

## 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.

**Актуальность темы диссертационной работы** Пригара А.М. обусловлена продолжающимися авариями на соляных рудниках, в результате которых утрачиваются значительные запасы полезных ископаемых и подземные сооружения. Как отмечено в автореферате и диссертации, всего в мире потеряно более 80 соляных рудников, два из которых – на Верхнекамском месторождении солей (ВКМС). Существующие нормативные требования, несмотря на их строгое исполнение, не позволяют с достаточной точностью прогнозировать активизацию опасных геологических процессов. Причиной является недостаточная детальность инженерно-геологических моделей и эффективность существующих систем оценки и мониторинга состояния горных массивов. В связи с этим разработка научно-методических основ инженерно-геологической оценки и прогноза устойчивости природно-технических систем (ПТС) на базе высокоразрешающих геофизических методов является своевременной и практически значимой задачей.

*Объектом исследования* выступают природно-технические системы, включающие литосферный блок в виде инженерно-геологического массива соляного месторождения и взаимодействующие с ним подземные сооружения. *Предметом исследования* являются закономерности формирования инженерно-геологических условий соляных месторождений и условия устойчивости ПТС, определяющие безопасность сооружений при подземной разработке.

*Основными задачами работы* являлись: оценка особенностей геологической среды соляных месторождений и выявление сочетания природных и техногенных факторов, приводящих к активизации опасных процессов; создание программно-алгоритмического комплекса для численного моделирования и обработки волновых полей; формирование методики шахтных полевых сейсморазведочных работ; разработка высокоразрешающего метода шахтной сейсморазведки; получение новых сведений об инженерно-геологических условиях, влияющих на состояние ПТС; комплексный анализ условий, сопутствующих опасным процессам; формирование инженерно-геологических моделей ПТС; разработка методики выявления изменений в структурных характеристиках геологического разреза;

создание системы детального сейсмического мониторинга состояния гидроизолирующих целиков; апробация и внедрение результатов исследований.

Автореферат Пригара А.М. обладает внутренним единством, содержит научные результаты, заявленные в *четырёх защищаемых положениях*, которые полностью доказываются в тексте работы. Первое положение посвящено созданию и научному обоснованию нового метода шахтной сейсморазведки на поперечных волнах с разделением отражений (ПВРО). Второе положение касается разработки инженерно-геологических моделей ПТС на основе трёхстадийной технологии построения, позволившей выявить ранее неизвестные для ВКМС каньонообразные эрозионные врезы. Третье положение устанавливает закономерности распределения инженерно-геологических характеристик разреза и их связь с риском возникновения опасных процессов, на основе чего выполнено районирование территории и создана формализованная методика анализа состояния водозащитной толщи. Четвертое положение представляет методику детального сейсмического анализа и мониторинга состояния гидроизолирующих целиков на основе адаптированного метода ПВРО.

**Теоретическая значимость** работы и основная идея заключаются в том, что на основе выявленных закономерностей распространения упругих волн в условиях полного пространства разработан новый высокоразрешающий метод шахтной сейсморазведки, позволяющий получать детальную информацию о структурных и физико-механических характеристиках геологической среды. Впервые применительно к соляным месторождениям разработаны научно-методические основы инженерно-геологической оценки и прогноза устойчивости ПТС на базе бурения, горнопроходческих работ и высокоразрешающей шахтной сейсморазведки. Установлены количественные закономерности влияния структурных параметров на риск возникновения опасных процессов, что позволило создать формализованную методику оценки характеристик геологического разреза. Получены новые сведения об инженерно-геологических условиях соляных месторождений: впервые выявлены каньонообразные эрозионные врезы на ВКМС, установлены критерии их идентификации, создана динамическая модель их возникновения.

**Практическая значимость** работы подтверждена внедрением разработанных методик в производственный процесс. Создан и внедрён метод шахтной сейсморазведки ПВРО (патент на изобретение РФ), обеспечивающий детальное изучение геологического строения водозащитной толщи и состояния гидроизолирующих целиков с разрешающей способностью до 1–2 м. Разработанное программное обеспечение (12 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ) используется при обработке и интерпретации данных. Полученные новые геологические сведения учтены при построении инженерно-геологических моделей участков ВКМС, проектировании горных работ, разведке и доразведке месторождения. Разработанные

методики и классификации состояний ПТС позволяют обоснованно выделять участки с недопустимым риском активизации опасных процессов и своевременно корректировать проектные решения, что предотвращает потери запасов полезных ископаемых (в ценах 2026 года потери от затопления рудника оцениваются суммой порядка 300 миллиардов рублей без учета потерь запасов), снижает затраты на геологоразведочные работы (производительность полевых сейсморазведочных работ выше в 2,6 раза) и повышает безопасность горных работ.

Отмечая высокий теоретический уровень работы и достигнутую цель исследования, следует отметить, что диссертация Пригара А.М. содержит некоторые моменты, вызывающие замечания.

В работе основное внимание уделено применению метода ПВРО для изучения водозащитной толщи и гидроизолирующих целиков. Однако не в полной мере рассмотрены возможности метода для оценки состояния других не менее важных элементов ПТС, например, междукammerных целиков или массива пород в зоне очистных выработок. Расширение области применения метода могло бы повысить его универсальность.

Предложенная классификация состояний ПТС (устойчивое, неустойчивое, критическое) основана на комплексе геолого-геофизических признаков. В автореферате не приведены количественные критерии для отнесения ПТС к тому или иному состоянию по каждому из признаков, что затрудняет её практическое применение без дополнительной методической документации.

В работе установлены закономерности распределения инженерно-геологических характеристик разреза, коррелирующих с риском опасных процессов. Однако не указано, учитывалась ли при этом изменчивость свойств пород во времени под влиянием техногенных факторов (например, ползучесть, релаксация напряжений), что могло бы повлиять на долгосрочный прогноз устойчивости ПТС и вызывало бы научный интерес.

Оформление автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Автореферат содержит все необходимые разделы, иллюстративный материал и список публикаций автора.

Диссертация «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), диссертация также соответствует научной специальности 1.6.7 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Я, Ермолович Елена Ахмедовна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Ермолович Елена Ахмедовна,

докт. техн. наук., профессор,

специальность 25.00.20 – геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика;

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»;

308015 Белгород, ул. Победы, д.85;

профессор кафедры прикладной геологии и горного дела;

тел.: + 7(980)325–43–22,

ermolovich@bsuedu.ru.

\_\_\_\_\_  
Е.А. Ермолович