О Т З Ы В

официального оппонента о диссертационной работе
Корнева Дмитрия Васильевича
«Численные методы решения дифференциальных игр
с нетерминальной платой»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
05.13.18 --- математическое моделирование, численные методы
и комплексы программ.

В диссертации Д.В.Корнева рассматриваются задачи управления в условиях неконтролируемых помех или противодействия. Движение динамической системы происходит на конечном промежутке времени и описывается линейными дифференциальными уравнениями. На воздействия управления и помехи наложены геометрические ограничения. Исследование проводится с учетом следующих важных для приложений особенностей. Оптимизируемый позиционный показатель качества процесса управления является нетерминальным и имеет «многоточечную» структуру. Он оценивает движение системы по совокупности отклонений в заданные моменты времени от заданных целевых точек. Кроме того изучается случай смешанных ограничений на управляющие воздействия, когда помимо геометрических присутствуют интегральные ограничения, описывающие ресурсные запасы, находящиеся в распоряжении управления. В рамках теоретико-игрового подхода, развиваемого в Екатеринбурге, ставится задача об оптимизации гарантированного результата управления. Работа посвящена одному из ключевых вопросов изучаемой теории --- программно реализуемым численным методам нахождения величины оптимального гарантированного результата и построения оптимальных законов управления по принципу обратной связи. Конструктивность предлагаемых методов, реализованных в виде комплекса программ, подчеркивает актуальность диссертации.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и списка литературы. Во введении раскрываются цели и задачи работы, ее актуальность, и описываются основные результаты, полученные в диссертации.

В первой главе изучается ситуация, когда управляющие воздействия стеснены лишь геометрическими ограничениями, а правая часть дифференциального уравнения, описывающего динамику управляемой системы, имеет седловую точку в маленькой игре (иными словами, выполнено условие Р. Айзекса). На основе процедуры Н. Ю. Лукоянова, представляющую из себя подходящую редукцию метода выпуклых сверху оболочек Н.Н.Красовского, диссертант строит, а затем и программно реализует численный метод поиска цены во вспомогательной дифференциальной игре в классах чистых (детерминированных) стратегий, а также построения ζ-оптимальных законов управления при помощи экстремального сдвига на сопутствующие точки. Полученный метод является универсальным, поскольку потенциально обрабатывает задачи произвольной размерности, однако приведенные теоретические оценки времени работы указывают на то, что метод требователен к вычислительным ресурсам. По этой причине автор прибегает к распараллеливанию, что позволяет несколько расширить практическую применимость методов на сколько это позволяет современное состояние вычислительной техники.

Во второй главе диссертанту от условия седловой точки в маленькой игре удается отказаться, перейдя к классам смешанных (вероятностных) стратегий и применив разработанный численный метод к вспомогательной модели, играющей роль поводыря, и обеспечивая близость движений исходной системы и модели.

В третьей главе рассматривается случай смешанных ограничений. Для данного случая на основе метода выпуклых сверху оболочек развиваются подходящие разрешающие конструкции, строго обосновывается их применимость и строится оригинальный численный метод. Все полученные программные реализации составляют единый комплекс по решению рассмотренных задач. Результаты моделирования движений различных систем

под воздействием построенных законов управления в достаточном количестве приведены в диссертации и подтверждают корректность процедур.

Четвертая глава диссертации посвящена описанию программного комплекса для решения позиционных игр с нетерминальной платой.

Диссертация лишена серьезных недостатков, однако следует сделать ряд замечаний:

1. Следовало бы привести модельные примеры дифференциальных игр с более разнообразными целевыми функционалами, например, с функционалом γ_∞;
2. Результаты работы изложены чрезмерно плотно. В частности, было бы целесообразно более подробно изложить материал, представленный в главе 4.
3. Целесообразно было бы сделать некоторые замечания о погрешности вычислений в модельных примерах. В частности, объяснить почему диссертант приводит результаты вычислений с тремя цифрами после запятой.

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертация, в целом, производит благоприятное впечатление. Она посвящена актуальному разделу современной математической теории и методов управления и представляет собой законченное научное исследование. Численные методы, представленные в диссертации, являются новыми, их достоверность подтверждается математическими доказательствами и подкрепляется результатами моделирования, выполненного при помощи построенного на основе современных компьютерных технологий программного комплекса. Основные результаты опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, и прошли апробацию на всероссийских и международных научных конференциях и семинарах. Получено свидетельство о государственно регистрации «Программного комплекса для решения позиционных дифференциальных игр с нетерминальной платой». Автореферат диссертации правильно и полно отражает ее содержание.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и содержит новые результаты по всем трем ее компонентам.

Диссертация соответствует пункту 1 «Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений», пункту 2 «Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей», пункту 4 «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента».

Считаю, что представленная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Д.В.Корнев, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «05.13.18 --- математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук
по специальности 01.01.02 - дифференциальные уравнения,
профессор, заведующий кафедрой дифференциальных уравнений
ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»,
426034 Россия, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Университетская, 1,
тел.: (3412) 91-60-92, e-mail: kma3@list.ru

Петров Николай Никандрович

3 сентября 2015 года

Подпись Петрова Н.Н. заверяю.

Ученый секретарь Ученого Совета УдГУ Н.Ф.Военкова