

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе,
доктор технических наук, профессор
Воротилин Михаил Сергеевич

09

2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

на диссертацию **Борисова Бориса Борисовича**

**«ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРАВИЛ И
ПРОЦЕДУР ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
РЕАКЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.8.7. Теоретические основы проектирования
горнотехнических систем

Диссертационная работа Борисова Б.Б. изложена на 122 страницах машинописного текста, содержит 52 рисунка и 19 таблиц, состоит из оглавления, введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 122 наименований, и приложения. Диссертация Борисова Б.Б. написана с использованием общепринятой терминологии, стиль изложения логичный, диссертация оформлена в соответствии с требованиями. Работа обладает внутренней целостностью, выраженной в последовательном и аргументированном изложении защищаемых научных положений.

Согласно «Положению о порядке присуждения ученых степеней» НИТУ МИСиС в отзыве отражены следующие аспекты:

1. Актуальность темы диссертационной работы

Современные условия функционирования строительной отрасли в России делают необходимым пересмотр существующих подходов к проектированию и оценке надёжности сооружаемых объектов, в том числе - подземного строительства.

Для выполнения специфических требований, предъявляемых к проектированию и безопасности выполнения строительных работ на гидротехнических объектах, расположенных в пересечённой местности, необходим ка-

чественный научно обоснованный прогноз результатов взаимодействия геологической среды и подземных сооружений, влияющий на выбор применяемых технологий и прочность сооружаемых конструкций. Существующая нормативно-техническая база и применяемые подходы не в полной мере учитывают современные возможности численного моделирования и не дают системных критериев оценки эффективности предлагаемых технологических решений, используемых как на этапах проектирования, так и строительства и эксплуатации гидротехнических объектов.

Диссертация Борисова Б.Б., посвященная обоснованию предложенных автором новых проектных продукционных правил и процедур, предназначенных для использования при проектировании и строительстве гидротехнических объектов, учитывающих результаты численного моделирования процессов взаимодействия массива пород и сооружений, направлена на восполнение этого пробела, что и определяет актуальность работы как с научной, так и с практической точек зрения.

2. Новизна научных положений и полученных результатов

В работе предложена обоснованная автором концепция комплексной оценки проектных решений, в которой впервые:

- установлены закономерности влияния изменения геомеханических параметров на надёжность подземных сооружений водообеспечения, сооружаемых в условиях пересечённого рельефа местности;
- разработана многоуровневая модель оценки, интегрирующая численные методы решения соответствующих задач геомеханики с использованием метода конечных элементов и продукционные правила принятия решений;
- предложены новые критерии устойчивости при строительстве водозаборных стволов, учитывающие реакции массива не только при статических, но и динамических воздействиях.

Предложенные решения позволяют в инженерной практике проектирования и строительства подземных сооружений перейти от использования разрозненных эмпирических оценок к систематизированным формализованным процедурам.

3. Практическое значение работы

Разработанные автором научно обоснованные методика и рекомендации по выбору параметров режимов проходки и крепления гидротехнических

сооружений, базирующиеся на предложенных алгоритмах и использующие результаты численного моделирования напряженно-деформированного состояния элементов геомеханической системы с применением апробированных программных комплексов, использованы при оперативной корректировке проектных решений водозаборных сооружений Чиркейского водохранилища в зависимости от изменения горно-геологических условий строительства.

4. Внедрение результатов диссертационной работы

Предложенные подходы, технологические решения и методика выбора и оценки параметров проходки и крепления успешно апробированы ООО «ИБТ» и ООО «Этернум Тех»; представленные акты внедрения подтверждают их эффективность и экономическую целесообразность.

Помимо производственного внедрения, материалы диссертационной работы используются в учебном процессе Горного института НИТУ МИСиС при подготовке специалистов по направлению «Горное дело».

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты диссертации могут быть рекомендованы организациям, осуществляющим проектирование подземных сооружений и их строительство, а также органам технического надзора для актуализации нормативных документов в части совершенствования геомеханического сопровождения выполняемых работ. Особый интерес представляют разработанные автором критерии оценки рисков, которые позволяют перейти от реактивного управления к превентивному планированию мероприятий, обеспечивающих требования безопасности на различных этапах выполняемых работ.

Отдельные результаты проведенных автором исследований ввиду их методологической завершённости и практической ценности могут быть рекомендованы для дальнейшего использования при преподавании профильных дисциплин на кафедрах «Строительство подземных сооружений и горных предприятий» и «Геотехнологии освоения недр» в рамках учебного процесса в Московском горном институте НИТУ МИСиС (г. Москва), а также при разработке соответствующих нормативных документов.

6. Личное участие автора в получении результатов диссертации

Все основные результаты, включая постановку задач, разработку модели, проведение численных экспериментов и интерпретацию данных, выполнены соискателем лично.

На основе результатов анализа отечественного и зарубежного опыта подземного строительства автором адаптированы методы численного моделирования применительно к конкретным горнотехническим условиям, научно обоснованы выработанные рекомендации, применение которых в практике строительства гидротехнических сооружений может способствовать принятию обоснованных эффективных решений.

7. Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность полученных автором результатов обеспечена корректным применением апробированных методов решения задач геомеханики с использованием численного моделирования, сопоставлением полученных расчётных данных с результатами натурных измерений, а также воспроизводимостью результатов при выполнении независимых расчётов. Вариативность приведенных расчётных сценариев позволяют считать выводы статистически устойчивыми и методически обоснованными.

8. Общая оценка и замечания по диссертационной работе

Выводы, научные положения, утверждения и заключения, содержащиеся в работе, являются обоснованными, достоверными и надежными.

Одним из достоинств представленной диссертации является широкое применение современных методов исследований, проблемно-ориентированных пакетов программ, реализующих численные методы решения задач геомеханики, результаты которых позволяют быть использованными при решении соответствующих научно-производственных проблем, возникающих и в других отраслях подземного строительства. Результаты исследований получили грамотную и объективную интерпретацию.

Наряду с этим следует отметить следующие замечания:

1. В текстах представленных диссертационной работы и автореферата следовало бы в более полной мере различить объект и предмет исследования как две отдельные стороны выполненного научного исследования.

2. Вызывает вопросы формулировка первого защищаемого научного положения в смысле его содержания. Не совсем понятно, исходя из каких со-

ображений, автор считает моделирование методом конечных элементов континуальным. При использовании в предложенной формулировке понятия эффекта Баушингера термин «анизотропия» должен пониматься не в общепринятом смысле различий свойств материала в различных направлениях, а как появление различий между прочностными характеристиками материалов при повторном нагружении.

3. Весьма спорным, по нашему мнению, является утверждение о том, что «в основу научно-методического обеспечения заложен метод конечных элементов с критерием Хоека-Брауна, который является уникальным программным продуктом...». Хорошо известно, что метод конечных элементов, как численный способ решения задач механики сплошной среды (в том числе - геомеханики), и критерий Хука-Брауна, как современный способ прогноза разрушения горных пород, существуют абсолютно независимо друг от друга.

4. Содержание параграфа 2.1 не соответствует названию главы 2 диссертации.

5. Целесообразно ли было включение в текст диссертации и автореферата такого иллюстративных материалов, как «Составляющие модели принятия проектных решений...», «Составляющие процедур выявления продуктивных знаний, правил и процедур...», «Тезаурусные составляющие задачи обоснования проектных решений...», содержание которых в представленном в работе виде не имеет прямого отношения к проектированию систем водообеспечения.

6. Описание модели разрушения по Хуку-Брауну, приведенное в работе, содержит целый ряд неточностей, которые затрудняют понимание полученных результатов: использование основного соотношения критерия в качестве целевой функции; понимание статистически определенных констант, используемых в критерии Хука-Брауна как «расчетных постоянных, определяемых на основе аналитических зависимостей» и т.д.

7. Авторская обработка графического материала, представленного в тексте диссертации, только способствовала бы повышению уровня восприятия результатов работы.

Тем не менее, следует отметить, что замечания носят рекомендательный характер, они не снижают научной и прикладной ценности диссертации.

9. Заключение

В целом представленная диссертационная работа «Обоснование проектных производственных правил и процедур при строительстве горнотехнических сооружений с учетом численного моделирования реакции геологической

среды» является законченным научным исследованием, научные положения которой соответствуют паспорту специальности 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем. Результаты работы соответствуют критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете МИСиС», а её автор, Борисов Борис Борисович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем за решение научно-технической задачи, заключающейся в развитии методологии комплексной оценки надежности проектных решений технологий подземного строительства объектов систем водообеспечения, сооружаемых в условиях пересеченной местности, с учетом геомеханической составляющей и геотехнических рисков, имеющей важное значение для развития теоретических основ проектирования горнотехнических систем.

Отзыв на диссертацию Борисова Бориса Борисовича обсужден и утвержден на заседании кафедры механики материалов и геотехнологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет» (протокол №1 от «31» августа 2026 г.). На заседании присутствовало 19 чел. Результаты голосования: за – 19, против – нет, воздержались – нет.

Председатель заседания

Зав. кафедрой механики материалов и геотехнологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет»

докт. техн. наук, доц.

 **Анциферов Сергей Владимирович**

Секретарь заседания

Доцент федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет»

канд. техн. наук

 **Дворянкин Владимир Геннадьевич**

Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ТулГУ»). 300012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92; +7 (4872) 35-81-81; info@tsu.tula.ru