

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям  
НИТУ «МИСиС»

д-р техн. наук, профессор



М. Р. Филонов

29 » апреля 2022 г.

### Отзыв ведущей организации

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» на диссертационную работу Кааблина Михаила Михайловича «Прогноз устойчивости откосных сооружений угольных разрезов на основе объемных геолого-геофизических моделей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

Работа выполнена на кафедре теоретической и геотехнической механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» и в ОАО «Кузбасском головном институте по проектированию угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий».

### Актуальность темы диссертационного исследования

При открытой технологии разработки рудных и нерудных месторождений одной из серьезных проблем является обеспечение устойчивости откосных сооружений (бортов карьеров, гидро- и сухих отвалов вскрышных пород, дамб, ограждающих перемычек, выемок, насыпей).

Несмотря на то, что оползни откосов редко приводят к массовому травматизму, они способствуют длительным нарушениям технологического режима и значительным материальным затратам на ликвидацию аварийных ситуаций. Практика показывает, что даже при правильных проектных решениях условия для проявления оползнеобразования пород возникают из-за недостаточной детальности инженерно-геологических изысканий. Формирование в массиве зон с аномально низкими прочностными свойствами вследствие действия природных или техногенных факторов может привести к нарушению условий равновесия. Для обнаружения и детализации подобных зон активно применяют геофизиче-

ские методы. Из проведенного анализа автором сделан правильный вывод о том, что принципиальное повышение точности прогноза устойчивости откосных сооружений может быть достигнуто на основе рационального сочетания геологических изысканий, маркшейдерско-геодезических измерений, геофизических зондирований и апробированных расчетных методов. В то же время, для получения достаточно точного прогноза комплексная обработка и интерпретация большого количества разнородной информации невозможна без использования единой объемной геолого-геофизической модели (ОГГМ). Именно обоснование и разработку методики прогноза устойчивости откосных сооружений угольных разрезов на основе таких моделей, автор и ставит себе в качестве основной цели работы, что определяет актуальность выбранной им темы.

Тема исследования хорошо сочетается с современной тенденцией цифровизации горных технологий. Кроме того, актуальность исследований автора подтверждается их поддержкой госбюджетным и хоздоговорным финансированием.

### **Анализ содержания, обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций**

На отзыв представлена диссертация, состоящая из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 109 наименований, изложенная на 144 страницах машинописного текста, включающая 75 рисунков, 22 таблицы и 5 приложений. Автореферат диссертации изложен на 22 страницах.

Диссертация соответствует пп. 4 и 10 паспорта специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Первая глава посвящена анализу проблем мониторинга строения, состояния и оценки устойчивости откосных сооружений при открытой геотехнологии. На основе проведенного анализа автор формулирует основную цель работы, а также задачи, решаемые для достижения поставленной цели.

Во второй главе разрабатываются методы и алгоритмы обработки баз данных геофизических зондирований и прогноза устойчивости откосов на основе ОГГМ. Следует отметить тщательность проработки данных вопросов, когда на основе хорошо зарекомендовавших методов горной геофизики автор разрабатывает собственные численные алгоритмы, учитывающие специфику изучаемых объектов.

В третьей главе изучаются особенности прогноза устойчивости откосных сооружений естественного сложения при воздействии техногенного и естественного водонасыщения, а также подработки подземными выработками. Для исследования автор использует многочисленные результаты наблюдений, по-

лученные на реальных разрезах, таких, как Бачатский, Ангренский и других. В качестве критериев автор использует коэффициент запаса устойчивости, коэффициент анизотропии, а также электрофизические параметры обводненного массива пород, что согласуется с общепринятым подходом и при оценке достоверности и дает возможность сравнения получаемых результатов с результатами других месторождений.

Как продолжение третьей главы в четвертой главе рассматриваются особенности прогноза устойчивости откосных сооружений техногенного сложения, в частности, дамбы гидроотвала и других техногенные массивов на Краснобродском, Бачатском и Кедровском угольных разрезах.

Итогом исследований, результаты которых изложены во второй-четвертой главах в пятой главе рассмотрено описание и результаты внедрения разработанной автором методики прогноза устойчивости откосных сооружений угольных разрезов. Произведена оценка увеличения безопасности ведения горных работ за счет повышения точности прогноза откосов техногенных массивов.

Проведенные исследования позволили автору сформулировать четыре научных положения, наиболее значимое из которых, на наш взгляд, первое, касающееся критических значений коэффициента сейсмической анизотропии и аномалии удельного электрического сопротивления, позволяющих повысить детализацию расположения границ оползнеопасных разуплотненных зон приборового массива. Остальные три научных положения развивают и дополняют первое для конкретных условий и задач.

В целом все научные положения, выводы и рекомендации представляются достоверными и обоснованными в достаточной степени.

### **Оценка новизны полученных результатов**

Научная новизна результатов исследований состоит в следующем:

- разработаны алгоритмы детализации границ оползнеопасных зон при сейсмо- и электропрофилировании;
- обоснован и экспериментально реализован метод прогноза устойчивости откосных сооружений, включающий создание их объемных геолого-геофизических моделей и автоматизированный поиск наиболее опасного сечения;
- выявлены наиболее существенные факторы, определяющие степень оползнеопасности откосных сооружений естественного сложения при подработке, локальном техногенном или природном водонасыщении, а также техногенных приборовых массивов, сформированных при деформировании гидроотвалов и разработке намывных пород.

## **Научная и практическая значимость результатов исследований**

Научная значимость полученных результатов заключается в развитии экспериментально-теоретических методов автоматизированного прогноза устойчивости откосных сооружений угольных разрезов путем использования объемных геолого-геофизических моделей горных массивов и повышении точности прогноза за счет снижения влияния человеческого фактора на результаты прогноза.

Практическое значение работы включает: разработку комплекса методик и локальных компьютерных программ, обеспечивающих прогноз места и вероятности нарушения устойчивости откосных сооружений естественного и техногенного сложения на основе геолого-геофизических моделей; обоснование конкретных рекомендаций по безопасному ведению горных работ на угольных разрезах Сибири и Республики Узбекистан.

**Достоверность и обоснованность результатов, выводов и научных положений соискателя подтверждается:** использованием при построении объемных моделей надежной геолого-геофизической информации, полученной аттестованными организациями АО «ВНИМИ», НФ «КУЗБАСС-НИИОГР», геолого-геофизической экспедицией АО «Уголь» Республики Узбекистан и др.; корректным применением методов обработки экспериментальных данных и статистических критериев надежности оценки; положительными результатами применения рекомендаций, разработанных на основе проведенных исследований, на оползнеопасных участках угольных разрезов России и ближнего зарубежья.

## **Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертационной работе**

Разработанные «Методические указания по созданию объемных геолого-геофизических моделей бортов угольных разрезов и прогнозу их устойчивости» и комплекс программных продуктов целесообразно использовать проектным, экспертным организациям (ОАО «Кузбассгипрошахт», ООО «Сибгипрошахт», ООО НФ «КУЗБАСС-НИИОГР», АО «ВНИМИ», ООО «Сибгеопроект», ООО «Геотехника» и др.), а также техническим службам угледобывающих предприятий (ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», ОАО «Южкузбассуголь», АО «СУЭК-Кузбасс», АО «Стройсервис» и др.).

Алгоритмы обработки геолого-геофизических баз данных и создания объемных моделей откосных сооружений, установленные закономерности

формирования оползнеопасных зон в прибрежных массивах естественного и техногенного сложения рекомендуется включить в учебно-методические материалы дисциплин вузов горного профиля (КузГТУ, СибГИУ, Сибирский федеральный университет, Горный институт НИТУ «МИСиС» и др.).

### **Публикации автора и содержание автореферата**

Материалы диссертации опубликованы в 20 печатных работах, в т.ч. 8 – в ведущем рецензируемом научном издании, рекомендованным ВАК Минобрнауки РФ, – «Известия вузов. Горный журнал». Три статьи опубликовано в изданиях, индексированных в международных базах данных, получено 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Материалы диссертации докладывались на российских и международных научных конференциях.

Содержание автореферата в полной мере отражает структуру диссертации, ее основные результаты, выводы и рекомендации.

### **Стиль и качество оформления**

Текст диссертации изложен стилистически грамотно с использованием стандартизированной терминологии, принятой в горнопромышленной геологии и геофизике.

Структура диссертации отражает логическую последовательность решения сформулированных задач для достижения поставленной цели и содержит все необходимые элементы: анализ и обобщение научно-технической информации; теоретические и методические разработки по обоснованию метода прогноза устойчивости откосных сооружений угольных разрезов на основе объемных геолого-геофизических моделей; исследование особенностей применения разработанного метода в условиях реальных объектов естественного и техногенного сложения. Выводы по главам содержат краткое обобщение полученных результатов и являются достаточной базой для последующей формулировки рекомендаций и защищаемых научных положений.

Качество оформления текстовых и графических материалов полностью соответствует современным требованиям.

### **Замечания по содержанию диссертации:**

1. На с. 12-18 на наш взгляд излишне детально описано проявление оползневых процессов в бортах угольных разрезов различных регионов, тем более, что сводная информация по характеристикам оползней приведена в табл. 1.3.
2. Ряд рисунков главы 1 не вполне информативны: рис. 1.7, 1.9, 1.10, 1.14, 1.16. Без большого ущерба к качеству проведенного анализа эту графическую информацию можно было не приводить.

3. Сформулированную в работе четвертую задачу нельзя в полной мере признать научной, поскольку она в значительной степени относится к практической реализации разработок.
4. Из содержания п.2.3 не вполне понятно, реализованы ли алгоритмы построения триангуляции, а также поиска наиболее напряженной поверхности скольжения в форме программных продуктов. Кроме того, при построении математической модели расчетного профиля (рис. 2.14) и в алгоритме прогноза устойчивости откосного сооружения рассмотрен наиболее простой случай плоского откоса и согласного залегания естественной поверхности ослабления. Не рассмотрены более сложные случаи, предусмотренные методиками ВНИМИ.
5. Графики на рис. 4.11б и 4.12б плохо читаемы и неинформативны, не вполне иллюстрируют правильную по сути идею алгоритма на рис.4.10, которая состоит в доказательстве повышения точности прогноза с уменьшением шага смещения расчетных сечений. Следует отметить, что влияние поворота расчетного сечения не оценивалась. Между тем вероятное направление развития оползня – не менее важная информация, хотя значительно повышает трудоемкость прогноза.
6. Выделение в качестве отдельной 5 главы объемом 4,5 страницы представляется спорным. Эти материалы вполне могли бы быть присоединены к предыдущей главе. Схема на рис. 5.1 не содержит логических элементов, определяющих направление выбора рациональных элементов методики прогноза в зависимости от влияющих геологических и технологических факторов.

Замечания носят частный характер и не снижают научной значимости и практической ценности полученных автором результатов.

### **Заключение по диссертационной работе**

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Караблина М.М. представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи по прогнозу устойчивости откосных сооружений угольных разрезов на основе объемных геолого-геофизических моделей, включающей обоснование и разработку алгоритмов обработки данных геофизических зондирований, автоматизированного построения расчетных сечений и определения наиболее оползнеопасных участков откосных сооружений естественного и техногенного сложения, что обеспечивает увеличение точности прогноза, способствует повышению безопасности работ и снижению затрат на предотвращение технологических аварий.

Диссертационная работа «Прогноз устойчивости откосных сооружений угольных разрезов на основе объемных геолого-геофизических моделей» в полной мере соответствует требованиям и критериям Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ, а ее автор, Караблин Михаил Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры Физических процессов горного производства и геоконтроля (ФизГео) Федерального государственного автономного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») (протокол № 8 от 28 апреля 2022 г.).

Заведующий кафедрой ФизГео НИТУ «МИСиС», доктор физико-математических наук, доцент

Винников Владимир Александрович

Доктор технических наук, профессор кафедры ФизГео НИТУ «МИСиС»



Подпись Винникова В.А., Вознесенского А.С. заверяю.

Вознесенский Александр Сергеевич

#### Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Ректор: доктор экономических наук, профессор Черникова Алевтина Анатольевна.

Проректор по науке и инновациям: доктор технических наук, профессор, Филинов Михаил Рудольфович.

Почтовый адрес: 119049, Москва, Ленинский пр-кт, 6.

Веб-сайт: <https://misis.ru>.

E-mail: [kancela@misis.ru](mailto:kancela@misis.ru)

Телефон: +7(495)955-00-32; +7(499)236-21-05(факс)