

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание ученой степени доктора философии PhD
по специальности 6D071100 - Геодезия

Алтаева Асель Абдикеримкызы

Тема диссертации: «Совершенствование методики геодезических наблюдений земной поверхности Орловского рудника с применением ГИС-технологий»

Цель диссертации: исследование динамических проявлений деформаций земной поверхности и массива горных пород Орловского месторождения для обеспечения безопасности отработки и полноты извлечения полезных ископаемых из недр.

Идея работы заключается в комплексном рассмотрении данных наземной и космической съемок земной поверхности и данных пространственного распределения геомеханических характеристик 3D модели Орловского месторождения для прогнозирования деформаций ее земной поверхности.

Объектом исследования является Орловское месторождение ТОО «Востокцветмет» (АО «Казминералс»).

Предметом исследования являются деформационные процессы земной поверхности и горного массива месторождения.

Задачи исследований, их место выполнении научно-исследовательской работы в целом:

- анализ изученности процесса сдвижения земной поверхности и горных пород Орловского месторождения методом высокоточного нивелирования;
- установить зависимость скорости оседания профильной линии ОЛО от времени;
- обосновать методы достоверного прогнозирования деформации земной поверхности;
- усовершенствование методики комплексной оценки геомеханической ситуации процессов оседаний земной поверхности Орловского месторождения;
- создание единой геомеханической 3D модели Орловского месторождения.

Методы исследований:

Для решения поставленных задач предполагается использовать аналитические методы, инструментальные исследования, методы математического и компьютерного моделирования. К числу основных методов исследований и анализов, применяемых при выполнении диссертационной работы, относятся:

- анализ технологий, используемых для решения поставленных целей и сформулированных задач;
- анализ результатов инструментальных наблюдений за деформациями земной поверхности Орловского месторождения методом высокоточного нивелирования;

- сбор и обработка радарных снимков Sentinel, полученных при съемке в С-диапазоне;
- измерение и определение основных ориентаций систем трещин на основе метод стереографической проекции для визуализации 3-х мерных данных в программном обеспечении DIPS;
- определение геотехнических характеристик и оценка устойчивости горного массива по рейтингам Q Бартона и RMR;
- трехмерное геомеханическое моделирование Орловского месторождения на основе каркасно-геологической и блочно-геомеханической моделей в программном комплексе Datamine.

Актуальность темы. В настоящее время многие горнодобывающие месторождения перешли к разработке глубокозалегающих сложноструктурных руд, также вовлекаются в добычу полезные ископаемые, расположенные в труднодоступных районах.

Однако, геомеханические процессы могут затруднить безопасное ведение горных работ и привести к разрушениям элементов горных выработок, повреждению инженерных сооружений расположенных на дневной поверхности месторождения. В результате которого возможен огромный экономический ущерб, а в некоторых случаях могут быть и невосполнимые человеческие жертвы.

Одним из ярких примеров является территория Орловского месторождения, в результате интенсивного ведения добычных работ на протяжении многих десятилетий на поверхности рудника образовались оседания и водоём в центре мульды сдвижения, уровень воды в котором в последние 7 лет не позволяет производить наблюдения на земной поверхности. Углубление горных работ и переход к разработке глубокозалегающих сложно структурных руд, также, вовлечение в добычу полезных ископаемых, расположенных в районе мульды и других местах повышенной опасности, требуют ведения на дневной поверхности Орловского рудника достаточно частых, а в некоторых случаях непрерывных измерений.

В современных условиях горного производства для проведения мониторинга за деформациями земной поверхности и горнотехнических объектов используют различные маркшейдерско-геодезические методы, в том числе традиционные методы (высокоточное нивелирование), фотограмметрические (лазерное сканирование, аэрофотосъемка с применением беспилотного летательного аппарата) и радиолокационные наблюдения (GPS, спутниковая радиолокационная интерферометрия).

В этой связи, дальнейшие исследования деформационных процессов, их контроль и прогноз предложенного в работе нового подхода на основе комплексного метода с применением современных информационных технологий, включающего в себя геомеханический мониторинг за деформациями земной поверхности, с использованием спутниковой радарной интерферометрии, высокоточного нивелирования и создания единой геомеханическую модели месторождения, позволит уменьшить риски и повысить эффективность в процессе разработки месторождения, оптимизировать конструкции рудника на отдельных участках.

Положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие положения:

- при отработке залежи Новое-Север скорость оседания профильной линии увеличивается пропорционально времени и носит экспоненциальный характер;
- комплексное использование методов радарной интерферометрии, высокоточного нивелирования и 3d геомеханической модели позволяет достоверно прогнозировать деформации земной поверхности.

Основные результаты исследования.

В диссертационной работе рассмотрены вопросы разработки комплексного метода геомеханического мониторинга за деформациями земной поверхности Орловского месторождения по результатам радарной интерферометрии, нивелирования и создания единой геомеханической модели с применением современных информационных технологий.

1. В качестве эффективного инструмента наблюдения и для лучшего понимания поведения геомеханических свойств массива в зоне деформации в пределах мульды сдвижения и водоема Орловского рудника применен комплексный метод геомеханического мониторинга, включающего в себя высокоточное нивелирование, спутниковую радарную интерферометрию и создание геомеханической модели Орловского месторождения.

2. По результатам инструментальных наблюдений выявлена зона интенсивного оседания земной поверхности - в районе профильной линии БЛШ. Выявленные особенности современных вертикальных движений земной поверхности в зоне профильной линии, обусловлены отработкой междукамерных целиков верхних горизонтов и отработкой руд нижних горизонтов.

3. По данным наблюдений космических снимков за период с 2017 по 2020 годов на территории Орловского рудника определены и зафиксированы смещения в западной, центральной и юго-восточной частях земной поверхности месторождения. По результатам радарной интерферометрии на земной поверхности Орловского рудника была выявлена чаша оседания.

4. Результаты инструментальных наблюдений подтверждаются результатами радарной интерферометрии и имеют хорошую сходимость.

5. Усовершенствована методика комплексной оценки геомеханической ситуации процессов оседаний земной поверхности Орловского месторождения, системно и качественно оценивает горно-геологические, маркшейдерско-геодезические, космические, геомеханические и геотехнические данные на региональном и детальном уровнях.

6. Создана трехмерная геомеханическая модель Орловского месторождения, состоящая из каркасной геолого-структурной модели, блочной геомеханической модели и цифровой базы данных, включающей численные значения всех основных геомеханических параметров.

7. Рекомендации по итогам выполнения работы:

- обновления геомеханических характеристик и классификаций блочной модели Орловского месторождения должны выполняться систематически. Только в этом случае имеющаяся блочная модель можно считать достаточно надежной для обеспечения приемлемых достоверных геомеханических

расчетов;

- для дальнейшего наблюдения и детальной оценки за деформациями в пределах мульды, водоема необходимо продолжить исследования по радарной интерферометрии и наземного мониторинга.

8. Результаты диссертационной работы приняты в производство Орловским рудником ТОО «Востокцветмет», что подтверждается соответствующим Актом внедрения в производственный процесс.

Научная новизна и важность полученных результатов.

1. Установлена динамика изменений интенсивных сдвижений, на основе которой зафиксированы зоны деформаций земной поверхности Орловского месторождения.

Первая зона оседания. Данная чаща оседания сформировалась в районе над залежью Новое-Север и охватывает наблюдательные репера 35, 34, 33, 32, 31, 30, 29, 28, 27, 26, 25 профильной линии ОЛО. Зона оседаний в этой зоне связаны с ведением горных работ. Наземные наблюдения за чашей оседания невозможны, поскольку в этой зоне образовался водоем. Для безопасности проведения работ, единственным методом сбора информации о протекании процессов деформации поверхности является радарная интерферометрия.

Вторая зона оседания находится в юго-восточной части над залежью Основное и охватывает наблюдательные репера 35, 34, 33, 32, 31, 30, 29, 28, 27, 26, 25 профильной линии 6ЛШ.

Третья зона оседания сформировалась юго-восточной части поверхности рудника, которая охватывает профильные линии 10ЮЛО и 16ЮЛО. Интенсивные оседания в этой области связаны с ведением подземных горных работ над залежью Новое-Юг.

2. Усовершенствована методика комплексной оценки геомеханического мониторинга процессов оседаний земной поверхности, включающая в себя использование данных радарной интерферометрии, высокоточного нивелирования и создания геомеханической модели Орловского месторождения, отражающая прогнозируемые зоны деформации и геомеханические показатели, которые дают более четкую и детальную визуализацию геологических условий на месте деформаций земной поверхности для принятия оптимального технического решения.

3. Создана трехмерная геомеханическая модель Орловского месторождения, состоящая из каркасной геолого-структурной модели, блочной геомеханической модели и цифровой базы данных, включающей численные значения всех основных геомеханических параметров: RQD – показатель качества пород; FF – количество трещин на метр; RMR – рейтинговые показатели по Бенявскому, Лобширу, GSI – Geological Strength Index по Хуку; Q – индекс качества по Бартону, выветривание, результаты моделирования прогноза естественного напряженно-деформированного состояния массива и др. Данная модель оценивает состояние массива горных пород Орловского месторождения и по результатам анализа которой рекомендуется устойчивые параметры для безопасной и эффективной отработки месторождения.

Личный вклад автора заключается в обобщении и анализе отечественных и зарубежных методик расчета сдвижений и деформаций

подрабатываемой земной поверхности; математико-статистической обработки данных измерений; анализе и обработке радарных снимков Sentinel; создании трехмерной геомеханической модели, состоящая из каркасной-геологической, блочно геомеханической модели и цифровой базы данных; сборе геотехнических данных, таких как: RQD; FF; RMR, GSI; Q и т.д., усовершенствовании методики комплексной оценки геомеханического мониторинга процессов оседаний земной поверхности Орловского месторождения.

Практическая значимость диссертации:

Использование данных комплексного метода геомеханического мониторинга, в том числе применение радарной интерферометрии дает возможность оперативно выявлять зоны деформаций земной поверхности Орловского месторождения и организации в этих зонах детальных высокоточных маркшейдерско-геодезических наблюдений.

Усовершенствованная методика комплексной оценки геомеханического мониторинга процессов оседаний позволяет дать достоверный прогноз деформаций земной поверхности.

Созданная единая геомеханическая модель месторождения отражает более достоверное состояние горного массива, обеспечивает безопасность горных работ и снижает затраты на добычу.

Результаты исследований внедрены на Орловском руднике ТОО «Востокцветмет», подтверждается соответствующим Актом (ПРИЛОЖЕНИЕ А) и в учебный процесс (ПРИЛОЖЕНИЕ Б).

Публикации и апробация работы. Публикации включают четыре статей в изданиях, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и МОН РК; одна статья в рейтинговом журнале, входящей в базу Scopus; пять статей в сборниках международных конференций, форумов и конгрессах.

Основные положения диссертационной работы и результаты проведенных исследований докладывались, обсуждались и получили одобрение на 5 международных научно-практических конференциях: «Инновационные технологии в маркшейдерии и геодезии» (Алматы, 2015 г.), «50 лет Российской научной школе комплексного освоения недр Земли» (Москва, 2017 г.), «Инновационные решения традиционных проблем: инженерия и технологии» (Алматы, 2018 г.), в том числе на международной конференции «Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК» в секции «Роль геодезии и маркшейдерии в цифровом Казахстане» доклад автора получил номинацию «Лучший доклад» (Алматы, 2019 г.) (ПРИЛОЖЕНИЕ В).

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам. Работа основана на результатах фундаментальных исследований по теме «Разработка научных основ вероятности возникновения катастрофических техногенных обрушений на объектах недропользования РК» (2012-2014 гг., научный руководитель – докт.техн.наук. Шамганова Л.С.) и "Разработка геомеханических моделей Артемьевского, Орловского, Иртышского месторождений" (2016 - 2017 гг., научный руководитель – докт.техн.наук. Шамганова Л.С.).

По теме диссертации опубликовано 10 публикаций, в которых докторант принял непосредственное участие в качестве автора и соавтора:

1. Алтаева А. А., Шамганова Л. С., Жирнов А. А. Создание цифровой модели поверхности Орловского месторождения с применением геоинформационных технологий. Горный журнал, №4, 2019 г. АО «Издательский дом «Руда и Металлы». ISSN 00172278, IF 0,38. (Scopus, 32%), Quartile 3, <https://doi.org/10.17580/gzh.2019.04.17>.

2. Шамганова Л.С., Балтиева А.А., Лысенко С.Б., Алтаева А.А. К вопросу создания геомеханической модели подземного рудника. Сб. трудов ИГД / Научно-техническое обеспечение горного производства, 2016 г., том 88,г. Алматы, ISBN 978-601-7093-33-4, с.120-124.

3. Алтаева А.А. Обзор аналитических методов расчета параметров сдвижения земной поверхности и горных пород, применяемых на рудных месторождениях. Вестник КазНУТУ № 6 (124), 2017 г., г. Алматы, с. 7-10. ISSN 1680-9211.

4. Алтаева А.А., Шамганова Л.С., Кашников Ю.А. Типы и характеристики современных геоинформационных программ для создания трехмерной геомеханической модели. Горный журнал Казахстана № 11, 2017г., г. Алматы, ISSN 2227-4766, с.40-46.

5. Алтаева А.А., Садыков Б.Б. Основные факторы, влияющие на сдвижение земной поверхности и горных пород при подземной разработке Орловского месторождения. Международная научно-практическая конференция «50 лет Российской научной школе комплексного освоения недр Земли», 2017 г., г. Москва, с. 160-165. ISBN: 978-5-9908-5317-1.

6. Алтаева А.А., Садыков Б.Б. Обзор аналитических методов получения цифровых моделей рельефа. Международная научная конференция «XVIII Сатпаевские чтения», 2018, Алматы, ISBN 978-601-323-034-4, с. 322-324.

7. Алтаева А.А. Использование спутниковой радиолокационной интерферометрии в горнодобывающей промышленности. Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии - залог успешного решения фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики Республики Казахстан», 2019, Алматы, том1, с. 1013-1014. ISBN 978-601-323-145-7, с.120-123.

8. Алтаева А.А., Шамганова Л.С. Геодезические методы наблюдения за деформациями земной поверхности Орловского месторождения. Сб. трудов ИГД / Научно-техническое обеспечение горного производства, 2019 г., том 89,г. Алматы, ISBN 978-601-7093-33-4, с.202-206.

9. Алтаева А.А., Шамганова Л.С., Тулганбаева А. Мониторинг смещений земной поверхности Орловского месторождения методом радарной интерферометрии. Горный журнал Казахстана № 11, 2019 г., г. Алматы, ISSN 2227-4766, с.22-25.

10. Алтаева А.А. Влияние различных факторов на получение качественной интерферограммы в процессе обработки результатов измерений. Вестник КазГАСА № 1(75), 2020 г., г. Алматы, ISSN 1680-080X, с.257-260.