

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета

Буре Владимира Мансуровича

на диссертацию Шарлая Артема Сергеевича

на тему: «Поиск оптимальной по стоимости строительства траектории дороги на рельефе местности», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

В диссертации Шарлая Артема Сергеевича исследуется задача о том, как с наименьшими затратами построить дорогу между двумя точками на заданном рельефе местности. Автор работает в предположении о том, что перепад высот в области строительства пренебрежимо мал. Задача формализуется в виде проблемы вариационного исчисления. Стоимость траектории представляется в виде функционала, а решение, доставляющее минимум данному функционалу, ищется в классе функций с фиксированными граничными точками. Научные работы в этой области имеют важное прикладное значение, так как позволяют, например государственным органам, планировать строительство транспортной инфраструктуры наиболее рационально в смысле затрат выделенных на строительство бюджетных средств. Поэтому **актуальность** исследуемой А.С. Шарлаем проблематики, сомнений не вызывает.

В исследовании выписано необходимое условие минимума построенного функционала. Данное условие имеет вид интегро-дифференциального уравнения.

Отметим **наиболее значимые результаты** данной диссертационной работы:

- Создан метод математического моделирования для определения наиболее выгодной с точки зрения стоимости дороги, которая соединяет две заданные точки. Разработана математическая модель, использующая функционал стоимости траектории.
- С применением вспомогательных результатов из функционального анализа, таких, как, например, теоремы Шаудера неподвижной точке, доказаны теоремы существования и единственности решения полученного интегро-дифференциального уравнения.
- Разработаны различные методы решения указанного уравнения, а также программная реализация построенных алгоритмов в математическом пакете MATLAB и языке программирования Python.

33-06-1201 от 09.12.2024

Научная новизна и теоретическая значимость исследования определяется предложенным методом математической формализации объекта исследования, с помощью которого строится функционал стоимости траектории, и проблема сводится к задаче вариационного исчисления. Это позволяет использовать весь богатый теоретически обоснованный арсенал методов и подходов этой и смежной областей для получения решения исходной задачи, а также его анализа.

Практическая значимость работы определяется ее изначальной ориентацией на решение важной прикладной задачи, возникающей при дорожном строительстве, прокладке трубопроводов и др. транспортной инфраструктуры. Практическая значимость диссертационной работы находит отражение в поддержке данного исследования Российским Научным Фондом (РНФ), в рамках гранта которого были выполнены научно-исследовательские работы, легшие в основу рукописи.

Достоверность и обоснованность научных результатов и выводов диссертации подтверждается апробацией представленных в исследовании научных положений на международных математических конференциях и семинарах, а также публикациями в рецензируемых отечественных и зарубежных изданиях.

Диссертация аккуратно оформлена, написана на хорошем академическом уровне. Текст, хоть и содержит опечатки, но отличается понятной структурой, а основные результаты исследования изложены ясно и последовательно. Полученные результаты являются новыми и имеют практическую значимость. Вместе с тем, работа не лишена **недостатков**.

1. Решаемая задача поиска минимальной по стоимости траектории не является новой, поэтому во введении нужно было провести подробный анализ работ с описанием используемых для ее решения методов. Использовал ли кто-либо из исследователей приведенный в диссертации функционал стоимости?
2. В диссертации предлагается искать функцию, доставляющую минимум функционалу стоимости, однако не обсуждается проблема существования минимума этой функции.
3. Функционал стоимости выводится в предположении о незначительности перепада рельефа местности. Как изменится модель без этого предположения?
4. В работе получено только необходимое условие минимума для функционала стоимости, которое позволяет определять лишь «подозрительные» на минимум траектории. Ничего не сказано о достаточных условиях, поэтому

остается открытым вопрос о том, действительно ли полученное решение доставляет минимум функционалу.

5. Само необходимое условие имеет чисто технический характер и получено с помощью стандартной для вариационного исчисления техники, поэтому теорему 2.2.1 лучше было бы оформить в качестве леммы. Кроме того, имеются работы, в которых выводится необходимое условие минимума для функционалов более общего вида, чем тот, что исследуется в данной диссертации.
6. Метод, основанный на полиномиальной аппроксимации, который описан в пункте 3.1, позаимствован из работы Бандурина Н.Г. и Гуреевой Н.А. В тексте диссертант говорит о том, что метод пришлось адаптировать для рассматриваемой задачи, однако это не обозначено в списке основных результатов. Нужно четкое объяснение, в чем здесь научная новизна и личный вклад автора. Кроме того, в данном методе автор использует равномерную сетку, можно ли использовать произвольную сетку?
7. В приложениях приводятся листинги программ методов Ритца и Галеркина. Данные методы являются классическими, хорошо исследованы и наверняка в математических программных пакетах имеются встроенные процедуры, реализующие эти алгоритмы. В чем практическая ценность представленных программ?

Перечисленные замечания, однако, не снижают оценку представленной диссертационной работы и не влияют на общее положительное впечатление от проделанного исследования.

Диссертационная работа Шарлая А.С. «Поиск оптимальной по стоимости строительства траектории дороги на рельефе местности» является завершенным научным исследованием. Рукопись диссертации А.С. Шарлая соответствует пунктам 1, 2, 8 паспорта специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, установленным пунктом 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842 и требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а её автор Шарлай Артем Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-

математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры математической теории игр и
статистических решений факультета прикладной
математики-процессов управления
Санкт-Петербургского государственного университета
В.М.



Буре

25 ноября 2024 г.