

## **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Сухова Арсения Константиновича  
**«ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ GRID-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ  
ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ СЪЕМОК ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК»**,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.8.3 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика,  
маркшейдерское дело и геометрия недр»

Диссертационная работа освещает актуальную проблему создания цифровых моделей рельефа для оптимизации горных работ. В настоящее время в РФ и мире для решения различных маркшейдерско-геодезических задач активно используются цифровые модели рельефа, построенные с помощью данных, полученных с использованием беспилотных летательных аппаратов. Существующие схемы создания цифровых моделей рельефа ориентированы на работу с малыми объемами данных. Однако, на практике с увеличением точности измерений объемы данных значительно увеличиваются, что требует поиска новых методов для их эффективной обработки и моделирования. Существующие методы не всегда справляются с поставленными задачами, поскольку они либо теряют точность при разрежении данных, либо становятся вычислительно неэффективными при увеличении объема исходной информации. Следовательно, разработка новых алгоритмов и подходов, способных эффективно работать с большими объемами данных и обеспечивать высокую точность моделей, является необходимым и актуальным направлением исследования.

Автор посвятил свои исследования разработке алгоритма построения цифровых моделей, основанных на разделении исходного облака точек на сегменты и вписывании их в полином первого порядка. Этот подход позволяет значительно улучшить точность и детализацию цифровых моделей рельефа. Данная методика учитывает особенности рельефа и минимизирует ошибки, связанные с аппроксимацией данных. Актуальность исследования не вызывает сомнений и обусловлена необходимостью усовершенствования методики построения цифровых моделей рельефа методом контролируемого снижения информации с возможностью оценки качества результирующей модели.

При разработке методики автор предлагает разделять облако точек, полученное с помощью дистанционных маркшейдерских съемок, на сегменты, которые содержат в себе множество точек, описанных с помощью полинома первого порядка по методу наименьших квадратов. Установлено, что данный метод позволяет выявлять участки, содержащие точки, ошибочно отнесенные алгоритмами фильтрации к рельефу. В работе подробно рассмотрены принципы сегментации облака точек, отфильтрованного по рельефу. Это позволяет выявлять и устранять ошибки, связанные с неправильной классификацией точек, что особенно важно при обработке больших объемов данных.

Особое внимание автор уделяет определению зависимости среднеквадратической погрешности высоты сегмента от его размера. Это позволяет оптимизировать размеры сегментов для достижения наилучшей точности моделей. Выявленная закономерность помогает в планировании аэрофотосъемок и оптимизации параметров съемки, что позволяет повысить качество получаемых данных.

### **Замечания и вопросы**

1. Описание алгоритмов аппроксимации полиномами первого порядка представлено достаточно хорошо, однако хотелось бы видеть более четкое обоснование выбора именно этих методов по сравнению с другими возможными подходами.

2. В работе используются точки, полученные на основе фотограмметрической съемки, но не указано какие параметры (качество и степень фильтрации) были использованы для их получения на предшествующем этапе фотограмметрической обработки. Эти параметры могут оказывать влияние на конечную точность.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-106 от 04.06.24  
АУ УС

В качестве пожелания для будущих исследований можно предложить рассмотреть вопрос моделирования плоскостями цифровых моделей рельефа по нерегулярной сетке, что могло бы значительно улучшить качество и уменьшить объем данных.

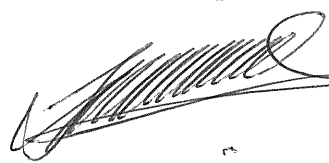
Указанные замечания и вопросы не меняют общего положительного впечатления от работы. Диссертационная работа Сухова Арсения Константиновича на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершенным научным трудом, обладающим новизной и внутренним единством, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны алгоритмы, методические положения и технологические процессы, совокупность которых можно квалифицировать как решение важной научной задачи.

Результаты, представленные в работе получены автором лично или при его непосредственном участии попутно с ведением учебной и трудовой деятельности, в достаточном объеме отражены в публикациях рецензируемых российских и зарубежных научных изданий.

Диссертация «Обоснование применения GRID-моделей для результатов фотограмметрических съемок открытых горных выработок», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.3 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр», соответствует требованиям раздела 2 ««Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а её автор – Сухов Арсений Константинович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.3 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Я, Кашников Юрий Александрович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета ГУ.8, и их дальнейшую обработку.

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем  
Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ)

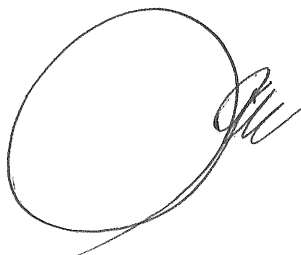


Кашников Ю. А.

«17» мая 2024 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ФГАОУ ВО «ПНИПУ»), кафедра маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем  
Адрес: 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, к. 218  
Телефон: +7 (342) 2-198-088, +7 (902) 472-55-91  
Эл. почта: [geotech@pstu.ru](mailto:geotech@pstu.ru)

Подпись Ю. А. Кашникова заверяю  
Ученый секретарь Ученого совета ПНИПУ



В. И. Макаревич