

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.08  
ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 29.06.2022 г. №15

О присуждении Быкасову Дмитрию Александровичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод обработки многоточечных геодезических измерений с использованием алгоритмов нелинейного программирования при оптимизации второго порядка» по специальности 25.00.32 – Геодезия принята к защите 25 апреля 2022 г., протокол заседания № 10, диссертационным советом ГУ 212.224.08 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 08.11.2019 № 1518 адм, с изменениями от 09.12.2019 № 1684 адм, от 15.06.2020 № 736, от 19.10.2020 № 1422, от 25.02.2021 № 327 адм, от 06.04.2021 № 662 адм, от 23.12.2021 № 2513 адм, от 28.12.2021 № 2553 адм, от 27.05.2022 № 928 адм.

Соискатель, **Быкасов Дмитрий Александрович**, 29 апреля 1996 года рождения, в 2019 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия.

В период подготовки диссертации с 2019 года по настоящее время соискатель Быкасов Дмитрий Александрович является аспирантом очной формы обучения кафедры инженерной геодезии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» на кафедре инженерной геодезии.

Научный руководитель - доктор технических наук, доцент Мустафин Мурат Газизович, заведующий кафедрой инженерной геодезии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

**Ямбаев Харьес Каюмович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», кафедра геодезии, профессор;

**Волков Никита Викторович**, кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра геодезии, землеустройства и кадастров, доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»**, г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Рыбкиной Алиной Михайловной, к.т.н., и.о. заведующего кафедрой «Инженерная геодезия» и Шкурниковой Натальей Владимировной, секретарем заседания, утвержденном Титовой Тамилей Семеновной, д.т.н., профессором, первым проректором – проректором по научной работе, указала, что практическая значимость работы заключается в выработке рекомендаций по применению разработанного автором метода, основанного на сочетании метода Ньютона второго порядка и поисковых методов нелинейного программирования для решения геодезических задач. Автором разработаны программные модули обработки измерений.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, 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, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК, в 4 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получены 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 6,4 печатных листов, в том числе 3,1 печатных листов - соискателя.

#### **Публикация в изданиях из Перечня ВАК:**

1. Зубов, А.В. Применение метода Ньютона второго порядка при решении маркшейдерско-геодезических задач / А.В. Зубов, Д.А. Быкасов.- Текст: непосредственный // Маркшейдерский вестник. – 2020. – № 5. – С. 22-26.

*Личный вклад соискателя заключается в разработке программного алгоритма метода Ньютона второго порядка; создание программы для автоматизации вычислительного процесса; анализе эффективности работы программы при различных исходных данных; сравнение полученных результатов с известными лучшими аналогами.*

**Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования (Scopus):**

2. Bykasov, D.A. Applying Newton's second order optimization method to define transition keys between planar coordinate systems / **D.A. Bykasov**, A.V. Zubov, M.G. Mustafin. – Текст: электронный // E3S Web of Conferences: Topical Problems of Agriculture, Civil and Environmental Engineering. – 2020. – Vol. 224. – №. 1. – P.1-9. DOI: 10.1051/e3sconf/202022401003.

Быкасов, Д.А. Применение метода Ньютона второго порядка для определения ключей перехода между плоскими системами координат / **Д.А. Быкасов**, А.В. Зубов, М.Г. Мустафин // E3S Web сборник конференций: Актуальные проблемы сельского хозяйства, гражданского и экологического строительства. – 2020. – Т. 224. – №. 1. – С.1-9.

*Личный вклад соискателя состоит в разработке методики комплексного решения прикладной геодезической задачи по определению параметров перехода между плоскими системами координат; адаптация метода Ньютона второго порядка для целевой функции метода наименьших квадратов.*

3. Bykasov, D.A. Application of Newton's method to solve optimization geodetic tasks / **D.A. Bykasov**, A.V. Zubov, M.G. Mustafin. – Текст: электронный // E3S Web of Conferences: Topical Issues 2021. – 2021. – Vol. 266. – №. 1. – P.1-9. DOI: 10.1051/e3sconf/202126603001.

Быкасов, Д.А. Применение метода Ньютона для решения оптимизационных геодезических задач / **Д.А. Быкасов**, А.В. Зубов, М.Г. Мустафин // E3S Web сборник конференций: Актуальные проблемы недропользования. – 2021. – Т. 266. – №. 1. – С.1-9.

*Личный вклад соискателя заключается в рассмотрении стратегий методов нелинейного программирования первого и второго порядка применительно к геодезическим задачам, разработке алгоритма решения задачи и его практическая реализация и анализе достоверности полученных результатов.*

4. Mustafin, M.G. Adjustment of Planned Surveying and Geodetic Networks Using Second-Order Nonlinear Programming Methods / M.G. Mustafin, **D.A. Bykasov**. – Текст: электронный // Computation. – MDPI. – 2021. – Vol. 9. – №. 12. – P.1-17. DOI: 10.3390/computation9120131.

Мустафин, М.Г. Уравнивание геодезических и маркшейдерских сетей с использованием методов нелинейного программирования второго порядка / М.Г. Мустафин, **Д.А. Быкасов** // Журнал Computation. – MDPI издательство. – 2021. – Т. 9. – №. 12. – С.1-17.

*Личный вклад соискателя заключается в разработке модифицированного метода Ньютона второго порядка; анализ его работоспособности; моделирование сети трилатерации; анализ эффективности метода при увеличении числа определяемых параметров.*

5. Kosarev, O.V. Modeling of industrial iot complex for underground space scanning on the base of arduino platform / Kosarev O.V., Tsvetkov P.S., Makhovikov A.B., Vodkaylo E.G., Zulin V.A., **Bykasov D.A.** – Текст: электронный // Topical Issues of Rational Use of National Resources. – CRC Press. – 2019. – Vol. 1.

Косарев, О.В. Моделирование промышленного iot-комплекса для сканирования подземного пространства на базе платформы arduino / Косарев О.В., Цветков П.С., Маховиков А.Б., Водкайло Е.Г., Зулин В.А., **Быкасов Д.А.** - Текст: электронный // Актуальные вопросы рационального использования национальных ресурсов. – CRC Press. – 2019. – № 1.

*Личный вклад соискателя заключается в разработке алгоритма решения задачи и его практическая реализация и анализе достоверности полученных результатов.*

#### **Публикации в прочих изданиях:**

6. Зубов, А.В. Получение параметров связи между плоскими системами координат методом Ньютона второго порядка / А.В. Зубов, **Д.А. Быкасов.** – Текст: непосредственный // Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Омск, 26 марта 2020 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2020. – С. 58-62.

*Личный вклад соискателя заключается в анализе алгоритма метода Ньютона второго порядка и его применение в решении практической геодезической задачи.*

7. Быкасов, Д.А. Применение метода ньютона второго порядка при решение нелинейных геодезических задач / Д.А. Быкасов. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы недропользования: Тезисы докладов XIX Всероссийской конференции-конкурса студентов и аспирантов, Санкт-Петербург, 12–16 апреля 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2021. – С. 139.

*Личный вклад соискателя заключается в анализе алгоритма метода Ньютона второго порядка; поиск оптимизационных геодезических задач в решении которых необходима скорость и точность.*

8. Bykasov, D.A. Application of the Newton method in solving of the optimization geodetic tasks / D.A. Bykasov. – Текст: непосредственный // Scientific conference abstracts. The XVII International Forum-Contest Of Students And Young Researchers « Topical Issues Of Rational Use Of Natural Resources». – Saint-Petersburg: Saint-Petersburg Mining University, 2021. – P. 228.

Быкасов, Д.А. Применение метода Ньютона для решения оптимизационных геодезических задач / Д.А. Быкасов // Тезисы докладов XVII Международного форума-конкурса студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования». – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет. – 2021. – С. 228.

*Личный вклад соискателя заключается в анализе алгоритма метода Ньютона второго порядка; применение методов первого порядка в решении задач, сравнение их работоспособности с методами второго порядка.*

#### **Свидетельства:**

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018611417 Российская Федерация. Программа расчета широты места по зенитальным наблюдениям Солнца методом Ньютона / О.В. Косарев, А.Б. Маховиков, Е.В. Катунцов, Д.А. Быкасов; заявитель и правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – № 2017662654; заявл. 06.12.2017; зарегистр. 06.12.2017; опубл. 01.02.2018, Бюл. №6. – 1 с.

*Личный вклад соискателя заключается в анализе алгоритма метода Ньютона; написание программного кода; тестирование и отладка программы.*

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021619091 Российская Федерация. Программа для параметрического уравнивания геодезического четырехугольника и пересчёта координат из одной системы в другую с использованием метода Ньютона второго порядка / Д.А. Быкасов, А.В. Зубов, В.Г. Филиппов; заявитель и правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – № 2021618302; заявл.02.06.2021; зарегистр.04.06.2021; опубл.04.06.2021, Бюл.№6– 1 с.

*Личный вклад соискателя заключается в анализе алгоритма метода Ньютона второго порядка; написание программного кода; тестирование и*

*отладка программы, создание пользовательского меню.*

**Апробация работы.** Основные положения и результаты работы докладывались и получили положительную оценку на всероссийских и международных конференциях:

– Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы инженерной геодезии» (г. Санкт-Петербург, 2019 г.).

– III Всероссийская научная конференция «Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса» (г. Санкт-Петербург, 2020 г.).

– XVIII Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (г. Санкт-Петербург, 2020 г.).

– XVI Международный форум-конкурс студентов и молодых учёных «Актуальные проблемы недропользования» (г. Санкт-Петербург, 2020 г.).

– XIX Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (г. Санкт-Петербург, 2021 г.).

– Научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (г. Санкт-Петербург, 2021 г.).

– XVII Международный форум-конкурс студентов и молодых учёных «Актуальные проблемы недропользования» (г. Санкт-Петербург, 2021 г.).

В диссертации **Быкасова Дмитрия Александровича** отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: к.сх.н., доцента **А.С. Гарагуля** и.о. зав. кафедрой прикладной геодезии (на производстве) ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» и к.т.н., доцента **И.Р. Бикашева** главного инженера проекта (ГИП) ООО «Научно-производственный центр «Земельные ресурсы Сибири»; к.т.н. **А.Д. Тихонова** доцента кафедры «Информатика» ФГБОУ ВО «Государственный университет по Землеустройству»; к.т.н. **И.П. Шевелева** доцента кафедры геодезии и геоинформационных систем «Полоцкого государственного университета»; д.т.н. **В.И. Долгоносова** доцента кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»; к.т.н. **В.И. Глейзера** заместителя генерального директора ООО «Геодезические приборы»; д.т.н., профессора **В.И. Куштина** профессора кафедры «Изыскания, проектирование и

строительство железных дорог» и к.т.н. **А.А. Ревякина** заведующего той же кафедрой ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения».

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность выбранной темы, большая практическая значимость работы и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако имеется ряд замечаний:

1. Страница 3, предпоследний абзац, правильно «в свете реализации», ошибочно напечатано, слово «реализация» (**к.сх.н.А.С. Гарагуль**);

2. Нет нужных запятых на страницах 4 (6 абзац), 6 (6 абзац), 9 (6 абзац), 10 (1 и 5 абзацы), 13 (4 абзац), 14 (2 абзац), 15 (3 абзац), 16 (последний абзац), 17 (2 абзац), 18 (2 абзац) (**к.сх.н.А.С. Гарагуль**);

3. Страница 6, 4 абзац, правильно «многоточечных геодезических измерений», ошибочно напечатано слово «многоточечный» (**к.сх.н. А.С. Гарагуль**);

4. Страница 6, последний абзац, правильно «опубликованных исследований», ошибочно напечатано слово «исследованиях» (**к.сх.н. А.С. Гарагуль**);

5. Страница 13, последний абзац, правильно «определитель матрицы равен нулю», ошибочно напечатано слово «определить» (**к.сх.н. А.С. Гарагуль**);

6. Страница 15, 2 абзац, правильно «при меньшем числе, ошибочно напечатано слово «меньшом» (**к.сх.н. А.С. Гарагуль**);

7. Страница 15, последний абзац, правильно «основанного», ошибочно напечатано слово «основанный» (**к.сх.н. А.С. Гарагуль**);

8. Страница 16, 4 абзац, правильно «вновь определенное значение», ошибочно напечатано слово «значением» (**к.сх.н. А.С. Гарагуль**);

9. Страница 17, 2 абзац, правильно «были выбраны именно те задачи», ошибочно напечатано слово «выбрана» (**к.сх.н. А.С. Гарагуль**);

10. К сожалению, выносимые на защиту алгоритмы и примеры их реализаций описаны в автореферате не очень подробно, что, вероятно, связано с ограничением объёма. Уверен, что на защите автор представит ее во всех подробностях (**к.т.н. А.Д. Тихонов**);

11. Не достаточно внимания уделено оценки точности результатов обработки (**к.т.н. И.П. Шевелев**);

12. Практические вычисления проводились на очень маленьких объектах из которых определить степень эффективности предложенных алгоритмов достаточно трудно (**к.т.н. И.П. Шевелев**);

13. При решении задач даже среднего объема, реализация предложенных алгоритмов вероятнее всего потребует очень мощных вычислительных средств, или достаточно много времени. Противное не было доказано (**к.т.н. И.П. Шевелев**);

14. В работе E3S Web of Conferences 224, 01003 (2020) не понятна формула (9). Или это описка, или перепутан квадрат суммы и сумма квадратов, или введена без обоснования совершенно новая целевая функция(к.т.н. **И.П. Шевелев**);

15. В работе приведены примеры успешной реализации разработанного метода на примере точечных (тахеометрических) измерений. Однако хотелось бы увидеть конкретный пример обработки облаков точек (д.т.н. **В.Н. Долгонос**);

16. Автор провел большую работу по обоснованию применения вторых производных для обработки многоточечных измерений. Вместе с тем не выделены параметры (исходные данные), при использовании которых не обеспечится сходимость процесса (д.т.н. **В.Н. Долгонос**);

17. Судя по автореферату, автором в его работе не представлена схема-классификация методов обработки геодезических измерений и, соответственно, не определено место разработанного метода в такой классификации. Подобная схема могла бы более рельефно отразить достоинства настоящей разработки (к.т.н. **В.И. Глейзер**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработан** новый метод обработки геодезических измерений, позволяющий производить оптимизацию процесса решения задач содержащих большой массив данных;

**предложен** нетрадиционный подход обработки геодезических данных, состоящий в совместном использовании производных второго порядка с поисковыми методами;

**доказана** перспективность использования разработанного программного метода, включающего алгоритм метода Ньютона второго порядка, основанного на производных второго порядка и алгоритмов прямого поиска в частности метода Пауэлла и метода Дэвиса-Свена-Кемпи;

**введен** термин «модифицированный метод Ньютона второго порядка», обозначающий метод обработки геодезических измерений, отличающийся от традиционных;

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** положения, конкретизирующие применение разработанного метода (модифицированный метод Ньютона второго порядка), расширяющего границы выбора предварительных значений определяемых параметров и повышающего производительность вычислительного процесса,



за счет уменьшения числа итераций, для вычисления значений искомых параметров;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** метод Ньютона второго порядка, принципы методов нелинейного программирования первого порядка, методы прямого поиска и метод наименьших квадратов;

**изложены** факторы использования методов оптимизации второго порядка в геодезическом вычислительном процессе и теория алгоритмов нелинейного программирования;

**раскрыты** особенности построения итерационного процесса по методам оптимизации второго порядка в зависимости от предварительных значений определяемых параметров;

**изучен** алгоритм построения итерационного процесса с использованием модифицированного метода Ньютона второго порядка в зависимости от предварительных значений определяемых параметров;

**проведена** модернизация алгоритма обработки геодезических измерений с использованием производных второго порядка;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

**разработан и внедрен** на геодезическом предприятии «Научно-производственное предприятие «БЕНТА» алгоритм разработанного метода обработки данных лазерного сканирования, что подтверждается актом внедрения №1 от 21.02.2022;

**определены** пределы и перспективы практического использования теории методов нелинейного программирования для решения широкого спектра геодезических оптимизационных задач;

**создана** эффективная методика вычисления определяемых параметров, при которой можно с невысокой точностью задавать предварительные значения определяемых параметров для быстрого решения поставленной задачи;

**представлены практические** рекомендации по применению разработанного метода обработки многоточечных геодезических измерений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ:** наземное лазерное сканирование исследуемых объектов выполнено с использованием сертифицированного геодезического оборудования – лазерный сканер Faro Focus s120 и корректным применением методов обработки измерений;

**теория** построена на известных методах нелинейного программирования и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе результатов теоретических исследований в области теории математической обработки геодезических измерений с использованием методов нелинейного программирования и обобщения передового опыта использования методов прямого поиска в геодезии;

**использовано** сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

**установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** современные и проверенные научно-исследовательскими организациями программные комплексы MathCAD, Autodesk ReCap 360 и среда программирования Visual Basic for Application.

**Личный вклад соискателя состоит в:** постановке цели и решении задач диссертационного исследования; анализе отечественной и зарубежной научной литературе по методам нелинейного программирования; анализе алгоритмов методов оптимизации второго порядка; написание программ, реализующих методы первого и второго порядка, для решения тестовых оптимизационных геодезических задач; анализе и обобщении полученных данных в ходе вычислительных экспериментов, обсуждение их с научным руководителем; написание и оформление научных публикаций, подготовке к выступлению на научных конференциях; применение методов прямого поиска совместно с методом Ньютона второго порядка; обработке и анализе экспериментальных данных.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Быкасов Д.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 29 июня 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить **Быкасову Д.А.** ученую степень кандидата технических наук за решение научно-практической задачи – разработки метода обработки многоточечных геодезических измерений, включающего использование алгоритмов нелинейного программирования и поиска оптимального решения путем вычисления производных второго порядка.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 3 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 20 человек,

входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя  
диссертационного совета



Ковязин Василий Федорович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Кузин Антон Александрович

29.06.2022 г.