

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

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 28.09.2022 № 20

О присуждении Блищенко Александру Александровичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Формирование и обоснование методики применения геодезического квадрокоптера для маркшейдерских съемок на карьерах» по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр принята к защите 22.07.2022 г, протокол заседания № 17, 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 № 622 адм, от 23.12.2021 № 2513 адм, от 28.12.2021 № 2553 адм, от 27.05.2022 № 928 адм.

Соискатель, **Блищенко Александр Александрович**, 31 декабря 1993 года рождения, в 2018 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело.

С 2018 г. по настоящее время соискатель является аспирантом очной формы обучения кафедры маркшейдерского дела федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре маркшейдерского дела в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Гусев Владимир Николаевич**, заведующий кафедрой маркшейдерского дела федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

Жабко Андрей Викторович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет», кафедра маркшейдерского дела, заведующий;

Ческидов Василий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Горный институт, заместитель директора;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»**, г. Пермь, в своем положительном отзыве, подписанном Кашниковым Юрием Александровичем, д.т.н., профессором, заведующим кафедрой Маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем и Шустовым Денисом Владимировичем, к.т.н., доцентом, секретарем заседания, утвержденном Ташкиновым Анатолием Александровичем, д.ф.-м.н., профессором, ректором, указала, что результаты исследований, представленные в диссертационной работе Блищенко А.А., однозначно обладают научной и практической значимостью. К числу новых научных результатов, определяющих значимость защищаемых научных положений и полученных выводов, следует отнести получение модели, отражающей механизм формирования общей ошибки съемки с помощью геодезического квадрокоптера и степень влияния каждого из внешних факторов. Автором разработан математический алгоритм прогнозирования и управления ошибками, позволяющий оптимизировать параметры полета беспилотного летательного аппарата (БПЛА) для выполнения маркшейдерских съемок и предложить методику съемки карьеров.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 7 печатных работах, в том числе в 1 статье – в издании из перечня рецензируемых научных изданий, в котором должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство на программу для ЭВМ.

Общий объем – 2,13 печатных листов, в том числе 1,12 печатных листов соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. **Блищенко, А.А.** Применение БПЛА при маркшейдерском обеспечении съемки лесного фонда / **А.А. Блищенко, А.П. Санникова** // Вестник СГУГиТ, Т.27, №1, 2022 г. DOI: 10.33764/2411-1759-2022-27-1-42-51.

Соискателем проведен анализ применения БПЛА при маркшейдерском обеспечении съемки лесного фонда, определены конкретные решения по возможности использования БПЛА при съемке лесного массива.

Публикации в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus:

2. **Блищенко, А.А.** Современные маркшейдерские приемы в процессе ведения горных работ в карьерах // Научно-практические исследования сырьевых вопросов, 2019. – с. 58-62. DOI: 10.1201/9781003017226-8.

Blischenko A.A. Modern mine survey techniques in the process of mining operations in open-pit mines (quarries) // Scientific and Practical Studies of Raw Material Issues, 2019. – p. 58-62. DOI: 10.1201/9781003017226-8.

Соискателем проведены исследования совместного использования маркшейдерско-геодезических приборов при маркшейдерском обеспечении открытых горных работ.

3. **Блищенко, А.А.** Анализ погрешностей съемочных фотограмметрических измерений горных объектов с помощью беспилотных летательных аппаратов / **А.А. Блищенко, В.Н. Гусев** // Наука об окружающей среде. Серия конференций IOP: Науки о Земле и окружающей среде. – 2021. № 720. DOI: 10.1088/1755-1315/720/1/012103.

Blischenko, A.A. Anovar of Errors in Surveying Photogram-metric Measurements of Mountain Objects with the Help of Un-manned Aerial Vehicles. / **A.A. Blischenko, V.N. Gusev** // International science and technology conference "Earth science" IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. №720. DOI: 10.1088/1755-1315/720/1/012103.

Соискателем проведен анализ погрешностей маркшейдерской съемки горных объектов при использовании беспилотных летательных аппаратов.

Публикации в прочих изданиях:

4. **Сухов, А.К.** Изучение качества фотограмметрических моделей, получаемых в условиях слабой освещенности / **А.К. Сухов, М.Г. Выстрчил, В.Н. Гусев, А.А. Блищенко, А.В. Данько** // Известия Уральского государственного горного университета. – 2020. – № 3 (59). – С. 140-148. – DOI 10.21440/2307-2091-2020-3-140-148.

Соискателем проведены исследования по изучению качества фотограмметрических моделей, получаемых в условиях слабой освещенности.

5. **Блищенко, А.А.** Совместное использование электронных тахеометров и GNSS-приемников для маркшейдерских съемок на карьерах / **А.А. Блищенко, В.Н. Гусев** // Естественные и технические науки №4 (130), 2019 г., с. 79-83.

Соискателем проведены исследования о возможности проведения маркшейдерского обеспечения на открытых горных работах с помощью совместного применения приборов маркшейдерско-геодезического парка.

6. **Блищенко, А.А.** Оценка точности измерения складов на горных объектах с помощью беспилотной технологии / **А.А. Блищенко, А.К. Лобынцев, А.К. Сухов** // Маркшейдерский вестник. – 2020. № 4 (137). – с. 23-27.

Соискателем предложен алгоритм перерасчета измеренных объемов складов на карьерах на основе проведенных исследований в оценке точности измерения складов на горных объектах с помощью беспилотной технологии.

7. **Блищенко, А.А.** Использование геодезических приборов на открытых горных работах, тенденция применения беспилотных технологий. // Earth sciences / Colloquium-journal // 14(66) - 2, 2020, p.4-6.

Патенты:

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020618624. Программа для определения объема склада малого размера, измеренного с помощью комплекса для геодезической аэрофотосъемки на основе квадрокоптера среднего сегмента. Авторы: Гусев В.Н., Иванов В.В., Блищенко А.А. Опубликовано 30.07.2020 Бюл. № 8. Заявитель СПГУ.

Соискателем предложен алгоритм расчета объемов складов на основе проведенных исследований; было выполнено написание программного кода; тестирование и отладка программы.

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами:

– Международная научно-практическая конференция на базе ТУ «Фрайбергская горная академия» (Германия, 2019 г.);

– XXX Международная научно-практическая конференция «Российская наука в современном мире» (г. Пенза, 2019 г.);

– «International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies (FarEastCon2020)» (г. Владивосток, 2020 г.);

– Международная научная конференция студентов, аспирантов и

молодых учёных «Ломоносов-2021» (г. Москва, 2021 г.);

– IV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «ГЕОКА» (г. Санкт-Петербург 2022 г.).

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

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: д.т.н. доцента **С.П. Бахасовой**, профессора кафедры маркшейдерского дела и геологии ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»; к.т.н., доцента **Г.О. Абрамяна**, заведующего кафедрой геологии и маркшейдерского дела ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»; к.т.н. **М.В. Долгих**, зам. гл. маркшейдера АО «Метрострой Северной Столицы», к.т.н. **А.Е. Журавлева**, начальника отдела организации производства ООО «Газпром проектирование»; к.т.н., **Е.М. Малюхиной**, старшего научного сотрудника АО «ВНИМИ»; к.т.н., **А.С. Наумова**, сменного маркшейдера АО «Метрострой Северной Столицы»; к.т.н. **В.К. Носова**, инженера-геодезиста ООО «Гео Гарант»; д.т.н. **В.В. Симоняна**, профессора кафедры инженерных изысканий и геоэкологии ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»; к.т.н. **С.С. Сайидкосимова**, профессора кафедры маркшейдерского дела и геодезии Ташкентского государственного технического университета.

1. Понятие погрешности аэрофотограмметрических измерений не конкретизировано.

2. Требуется корректировка формата формулы погрешности съёмки геодезического квадрокоптера

3. Возможно, стоило бы в большей степени раскрыть тему экономического обоснования представленной методики.

(к.т.н. Г.О. Абрамян)

4. Не ясно, что именно автор подразумевает под ошибкой маркшейдерской съёмки.

5. Требуется пояснения, какую программу для обработки спутниковых измерений использовали, как закреплялись опознавательные знаки, какие требования предъявляются к точности проводимых наблюдений. Данная информация частично содержится в полном тексте диссертации, но её следовало бы также отразить и в автореферате.

6. Какие именно беспилотные аппараты были использованы в представленном исследовании и почему.

(к.т.н. М.В. Долгих)

7. Недостаточно раскрыт вопрос статистического исследования влияния факторов на итоговую погрешность маркшейдерской съемки.

(к.т.н. Е.М. Малюхина)

8. Из автореферата сложно определить непосредственно алгоритм представленной методики, рекомендации к ней и другие условия ее осуществления.

(к.т.н. А.С. Наумов)

9. В диссертационной работе недостаточно освещен процесс закрепления опознавательных знаков при проведении экспериментальных полетов, а также пояснений, касающихся требований, которые предъявлялись к точности проводимых наблюдений. Данная информация частично содержится в полном тексте диссертации, однако требует уточнений и расширенного содержания в автореферате.

10. Автор в малой степени осветил тему разновидностей беспилотных летательных аппаратов и соответственно вопросу какие именно типы данного маркшейдерского средства измерения были использованы в представленном исследовании и почему.

(к.т.н. В.К. Носов)

11. Несмотря на последовательное, хорошо структурированное математическое обоснование предложенной методики, в частности, созданной модели погрешности маркшейдерского полета, алгоритм процесса выполнения полевой части маркшейдерской съемки представлен в недостаточной степени.

12. Автору следовало разъяснить утилитарность и универсальность применения предложенной методики в сопоставлении с использованием других разновидностей геодезических квадрокоптеров на открытых горных работах.

(к.т.н. А.Е. Журавлев)

13. Обоснованность и достоверность результатов исследований определяется не объемом съемочной информации и не математическим аппаратом, используемым для обработки исходных данных (стр. 7, абзац 3), а сходимостью моделей, построенных по результатам съемки беспилотным летательным аппаратом и традиционной маркшейдерской съемки.

14. Погрешности выполнения съемки беспилотным летательным аппаратом, приведенные в таблице 1 автореферата даже для масштаба 1:500 (75 мм) в несколько раз превышают рекомендуемую ВНИМИ для геомеханического мониторинга устойчивости уступов и ортов карьеров (10-15 мм). Поэтому заявление соискателя о соответствии точности съемки для

геомеханического мониторинга (автореферат, стр. 15, первый абзац) не обосновано.

15. В автореферате не нашло отражение решение пятой задачи исследования – сформировать методику применения геодезического квадрокоптера... и обосновать эффективность ее применения.

(д.т.н. С.П. Бахаева)

16. Диссертация – это научно-исследовательская работа. Слова в названии «Формирование и обоснование» принижают ее научность. Лучше было их заменить на «Разработку».

17. на стр. 13 написано: «...маркшейдерского измерения всей снимаемой поверхности...». Что это значит?

18. Нет ответа на стандартный геодезический вопрос: какую точность маркшейдерских съемок горных выработок карьеров обеспечивает новая методика при использовании геодезических квадрокоптеров?

19. Нет формул проведенного дисперсионного анализа по оценке степени влияния внешних факторов на формирование ошибки маркшейдерской съемки.

20. В первом защищаемом положении (стр. 10) говорится об ошибке съемки, а на рисунке 1 (стр. 11) – о точности съемки. В чем разница?

(д.т.н. В.В. Симонян)

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается аналогичностью и схожестью их научных трудов с темой диссертации соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая экспериментальная методика применения геодезического квадрокоптера для маркшейдерских съемок на карьерах;

предложен нетрадиционный подход формирования модели общей погрешности съемки с использованием БПЛА, позволяющей через изменение ее параметров приводить общую ошибку съемки к уровню допустимых для маркшейдерских съемок горных выработок карьеров;

доказана зависимость общей погрешности маркшейдерской съемки от изученных факторов влияния (высота полета, скорость полета, перекрытия снимков, количество опознавательных знаков, режим погоды, скорость ветра, свойства поверхности, время суток) и перспективность использования экспериментальной методики применения геодезического квадрокоптера для маркшейдерских съемок на карьерах;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, конкретизирующие применение разработанной методики, позволяющей управлять погрешностью маркшейдерской съемки посредством изменения параметров факторов влияния, оказывающих воздействие на конечную ошибку измерений при полетах геодезического квадрокоптера;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** факторный дисперсионный анализ, корреляционный анализ, программные методы автоматизации планирования съемок в пределах допустимых погрешностей;

изложены результаты экспериментов и математических анализов факторов, оказывающих влияние на погрешность маркшейдерской съемки при использовании геодезического квадрокоптера; условия применения методики маркшейдерской съемки с помощью геодезического квадрокоптера на открытых горных работах;

раскрыты существенные проявления зависимости общей погрешности маркшейдерской съемки от изученных факторов влияния (высота полета, скорость полета, перекрытия снимков, количество опознавательных знаков, режим погоды, скорость ветра, свойства поверхности, время суток).

изучены причинно-следственные связи возникновения погрешности маркшейдерской съемки, вследствие взаимного влияния факторов, воздействующих на геодезический квадрокоптер во время выполнения полета;

проведена модернизация алгоритма проведения полевых работ маркшейдерской съемки при использовании геодезического квадрокоптера, обеспечивающей повышение эффективности маркшейдерского обеспечения открытых горных работ;

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

разработана и внедрена предложенная экспериментальная методика в производительную деятельность маркшейдерской службы проектной организации ООО «Карьерпроект», что подтверждается актом внедрения от 30 апреля 2022 г;

определены пределы и перспективы использования предложенной методики на практике для решения задач маркшейдерского обеспечения на открытых горных работах;

создана эффективная методика применения геодезического квадрокоптера для маркшейдерских съемок карьеров и система практических рекомендаций процесса выполнения полевых работ;

представлены методические рекомендации по выполнению полевых работ маркшейдерской съемки и предложения по дальнейшему совершенствованию разработанной методики.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием сертифицированного оборудования – спутниковая геодезическая аппаратура Topcon Hiper VR и геодезический квадрокоптер DJI Phantom 4 Pro;

теория построена на известных методах анализа, использующих аппарат формул математической статистики и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на разработанной регрессионной модели формирования общей погрешности съемки с использованием беспилотного летательного аппарата, позволяющей управлять формированием общей ошибки съемки, приводя ее к уровню допустимых для маркшейдерских съемок горных выработок карьеров;

использованы сравнения авторских данных и материалов, 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 AutoCAD, CredoDAT и программный продукт Agisoft Metashape Pro.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке цели и задач диссертационного исследования; анализе зарубежной и отечественной научной литературы для оценки областей применения беспилотных летательных аппаратов в горном деле. Автором были проведены экспериментальные исследования на карьерах месторождений Ленинградской, Псковской и Новгородской областей. Были проведены математические анализы взаимодействия факторов влияния между собой и на конечную математическую погрешность маркшейдерских измерений с использованием БПЛА. Автором были разработаны математическая модель определения параметров и условий проведения маркшейдерской аэрофотосъемки, исходя из задачи ее выполнения и нормативных допустимых погрешностей маркшейдерской съёмки, а также алгоритмическое и программное обеспечение для оценки конечного результата маркшейдерской съемки при различных условиях и исходных параметрах полета. Составлены методические рекомендации по выполнению

маркшейдерских измерений на открытых горных работах с помощью геодезического квадрокоптера.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

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

На заседании 28 сентября 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить **Блищенко А.А.** ученую степень кандидата технических наук за решение научно-практической задачи – разработки методики применения геодезического квадрокоптера, позволяющей управлять погрешностью маркшейдерской съемки посредством изменения влияющих факторов (высоты полета, скорости полета, перекрытия снимков, количества опознавательных знаков, режима погоды, скорости ветра, свойства поверхности, времени суток) для повышения эффективности маркшейдерских работ на карьерах.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 4 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Мустафин
Мурат Газизович

Кузин
Антон Александрович

28.09.2022 г.