

К.б.н, доцент Соловйов С.О.,
студент Алістратенко М.О.

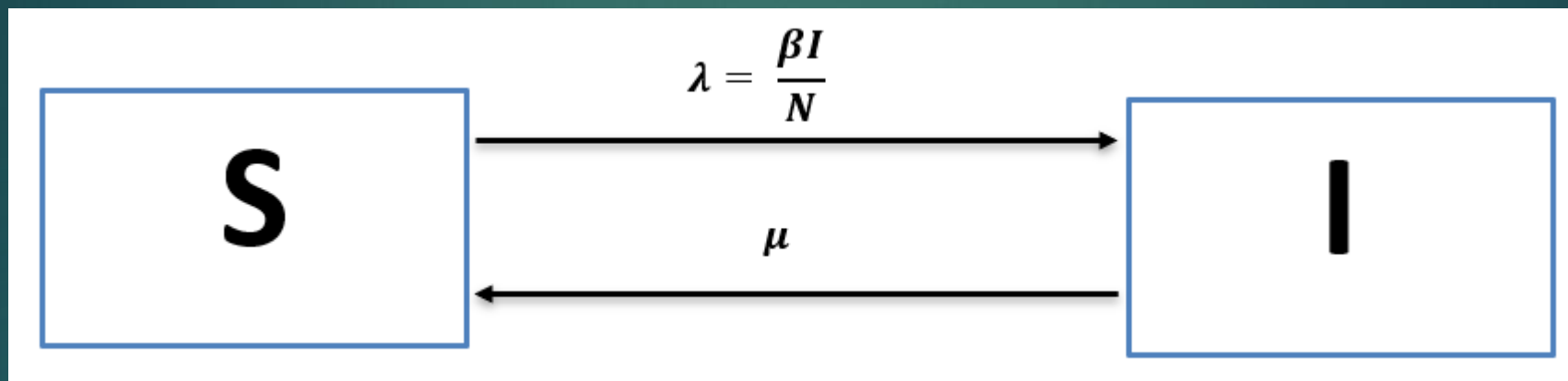
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського»

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РЕГІОНАЛЬНОГО
РОЗПОДІЛУ ВАКЦИН**

Що таке вакцинація?



Модель без вакцинації



S – кількість здорових осіб,

I – кількість хворих осіб,

β – деякий параметр, який вираховується з наявних даних по регіону

N – загальна кількість осіб в регіоні,

μ – швидкість, з якою особа зі стану I переходять в стан S ; так як модель розглядається з проміжком часу в місяць, цей параметр буде дорівнювати 1 – за 1 місяць всі особи переходять зі стану I в стан S .

Система диференціальних рівнянь системи розповсюдження грипу

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\frac{\beta I}{N}S + I \\ \frac{dI}{dt} = \frac{\beta I}{N}S - I \end{cases}$$

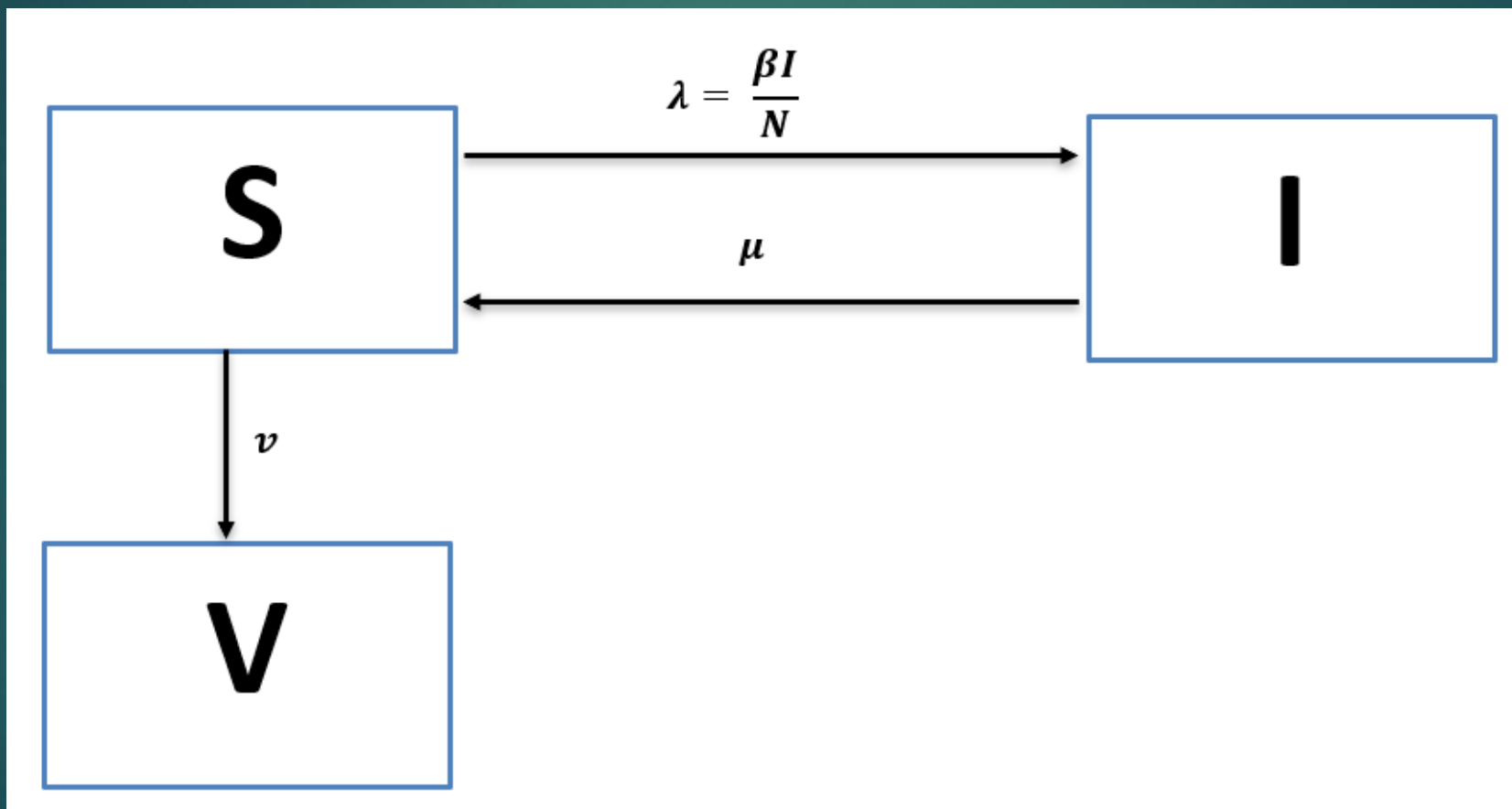
Система різницевих рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\frac{\beta I}{N}S + I \\ \frac{dI}{dt} = \frac{\beta I}{N}S - I \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} S_{t+1} - S_t = -\frac{\beta_t I_t}{N}S_t + I_t \\ I_{t+1} - I_t = \frac{\beta_t I_t}{N}S_t - I_t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} S_{t+1} = S_t - \frac{\beta_t I_t}{N}S_t + I_t \\ I_{t+1} = \frac{\beta_t I_t}{N}S_t \end{cases}$$

Параметр β

$$I_{t+1} = \frac{\beta_t I_t}{N}S_t \Rightarrow \frac{I_{t+1}}{S_t} = \frac{\beta_t I_t}{N} \Rightarrow \frac{I_{t+1}N}{S_t} = \beta_t I_t \Rightarrow \frac{I_{t+1}N}{I_t S_t} = \beta_t \Rightarrow \beta_t = \frac{I_{t+1}N}{I_t S_t}$$

Модель з вакцинацією



Система диференціальних рівнянь системи розповсюдження грипу

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\frac{\beta I}{N}S + I - vS \\ \frac{dI}{dt} = \frac{\beta I}{N}S - I \\ \frac{dV}{dt} = vS \end{cases}$$

Система різницевого рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\frac{\beta I}{N}S + I - vS \\ \frac{dI}{dt} = \frac{\beta I}{N}S - I \\ \frac{dV}{dt} = vS \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} S_{t+1} - S_t = -\frac{\beta_t I_t}{N}S_t + I_t - vS_t \\ I_{t+1} - I_t = \frac{\beta_t I_t}{N}S_t - I_t \\ V_{t+1} - V_t = vS_t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} S_{t+1} = S_t - \frac{\beta_t I_t}{N}S_t + I_t - vS_t \\ I_{t+1} = \frac{\beta_t I_t}{N}S_t \\ V_{t+1} = V_t + vS_t \end{cases}$$

Параметр β

$$\beta_t = \frac{I_{t+1}N}{I_t S_t}$$

Пропорційний алгоритм

Єдиний метод для визначення кількості вакцинації на регіон який використовується – пропорційний алгоритм. Його суть полягає в тому, що кількість виділених вакцин залежить лише від кількості осіб у регіоні. Весь доступний запас вакцин в певний проміжок часу пропорційно ділиться між всіма регіонами.

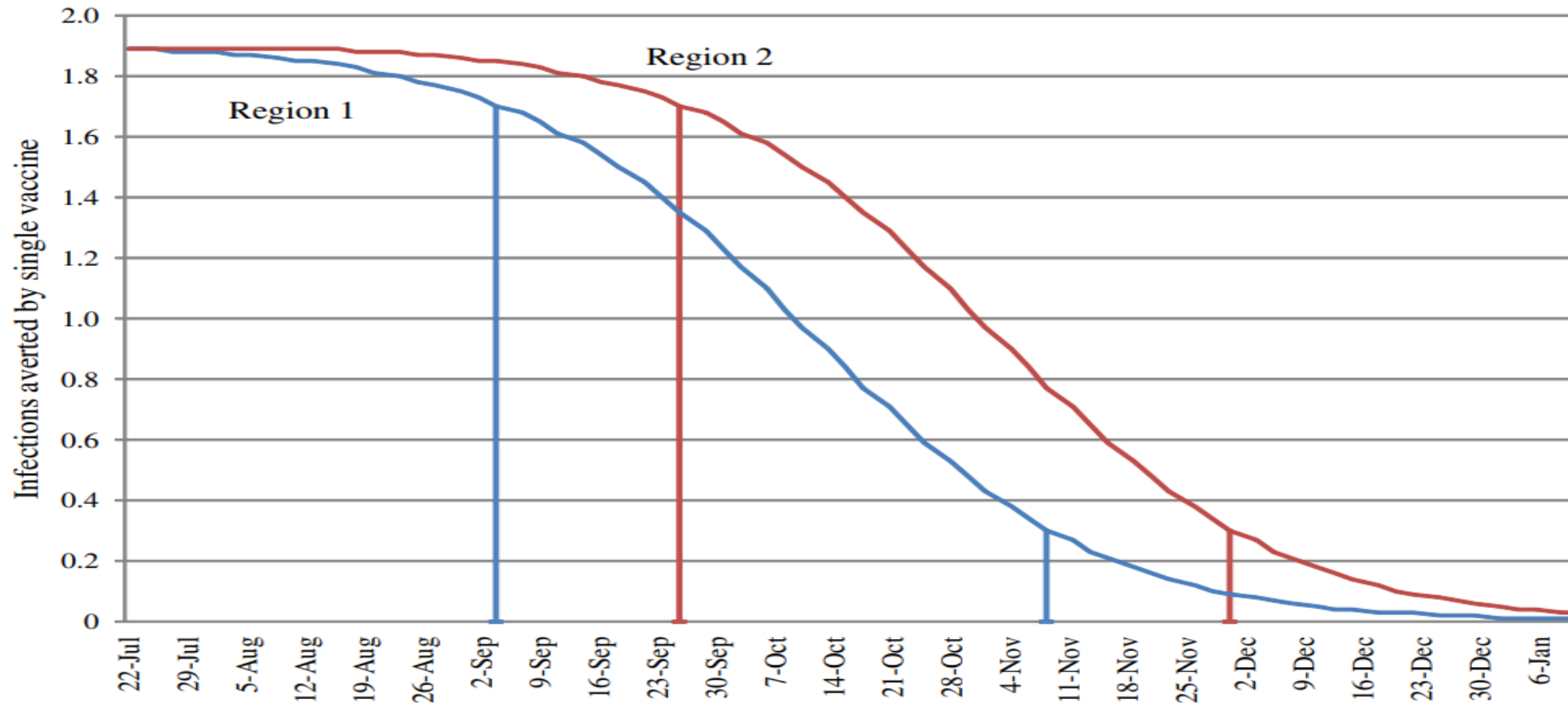
Оптимізований алгоритм

$$\Gamma_B = \frac{\sum \Delta I}{V}$$

де, ΔI – різниця між кількістю здорових людей в системі з та без вакцинації, V – кількість виділених вакцин.

Даний параметр дає змогу оцінити ефективність вакцинації в деякий час t . Алгоритм який буде використовувати даний підхід матиме змогу оцінювати ефективність тої чи іншої вакцинації у різних кількостях в один чи декілька проміжків часу.

Гранична вигода одного регіону при різних виділених кількостях вакцин у різний проміжок часу.



ВИСНОВКИ

- ▶ В роботі вирішена задача оптимального фармацевтичного забезпечення вакцино-профілактики грипу під час сезонного підвищення захворюваності на грип в умовах обмежених ресурсів.
- ▶ Продемонстровані результати показують, що зміна розподілу вакцин за стандартним пропорційним методом до адаптивної стратегії, яка враховує поточну епідемічну ситуацію в кожному регіоні, може зменшити рівень захворюваності на грип.

Дякую за увагу