

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

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 10.12.2020 г. № 27

О присуждении Елисеевой Надежде Николаевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование применения и разработка поисковых методов при решении нелинейных оптимизационных задач в геодезии» по специальности 25.00.32 – Геодезия принята к защите 23 сентября 2020 г., протокол №19, диссертационным советом ГУ 212.224.08 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 199106, Санкт-Петербург, ВО., 21-я линия, дом 2; приказ ректора Горного университета от 08.11.2019 № 1518 адм, изм. от 09.12.2019 № 1684 адм, изм. от 15.06.2020 №736 адм.

Соискатель Елисеева Надежда Николаевна, 1994 года рождения, в 2017 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия. В 2020 году окончила очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 21.06.02 Геодезия.

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».

**Официальные оппоненты:**

**Волков Виктор Иванович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра геодезии, землеустройства и кадастров, профессор;

**Мазуров Борис Тимофеевич**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», кафедра космической и физической геодезии, профессор;

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, подготовленном и подписанном Афониним Дмитрием Андреевичем, к.т.н., и.о. заведующего кафедрой «Инженерная геодезия» и подписанном Щербаковой Натальей Владимировной, инженером кафедры «Инженерная геодезия», утвержденном Титовой Тамилей Семеновной, д.т.н., профессором, первым проректором – проректором по научной работе, указала, что диссертация представляет собой актуальную и законченную научно-квалификационную работу, в которой на основе выполненных автором исследований изложены научно обоснованные методико-технологические решения оптимизационных задач в геодезии на основе поисковых методов нелинейного программирования, что имеет важное значение для развития прикладной геодезии.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 11 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 учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объём – 3,13 печатных листа, в том числе 1,7 печатных листа соискателя.

#### **Публикации в изданиях из перечня ВАК:**

1. Зубов, А.В. Решение маркшейдерско-геодезических задач поисковыми методами / **Н.Н. Елисеева**, А.В. Зубов. – Текст: непосредственный // Маркшейдерский вестник. – 2017. – № 5. – С. 35-38.

*Личный вклад соискателя заключается в разработке оптимизационного поискового метода (простой поиск с переменным шагом); составлении программного алгоритма на основе разработанного математического метода для решения задачи аппроксимации окружностью обмеров; анализе эффективности работы программы при вариантах входных параметров.*

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

2. Eliseeva, N.N. Application of an evolutionary algorithm to a software suite for determining degrees of tilt in cylindrical structures based on terrestrial laser scanning data / **N.N. Eliseeva**, A.V. Zubov. – Текст: электронный // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing. – 2019. – Vol. 698. – №. 1. – P. 1-7. – DOI: 10.1088/1757-899X/698/4/044013.

Елисеева, Н.Н. Применение эволюционного алгоритма в автоматизированном комплексе для определения кренов цилиндрических сооружений по данным наземного лазерного сканирования / **Н.Н. Елисеева**, А.В. Зубов // IOP Сборник конференции: Материаловедение и инженерные науки. – IOP издательство. – 2019. – Т. 698. – №. 1. – С. 1-7.

*Личный вклад соискателя заключается в разработке методик комплексного решения прикладной геодезической задачи по определению*

*кренов дымовых труб; адаптации простого генетического алгоритма в решения поставленной задачи в совокупности с оценкой качества моделей, построенных по методу наименьших квадратов, для отбраковки грубоошибочных измерений.*

3. Eliseeva, N.N. The application of search methods for solving optimization problems / **N.N. Eliseeva**, A.V. Zubov. – Текст: непосредственный // Topical Issues of Rational Use of Natural Resources. – CRC Press. – 2019. – Vol. 1. – P. 346-352. – DOI: 10.1201/9781003014577-43.

Елисеева, Н.Н. Применение метода поиска при решении оптимизационных задач / **Н.Н. Елисеева**, А.В. Зубов // Актуальные проблемы недропользования. – CRC Press. – 2019. – Т. 1. – С. 346-352.

*Личный вклад соискателя заключается в рассмотрении стратегий поисковых методов применительно к задачам геодезии, разработке методик их практической реализации и анализе достоверности полученных результатов.*

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

4. Зубов, А.В. Применение метода оптимизационной параболы для решения нелинейных маркшейдерско-геодезических задач / **Н.Н. Елисеева**, А.В. Зубов. – Текст: непосредственный // Маркшейдерский вестник. – 2019. – № 1. – С. 24-27.

*Личный вклад соискателя заключается в разработке оптимизационного поискового метода (метод оптимизационной параболы); составлении программного алгоритма для решения нелинейных маркшейдерско-геодезических задач данным методом.*

5. Зубов, А.В. Применение поисковых методов при решении оптимизационных нелинейных инженерно-геодезических задач / **Н.Н. Елисеева**, А.В. Зубов. – Текст: непосредственный // Совершенствование средств и методов сбора и обработки геопространственной информации и системы подготовки специалистов в области потогеодезического и навигационного обеспечения. Материалы II

Всероссийской научно-практической конференции. Под общей редакцией д.т.н., профессора В.Ф. Алексеева. – 2018. – С. 372-377.

*Личный вклад соискателя заключается в исследовании эффективности различных поисковых методик применительно к оптимизационным геодезическим задачам.*

6. Елисеева, Н.Н. Применение поисковых методов при решении нелинейных оптимизационных задач / Н.Н. Елисеева. – Текст: непосредственный // Модернизация хозяйственного механизма сквозь призму экономических, правовых, социальных и инженерных подходов. Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию Конституции Республики Беларусь. – 2019. – С. 364-369.

7. Зубов, А.В. Определение кренов строительных сооружений башенного типа путём аппроксимации результатов обмеров окружностью / **Н.Н. Елисеева**, А.В. Зубов. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования. Материалы II Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 145-149.

*Личный вклад соискателя заключается в разработке методики комплексного решения задачи по определению кренов дымовых труб, основанной на структурном программировании.*

8. Зубов, А.В. Применение методов поисковой оптимизации в геодезической практике / **Н.Н. Елисеева**, А.В. Зубов. – Текст: непосредственный // Современные проблемы инженерной геодезии. Труды Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 31-35.

*Личный вклад соискателя заключается в рассмотрении поисковых методов как альтернативных методов обработки геодезических данных, с выявлением их достоинств и недостатков по сравнению с традиционными строгими методами (параметрическим и коррелятным).*

9. Елисеева, Н.Н. Применение метода поиска при решении оптимизационных задач в геодезии / Н.Н. Елисеева. – Текст: непосредственный // Тезисы докладов XVII Всероссийской конференции-конкурса студентов и аспирантов горно-геологического, нефтегазового, энергетического, машиностроительного и металлургического профиля. – 2019. – С. 160.

10. Eliseeva, N.N. The application of search methods for solving optimization problems in geodesy / N.N. Eliseeva, A.V. Zubov. – Текст: непосредственный // Scientific conference abstracts. The XV International Forum-Contest of Students and Young Researchers «Topical Issues of Rational Use of Natural Resources 2019». – 2019. – P. 238.

Елисеева, Н.Н. Применение метода поиска при решении оптимизационных задач в геодезии / Н.Н. Елисеева, А.В. Зубов. – Текст: непосредственный // Тезисы докладов XV Международного форума-конкурса студентов и молодых учёных «Актуальные проблемы недропользования». – 2019. – С. 238.

*Личный вклад соискателя заключается в разработке программной реализации простого генетического алгоритма, проверки его эффективности на тестовых оптимизационных геодезических задачах и анализе полученных решений.*

11. Eliseeva, N.N. The application of search methods for solving optimization problems in geodesy / N.N. Eliseeva, A.V. Zubov. – Текст: непосредственный // Journal of Mining and Geological Sciences. 62<sup>nd</sup> International Scientific Conference. – 2019. – Vol. 62. – №3. – P. 82-85.

Елисеева, Н.Н. Применение поисковых методов для решения оптимизационных задач в геодезии / Н.Н. Елисеева, А.В. Зубов // Журнал горно-геологических наук. 62-ая Международная научная конференция на базе Горно-геологического университета им. И. Рылъски. – 2019. – Т. 62. – №3. – С. 82-85.

*Личный вклад соискателя заключается в сравнении двух оптимизационных методов (метода парабол и простого генетического алгоритма), разработке методике по объединению этих алгоритмов с целью повышения быстродействия и эффективности процессе оптимизации.*

*Свидетельство:*

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019666740 Российская Федерация. Определение кренов сооружений башенного типа / А.В. Зубов, **Н.Н. Елисеева**; заявитель и правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – № 2019665987; заявл. 05.12.19; зарегистр. 13.12.2019; опубл. 13.12.2019, Бюл. №12. – 1 с.

В диссертации Елисеевой Надежды Николаевны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

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

– II Всероссийская научно-практическая конференция «Совершенствование средств и методов сбора, обработки геопространственной информации и системы подготовки специалистов в области топогеодезического и навигационного обеспечения» (г. Санкт-Петербург, 2018 г.);

– II Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования», (г. Тюмень, 2018 г.);

– XVII Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов горно-геологического, нефтегазового, энергетического, машиностроительного и металлургического профиля (г. Санкт-Петербург, 2019 г.);

– XV Международный форум-конкурс студентов и молодых учёных «Актуальные проблемы недропользования» (г. Санкт-Петербург, 2019 г.);

– Международная научно-техническая конференция «Строительство и архитектура: теория и практика инновационного развития» (САТРИД-2019) (г. Кисловодск, 2019 г.);

– 62-ая Международная научная конференция на базе Горно-геологического университета им. И. Рылъски (г. София, Болгария, 2019 г.);

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

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: Тарелкина Евгения Петровича д.т.н., доцента, директора Ассоциации саморегулируемая организация «Изыскатели Санкт-Петербурга и Северо-Запада»; Осенней Анны Витальевны к.т.н., доцента, заведующей кафедрой кадастра и геоинженерии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» и Гордеева Виктора Александровича д.т.н., профессора, профессора кафедры кадастра и геоинженерии; Дегтярева Александра Михайловича к.т.н., доцента кафедры геодезии и геоинформационных систем УО «Полоцкий государственный университет»; Глейзера Валерия Иосифовича д.т.н., профессора, заместителя генерального директора ООО «Геодезические приборы»; Подшивалова Владимира Павловича д.т.н., профессора, профессора кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии» Белорусского национального технического университета; Прониной Лилии Анатольевны к.т.н., доцента, доцента кафедры геодезии и дистанционного зондирования ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»; Лыско Ольги Николаевны к.с/х.н., доцента кафедры инженерной геодезии, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения» и Гербер Александра Робертовича к.т.н., доцента, ученого секретаря совета Университета; Столбова Юрия Викторовича д.т.н., профессора, профессора кафедры «Проектирование дорог» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный



автомобильно-дорожный университет»; Яковлева Алексея Ивановича к.т.н., доцента, доцента кафедры высшей геодезии ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» и Прокофьева Александра Валерьевича к.т.н., доцента, врио заместителя начальника кафедры инженерной геодезии.

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. Автор в работе неоднократно упоминает, что применения метода парабол позволяет сократить число итераций, даже при очень грубом начальном значении параметров. Отметим, что в геодезии грубое задание начальных параметров практически исключено, поскольку существуют жесткие научно-обоснованные требования к точности определения измеренных величин, базирующиеся на теории математической обработки результатов измерений. **(д.т.н. Тарелкин Е.П.)**

2. Вызывает некоторое отторжение понятия, используемые при применении простого генетического алгоритма (стр. 14): «особь», «нулевое поколение», «мутация», «генотип» и неприемлемые вовсе в геодезии, как и ряд фраз, например, «Лучшая особь становится родителем для следующего поколения». Представляется целесообразным адаптация данных понятий в приложении к объекту исследований в области геодезии. **(д.т.н. Тарелкин Е.П.)**

3. Предложенное в диссертации новое решение МНК-оценивания параметров геодезических построений методом парабол достаточно просто, наверное, можно перенести на МНМ-оценивание, что существенно повысило бы значимость поисковых методов. Дальнейшее развитие выполненных исследований явилось бы исследованием точности оцениваемых параметров, практически не затронутое в диссертации. **(к.т.н. Осенняя А.В., д.т.н. Гордеев В.А.)**

4. Из автореферата не понятно, какая целевая функция минимизируется. (к.т.н. Дегтярев А.М.)

5. Не освещены в достаточной мере вопросы оценки точности полученных результатов, что является для геодезии достаточно важным моментом. (к.т.н. Дегтярев А.М.)

6. Возможно, методику отбраковки грубых ошибок надо производить не по усредненной локальной избыточности (формула (5)), а по частной локальной избыточности, которая должна быть более устойчива при наличии не одной грубой ошибки. (к.т.н. Дегтярев А.М.)

7. Не совсем понятно (см. Таблицы 1-6) преимущества предложенных алгоритмов, в зависимости от выбора начального значения, по сравнению с традиционными подходами обработки, так как чем ближе начальное значение к оптимальному, тем меньше итераций, что должно быть, а хотелось, чтобы число итераций меньше зависело от начального значения целевой функции. (к.т.н. Дегтярев А.М.)

8. Хотелось бы узнать мнение автора о возможности использования предложенных алгоритмов для условной минимизации, которая получает всё большее распространение в геодезии и является более широкой и гибкой процедурой по сравнению с безусловной. (к.т.н. Дегтярев А.М.)

9. Вместе с тем, по мнению рецензента, практических примеров в работе маловато. Неплохо было бы разработанный автором программный комплекс внедрить на том или ином предприятии, выполняющем геодезические работы. (д.т.н. Глейзер В.И.)

10. К недостаткам работы, судя по содержанию автореферата, следует отнести, что из текста неясно, была ли произведена оценка эффективности предложенных поисковых методов при решении различных геодезических задач кроме мониторинга сооружений башенного типа в процессе строительства и эксплуатации. (к.т.н. Яковлев А.И.)

**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:

**разработана** новая экспериментальная методика решения оптимизационных геодезических задач, позволяющая получать достоверные решения без использования производных целевой функции;

**предложен** нетрадиционный подход, заключающийся в применении поисковых методов при математической обработке геодезических измерений;

**доказана** перспективность использования разработанных методик при обработке измерений в геодезической практике;

**введено** понятие «простой генетический алгоритм», обозначающее метод поисковой оптимизации, основанный на программной имитации упрощённого эволюционного процесса.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказаны** защищаемые положения, конкретизирующие применение поисковых методов (метода парабол и простого генетического алгоритма), расширяющие границы математической обработки результатов геодезических измерений;

**применительно в проблематике диссертации результативно** (эффективно, т.е. с получением обладающих новизной результатов) использован метод наименьших квадратов, метод парабол, принципы эволюционных стратегий;

изложены основы теории оптимизации и принципы использования поисковых методов в геодезической практике;

**раскрыты** особенности применения поисковых стратегий в зависимости от величины начальных значений определяемых параметров;

**изучена** связь величины шага изменения параметров и степени их поэтапного уменьшения от того, насколько далеко от истинного значения задано начальное значение целевой функции;

**проведена** модернизация метода парабол с обоснованием разностной схемы изменения шага параметров.

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

**разработаны и рекомендованы** к внедрению на геодезических предприятиях алгоритмы поисковых методов при обработке геодезических данных;

**определены** перспективы практического применения, состоящие в разработке программных алгоритмов поисковых методов для решения широкого класса геодезических задач;

**создана эффективная методика** быстрой отбраковки грубоошибочных измерений при обработке больших объёмов геодезических данных поисковыми методами;

**представлены** практические рекомендации по разработанным программным алгоритмам для решения оптимизационных геодезических задач, включающие разработанный программный комплекс для определения кренов сооружений башенного типа по данным наземного лазерного сканирования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ:** съёмка дымовой трубы для определения крена выполнена сертифицированном оборудовании – лазерной сканирующей системой RIEGL VZ-400;

**теория** построена на широко известных методах математического программирования и эволюционного моделирования;

**идея базируется** на анализе результатов теоретических и экспериментальных исследований в области теории математической обработки геодезических измерений и теории оптимизации;

