

В Диссертационный Совет Д 212.102.02 при  
Федеральном государственном бюджетном  
образовательном учреждении высшего  
профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева»

## **Отзыв**

официального оппонента на диссертацию Коровина Дениса Сергеевича на тему: "Обоснование и разработка метода оценки объема угольного склада на основе аэрофотосъемки с применением беспилотных летательных аппаратов", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Представленная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения, изложенных на 126 страницах машинописного текста, содержит 15 таблиц, 31 рисунок и список литературы из 111 наименований.

## **Актуальность выполненной работы**

Замер угольного склада на добывающих предприятиях выполняется в целях обеспечения учета добычи, в соответствии с «Инструкцией по учету добычи угля (сланца) и продуктов обогащения на шахтах (разрезах) и обогатительных фабриках угольной промышленности Минтопэнерго России». Эта Инструкция ныне является основным документом, обеспечивающим методологию корпоративного учета и контроля добычи горной массы. Необходимость такого учета и контроля столь высока, что большинство предприятий уже перешла от требуемого Инструкцией ежемесячного замера к ежедекадному.

В связи с изменением порядка определения размера налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ) резко усложнилась контрольная деятельность органов Росприроднадзора, к функциям которого относится государственный геологический надзор за достоверностью данных, необходимых для расчета платежей за пользование недрами при добыче полезных ископаемых. Одним из наиболее реалистичных методов осуществления такого надзора является сопоставление данных учета добычи по чистым угольным пачкам с данными учета добычи по горной массе, приведенными на зольность угольных пачек. В условиях применения косвенного метода учета добычи из чистых угольных пачек, который является основным при ведении открытых горных работ, такой метод контроля является фактически единственным возможным.

Основным недостатком существующего традиционного тахеометрического способа съемки складов, является возможность искажения информации, что ограничивает возможность его применения в целях контроля данных, необходимых для расчета НДПИ. Аэрофотосъемка представляет возможность более детального и качественного контроля за счет наличия дополнительных фактографических данных – снимков. Однако, применение для этих целей тяжелых летательных аппаратов крайне затратно и дополнительно требует специальной дорогостоящей аппаратуры для обработки результатов съемки. Все это исключает возможность их практического применения на предприятиях. Отсюда возникает закономерный интерес в использовании для этих целей легких беспилотных аппаратов. В тоже время все известные попытки их применения для съемки местности до настоящего времени оказывались неудачными.

Само применение аэрофотосъемки угольных складов с применением недорогих и мобильных беспилотных летательных аппаратов создает новые возможности в части:

- повышения объективности и контролируемости результатов съемки;

- «обнуления» временного разрыва между датой проведения съемки и отчетной датой (что значимо в связи с существенным ростом объема суточной добычи предприятий);
- возможности независимого выполнения контрольных функций надзорными органами;
- выполнения съемки непосредственно силами работников предприятия (ввиду ценовой доступности оборудования и программного обеспечения), позволяющего учесть переменную плотность угля на складе за счет использования знания об «истории» развития склада;
- расширения перечня объектов съемки (объектов контроля), в частности угольных складов котельных ЖКХ.

Все перечисленное подтверждает актуальность поставленной и решаемой соискателем научной задачи.

Исходя из требований п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней уровень значимости темы научно-квалификационного исследования Д. С. Коровина следует признать отвечающим предмету исследования кандидатской диссертации.

**Идея работы**, заключающаяся в выборе рациональных параметров аэрофотосъемки территории угольного склада с применением беспилотных летательных комплексов и адаптации способов фотограмметрической обработки ее результатов, оригинальная, а ее работоспособность подтверждена эмпирическими данными.

**Методы исследования** оцениваются как соответствующие теме и научным задачам исследования, выгодно отличаются полнотой проведения экспериментов и методов обработки их результатов.

**Первое научное положение**, защищаемое в диссертации, связано с обоснованием технического оснащения беспилотных комплексов для проведения аэрофотосъемки и создания топографического плана территории открытого угольного склада. При решении данной задачи автор обосновал математическую задачу выбора рациональных параметров полетного задания

беспилотного аппарата при картографировании местности. Представленная модель позволяет уменьшить погрешность построения цифровой модели рельефа при заданных параметрах съемочной аппаратуры и технических характеристиках летательного аппарата.

**Второе научное положение** отражает подход, основанный на анализе информации об объектах, изображенных на цифровых снимках, с известными геометрическими размерами для дополнительного выравнивания аэрофотоснимков. На основе данных о линейных характеристиках наземного технологического транспорта, распознанного на снимках установлено, что погрешность выравнивания цифровой пространственной модели рельефа открытого угольного склада можно уменьшить до 0,05 м в плане и 0,1 м по высоте без дополнительных маркшейдерских измерений.

**В третьем научном положении** обоснован комплексный метод определения объемов угольных складов с применением достоверных цифровых моделей рельефа его территории, созданных с помощью беспилотных летательных аппаратов. Доказано, что объем горной массы рассчитываемый способом объемной палетки с шагом разделения основания равным линейному размеру одного пикселя модели его поверхности, адекватно описывает склады любой геометрической формы и при любом способе формирования штабелей. Также установлено, что относительная погрешность измерения объема не превышает 3 %, а расхождение результатов вычислений объемов, рассчитанных с помощью разработанного метода и способом вертикального сечения по данным маркшейдерской съемки, составило менее 5 %.

**Анализ степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации,** позволяют утверждать, что научные положения, выводы и рекомендации получены с использованием современных технических средств и методов исследований. Исследования проведены в объеме, достаточном для обоснования научных выводов и рекомендаций, также подтверждаются соответствием результатов

требованиям нормативных документов. Выводы и рекомендации реализованы на практике при исследовательских испытаниях метода, систематизированы в заключении и в автореферате. Таким образом, все научные положения, выводы по работе обоснованы автором в достаточной степени.

### **Новизна и достоверность научных результатов**

Новизна результатов заключается в развитии метода расчета объемов горной массы, основанного на выборе рациональных параметров аэрофотосъемки с применением беспилотных летательных аппаратов, на основе использования дополнительной геометрической коррекции цифровой модели рельефа открытого угольного склада и модификации способа подсчета объемов методом объемной палетки П.К.Соболевского. Разработанный метод определения объема открытого угольного склада отличается от известных подходов тем, что для создания топографического плана территории применяются беспилотные летательные аппараты, уравниванием цифровой модели открытого склада с помощью распознанных на снимках объектов с известными линейными характеристиками, а также использования в качестве объемной палетки наименьшей составляющей цифрового плана – пикселя. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, обоснованность полученных автором результатов подтверждается проведенными экспериментальными испытаниями на угледобывающих предприятиях Кузбасса, а также непротиворечивостью полученных результатов физическим законам и результатам других исследователей.

**Значимость результатов для науки и производства, полученных соискателем, состоит в теоретическом обосновании метода расчета объемов угля на открытых складах на основе измерения линейных характеристик его поверхности с применением беспилотных летательных аппаратов.**

**Личный вклад автора** подтверждается содержанием публикаций по теме диссертации. Анализ указанных источников свидетельствует о научной

зрелости Коровина Дениса Сергеевича как ученого, обладающего знаниями, соответствующими уровню кандидата технических наук, способного на высоком уровне решать сложные задачи производства геометрических измерений пространственно-временных характеристик состояния земной поверхности и графического отображения информации о ней в различных видах.

**Апробация результатов работы** проведена в объеме, достаточном для ознакомления широкой научной общественности с основными научными положениями и результатами, что подтверждается докладами на семинарах и конференциях.

#### **Публикации, отражающие основное содержание диссертации**

Научная общественность и специалисты горного направления имела возможность, ознакомится с постановками, методологическими основами и результатами исследований Д. С. Коровина посредствам изучения восьми опубликованных научных работ, в том числе пяти – в журналах, рекомендованных Минобрнауки России.

Содержание диссертации в публикациях полностью раскрыто.

В авторефере в достаточной степени изложены основные идеи и выводы диссертации, показаны вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследований.

Предмет и объект исследований соответствуют паспорту специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр» (по п. 1 области исследований паспорта специальности «Разработка технических средств, технологий и методик производства геометрических измерений пространственно-временных характеристик состояния земной поверхности, недр, подземного пространства городов и графического отображения информации в различных видах»).

## **Замечания**

Положительно оценивая и отмечая несомненную практическую и научную значимость и полезность выполненной диссертации, необходимо сделать следующие замечания:

1. Первое научное положение больше относится к практическому значению работы, поскольку только констатирует, что существовавшие до проведения исследований автора подходы к обработке выполненных с помощью легких летательных аппаратов аэрофотоснимков не обеспечивают необходимую точность съемки рельефа.

2. При верификации цифровой модели рельефа склада (п. 4.2, стр. 87) оценка выполнялась без предварительной проверки наличия систематических расхождений с моделью, созданной по результатам маркшейдерской съемки.

3. В работе не отражен вопрос перехода от объема угольного склада к массе полезного ископаемого.

4. Будет ли погрешность измерения менее 3% при объеме склада более 50 тыс. м<sup>3</sup>?

5. Ссылки на публикации соискателя [39-46] в работе не отличаются от ссылок на используемую литературу, что затрудняет оценку авторского вклада.

6. Приведение листинга специализированного программного обеспечения расчета объема открытого угольного склада в приложении 1 является излишним.

7. В работе выявлены неточности в терминологии, например, на стр. 93 указан «способ вертикального сечения», а в таблице 4.6 «Метод вертикальных параллельных сечений».

Приведенные выше замечания носят частный или рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки работы. В целом основные положения, выводы, и рекомендации представляются достаточно обоснованными и сомнений не вызывают.

## Заключение

Рассмотренная диссертация является научно-квалификационной работой, в которой обоснован и разработан метод оценки объема угольного склада на основе аэрофотосъемки с применением беспилотных летательных аппаратов. Реализация метода имеет существенное значение для угольной промышленности и развитии маркшейдерского дела в части определения объемов добываемого полезного ископаемого, проведения корпоративного аудита и контроля режимов функционирования горно-шахтного оборудования.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-14. «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК при Минобрнауки России, а ее автор, Коровин Денис Сергеевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук,  
Заместитель технического директора  
АО "СУЭК-Кузбасс"



В.В. Гетман

Валерий Валерьевич Гетман, 652519, Кемеровская область, г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Васильева, д. 1, Акционерное общество "СУЭК-Кузбасс".  
Тел.: +7 (3845) 69-33-11. Email: office@suek.ru  
Кандидат технических наук по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

Подпись Гетмана В.В. удостоверяю:

Начальник отдела кадров  
АО "СУЭК-Кузбасс"

07.12.2017г.