

СТАДИЯ-ЗАВИСИМЫЕ И ЦЕПОЧЕЧНЫЕ МОДЕЛИ В ИММУНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Н.В.ПЕРЦЕВ

В докладе изложены некоторые проблемы, связанные с разработкой математических моделей в иммунологии. Среди них: 1) выбор объекта исследования, 2) определение цели и задач исследования, 3) изучение литературных и доступных реальных данных, 4) выбор математического аппарата, 5) проведение вычислительных экспериментов и интерпретация результатов, 6) совместная работа с иммунологами.

Представлен краткий обзор математических моделей в иммунологии, использующих дифференциальные уравнения с запаздыванием. Приведены две модели, описывающие развитие ВИЧ-1 инфекции в отдельно взятом лимфоузле. Для построения моделей использованы высоко-размерные системы дифференциальных уравнений с запаздыванием, дополненные начальными данными.

Первая модель демонстрирует применение дифференциальных уравнений специального вида, которые в изначальной форме записываются в форме интегральных уравнений с переменными верхним и нижним пределами интегрирования. Уравнения специального вида задают динамику незрелых вирусных частиц и динамику инфицированных клеток, которые после определенного времени превращаются соответственно в вирионы и продуктивно-инфицированные клетки. Кратко представлены результаты аналитического исследования модели и результаты вычислительных экспериментов в зависимости от значений показателя R_0 – базовое репродуктивное число ($R_0 < 1$, $R_0 > 1$).

Вторая модель является существенно высоко-размерной и предполагает использование клеток-мишеней нескольких типов. Особенностью модели является явное описание процесса размножения CD4+ Т-лимфоцитов с учетом фаз клеточного цикла. Кроме того, в модели учитывается динамика численности антиген-презентирующих клеток, клеток-потомков завершивших деление CD4+ Т-лимфоцитов и повторное заражение клеток вирионами. Кратко представлены результаты аналитического исследования модели и результаты вычислительных экспериментов

В рамках развития модели рассмотрены вопросы и сценарии о возможных путях и способах заражения CD4+ Т-лимфоцитов с учетом фаз клеточного цикла, контактов CD4+ Т-лимфоцитов с антиген-презентирующими клетками, остановки размножения зараженных клеток и др. проблемы.

Доклад подготовлен при поддержке РНФ, проект № 23–11–00116.