

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, к.т.н., доцента Волкова Никиты Викторовича на диссертацию Быкасова Дмитрия Александровича на тему: «Метод обработки многоточечных геодезических измерений с использованием алгоритмов нелинейного программирования при оптимизации второго порядка», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 – Геодезия

### **Актуальность темы диссертационной работы.**

Диссертация Быкасова Д.А. направлена на совершенствование методики обработки геодезических измерений. Существующие разработки ориентированы на точечные измерения. Вместе с тем в последние годы появились средства измерений, обеспечивающие получение облаков точек. Кроме того, большой объем измерений, полученный за короткий промежуток времени, требуется обработать для решения важных задач, например, сшивки лазерно-сканирующих съемок в рамках мобильного или воздушного режимов. Именно поэтому в последние годы для обработки геодезических измерений стали использовать методы, альтернативные традиционным методам обработки данных в геодезии (параметрическому и корреляционному способам).

Автор диссертации приводит весомые доказательства того, что методы нелинейного программирования, в частности методы второго порядка имеют ряд преимуществ, связанные с повышенной скоростью решения задачи, менее строгие требования к точности вычисления предварительных значений определяемых параметров, а самое главное, что алгоритмы могут быть универсальными для решения широкого спектра оптимизационных геодезических задач. С учетом того, что появление новых средств геодезических измерений (роботизированные тахеометры, лазерные сканеры, спутниковое оборудование) позволяет получать большой массив измерений, которые необходимо грамотно обработать, то становится очевидным, что применение и совершенствование методов нелинейного программирования второго порядка для решения геодезических задач является задачей актуальной.

### **Научная новизна и результаты работы.**

Научная новизна работы обоснована возможностью сокращения числа итераций и времени решения при определении искомого параметра путем применения в итерационном процессе производных второго порядка. Стоит отметить, что автор диссертации в работе разработал алгоритм основанный на применении метода Ньютона второго порядка в совокупности с методами прямого поиска, что позволило существенно расширить область

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-314 от 16.06.22  
АУ ВС

сходимости итерационного процесса и делает его менее зависимым от предварительных значений определяемых параметров по сравнению с методами первого порядка.

К числу новых научных результатов, определяющих значимость защищаемых научных положений и полученных выводов, следует отнести теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение эффективного применения методов оптимизации второго порядка в математической обработке геодезических при решении оптимизационных геодезических задач.

Приведены рекомендации по обработке геодезических измерений методами нелинейного программирования второго порядка. Автором диссертации реализованы некоторые предлагаемые алгоритмы в программной среде путем создания специальных программ, одна из них позволяет автоматизировать процесс вычисления параметров ориентирования между двумя плоскими прямоугольными системами координат.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 8 печатных работах, в том числе в 1 статье – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (далее – Перечня ВАК), в 4 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных Scopus; получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В совокупности результаты исследований автора диссертации, защищаемые положения, выводы и рекомендации апробированы на 7 научно-практических конференциях всероссийского и международного уровня.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.**

Обоснованность разработанных автором научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обусловлена использованием фундаментальных и хорошо известных в теории оптимизации методов нелинейного программирования. Достоверность научных положений и выводов подтверждается применением современных и проверенных ведущими геодезическими предприятиями современных программ: MathCAD, Visual Basic for Application, AutoCAD.

При анализе обоснованности защищаемых положений можно сделать следующие выводы.

1. Приведенные в главе 3 результаты исследований являются подтверждением заявленного к защите **первого положения**. При обработке результатов геодезических измерений применение оптимизационного метода Ньютона второго порядка повышает эффективность процесса уравнивания по фактору времени в 2-3 раза и по фактору числа

итераций в 5-10 раз относительно методов первого порядка в зависимости от предварительных значений определяемых параметров. Для доказательства данного факта автор диссертации решил 7 тестовых оптимизационных задач: определение параметров перехода между плоскими прямоугольными системами координат с целью оценки стабильности опорных и деформационных геодезических сетей; определение параметров перехода между пространственными прямоугольными системами координат; вычисление координат определяемого пункта в многократной пространственной линейной засечке; решение многократной линейной засечки в пространстве с двумя определяемыми пунктами; решение обратной линейно-угловой засечки на плоскости; получение координат определяемых пунктов в плановой сети трилатерации (с разным числом определяемых пунктов); аппроксимация функции для автоматизированного построения сечения по массиву точек. Автором рассмотрено разное число определяемых параметров, что позволяет изучить производительность метода Ньютона второго порядка при увеличении числа определяемых параметров. Важным моментом, является сравнение работы метода Ньютона второго порядка с методами, которые нашли широкое применение в геодезическом вычислительном процессе (методы первого порядка). Это позволяет прояснить ситуации о необходимости использования данного метода в геодезии.

2. Представленные в главе 3 и главе 4 исследования полностью обосновывают **второе защищаемое положение**. Разработанный программный алгоритм, основанный на методе Ньютона второго порядка и использующий методы прямого поиска, существенно расширяет область сходимости итерационного процесса и делает его менее зависимым от предварительных значений определяемых параметров по сравнению с методами первого и второго порядка. На основе вышеуказанных исследований сформулирован алгоритм модифицированного метода Ньютона второго порядка для дальнейшего совершенствования аппарата математической обработки геодезических измерений методами нелинейного программирования – объединение классического метода Ньютона второго порядка с методами прямого поиска в одну методику, что раньше в геодезии не выполнялось. Автор в 4 главе приводит графический материал, позволяющий понять, что использование методов прямого поиска действительно позволяет расширить область сходимости разработанного метода.

3. **Третье защищаемое** положение обосновано в главе 4. Разработанный программный алгоритм обработки многоточечных геодезических измерений применим при решении ряда практически важных инженерно-геодезических задач и обеспечивается контролем на основе традиционных геодезических принципов определения точности. В геодезии важным аспектом является точность полученных данных, какой бы метод не применялся для вычисления определяемых параметров. Автор диссертации уделяет этому моменту особое внимание.

Доказательством правильности данного положения, является применение разработанной методике при обработке реальных измерений, полученных в ходе сканирования объекта. Модифицированным методом Ньютона второго порядка автор диссертации определяет параметра ориентирования сканов по опорным точкам и проводит оценку точности полученных данных. Автор в полной мере проанализировал научные труды видных ученых-геодезистов В.И. Мицкевича, Г.В. Макарова, В.А. Коугия посвященные оценки точности полученных параметров с использованием методов нелинейного программирования. Это позволило отразить в диссертации важный аспект, которым является процесс оценки точности полученных параметров.

Выводы диссертационной работы Быкасова Д.А. опираются на современные научные аппарат и методологию, являются аргументированными, отвечают поставленным задачам, не противоречат известным положениям науки, а также опираются на научные исследования известных геодезистов-ученых. Новизна и полезность исследований также подтверждена полученными 2 свидетельствами о государственной регистрации программы для ЭВМ. В совокупности результаты исследований автора диссертации, защищаемы положения, выводы и рекомендации апробированы на 7 научно-практических конференциях всероссийского и международного уровня.

#### **Замечания по диссертационной работе.**

1. В малой степени отражены факторы, позволяющие понять, почему при решении некоторых тестовых задач методы первого порядка в частности (метод сопряженных градиентов и методы наискорейшего спуска) не позволяет достичь минимума функции.

2. Решение многих задач приведено в среде MathCAD, хотя с точки зрения программной реализации удобен аппарат Visual Basic for Application, хотелось бы в тексте диссертации увидеть явное обоснование того, чем это вызвано.

3. В диссертационной работе при практической проверке разработанного программного алгоритма, то есть при решении тестовых задач, приведены целевые функции одного вида, составленные на основе метода наименьших квадратов. Целевые функции других видов, например, на основе метода наименьших модулей или метода Lp-оценок только перечисляются.

4. Автор диссертации разработал алгоритм на основе метода Ньютона второго порядка и методов прямого поиска, в диссертации в явной форме не отмечено, почему не следует использовать методы прямого поиска и отказаться в алгоритме от вычисления производных. Ведь в последнее время, ряд геодезистов ученых отмечают тенденцию использования только методов прямого поиска для уравнивания геодезических измерений.

5. Имеются ряд замечаний редакционного характера, требуется проверить орфографию и пунктуацию в тексте диссертации.

6. Из текста диссертации не совсем понятно, зачем увеличивать скорость решения задачи, путем применения новых методов, если существуют мощные современные ЭВМ. Была бы интересна аналитика мощностей современных персональных компьютеров в отношении решаемых автором задач.

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы, выполненной на высоком научно-техническом уровне, носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

### **Заключение.**

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Представленные результаты исследований, научные положения и практические решения имеют важное теоретическое и производственное значение.

Диссертация написана грамотным техническим языком с использованием современной научной терминологии, имеет последовательную, логическую структуру. Главы и разделы диссертации согласованы между собой. В тексте имеются необходимые ссылки на используемые литературные источники, рисунки и формулы. Список литературы содержит достаточное количество отечественных и зарубежных источников. Особо стоит отметить наглядность графического материала в диссертации, предназначенного для отражения принципов работы используемых методов нелинейного программирования.

Диссертация: «Метод обработки многоточечных геодезических измерений с использованием алгоритмов нелинейного программирования при оптимизации второго порядка», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32- Геодезия, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 25.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Быкасов Дмитрий Александрович заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32- Геодезия.

Официальный оппонент,

кандидат технических наук,

доцент кафедры геодезии, землеустройства и кадастров

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»  
Тел.: +7(812) 575-05-27 e-mail: geo@spbgasu.ru



Волков Никита Викторович

Дата 15 06. 2022

Официальный адрес организации - 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»



<i>Волкова Н. В.</i>		
ЗАВЕРЯЮ		
Специалист управления кадров		
<i>15</i>	<i>06</i>	<i>2022</i> г.