

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.478.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ХАБАРОВСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 29.09.2026 г. № 12

О присуждении Стародубову Алексею Николаевичу, гражданину РФ, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Обоснование технологии и оборудования выемки мощных пологих пластов средствами компьютерного моделирования» по специальности 2.8.8 - Геотехнология, горные машины принята к защите 19.05.2026 г. (протокол заседания № 8) диссертационным советом 24.1.478.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 680000, г. Хабаровск, ул. Дзержинского, 54, приказ Минобрнауки РФ от 12 октября 2022 г. № 1167/нк.

Соискатель Стародубов Алексей Николаевич, 31 июля 1984 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Разработка комплекса программ имитационного моделирования при проектировании автоматизированных производственных систем» защитил в 2010 году в диссертационном совете, созданном на базе ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк Кемеровской области. Работает ведущим научным сотрудником лаборатории моделирования горнотехнических систем в Институте угля Сибирского отделения Российской академии наук, являющимся структурным подразделением Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ УУХ СО РАН).

Диссертация выполнена в лаборатории моделирования горнотехнических систем в Институте угля Сибирского отделения Российской академии наук, являющимся структурным подразделением Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ УУХ СО РАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – отсутствует.

Официальные оппоненты:

- Лукичёв Сергей Вячеславович, доктор технических наук, член-корреспондент Российской академии наук, Горный институт - обособленное подразделения ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ГоИ КНЦ РАН), директор;

- Павлова Лариса Дмитриевна, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», кафедра прикладной математики и информатики, заведующий кафедрой;

- Тайлаков Олег Владимирович, доктор технических наук, профессор, АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли», генеральный директор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск) – в своем положительном отзыве, подписанном Неверовым Александром Алексеевичем, доктором технических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории подземной разработки рудных месторождений, Шапошником Юрием Николаевичем, доктором технических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории подземной разработки рудных месторождений,

указала, что «Диссертационная работа на тему «Обоснование технологии и оборудования выемки мощных пологих пластов средствами компьютерного моделирования», представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, обладающей новизной и практической ценностью, представляющую совокупность научно обоснованных решений, связанных с разработкой инновационных технологических и технических решений, обеспечивающих эффективность и безопасность выемки мощных пологих пластов с управляемым выпуском угля подкровельной толщи специальной механизированной крепью в составе добычного комплекса и имеющих важное хозяйственное значение для развития угольной отрасли и экономики страны, повышая полноту выемки и снижая потери и разубоживание полезного ископаемого.

В целом, представленная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ при Минобрнауки России № 842 от 24.09.2013, а ее автор, Стародубов Алексей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.8 - «Геотехнология, горные машины».

Соискатель имеет 113 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 34 печатные работы, в том числе: 10 – в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования РФ; 6 – в научных изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus; 4 – свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ; 1 – патент на изобретение. В опубликованных материалах по теме диссертации, общим объемом 24,63 п.л., отражены идея и основные положения диссертационной работы.

Авторский вклад соискателя в публикациях, объемом 16,26 п.л., состоял: в разработке алгоритма использования комплекса методов математического и компьютерного моделирования: метода дискретных элементов, дискретно-событийного моделирования и алгоритмов выбора рациональных вариантов сочетания параметров; в обосновании области эффективного применения технологии выемки мощных пологих пластов с управляемым выпуском угля на забойный конвейер; формулировке соотношения мощностей угля подкровельной толщи и пород кровли, участвующей в выпуске; в определении величины подвигания специализированного очистного механизированного комплекса перед выпуском с учётом классических представлений о форме фигуры выпуска сыпучих материалов; в выявлении областей с

разными скоростями движения горной массы различной крупности в новой системе «питатель-заслон» специальной механизированной крепи; в обосновании режимных параметров технологии выпуска угля подкровельной толщи, обеспечивающих наиболее стабильное, равномерное и полное заполнение конвейера при одновременном выпуске угля из нескольких секций специальной механизированной крепи; в формулировке комплексного критерия эффективности технологии: объём выпущенной горной массы, процент разубоживания и потери угля за крепью, – и установлении параметров программируемого управления процессами выпуска угля подкровельной толщи, характеризующегося низкой вероятностью образования статических сводообразований над выпускным окном и наибольшей эффективностью геотехнологии.

Наиболее значительные работы:

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Моделирование зависаний горной массы при выпуске угля из подкровельной толщи мощных пологих пластов / А. Н. Стародубов, В. И. Клишин, А. Н. Кадочигова, А. В. Каплун // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2025. – № 1. – С. 109-119. – DOI 10.15372/FTPRPI20250110.

2. Исследование параметров выпуска угля из подкровельной толщи средствами имитационного моделирования / В. И. Клишин, А. Н. Стародубов, В. А. Крамаренко [и др.] // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2023. – № 4. – С. 44-51. – DOI 10.15372/FTPRPI20230405

3. Стародубов, А. Н. Использование метода дискретных элементов для имитационного моделирования выемки угля очистным комбайном / А. Н. Стародубов, А. Н. Кадочигова, А. В. Каплун // Горная промышленность. – 2023. – № S2. – С. 150-154. – DOI 10.30686/1609-9192-2023-S2-150-154.

4. Исследование технологии добычи угля в сложных горно-геологических условиях с использованием математического моделирования / А. Н. Стародубов, В. И. Клишин, А. Н. Кадочигова, А. В. Каплун // Горная промышленность. – 2023. – № S5. – С. 47-52. – DOI 10.30686/1609-9192-2023-S5-47-52.

5. Стародубов, А. Н. Проблемы пылеобразования и мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности разработки угольных месторождений / А. Н. Стародубов, В. П. Кравцов, В. В. Зиновьев // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – № 4(128). – С. 99-105. – DOI 10.26730/1999-4125-2018-4-99-104.

6. Черкасов П.В., Стародубов А.Н. Подходы к оценке излишне выпущенной горной массы в технологии выпуска угля подкровельной толщи // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2025. № 3 (169). С. 139-147. DOI: 10.26730/1999-4125-2025-3-139-147, EDN: BRZYDZ

7. Стародубов А.Н. Обоснование области применения технологии выемки мощных пологих пластов с управляемым выпуском угля средствами компьютерного моделирования // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2025. № 6 (172). С. 171-181. DOI: 10.26730/1999-4125-2025-6-171-181, EDN: YAPFAM

8. Обоснование параметров технологии с выпуском угля подкровельной толщи, обеспечивающие наибольшую её эффективность / А. Н. Стародубов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2025. – № 1. – С. 122-130. – DOI 10.15372/FTPRPI20250613. EDN: GTITRR.

9. Стародубов А.Н. Конструктивные параметры оборудования технологии выемки мощных пластов // Горное оборудование и электромеханика. 2025. № 5 (181). С. 88-96. DOI: 10.26730/1816-4528-2025-5-88-96

10. Черкасов П.В., Баловнев Е.А., Стародубов А.Н. Разработка алгоритма интеграции потоков данных цифровой модели и физического оборудования механизированного комплекса с управляемым выпуском // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2025. № 6 (172). С. 182-190. DOI: 10.26730/1999-4125-2025-6-182-190, EDN: ZVMTEV

Патент и свидетельства на программы для ЭВМ:

11. Патент на изобретение Способ разработки мощного пологого пласта с выпуском угля подкровельной толщи № 2745908 С2 / А. Н. Стародубов, В. П. Кравцов, В. И. Клишин; рег. 02.04.2021.

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683561 Расчёт массового расхода при выпуске угля подкровельной толщи / А. Н. Стародубов, П. И. Николаев, В. В. Зиновьев [и др.]; рег. 14.10.2024.

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023661726 Специализированная компьютерная система оценки работы комплекса с управляемым выпуском угля подкровельной толщи / А. Н. Стародубов, В. В. Зиновьев, В. А. Крамаренко [и др.]; рег. 01.06.2023.

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019663614 Имитационная модель технологии эффективного освоения угольных месторождений комплексом с роботизированным управляемым выпуском подкровельной толщи / В. И. Клишин, В. В. Зиновьев, А. Н. Стародубов [и др.]; рег. 10.2019.

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025690382 Программа контроля, управления и корректировки режимов выпуска угля подкровельной толщи / П. В. Черкасов, Е. А. Баловнев, А. Н. Стародубов; рег. 06.11.2025 г.

В изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science / Scopus

16. Стародубов А.Н. Связь параметров фигуры выпуска с показателями эффективности технологии отработки мощных угольных пластов // Уголь. 2025;(12):77-82. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-12-77-82. (Scopus)

17. Стародубов А.Н., Зиновьев В.В. Методика повышения скорости и достоверности принятия решения при проектировании очистных работ в сложных горно-геологических условиях // Уголь. 2025;(10):99-106. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-10-99-106. (Scopus)

18. Исследование потока горной массы на питателе секции крепи при выпуске угля из подкровельной толщи мощных пологих пластов средствами имитационного моделирования / А. Н. Стародубов, В. И. Клишин, А. Н. Кадочигова, А. В. Каплун // Уголь. – 2024. – № 9(1184). – С. 53-60. – DOI 10.18796/0041-5790-2024-9-53-60. – EDN EESHLA. (Scopus)

19. Starodubov A. et al. Review of mining equipment with controlled robotized subvel caving with specialized software //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – Т. 174. – С. 03012. 10.1051/e3sconf/202017403012. (Web of Science)

20. Starodubov A. N., Sinoviev V. V., Klishin V. I. Research of draw mining method modes using simulation model //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2019. – Т. 377. – №. 1. – P. 012032. – DOI 10.1088/1755-1315/377/1/012032. (Web of Science)

21. Starodubov, A. N. The development of simulating system of robotized technologies for thick and acute coal seams / A. N. Starodubov, V. V. Zinoviev, V. I. Klishin // Journal of Physics: Conference Series: The IX INTERNATIONAL RUSSIAN-KAZAKHSTAN SYMPOSIUM "COAL CHEMISTRY AND ECOLOGY OF KUZBASS" dedicated to the thirtieth anniversary Kemerovo Scientific Center SB RAS (IX-IRKSCCEK 2020), Kemerovo, 11–15 октября 2020 года. Vol. 1749. – Kemerovo: IOP Publishing, 2021. – P. 012040. – DOI 10.1088/1742-6596/1749/1/012040. (Scopus)

На диссертацию и автореферат поступило 11 положительных отзывов, содержащих следующие замечания:

В отзыве директора ООО «Элина – Компьютер», д.э.н. Девяткова Владимира Васильевича, задан один вопрос и сделано два замечания: 1. В автореферате имеется некоторая размытость понятий, например, «эффективность», «сложные горно-геологические условия» (пункты 1 и 2 заключения). Неясно, о каких именно диапазонах глубин, мощностей пластов, углов падения или нарушенности идет речь. 2. Автор пишет: « ... последовательное использование метода дискретных элементов для первоначального единичного расчёта ... дискретно-событийного моделирования ... метода дискретных элементов для моделирования ... ». Получается циклическая или дублирующая схема (DEM > DES > DEM). В чем принципиальное различие между первым и вторым этапом применения метода дискретных элементов? Почему нельзя было объединить их в один сквозной этап или единый программный продукт, тем более что технология платформы моделирования GPSS Studio это позволяет? 3. Пункт 6 Заключения слишком декларативный и короткий. Термин «интегрированное сочетание показателей» лучше заменить на «интегральный критерий эффективности».

В отзыве проректора по образовательной деятельности Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого, д.т.н., доцента Ефременкова Андрея Борисовича, сделано три замечания: 1. В тексте встречаются стилистические повторы, в частности, многократно используется громоздкая конструкция «специальная механизированная крепь в составе специализированного очистного механизированного комплекса». Уместно было бы применять контекстные синонимы («крепь», «оборудование», «комплекс»), как это сделано в отдельных фрагментах. 2. На рисунке 21 (стр. 27) приведены зависимости массы угля на участке конвейера от времени для различных режимов выпуска, однако не указано, для каких именно горно-геологических и горнотехнических условий получены эти зависимости. Это затрудняет интерпретацию результатов. 3. В таблице 6 (стр. 28) представлены значения массового расхода угля на семи секциях при волновом режиме, но отсутствует пояснение, каким образом эти значения были определены и как они связаны с параметрами системы «питатель-заслон».

В отзыве профессора кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» ФГАОУ Во «Пермский национальный исследовательский политехнический», д.т.н. Земскова Александра Николаевича сделано одно замечание: К несущественным замечаниям по автореферату следует отнести чрезмерно частое применение термина «специализированная механизированная крепь в составе специализированного очистного механизированного комплекса».

В отзыве директора общества с ограниченной ответственностью «Горный проектно-изыскательский научно-исследовательский институт» (ООО «Майнинг Про»), д.т.н. Никольского Александра Михайловича, сделаны два замечания: 1. Автор часто по тексту автореферата использует повторы, «специальная механизированная крепь в составе специализированного очистного механизированного комплекса»

можно было заменить на более краткие термины. 2. Из автореферата не понятно рассматривался ли вариант одновременного выпуска из группы секций.

В отзыве ведущего научного сотрудника Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий (ФИЦ ИВТ), д.т.н. Окольников Виктора Васильевича, сделаны два замечания: 1. В работе утверждается, что шаг передвижки должен быть равен удвоенному значению малой полуоси эллипсоида выпуска. Каким образом в условиях реального забоя машинист крепи или автоматика будут определять геометрию эллипсоида выпуска и его малую полуось для расчета шага передвижки? 2. В работе не раскрыто, за счет какого физического явления крупные куски угля в верхнем слое приобретают скорость в 2,8 раза выше, чем в среднем слое.

В отзыве главного редактора журнала Горные науки и технологии, проректора НИТУ МИСИС, д.т.н., профессора Петрова Вадима Леонидовича, сделаны три замечания: 1. На с. 29 автореферата указано, что в модели принято допущение о моделировании работы одной секции крепи. При этом на с. 26-28 рассматриваются режимы одновременного выпуска из нескольких секций и приводится таблица 6 для семи секций. Не вполне ясно, каким образом результаты, полученные для одной секции, переносятся на работу всего комплекса, и как учитывается взаимное влияние соседних секций при обосновании параметров волнового режима. 2. Автор использует термин «полиномиальная зависимость» (с. 6 автореферата). В математической литературе общепринятым является термин «полиномиальная зависимость». Указанное несоответствие, вероятно, носит редакционный характер, но его следовало бы устранить. 3. На с. 27 автореферата упоминается, что волновой режим «не приводит к появлению динамических нагрузок на приводную систему скребкового конвейера». Однако из текста не вполне ясно, каким образом в имитационной модели количественно оцениваются эти нагрузки при переключении секций.

В отзыве главного научного сотрудника ИПКОН РАН, д.т.н., профессора Рыльниковой Марины Владимировны, сделано пять замечаний: 1. В теме диссертации, на наш взгляд, упущено слово «угля» после слов «мощных пластов», так как защищаемая специфика разработана применительно к месторождениям данного вида ископаемого. 2. Первое защищаемое положение и первый пункт научной новизны коррелируют между собой, но в них не раскрыта новизна научно-методического подхода: одна лишь интеграция алгоритмов не позволяет определить его специфику. 3. В защищаемых положениях и научной новизне явно не указана конструктивная новизна разработанных технологических решений. 4. Работа была бы более убедительной, если бы её результаты были апробированы и внедрены на угольных шахтах Кузбасса с использованием разработанных комплексов выпуска угля и доказанным экономическим эффектом. 5. Автореферат перегружен рисунками. Выбранный формат и мелкий масштаб ряда иллюстраций не обеспечивают их читаемости: условные обозначения, подписи на осях и числовые значения трудноразличимы (например, рис. 21 и 26). Это затрудняет восприятие значимости полученных практических результатов.

В отзыве директора ИГДС СО РАН, д.т.н. Ткача Сергея Михайловича, содержится три замечания: 1. Содержание автореферата содержит множество рисунков и графиков, большинство которых выполнены в очень мелком масштабе, практически, не читаемы, кроме, собственно, подрисовочных надписей. 2. Вызывает сомнение использование автором в моделях выпуска горной массы однородного гранулометрического состава. Какими подготовительными мероприятиями в части

подготовки горной массы к выемке на практике это достигается? 3. Из содержания автореферата не ясно в какой степени предложенная технология выпуска угля при разработке мощных пологих пластов механизированными комплексами зависит от их выдержанности (изменчивости по мощности)?

В отзыве директора Кемеровского филиала АО «Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела – Межотраслевой научный центр ВНИМИ», к.т.н. Гречишкина Павла Владимировича имеется вопрос и три замечания: 1. Из автореферата не вполне ясны следующие условия применения технологии: глубина ведения горных работ; мощность пласта, м; угол падения, °; устойчивость пород кровли; прочность пород почвы; управляемость кровли; природная газоносность пласта; опасность пласта по внезапным выбросам; опасность пласта по горным ударам; склонность пласта к самовозгоранию. 2. Из автореферата не ясно: с учётом времени выпуска подкровельной пачки и мощности пласта, размеров потерь угля, какие требования к длине очистного забоя в условиях отработки пластов угля склонного к самовозгоранию? 3. Из автореферата (стр. 16) следует, что расчет модели с многогранными частицами требует до 26 раз больше машинного времени, в связи с чем автор далее использовал сферы. Желательно уточнить, насколько сильно сферическая форма частиц в Rocky DEM (даже при оптимизации коэффициентов трения) способна исказить точность прогнозирования сводообразования (арок зависания) по сравнению с реальным углем угловатой формы. 4. На стр. 33 указывается, что в редких случаях возникает явление одновременного образования нескольких сводов, последствия которого в рамках работы не изучены. Представляется важным пояснить, как данное ограничение может повлиять на надежность автоматизированного (программируемого) волнового режима выпуска.

В отзыве директора Горного института ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный Технический университет имени Т.Ф. Горбачева», к.т.н., доцента Ермакова Александра Николаевича сделаны четыре замечания: 1. Первое научное положение сформулировано преимущественно через ожидаемые преимущества комплекса моделей. Более четкому раскрытию его научного содержания способствовало бы указание условий, при которых предложенная последовательность расчетов обеспечивает выигрыш во времени при заданной точности, и количественное сопоставление этой последовательности с альтернативным порядком моделирования. Приведенные в автореферате оценки отдельных вычислительных приемов не полностью характеризуют эффективность комплексного алгоритма. 2. В третьем научном положении численные соотношения скоростей движения слоев потока приведены без указания режимных условий. Между тем в основном тексте значения 1,3 и 2,8 получены при угле наклона заслона 45° и частоте движения питателя 1 Гц; при ограничении потока заслоном отчетливое разделение на слои исчезает. Следовало бы непосредственно в формулировке положения обозначить область применимости этого результата. 3. При обосновании пятого научного положения недостаточно разграничены вероятность образования зависаний, частота их возникновения и доля времени прекращения выпуска вследствие зависания. На рисунке 25 показана доля продолжительности зависаний, тогда как в положении сформулирован вывод об экспоненциальном росте вероятности их образования. Эти показатели характеризуют разные стороны процесса и требуют самостоятельного определения. 4. Выбор рационального интервала продолжительности выпуска 75-95 с по совокупности показателей представляет практический интерес, однако правило согласования производительности, разубоживания, потерь и зависаний раскрыто недостаточно.

Требуется пояснить, какие ограничения или приоритеты использованы при выборе данного интервала, если заметное увеличение доли времени зависаний отмечено уже после 85 с. Такое пояснение облегчило бы применение методики в иных горногеологических условиях.

В отзыве руководителя лаборатории цифровых технологий горного производства Горный институт - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр "Кольский научный центр Российской академии наук», к.т.н. Лаптева Владимира Викторовича сделано одно замечание: в качестве замечания следует отметить, что в автореферате целесообразно было бы более подробно представить процедуру передачи данных и результатов между моделями различной природы, а также физическую интерпретацию и границы применимости выявленных закономерностей разделения потока и образования зависаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается соответствием профиля научных работ оппонентов и сотрудников ведущей организации направлению научных исследований диссертационной работы, обеспечением выполнения требований пунктов 22 и 24 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.

Официальный оппонент Лукичев Сергей Вячеславович – известный ученый в области взрывного разрушения горных пород и цифровых технологий, пользующийся заслуженным авторитетом среди специалистов в данной области. Его научные работы направлены на обоснование научных подходов к комплексному освоению недр на основе использования цифровых методов моделирования объектов и процессов горной технологии. За последние 5 лет им опубликовано **десять** научных работ по темам исследований, близким к задачам, решаемым в диссертационной работе Стародубова А.Н.

Официальный оппонент Павлова Лариса Дмитриевна является известным и заслуженным специалистом и учёным в области моделирования геомеханических процессов в разрушаемом углепородном массиве. В её публикациях освещены важные для защищаемой диссертации вопросы: по результатам численного моделирования обоснованы факторы, влияющие на устойчивость подземных выработок угольных шахт; проведена геометрическая дискретизация на конечные элементы, конгруэнтные по форме и размерам структурным блокам разрушаемого углепородного массива; проведено моделирование динамического характера блочного обрушения горных пород, а также проведено численное моделирование геомеханического состояния геомассива. За последние пять лет ей опубликовано **двенадцать** научных работ по темам исследований, близким к задачам, решаемым в диссертационной работе Стародубова А.Н.

Официальный оппонент Тайлаков Олег Владимирович – один из ведущих специалистов России в области извлечения и переработки угольного метана, а также моделирования систем и процессов угледобычи. Его деятельность сочетает глубокую научную работу, внедрение инноваций в промышленность и подготовку высококвалифицированных кадров для горнодобывающей отрасли. За последние 5 лет им опубликовано **восемь** научных работ по темам исследований, близким к задачам, решаемым в диссертационной работе Стародубова А.Н.

Выбор ФГБУН Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск) в качестве **ведущей организации**

обосновывается наличием в его структуре соответствующей исследовательской базы, лаборатории подземной разработки рудных месторождений, а также специалистов-ученых, в том числе докторов наук, профессоров, продуктивно занимающихся научной деятельностью и характеризующихся высокой публикационной активностью в области взаимодействия природы, человека и машины с целью более глубокого их понимания и более обоснованного прогнозирования освоения месторождений полезных ископаемых. В настоящее время данная организация активно вовлечена в изучение и развитие современных геодинамических полей и процессов, вызванных техногенной деятельностью; геомеханики горных пород и их массивов; теории разработки месторождений полезных ископаемых и комплексной переработки минерального сырья на основе ресурсо- и энергосберегающих экологически безопасных технологий; горного и строительного машиноведения, относящихся к объекту исследования диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция обоснования технологических и технических решений, обеспечивающих эффективность и безопасность выемки мощных пологих пластов с управляемым выпуском угля подкровельной толщи, основанная на итеративном применении комплекса методов математического и компьютерного моделирования (метод дискретных элементов, дискретно-событийное моделирование, методы интерполяции и многовариантного анализа) для предиктивного анализа геотехнологий в сложных горно-геологических условиях, при отсутствии действующих прямых аналогов реализации геотехнологии;

предложена научная гипотеза о возможности программируемого управления движением горной массы при выпуске угля на забойный конвейер посредством регулирования параметров системы «питатель–заслон» специальной механизированной крепи и реализации волнового режима выпуска из нескольких секций, обеспечивающего стабильное, равномерное и полное заполнение лавного конвейера;

доказана перспективность использования разработанных моделей и алгоритмов для решения задач управления выпуском угля подкровельной толщи; установлены закономерности движения горной массы в системе «питатель–заслон», а также зависимости показателей эффективности (масса выпущенной горной массы, процент разубоживания, потери угля за крепью, частота образования завесаний) от режимных и конструктивных параметров специализированного очистного механизированного комплекса;

введены новые понятия и уточнены трактовки существующих терминов: «зона ускоренного истечения», «волновой режим выпуска», «форма фигуры выпуска при управляемом выпуске угля подкровельной толщи».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений о процессах выпуска горной массы под действием сил тяжести и механического воздействия рабочих органов крепи, а именно: установлено формирование трёх зон потока с различной крупностью и линейной скоростью частиц в системе «питатель–заслон»; доказана необходимость формирования разворота потока угля при передвижке крепи на величину, близкую к удвоенному значению малой полуоси эллипсоида выпуска;

расширены границы применимости методов дискретно-событийного моделирования для решения задач управления выпуском горной массы;

применительно к проблематике диссертации **результативно** (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс базовых и специальных методов исследования: метод дискретных элементов (DEM), дискретно-событийное моделирование (GPSS World), методы теории вероятностей и математической статистики, методы интерполяции и многовариантного анализа, а также лабораторные и экспериментальные методики на физической установке;

изложены тенденции развития технологий отработки мощных угольных пластов; условия эффективного применения технологии с управляемым выпуском угля подкровельной толщи; аргументы существования трёх зон движения горной массы в системе «питатель–заслон»; обоснования рациональных режимных параметров и конструктивных решений специализированного очистного механизированного комплекса;

раскрыты существенные противоречия и несоответствия: между необходимостью повышения полноты извлечения запасов и снижения потерь угля, с одной стороны, и рисками разубоживания и образования статических сводообразований – с другой; между требованиями к полной загрузке лавного конвейера и динамическими нагрузками, возникающими при переключении работающих секций для разных режимов выпуска;

изучены причинно-следственные связи между горно-геологическими и горнотехническими параметрами (мощность угля подкровельной толщи, мощность разупрочнённых пород кровли, ширина выпускного окна, угол наклона заслона, частота возвратно-поступательного движения питателя, продолжительность единичного выпуска) и показателями эффективности геотехнологии;

проведена модернизация существующих математических моделей и алгоритмов, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации: адаптирован метод дискретных элементов (DEM) для условий управляемого выпуска угля подкровельной толщи с использованием специальной механизированной крепи; усовершенствован алгоритм выбора рациональных параметров геотехнологии на основе интеграции DEM, дискретно-событийного моделирования и методов интерполяции; разработана имитационная модель взаимодействия элементов геотехнологии в среде GPSS World.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены:

– программное обеспечение «Расчёт массового расхода при выпуске угля подкровельной толщи» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683561), переданное по лицензионному договору для внедрения промышленному партнёру ЗАО «Углеметан Сервис»;

– способ пылеподавления (патент на изобретение № 2745908), заключающийся в установке дополнительных элементов орошения на новый элемент конструкции секции механизированной крепи;

– специализированная компьютерная система оценки работы комплекса с управляемым выпуском угля подкровельной толщи (свидетельство № 2023661726);

– имитационная модель технологии эффективного освоения угольных месторождений комплексом с роботизированным управляемым выпуском подкровельной толщи (свидетельство № 2019663614).

определены рациональные параметры работы и расположения заслонов и питателей в секциях специальной механизированной крепи; установлены интервалы продолжительности единичного выпуска, обеспечивающие наилучшие показатели эффективности; определены условия эффективного применения технологии в зависимости от мощности угля подкровельной толщи и массы предварительно разупрочнённых пород кровли, приходящихся на 1 м² площади угля;

создана методика определения параметров технологии с выпуском угля подкровельной толщи, включающая схемы запуска питателей и ниспадающее по длине лавы распределение скоростей выпуска по секциям для волнового режима, что позволяет обеспечить стабильное и равномерное заполнение лавного конвейера;

представлен инструмент для выработки рекомендации по выбору материалов для изготовления питателей, по конструктивным параметрам системы «питатель–заслон», а также по дальнейшему развитию технологии в направлении автоматизации и роботизации процессов выпуска.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

проведена проверка адекватности разработанных моделей сравнением с результатами физического моделирования на лабораторной установке (погрешность менее 8 %), а также по соответствию угла естественного откоса модельных частиц реальным значениям;

теоретические положения согласуются с классическими работами в области выпуска сыпучих материалов, а также с результатами исследований российских и зарубежных авторов (Р. Квапил, Г.М. Малахов, В.В. Куликов, В.В. Мельник и другие);

идея работы основана на анализе современного состояния технологий отработки мощных угольных пластов, обобщении опыта применения технологий с выпуском угля подкровельной толщи в России, Китае, Австралии и других странах;

проведено сравнение результатов моделирования с данными, полученными другими авторами (российскими, китайскими, индийскими, американскими исследователями) по параметрам частиц и процессам выпуска;

установлено соответствие характера траекторий движения частиц и процесса образования завес данным, описанным в ранее известных работах;

использованы специализированные языки компьютерной имитации GPSS и анимации Proof Animation, среда численного 3D-моделирования Rocky DEM, язык программирования C#, методы теории вероятности и математической статистики.

Личный вклад соискателя состоит в:

разработке компьютерных моделей для реализации различных методов математического моделирования;

обработке и анализе результатов численных и имитационных исследований по установлению закономерностей движения и управления потоком горной массы;

обосновании технологических и технических решений, обеспечивающих эффективность и безопасность выемки мощных пологих пластов.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: Автор справедливо отмечает, что расчет моделей с многогранными частицами требует

до 26 раз больше физического времени. Однако замена реальной геометрии кусков угля и породы на идеальные сферы (пусть и с подбором коэффициентов сопротивления качению) может не в полной мере отражать процессы заклинивания и реальный характер статического сводообразования (арок зависания) над выпускным окном, которые сильно зависят от угловатости кусков.

В работе указано, что проверка адекватности осуществлялась сравнением с данными других авторов и лабораторными исследованиями на физической установке ИУ ФИЦ УУХ СО РАН (погрешность менее 8%). Однако для диссертации явным преимуществом было бы проведение или использование результатов прямых шахтных (натурных) измерений показателей выпуска и разубоживания на реальном очистном забое.

Во втором научном положении и в заключении утверждается, что эффективность достигается при постоянном площадном подпоре породой не менее 3 т/м² (при мощности угля >2,5 м). Недостаточно четко обосновано, какими именно технологическими средствами на практике предлагается обеспечивать и контролировать этот строго фиксированный порог массы и давления обрушенных пород в условиях стохастического характера обрушения кровли.

В тексте достаточно часто дублируются громоздкие словесные конструкции, например, «специализированный очистной механизированный комплекс длинностолбовой системы отработки», «высокая производительность и полнота выемки мощных пологих пластов с управляемым выпуском угля подкровельной толщи». Перегруженность такими конструкциями усложняет восприятие сути научных положений.

Соискатель Стародубов А.Н. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, показав понимание сути исследуемой проблемы; с отдельными замечаниями соискатель согласился.

На заседании 29 сентября 2026 г. диссертационный совет принял решение: за решение крупной научной проблемы по обоснованию технологических и технических решений, обеспечивающих эффективность и безопасность выемки мощных пологих пластов с управляемым выпуском угля подкровельной толщи специальной механизированной крепью в составе специализированного очистного механизированного комплекса и имеющих важное хозяйственное значение для развития угольной отрасли и экономики страны, повышая полноту выемки и снижая потери и разубоживание полезного ископаемого, присудить Стародубову А.Н. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.8.8 - Геотехнология, горные машины, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета

Учёный секретарь
диссертационного совета
29 сентября 2026 г.
МП



Рассказов Игорь Юрьевич

Корнеева Светлана Ивановна