

**Коваленко Аліна Вадимівна,  
Солонінко Олександр Миколайович**

1 курс, група ЛЦ-41,  
інженерно-хімічний факультет,  
НТУУ «КПІ»

Науковий керівник:  
Бахтіна Г.П., к.ф.-м.н.,  
доцент ФМФ НТУУ «КПІ»

### **Математична імунологія:**

#### **моделі динаміки імунної реакції на інфекційне захворювання**

Математична імунологія як певний напрям наукових досліджень виникає в другій половині 60-х років 20 століття у зв'язку з необхідністю практичної боротьби з інфекційними захворюваннями в часи, коли відбувається значне просування теоретичної біології та фізіології, різке збільшення обсягу кількості клініко-лабораторних даних щодо стану пацієнтів, вимог до їх обробки та аналізу, опису та дослідження загальних закономірностей для всіх інфекційних захворювань.

В доповіді представлені етапи розвитку, досягнення та перспективи математичної імунології; наводяться приклади застосування математичних моделей і методів в задачах теоретичної, експериментальної та клінічної імунології; надається опис нових вимірювальних методів, що вимагають відповідного математичного моделювання та використання 2D і 3D комп'ютерних моделей на базі багатоагентних систем, які дозволяють візуалізувати просторову динаміку імунних реакцій.

Наприкінці 70-х років колективом науковців під керівництвом математика, академіка Г.І.Марчука була побудована базова модель динаміки імунної реакції організму на інфекційне захворювання. Одержані результати сприяли надбанню якісно нового рівня моделювання інфекційних захворювань, а саме, створенню кількісного опису механізмів вірусних та бактеріальних інфекцій в організмі людини, розробці методів ідентифікації параметрів математичних моделей, що враховують особливості процесів, які моделюються. Модель надавала

високоєфективний інструмент аналізу багатокomпонентного процесу реагування організму на антиген та ряд перспективних практичних рекомендацій щодо діагностики, прогнозування та лікування тих інфекційних та неінфекційних процесів, для яких реакції імунної системи є визначаючими (вірусний гепатит В, хронічний бронхіт, інфаркт міокарда, ішемічна хвороба, гостра пневмонія, грипозна інфекція, ВІЛ тощо).

В доповіді наводиться простіша модель імунологічної реакції організму на вірус, яка одночасно є простішою моделлю інфекційного захворювання. Модель є системою чотирьох нелінійних звичайних диференціальних рівнянь відносно основних факторів інфекційного захворювання (концентрації патогенних антигенів, що розмножуються; концентрації антитіл; концентрації плазматичних клітин; відносної характеристики ураженого органу) та певних початкових умов, яка повністю описує процес взаємодії імунної системи з вірусом.

Модель створюється виходячи з наступних положень: по-перше, зміна числа антигенів в організмі залежить від темпу їх розмноження за даний проміжок часу мінус їх число, що нейтралізується за той же час антитілами, які або з'являються або існували до того; по-друге, кількість плазматичних клітин, що накопичуються, залежить від числа В-лімфоцитів та темпу їх проліферації мінус їх зменшення за рахунок старіння; по-третє, кількість антитіл в даному проміжку часу залежить від швидкості їх виробництва мінус кількість, яку зв'язує антиген та кількість, яка виводиться за рахунок їх природнього метаболізму; і останнє, маса ураженого органу залежить від здатності вірусу (яка є різною для різних захворювань) мінус частина, що відтворюється.

В доповіді наводиться якісний аналіз моделі; надається класифікація імунного відгуку на антиген; приведені графіки динаміки концентрації антигену при різних формах захворювання: субклінічної, гострої із одужанням, гострої з летальним кінцем, хронічної. Підкреслюється, що моделювання конкретного захворювання потребує більшої деталізації процесу та широкого застосування клініко-лабораторних даних для ідентифікації параметрів моделі.