

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ПФИЦ УрО РАН
д-р. физ.-мат. наук, чл.-корр. РАН

О.А. Плехов

10 июня 2026 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук

Диссертация «Обоснование угловых параметров процесса сдвижения горных пород и земной поверхности при разработке свиты пластов калийно-магниевого руд (на примере Верхнекамского месторождения солей)» выполнена в лаборатории механики горных пород «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра («ГИ УрО РАН»).

Соискатель Щегольков Юрий Сергеевич с 2021 года был прикреплен к ПФИЦ УрО РАН для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. Диссертация подготавливалась по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Научный руководитель - руководитель научного направления "Горные науки" Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией механики горных пород «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ГИ УрО РАН»), академик РАН, д-р. техн. наук Барях Александр Абрамович.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

I. Оценка выполненной соискателем работы

Диссертационная работа посвящена актуализации угловых параметров процесса сдвижения горных пород и земной поверхности на Верхнекамском месторождении солей.

Соискателем справедливо отмечается, что используемые в настоящее время на практике фиксированные величины граничных углов и углов полных сдвижений, регламентированные действующими «Указаниями», не позволяют с достаточной достоверностью определять длину полумульды сдвижения и, как следствие, рассчитывать ожидаемые деформации. Применяемый подход к построению предохранительных целиков по фиксированным значениям граничных углов противоречит их смысловому назначению и не учитывает типы охраняемых объектов, что приводит к повышенным потерям полезного ископаемого. Вместе с тем существующие методики не учитывают пространственно-временную изменчивость угловых параметров в зависимости от горно-геологических условий и стадий развития процесса сдвижения, что снижает достоверность прогнозирования деформаций на подработанных территориях. В связи с этим обоснование актуализированных угловых параметров, учитывающих значимые влияющие факторы и параметр времени, представляет собой важную научную и практическую задачу для теории и практики освоения месторождения и обеспечения безопасности ведения горных работ.

Основная идея диссертационной работы заключается в установлении величин и/или определяющих аналитических зависимостей исследуемых угловых параметров на основе комплексного анализа горно-геологических данных, результатов опробования на физико-механические свойства пород и результатов инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности с последующим применением статистических, эмпирических и теоретических методов исследования.

В своей диссертационной работе соискатель обосновал минимально достаточный перечень угловых параметров (граничные углы, углы полных сдвижений, углы максимальных оседаний и углы сдвижения), необходимых для решения инженерных задач в условиях Верхнекамского месторождения солей. Предложил и обосновал критерии для определения фактических величин этих углов по данным натурных наблюдений, включая уточнённые значения оседаний и деформаций, учитывающие погрешности инструментальных измерений. Установил математическую модель для определения граничного угла, учитывающую его изменение во времени в зависимости от отношения достигнутого оседания над центром граничной выемочной зоны к максимальному расчётному оседанию. Выявил зависимость углов полных сдвижений от наибольшей степени нагружения междукамерных целиков и предложил метод их расчёта при неоднородном строении геомеханической системы, позволяющий учесть удлинение полумульды сдвижения. Определил уточнённое значение угла максимальных оседаний для условий неполной подработки ($95,6^\circ$ вместо косвенно используемых 90°). Разработал эмпирические и теоретико-эмпирические зависимости для расчёта углов сдвижения на

заданный момент времени в условиях полной и неполной подработок, позволяющие идентифицировать наличие зоны опасных сдвижений и определять её границы. Продемонстрировал, что использование полученных результатов позволяет повысить точность определения длин полумульд сдвижения на 14–20% при полной подработке и на 11–46% при неполной, а также обеспечивает значительный запас надёжности при построении предохранительных целиков, что подтверждает практическую значимость работы.

II. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

При непосредственном участии соискателя проведены: постановка задач, анализ и обработка результатов натуральных инструментальных наблюдений за развитием процесса сдвижения на Верхнекамском месторождении солей, анализ горно-геологических данных и результатов опробования на физико-механические свойства пород, установление величин и зависимостей исследуемых угловых параметров, анализ полученных результатов, формулировка основных выводов и научных положений.

III. Степень достоверности полученных результатов

Достоверность результатов работы соискателя обеспечивается анализом и обобщением представительного объема данных натуральных инструментальных наблюдений, базирующихся на известных и проверенных геодезических и математико-статистических методах обработки информации, а также хорошей сходимостью полученных результатов исследования с фактическими величинами угловых параметров.

IV. Новизна и практическая значимость исследования

По результатам диссертационного исследования выполнено обоснование минимально-достаточного перечня наиболее значимых угловых параметров процесса сдвижения на Верхнекамском месторождении солей, а также установлены значения критериев, позволяющих определять их фактические величины по результатам натуральных инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности.

Установлены наиболее значимые факторы, оказывающие влияние на формирование граничных углов, углов полных сдвижений, углов максимальных оседаний и углов сдвижения.

Определены величины и получены математические модели для пространственно-временного определения вышеотмеченных угловых параметров.

V. Ценность научных работ соискателя

В диссертационной работе установлено, что наиболее значимые изменения величин граничных углов прослеживаются на начальном этапе процесса сдвижения до достижения фактического оседания над центральной частью краевой зоны величины 10% от максимального расчетного. Получена аналитическая зависимость, описывающая изменение граничных углов во времени. Выявлено, что величины углов полных сдвижений на ВКМС в условиях однородного строения геомеханической системы не склонны к выраженным изменениям во времени, при этом, их численные значения имеют тесную взаимосвязь с наибольшими значениями степеней нагружения междукамерных целиков среди отработанных пластов на рассматриваемом участке шахтного поля. Получено выражение для определения величин углов полных сдвижений в условиях однородного и неоднородного строения геомеханической системы. Уточнен коэффициент подработки земной поверхности. Установлены значения угла максимальных оседаний. Разработаны теоретическая и эмпирическая модели формирования краевой части мульды сдвижения над нетронутым массивом, использование которых легло в основу установления выражений для определения углов сдвижения на заданный момент времени.

Результаты исследования могут быть полезными для совершенствования нормативной базы, а также при научных исследованиях и инженерных расчетах, связанных с определением необходимых размеров предохранительных целиков под объекты на земной поверхности и с оценкой безопасности зданий и сооружений, непосредственно находящихся или планируемых к строительству в границах вредного влияния подземных горных работ. Разработанный и апробированный в рамках выполненного исследования методический подход может быть применен к новым данным натурных инструментальных наблюдений для уточнения полученных результатов.

VI. Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»:

- п. 1. Напряженно-деформированное состояние массивов горных пород и грунтов в естественных условиях и его изменение во времени, в том числе в связи с проведением

горных выработок, строительством сооружений, газовых и нефтяных скважин, эксплуатацией месторождений;

- п. 2. Геомеханическое обеспечение открытой и подземной добычи полезных ископаемых, разработка методов управления горным давлением, удароопасностью, креплением, сдвижением горных пород, устойчивостью бортов карьеров, разрезов, отвалов и подземных выработок;

- п. 5. Теоретические основы, математические модели и способы управления состоянием и поведением массивов горных пород и грунтов с целью обеспечения устойчивости горных выработок, подземных и наземных сооружений, предотвращения проявлений опасных горно-геологических явлений.

VII. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

По теме диссертационной работы опубликовано 10 печатных работ, 8 из которых в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ.

Наиболее значимые из работ, опубликованных по представленной теме:

1. Щегольков Ю. С. Обоснование критериев основных угловых параметров процесса сдвижения для условий отработки запасов Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 3. С. 42-54. DOI: 10.56195/20793332_2024_3_42_54.

2. Щегольков Ю. С. Определение граничных углов процесса сдвижения земной поверхности при отработке запасов Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 6. С. 25-32. DOI: 10.56195/20793332_2024_6_25_32.

3. Щегольков Ю. С. Оценка величин углов полных сдвижений и углов максимальных оседаний в условиях отработки запасов Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей // Маркшейдерия и недропользование. 2025. № 1. С. 61-70. DOI: 10.56195/2079-3332-2025-25-1-61-70.

4. Щегольков Ю. С. Обоснование величин углов сдвижения в условиях отработки запасов Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Часть 1. Теоретические основы и определение углов сдвижения в условиях полной подработки земной поверхности на основании теоретико-эмпирического подхода // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2026. – № 2-1. – С. 61-84. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_21_0_61.

5. Щегольков Ю. С. Актуализация угловых параметров процесса сдвижения горных пород и земной поверхности для условий Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей // Маркшейдерский вестник. – 2026. – № 1. – С. 41–51.

6. Щегольков Ю. С. Обоснование угловых параметров процесса сдвижения при отработке запасов Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей / Ю.С. Щегольков, А.А. Барях, Л.О. Тенисон // Горный журнал. – 2026. – № 4. – С. 68-75. DOI: 10.17580/gzh.2026.04.10.

7. Щегольков Ю. С. Обоснование величин углов сдвижения в условиях отработки запасов Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей. Часть 2. Определение углов сдвижения в условиях полной подработки земной поверхности на основании эмпирического подхода. Сравнительное сопоставление полученных результатов. Углы сдвижения при неполной подработке // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2026. – № 5. – С. 155-172. DOI: 10.25018/0236_1493_2026_5_0_155.

8. Щегольков Ю. С. О подходах к выбору критериев для определения угловых параметров процесса сдвижения земной поверхности // Горный журнал. – 2026. – № 5. – С. 63-70. DOI: 10.17580/gzh.2026.05.08.

VIII. Апробация диссертационной работы

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на XI Международной научно-практической конференции «Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий. Безопасное и эффективное освоение месторождений полезных ископаемых» (г. Санкт-Петербург 2024 г.), XII Международной научно-практической конференции «Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий. Безопасное и эффективное освоение месторождений полезных ископаемых» (г. Санкт-Петербург 2025 г.), LI Международной научно-практической конференции «Наука России: Цели и задачи» (г. Самара, 2025 г.), XIX Международной научно-практической конференции «Новое поколение: достижения и результаты молодых ученых в реализации научных исследований» (г. Москва, 2025 г.), весенней сессии «ГИ УрО РАН» (г. Пермь, 2026 г.).

IX. Заключение

Диссертационная работа Щеголькова Юрия Сергеевича «Обоснование угловых параметров процесса сдвижения горных пород и земной поверхности при разработке свиты пластов калийно-магниевого руд (на примере Верхнекамского месторождения солей)»

рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Диссертация Щеголькова Юрия Сергеевича «Обоснование угловых параметров процесса сдвижения горных пород и земной поверхности при разработке свиты пластов калийно-магниевых руд (на примере Верхнекамского месторождения солей)» обсуждена и одобрена на заседании Научного семинара «ГИ УрО РАН» 18 июня 2026 года, протокол 3/26.

Присутствовало на заседании 23 человека, из них 8 докторов и 12 кандидатов наук. Результаты открытого голосования научных работников «ГИ УрО РАН»: «за» - 23 чел.; «против» – нет, «воздержались» – нет.

Директор «ГИ УрО РАН»

Д.т.н., чл.-корр. РАН

Председатель заседания Научного семинара,

Уч. секретарь «ГИ УрО РАН», д.т.н.



Л.Ю. Левин

М.А. Семин