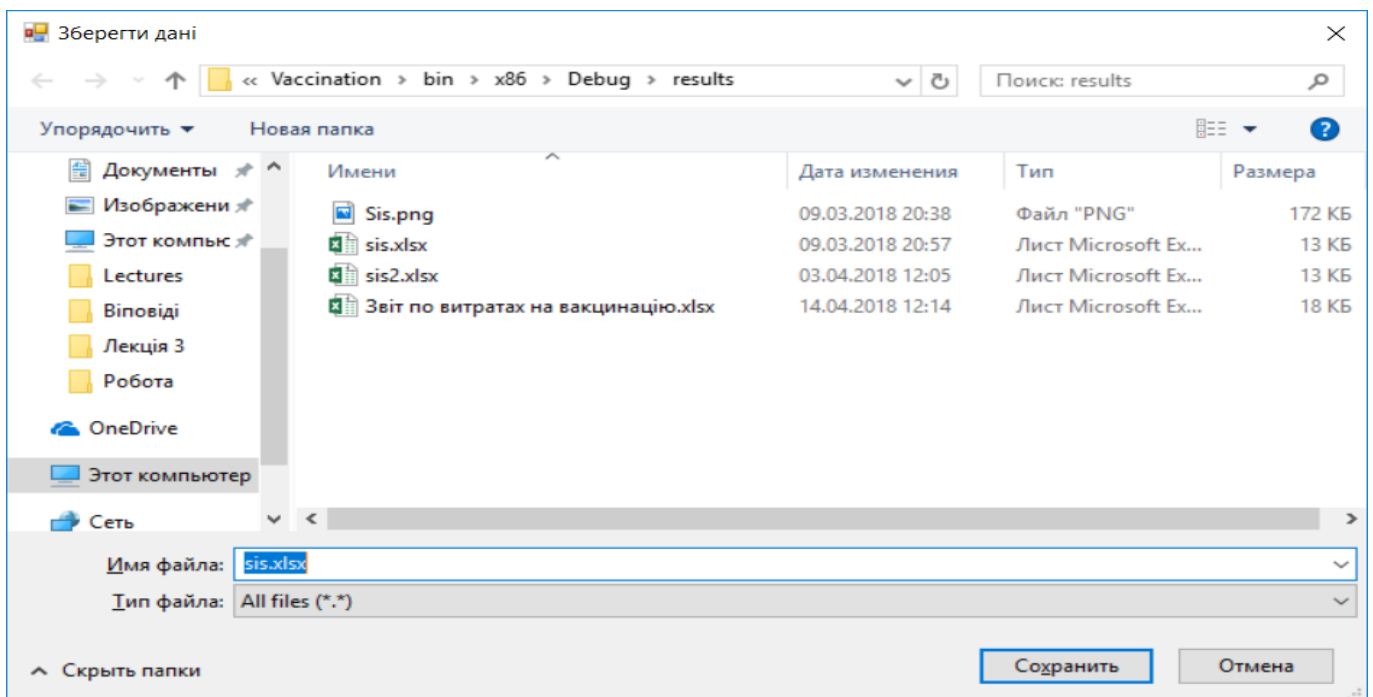


Рисунок 2.16 — Вікно “Зберегти дані”

Для збереження даних необхідно задати назву файлу і підтвердити збереження даних. Збереження даних може зайняти деякий час, необхідно зачекати поки збереження не завершиться і вікно “Збереження” не закриється (рисунок 2.17).

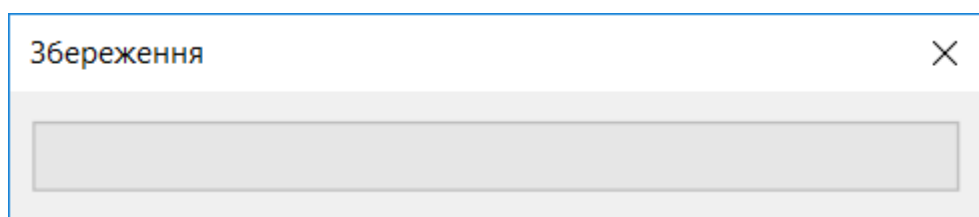


Рисунок 2.17 — Вікно “Збереження”

В результаті збереження буде створено файл з розширенням \*.xlsx, який містить дані, що були обрані для збереження.

Для збереження графіка необхідно викликати для нього контекстне меню, за допомогою правої кнопки миші та вибрати пункт “Зберегти” (рисунок 2.18).

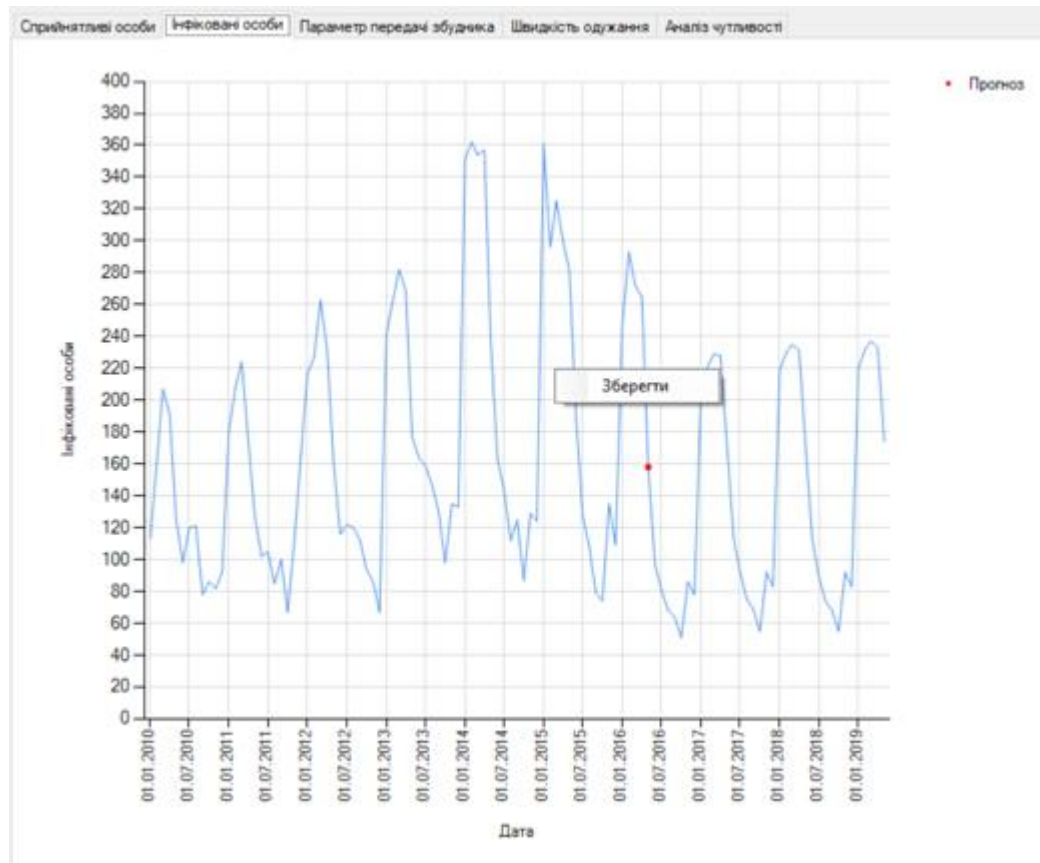


Рисунок 2.18 — Збереження графіка

Відкриється діалогове вікно “Зберегти дані” (рисунок 2.16) в якому необхідно задати назву збереженого графіка. Графік буде збережений у форматі \*.PNG.