

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
(ПНИПУ)**

614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29.

Тел.: 8(342) 219-80-67. Факс: 8(342) 219-89-27

E-mail: rector@pstu.ru; <http://www.pstu.ru>

ОКПО 02069065 ОГРН 1025900513924 ИНН/КПП 5902291029/590201001

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации *Пригара Андрея Михайловича на тему «Научно-методические основы оценки и прогноза устойчивости природно-технических систем при подземной разработке соляных месторождений»*, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.6.7 - Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Диссертационная работа Пригара А.М. посвящена **актуальной проблеме** оценки и прогноза устойчивости природно-технических систем (ПТС) при подземной разработке соляных месторождений. Проблема обеспечения безопасности горных работ на соляных рудниках остается острой, о чем свидетельствуют многочисленные аварии, в том числе затопления рудников на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей (ВКМС). Существующие нормативные подходы и методы мониторинга не всегда позволяют своевременно выявлять и прогнозировать опасные инженерно-геологические процессы, такие как эрозионные врезы, инверсионный рельеф, зоны замещения и внутрисоляные деформации. Автор предлагает решение данной проблемы на основе высокоразрешающей шахтной сейсморазведки, что определяет безусловную **актуальность** выполненного исследования.

Научная новизна. Впервые для соляных месторождений созданы научно-методические основы оценки устойчивости ПТС, базирующиеся на комплексировании данных бурения, горнопроходческих работ и высокоразрешающей сейсморазведки. Разработан и научно обоснован новый метод инженерно-геологических исследований - шахтная сейсморазведка на поперечных волнах с разделением отражений (ПВРО), адаптированная для условий полного пространства. Разработанные инженерно-геологические модели ПТС с выделением структурных элементов по различиям в упругих свойствах пород позволяют обнаруживать участки аномального строения соляной толщи, ставшие причиной потери двух крупных рудников на территории ВКМС, массового обрушения пород на третьем руднике, и применять параметры отработки, соответствующие реальным горно-геологическим условиям.

Также автором впервые выявлены и геомеханически обоснованы каньонообразные эрозионные врезы на ВКМС, построены динамические модели их возникновения. Установлены количественные закономерности влияния структурных параметров на риск активизации опасных процессов, что позволило создать формализованные методики анализа состояния водозащитной толщи и мониторинга гидроизолирующих целиков. Построенная карта районирования ВКМС по рискам возникновения опасных процессов позволяет повысить безопасность горных работ на участках, сопряженных с соляными поднятиями.

Теоретическая значимость работы состоит в развитии теоретических основ

инженерной геологии соляных месторождений, в части закономерностей формирования и распространения опасных геологических процессов в условиях техногенного воздействия. Полученные результаты углубляют представления о структурно-тектоническом строении соляных массивов, механизмах образования эрозионных врезов и инверсионного рельефа, а также о взаимосвязи упругих свойств пород с их прочностными и деформационными характеристиками.

Практическая значимость работы подтверждена широким внедрением результатов. Разработанный метод ПВРО (патент РФ) обеспечивает детальное изучение строения водозащитной толщи и состояния целиков с разрешающей способностью до 1-2 м, что недостижимо стандартными методами. Созданное программное обеспечение (12 свидетельств о регистрации) используется при обработке и интерпретации данных. Полученные новые геологические сведения учтены при построении инженерно-геологических моделей участков ВКМС, проектировании горных работ и разработке проектов ликвидации участков шахтных полей. Производительность полевых сейсморазведочных работ повышена в 2,6 раза, а предотвращение потерь запасов солей имеет значительный экономический эффект (оценка потерь при затоплении рудника - порядка 300 млрд рублей в ценах 2026 г.). Результаты рекомендованы для использования при проектировании, строительстве и эксплуатации подземных сооружений на соляных месторождениях, а также для совершенствования нормативной базы.

В качестве замечаний по автореферату и диссертации следует отметить:

1. Для условий горизонтальной плоскости (мониторинг гидроизолирующих целиков) в автореферате не указаны предельные геометрические размеры целиков, при которых метод ПВРО сохраняет свою разрешающую способность и достоверность результатов.

2. В четвертом защищаемом положении соискателем приведены некорректные формулы для вычисления физико-механических свойств горных пород, и описка в таблице № 8. По всей видимости, это вызвано технической ошибкой при оформлении диссертации и автореферата, поскольку в целом предложенная методика контроля и мониторинга целиков остается полностью корректной, как с научной, так и с практической точки зрения.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки выполненной работы и носят рекомендательный характер.

Диссертация **Пригары Андрея Михайловича «Научно-методические основы оценки и прогноза устойчивости природно-технических систем при подземной разработке соляных месторождений»**, представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.6.7, соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а также научной специальности 1.6.7 - Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

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

Кашников Юрий Александрович
профессор, доктор технических наук,
05.15.01 Маркшейдерия

Заведующий кафедрой маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
“Пермский национальный исследовательский политехнический университет”

614990, г. Пермь, ул. Комсомольский проспект, 29
Тел. +7(342) 219-80-88
E-mail geotech@pstu.ru

_____ Кашников Ю.А.

Я, Ашихмин Сергей Геннадьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Ашихмин Сергей Геннадьевич
профессор, доктор технических наук,
25.00.12 Геомеханика
Профессор кафедры маршейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет"
614990, г. Пермь, ул. Комсомольский проспект, 29
Тел. +7(342) 219-84-24
E-mail geotech@pstu.ru

_____ Ашихмин С.Г.

09 сентября 2026 г.

Подпись Кашникова Юрия Александровича
Ашихмина Сергея Геннадьевича заверяют
Ученый секретарь Ученого совета Института

Макаревич В.И.