

Отзыв научного руководителя

на выпускную квалификационную работу бакалавра СПбГУ

Кучмы Алёны Вячеславовны

на тему «*Анализ математических моделей с запаздыванием в медицине*»

Матрица Ляпунова является ключевым элементом в теории функционалов полного типа, которая успешно применяется для исследования систем с запаздыванием. В частности, недавно были получены критерии (то есть необходимые и достаточные условия) экспоненциальной устойчивости для систем запаздывающего и нейтрального типа, выраженные через матрицу Ляпунова.

Задача Кучмы Алёны Вячеславовны состояла, в частности, в применении этих критериев для исследования моделей в медицине.

Первая модель, исследованная Алёной Вячеславовной, – модель Марчука развития инфекционного заболевания. Исходно эта модель – система четырёх нелинейных уравнений запаздывающего типа. У этой системы есть два положения равновесия. Одно из них соответствует здоровому организму, а второе – хронической форме инфекции. Исследование устойчивости второго положения равновесия является более сложной задачей, и именно эта задача и была рассмотрена Алёной Вячеславовной. Исследование проводилось по линейному приближению, были найдены области в пространстве параметров, где положение равновесия системы экспоненциально устойчиво.

Вторая модель – модель развития опухоли в организме человека. Эта модель была представлена совсем недавно – в научной статье 2018 года. Статья написана группой авторов, среди которых есть как специалисты по теории управления, так и специалисты в области медицины. Целью авторов было исследование так называемого состояния спячки опухоли, то есть возможность перехода опухоли в хроническую форму, когда она не уменьшается, но и не увеличивается. Опять же, задача сводится к исследованию по линейному приближению соответствующего положения равновесия некоторой нелинейной системы с запаздыванием, только на этот раз система является системой дифференциально-алгебраических уравнений. В работе Алёны Вячеславовны эта система сводится к системе нейтрального типа с сохранением свойства устойчивости/неустойчивости и исследуется на устойчивость при различных значениях параметров с помощью критерия, выраженного через матрицу Ляпунова для систем нейтрального типа.

Кучма Алёна Вячеславовна разобрала физический смысл исследуемых моделей и реализовала программно оба алгоритма проверки экспоненциальной устойчивости. Полученные выводы (например, о стабилизирующей роли запаздывания при некоторых значениях параметров) весьма интересны, однако я как руководитель ожидал более глубокого анализа, учитывая, что у применяемого метода функционалов полного типа довольно широкие возможности. Очевидно, Алёна

Вячеславовна посвятила не достаточно много времени решению поставленной задачи.

Считаю, что выпускная квалификационная работа «Анализ математических моделей с запаздыванием в медицине» Кучмы Алёны Вячеславовны заслуживает оценки «удовлетворительно».

Научный руководитель
кандидат физ.-мат. наук
доцент кафедры теории управления



Егоров А. В.