

**Секция «Вычислительная математика и кибернетика»**

**Управляемая модель распространения вируса гриппа А(Н1N1)**

**Орлов Сергей Михайлович**

*Студент*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет  
вычислительной математики и кибернетики, Москва, Россия*

*E-mail: sergy.orlov@rambler.ru*

В докладе рассматривается нелинейная задача оптимального управления

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a - (u + b_1)x_1 - c\frac{x_1x_2}{x_1+x_2+x_3}, & x_1(0) = x_{10} > 0, \\ \dot{x}_2 = -b_2x_2 + c\frac{x_1x_2}{x_1+x_2+x_3}, & x_2(0) = x_{20} > 0, \\ \dot{x}_3 = ux_1 + b_3x_2 - b_1x_3, & x_3(0) = x_{30} > 0, \\ J(u) = \int_0^T (x_2 + \frac{r}{2}u^2)dt \rightarrow \min_{u(\cdot)}. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь  $x = (x_1, x_2, x_3)$  — трёхмерная фазовая переменная,  $u$  — скалярное управление, подчинённое геометрическому ограничению  $u \in [0, 1]$ ,  $T > 0$  — заданная длительность процесса управления, параметры  $a, b_1, b_2, b_3, c, r$  — заданные положительные константы. Переменная  $x_1$  характеризует количество людей, склонных к заболеванию,  $x_2$  — количество инфицированных,  $x_3$  — количество выздоровевших. Управление  $u$  характеризует интенсивность вакцинации. Функционал — взвешенная характеристика количества заболевших и затрат на лечение — подлежит минимизации. Модель (1) предложена в статьях [4]–[5]. В оригинальных работах используются другие обозначения для переменных задачи. Для решения задачи привлекается принцип максимума Понтрягина [3]. Проведена серия численных экспериментов по нахождению решения краевой задачи ПМП. Вычисления проводились в среде Maple. При выполнении численных экспериментов использовались идеи широко известного метода продолжения по параметру (см., например, [1], [2]). Кроме того, изучен ряд теоретических вопросов, возникающих при анализе задачи (1) — сложной нелинейной задачи оптимального управления.

**Литература**

1. Аввакумов С. Н., Киселёв Ю. Н. Некоторые алгоритмы оптимального управления // Управление, устойчивость и обратные задачи динамики, Сборник научных трудов, Тр. ИММ УрО РАН, 12, № 2, 2006, С. 3-17.
2. Киселёв Ю.Н., Аввакумов С.Н., Орлов М.В. Оптимальное управление. Линейная теория и приложения. М. МАКС Пресс, 2007.
3. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М. 1961.
4. El hia M., Balatif O., Bouyaghroumni J., Labriji E., Rachik M. Optimal Control Applied to the Spread of Influenza A(H1N1) // Applied Mathematical Sciences, Vol. 6, 2012, no. 82, С. 4057-4065.
5. Hattaf K., Yousfi N. Mathematical Model of the Influenza A(H1N1) // Infection Advanced Studies in Biology, Vol.1, 2009, no. 8, С. 383-390.