

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.

Проблема обеспечения устойчивости природно-технических систем (ПТС) при разработке соляных месторождений остаётся одной из ключевых в инженерной геологии. Мировая практика насчитывает более 80 затопленных соляных рудников, два из которых находятся на Верхнекамском месторождении солей (ВКМС). Данный факт свидетельствует о том, что существующие нормативные подходы, основанные на бурении и горнопроходческих работах, не обеспечивают требуемой точности прогноза опасных геологических процессов. Причиной является недостаточная детальность инженерно-геологических моделей и ограниченная эффективность систем мониторинга. В связи с этим разработка научно-методических основ оценки и прогноза устойчивости ПТС на базе высокоразрешающих геофизических методов, в частности шахтной сейсморазведки, является актуальной задачей.

Автором диссертационной работы выполнен комплекс теоретических, экспериментальных и производственных исследований, направленных на создание нового метода инженерно-геологических исследований – шахтной сейсморазведки на поперечных волнах с разделением отражений (ПВРО). В основу метода положены выявленные закономерности распространения упругих волн в условиях полного пространства, характерных для подземных горных выработок. Разработаны согласованные методики полевых работ и камеральной обработки, обеспечивающие выделение отражений от геологических границ с разрешающей способностью до 1–2 м. Метод ПВРО защищён патентом РФ на изобретение. Предложен программно-алгоритмический комплекс для численного моделирования и обработки волновых полей, на который получено 12 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

На основе применения разработанного метода автором получены новые сведения об инженерно-геологическом строении ВКМС. Впервые выявлены каньонообразные эрозионные врезы, представляющие угрозу для целостности водозащитной толщи (ВЗТ). Предложена динамическая модель их формирования, включающая стадии образования трещин отрыва в кровле соляных поднятий, последующего выщелачивания до каньонообразных форм и, в ряде случаев, трансформации в инверсионный рельеф. Выполненные геомеханические расчёты показали, что деформации в покрывающей каменной соли (ПКС), карналлитовой (КП) и сильвинитовой (СП) пачках достигают и превышают предельные значения, установленные лабораторными испытаниями, что подтверждает предложенную гипотезу генезиса опасных процессов.

Разработана трёхстадийная технология построения инженерно-геологических моделей ПТС, с использованием результатов шахтной сейсморазведки ПВРО. Модели учитывают геологическое строение, геоморфологические признаки и тектоническую структуру горных массивов с выделением структурных элементов по различиям в упругих свойствах пород. Включение ранее неизвестных каньонообразных эрозионных врезов, зон замещения и уточнённых характеристик инверсионного рельефа позволило существенно повысить достоверность и детальность моделей по сравнению с традиционными подходами.

Установлены количественные закономерности распределения инженерно-геологических характеристик разреза, коррелируемые с риском возникновения опасных процессов. К таким характеристикам отнесены: наличие гипсово-глинистой шляпы, угол падения крыльев поднятия, мощность ритмопачек и ПКС, расстояние от оси поднятия. Для формализованной оценки риска наличия эрозионных врезов и инверсионного рельефа предложен показатель R , вычисляемый на основе комплекса литологических, структурных и морфологических признаков. На основе обработки данных более 1000 поверхностных скважин выполнено районирование территории ВКМС по степени риска. Установлено, что наибольшая вероятность опасных процессов характерна для северной части месторождения, где доля аномальных участков достигает 25 % площади.

Сформирована классификация состояний природно-технической системы, включающая три категории: устойчивое, неустойчивое и критическое. Критериями отнесения служат: риск наличия опасных процессов P , выход сейсмических атрибутов за пределы 2σ , мощность ВЗТ по данным ПВРО, аномалии по данным бурения и проходки, степень нагружения гидроизолирующих целиков, поступление флюидов в выработки. Предложена формализованная методика анализа инженерно-геологического состояния и прогноза гидрогеологических свойств ВЗТ, основанная на выявлении изменений в структурных характеристиках разреза и распределении литологических свойств в вертикальной плоскости.

Для горизонтальной плоскости адаптирован метод ПВРО с регистрацией продольных и поперечных волн. Разработана методика детального сейсмического анализа и мониторинга состояния гидроизолирующих целиков – геотехнических массивов с заданными прочностными, деформационными и гидроизолирующими свойствами. Методика обеспечивает оценку геометрических характеристик (ширины), упругих констант (коэффициента Пуассона, модулей упругости и сдвига), предела прочности на сжатие и степени нагружения целика. Предложена модель оценки состояния целика, объединяющая результаты атрибутивного анализа сейсмических записей, измерение геометрических характеристик и сравнение с предельно допустимыми значениями.

Практическая значимость работы подтверждена внедрением разработанных методик на рудниках ВКМС. Метод ПВРО используется при проектировании горных работ, разведке и доразведке месторождения, а также при разработке проектов ликвидации участков шахтных полей. Производительность полевых сейсморазведочных работ повышена в 2,6 раза по сравнению с традиционными подходами. Результаты исследований рекомендованы для совершенствования нормативно-технической документации в части инженерно-геологических изысканий и мониторинга ПТС на соляных месторождениях.

Диссертация Пригара 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, утверждённого 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, Щекочихина Евгения Викторовна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Заведующая кафедрой «Гидротехнические и земляные сооружения» ИАиС ВолгГТУ, доктор геолого-минералогических наук.
400074 г.Волгоград. ул.Академическая, 1
тел.(8442) 96-98-87
тел. моб. 8 9178305041
E-mail: evg-schek@yandex.ru

_____ [Е.В. Щекочихина]

03.09.2026

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

Профессор кафедры «Гидротехнические и земляные сооружения» ИАиС ВолгГТУ, доктор геолого-минералогических наук.
400074 г.Волгоград. ул.Академическая, 1
тел.(8442) 96-98-87
E-mail: olyansk@list.ru

_____ [Ю.И.Олянский]

03.09.2026