

## АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ОЦЕНЩИКИ СОСТОЯНИЙ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИАБЕТА

А.И. Астровский

В докладе предложен и обоснован метод построения асимптотических оценщиков состояний в математической модели [1] диабета первой степени на основе подхода, предложенного в [2–4]. Проблема оценивания состояний систем наблюдения по доступной информации интенсивно исследуется в связи с ее важностью для различных объектов управления. При построении управлений типа обратной связи, как правило, необходимо знать вектор состояния системы (фазовый вектор). Однако в реальных ситуациях непосредственное измерение фазового вектора затруднительно либо по техническим причинам, либо из-за невозможности проведения процесса наблюдения, либо вследствие чрезмерно высокой его стоимости. При рассмотрении детерминированных линейных конечномерных систем наблюдения оценивание состояний предполагает наличие у системы определенного типа наблюдаемости. В стационарном случае полная наблюдаемость системы гарантирует существование асимптотического эстиматора. Понятно, что для систем с переменными коэффициентами проблема значительно усложняется. Для нестационарных линейных систем существует целый ряд понятий наблюдаемости: полная, дифференциальная, равномерная, равномерно полная, наблюдаемость с помощью разрешающих операций, аппроксимативная, равномерно точечная, наблюдаемость в классе систем функций Чебышева, хессенбергова и т.д. Отметим, что в понятии равномерно полной наблюдаемости наиболее адекватно заложены специфические свойства, необходимые для существования асимптотических оценщиков. Однако это понятие трудно проверить в терминах коэффициентов исходной системы наблюдения, и поэтому с конструктивной точки зрения мало эффективно. В теории оценивания состояний с конструктивной точки зрения, пожалуй, наиболее важную роль играет понятие равномерной наблюдаемости. Конструирование асимптотических оценщиков состояний предполагает построение такой динамической системы, на вход которой подается выходная функция исходной системы, и при этом состояние оценщика должно в том или ином смысле асимптотически приближать состояние исходной системы. Предложенный в работах И.В. Гайшуна и А.И. Астровского подход на основе техники квазидифференцирования позволяет существенно ослабить известные требования гладкости коэффициентов при построении экспоненциальных оценщиков состояний.

В докладе для нелинейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающей глюкозо-инсулиновое взаимодействие в теле пациента (модель Novorka [1]), на основе метода линеаризации вдоль базисной траектории предложен способ построения асимптотических оценщиков состояний с учетом выходной функции в виде подкожного измерения уровня глюкозы.

### Литература

1. Novorka R., Canonico V., Chassin L. J. and etc. *Nonlinear model predictive control of glucose concentration in subjects with type 1 diabetes* // Physiological measurement. 2004. V. 25(4). P. 905–920.
2. Астровский А.И., Гайшун И.В. *Оценивание состояний линейных нестационарных систем наблюдения* // Дифференциальные уравнения. 2019. Т. 55. № 3. С. 370–379.
3. Astrovskii A. I., Gaishun I. V. *Observability of Linear Time-Varying Systems with Quasiderivative Coefficients* // SIAM J. Control and Optimization. 2019. V. 57. № 3. P. 1710–1729.
4. Астровский А.И., Гайшун И.В. *Линейные системы с квазидифференцируемыми коэффициентами: управляемость и наблюдаемость движений*. Минск: Беларус. навука, 2013.