

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 работы. Устойчивость природно-технических систем (ПТС) при подземной разработке соляных месторождений определяется взаимодействием подземных сооружений и инженерно-геологического массива. К потерянными, по причине их разрушительного взаимодействия, относят два соляных рудника на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей (ВКМС). Здесь, существующие нормативные требования, не обеспечивают достаточную точность прогноза опасных геологических процессов. Причина состоит в недостаточной детальности инженерно-геологических моделей и систем мониторинга. В этой связи, разработка научно-методических основ оценки и прогноза устойчивости ПТС на базе методов разведочной геофизики, в частности шахтной сейсморазведки, обладающей высоким разрешением и свободной от влияния влажности и электрических наводок, является актуальной.

Безусловным **достоинством работы** представляется широкий взгляд на проблему оценки и прогноза устойчивости ПТС для предупреждения разрушений в шахтах на соляных месторождениях. Работа логично построена на основе разработки метода шахтного сейсмозондирования поперечных волн с разделением отражений сигналов, на инженерно-геологических моделях ПТС соляных месторождений, на методике детального сейсмического анализа и мониторинга состояния геотехнических массивов, и на установлении закономерностей распределения инженерно-геологических характеристик массива горных пород для данных объектов.

Научная новизна работы. Применительно к соляным месторождениям разработаны научно-методические основы оценки и прогноза устойчивости ПТС на базе бурения, горнопроходческих работ в сопоставлении с результатами выбранной, из используемых методов разведочной геофизики, высокоразрешающей шахтной сейсморазведки. Сформированы алгоритмы численного моделирования и обработки сейсмоданных в условиях полного пространства. Разработан и научно обоснован новый высокоразрешающий метод шахтной сейсморазведки на поперечных волнах с разделением отражений (ПВРО). Новизна метода заключается в обосновании ориентации источника и приемников, разработке двухлинейной системы возбуждения, создании математического аппарата для подавления интерференции и достижения детальности порядка 1–2 м. Получены новые сведения об инженерно-геологических условиях: впервые выявлены каньонообразные эрозионные врезы на ВКМС, установлены критерии их идентификации, создана динамическая модель их возникновения. Разработаны инженерно-геологические модели ПТС, учитывающие геологическое строение, геоморфологические признаки и тектоническую структуру. Установлены количественные закономерности влияния структурных параметров на риск опасных процессов. С учетом установленных

закономерностей выполнено районирование ВКМС по риску наличия опасных геологических процессов, способствующие повышению безопасности горных работ на соляных месторождениях. Создана технология анализа и прогноза состояния гидроизолирующих целиков.

Достоверность и новизна полученных результатов. Достоверность исследований подтверждена сопоставлением результатов теоретических и натурных экспериментов. Итоги оценки и прогноза заверены контрольным бурением и маркшейдерскими наблюдениями на промышленных объектах. Это включает изучение участков утраты целостности водозащитной толщи и гидроизолирующих целиков. Результаты согласуются с данными других научных организаций. Новизна подтверждена патентами на изобретения, свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ и публикациями в рецензируемых изданиях.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Обоснованность научных положений обеспечивается большим объемом фактического материала. Использованы численное моделирование (Ansys, Tessleral, FS), физическое моделирование, статистический анализ, аналитические и корреляционные методы. Результаты апробированы на многочисленных российских и международных конференциях. По теме диссертации опубликовано 70 работ. Из них 23 в изданиях, рекомендованных ВАК, 19 в изданиях, цитируемых в Scopus, 4 патента на изобретения, 12 свидетельств на программы для ЭВМ, 1 монография. Основные положения прошли практическую проверку на рудниках ВКМС.

Практическое значение работы. Разработанные методики позволяют выполнять оценку и прогноз устойчивости ПТС для повышения безопасности строительства и эксплуатации подземных сооружений. Создан и внедрен в производственный процесс метод шахтной сейсморазведки ПВРО. Новые геологические сведения учтены при построении инженерно-геологических моделей участков ВКМС, проектировании горных работ, разведке и доразведке месторождения, а также при разработке проектов ликвидации участков шахтных полей. Методики позволяют выделять участки с недопустимым риском активизации опасных процессов и своевременно корректировать проектные решения, что предотвращает потери запасов полезных ископаемых, а высокая производительность сейсморазведки способствует повышению безопасности горных работ.

По автореферату диссертации имеется следующее замечание. На показанных в рисунке 3 сейсмических разрезах, наблюдаются отражения от геологических границ не только для поперечных волн, но и для продольных тоже, хотя и более ослабленные. Продольные волны, могли бы быть использованы для получения сводного разреза, на некоторых участках.

Указанное замечание не снижает ценности и научной новизны работы. Рекомендую соискателю обратить на него внимание и учесть в дальнейших исследованиях.

Заключение

Диссертация Пригары Андрея Михайловича «Научно-методические основы оценки и прогноза устойчивости природно-технических систем при подземной разработке соляных месторождений» является законченной научно-квалификационной работой. В ней на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Диссертационная работа Пригара Андрея Михайловича соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а также паспорту научной специальности 1.6.7 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение. На этом основании, рекомендую присуждение диссертанту ученой степени доктора технических наук.

Я, Ефремов Владимир Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Ефремов Владимир Николаевич

Доктор технических наук

25.00.08 (1.6.9) – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение

Старший научный сотрудник Института мерзлотоведения им.П.И. Мельникова СО РАН.

677000 г. Якутск, ул. Мерзлотная, 36

8 914 225 29 80

vnefremov@mpi.ysn.ru

Ефремов Владимир Николаевич

30.09.2026

Подпись Ефремова Владимира Николаевича заверяю: