


На правах рукописи



**Герасимов Андрей Викторович**

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БЛОКОВОГО СПОСОБА  
ОТКРЫТОЙ УГЛЕДОБЫЧИ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Специальность 2.8.8 Геотехнология, горные машины

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Кемерово – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

Научный руководитель:

**Селюков Алексей Владимирович**

доктор технических наук, профессор кафедры открытых горных работ ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

Официальные оппоненты:

**Лель Юрий Иванович**

доктор технических наук, заведующий кафедрой «Разработки месторождений открытым способом» ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**Логинов Егор Вячеславович**

кандидат технических наук, доцент кафедры «Разработки месторождений открытым способом» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук

Защита диссертации состоится «18» декабря 2025 г. в 13:00 ч. на заседании диссертационного совета 24.2.321.01 на базе ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева» по адресу: 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, тел.: +7 (3842) 39-69-50, e-mail: [markovso@kuzstu.ru](mailto:markovso@kuzstu.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» и на сайте:

<http://science.kuzstu.ru/wp-content/docs/OAD/Soresearchers/2025/ger/Dissertation.pdf>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат технических наук, доцент



С.О. Марков

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность темы исследования**

Горнодобывающая промышленность составляет одну из основ экономики регионов нашей страны. Данный факт подтверждается созданием благоприятных условий со стороны государства в увеличении объемов добываемого полезного ископаемого, в результате чего это оказывает влияние на условия проживания населения в непосредственной близости к объектам горнодобывающей промышленности, в том числе при производстве открытых горных работ.

Правительством Российской Федерации утверждена программа развития угольной промышленности до 2035 года, которая предусматривает постепенное увеличение уровня добычи, что сопровождается увеличением объемов складирования вскрышной породы.

В связи с этим в современных условиях особое внимание уделяется рациональному недропользованию при открытой разработке твердых полезных ископаемых. Перспективным направлением для открытой угледобычи является блоковый способ, сущностью которого является отработка пластов наклонного и крутопадающего залегания с максимальным использованием выработанного пространства карьерного поля. При этом вскрышные породы первоначального блока перевозятся карьерным автотранспортом на внешний отвал, а уже в дальнейшем карьерное поле разрабатывается со складированием пустых пород в выработанном пространстве.

Согласно официальным данным, около 2/3 перспективных угольных участков на территории нашей страны относятся к сложноструктурным месторождениям с крутым и наклонным залеганием свит пластов, отработка которых намечается с применением блокового способа.

При отработке карьерного поля с использованием блокового способа сдерживающим фактором является отсутствие единых и комплексных научно-технических и научно-методических наработок, направленных на обоснование параметров блоков, к числу которых относятся не только взаимозвязанные геометрические и объемные параметры, но и дальность транспортирования вскрышных пород, зачастую определяющая главные параметры карьерных полей разрезов с автотранспортной технологией.

Вследствие этого работа, направленная на обоснование параметров блоков при открытой разработке угольных месторождений, представленных свитами пластов наклонного и крутого залегания, является актуальной.

### **Степень разработанности темы исследования**

Основное направление исследований ученых-горняков нашей страны – это технологические решения по складированию вскрышных пород и отходов недропользования в выработанном пространстве при разработке не только угольных, но и рудных месторождений.

Становлением и развитием блокового способа отработки карьерных полей занимался его основоположник Рутковский Б. Т. В результате проведенных исследований установлены принципиальные последовательные решения по отработке карьерных полей с применением блокового способа, такие как:

- вскрышные породы первоначального блока размещаются на внешнем отвале с использованием железнодорожного транспорта;

- вскрышные породы второго и последующих блоков размещаются в выработанном пространстве первоначального блока с использованием железнодорожного транспорта.

Технологические решения по использованию выработанного пространства карьерных полей как емкости для складирования отражены в трудах Ржевского В.В., Томакова П.И., Трубецкого К.Н., Коваленко В.С., Ческидова В.И., Саканцева Г.Г., Кортелева О.Б., Корякина А.И., Рыльниковой М.В., Косолапова А.И., Гавришева С.Е., Пыталева И.А., Холоднякова Г.А., Селюкова А.В. и др.

Транспортная технология перемещения вскрышных пород отражена в трудах Яковлева В.Л., Яковлева В.А., Леля Ю.И., Глебова А.В., Глебова И.А., Журавлева А.Г., Акишева А.Н., Кузнецова Д.В. Логинова Е.В. и др.

В работах Рутковского Б.Т. не рассматривалось обоснование:

- параметров первоначального, второго и последующих блоков;
- количества, соотношения обрабатываемых блоков с длинами карьерных полей;
- вместимости выработанного пространства блоков как отвальных емкостей на основе пространственного залегания свиты пластов;
- взаимосвязи параметров блоков, условий залегания сложноструктурного угольного месторождения и автомобильного транспорта.

### **Цель работы**

Обосновать параметры блокового способа открытой угледобычи с применением автотранспортной технологии перемещения вскрышных пород во внутренний отвал для снижения землеемкости горных работ.

### **Объект исследования**

Блоковый способ обработки карьерного поля угольных разрезов с применением автотранспортной технологии перемещения вскрышных пород.

### **Предмет исследования**

Взаимоувязанные параметры блокового способа и вместимость внутреннего отвала, дальность транспортирования вскрышных пород при открытой разработке свит угольных пластов наклонного и крутого залегания.

**Идея работы** заключается в учете взаимосвязи вместимости внутреннего отвала в выработанном пространстве карьерного поля и дальности транспортирования вскрышных пород карьерным автотранспортом при блоковом способе обработки угольных месторождений.

Для достижения поставленной цели в диссертации сформулированы и решены взаимосвязанные **задачи**:

1. Разработать графическую модель блокового способа обработки карьерных полей с применением автомобильного транспорта;
2. Установить закономерности изменения параметров блокового способа открытой угледобычи с применением автотранспортной технологии.
3. Определить технико-экономическую эффективность технологического решения.

### **Научная новизна** состоит в:

- разработке графической модели объемно-пространственных решений наиболее эффективного формирования рабочей зоны углубочной продольной системы разработки с блоковым способом обработки карьерного поля, в основе которой закладывается матрица SWOT-анализа с группировкой данных по минимуму транспортной

работы перемещения пустой породы на внешние и внутренние отвалы и воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации предприятия;

- разработке статистической модели параметров залегания свит пластов наклонного и крутого падения месторождений Центрального Кузбасса;

- обосновании методики расчета параметров блоков с автотранспортной технологией перемещения вскрыши для условий сложноструктурных угольных месторождений, доказательстве выдвинутых гипотез параметрической взаимосвязи природно-технологического объекта с получением нелинейных теоретических законов и функций плотности распределения;

- установлении количественных критериев, обеспечивающих совокупную эколого-экономическую эффективность блокового способа с численным моделированием его параметров для условий существующего горнодобывающего предприятия.

**Теоретическая значимость работы** заключается в развитии теоретических основ определения параметров блокового способа открытой разработки свит наклонных и крутопадающих угольных пластов, включающих: обоснование параметров первоначального блока с учетом минимально и максимально возможной дальности транспортирования вскрышных пород; обоснование параметров второго и последующих блоков с учетом вместимости внутреннего отвала и параметров первоначального блока.

#### **Практическая значимость работы.**

Технологические решения по отработке карьерного поля позволяют обоснованно выбирать рациональные параметры блоков и рекомендуются к использованию при проектировании горнодобывающих предприятий с открытым способом добычи.

#### **Методология и методы исследований.**

В работе использован комплекс методов, включающий:

- системное обобщение источников научно-технической и проектной информации по разработке перспективных угольных залежей в Российской Федерации;

- горно-геометрическое и статистическое моделирование параметров блоков с применением САПР;

- метод вариантов и технико-экономического моделирования развития горных работ с использованием электронных таблиц.

#### **На защиту выносятся следующие научные положения:**

- объем выработанного пространства блока, определяемый графическим моделированием рабочей зоны разреза, устанавливает вид схемы отработки карьерного поля (одно- или двухфланговую);

- закономерности изменения параметров блоков на разрезах центрального Кузбасса подчиняются  $\gamma$ -распределению (ширина и глубина) и N-распределению (длина) с достоверностью 95%.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в работе, подтверждается** надежностью и представительным объемом исходных данных; применением современных методов исследований и графоаналитического метода расчета с использованием современных программных средств; соответствием полученных научно-практических результатов патентной защите разработанных технологических решений.

**Личный вклад автора** заключается в постановке целей и задач исследования, обосновании параметров блоков и повышении эффективности применения блокового способа при отработке наклонных и крутопадающих угольных месторождений.

### **Реализация результатов работы**

Основные научно-практические положения диссертации одобрены к внедрению при проектировании разработки угольных месторождений с блоковым способом отработки карьерных полей; в учебном процессе КузГТУ по специальности 21.05.04 – Горное дело, специализации «Открытые горные работы» для дисциплины «Проектирование карьеров». Эффективность разработанных технологических решений подтверждается соответствующими актами внедрения с достигнутым экономическим эффектом.

### **Апробация работы**

Основные положения и результаты диссертационной работы были доложены и получили одобрение на научно-практических конференциях: VIII инновационном конвенте «Кузбасс: образование, наука, инновации» (2018, Кемерово); XI всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая» (2018, Кемерово); XVII международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2018» (2018, Кемерово); инновационном конвенте «Кузбасс: образование, наука, инновации» (2019, Кемерово); XIII всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая» (2021, Кемерово), XI инновационном конвенте «Кузбасс: образование, наука, инновации» (2023, Кемерово); международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов» (2023, Новокузнецк); XII инновационном конвенте «Кузбасс: образование, наука, инновации» (2024, Кемерово).

### **Публикации**

По теме диссертационной работы опубликовано 15 научных работ, в том числе 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в изданиях перечня Scopus и Web of Science, 10 публикаций в материалах конференций и сборниках научных трудов, получен 1 патент на изобретение.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация включает введение, 4 главы и заключение, изложена на 170 страницах машинописного текста, содержит 17 таблиц, 82 рисунка, 3 приложения и список литературы из 163 наименований.

Автор выражает благодарность за помощь и поддержку, оказанную при работе над диссертацией, д.т.н. Аксенову В.В. и к.т.н. Кузнецову И.С.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность выбранной темы диссертационного исследования, характеризуется степень ее разработанности, определена цель и взаимосвязанные задачи для ее достижения, сформулирована научная новизна работы и личный вклад автора, описана теоретическая и практическая значимость.

**В первой главе** рассмотрено состояние открытого способа добычи угля в Российской Федерации и Кузбассе, выявлены характеристики горно-геологических условий перспективных участков угольных месторождений центрального Кузбасса. Особое внимание уделяется научно-практическому и проектному опыту применения блокового способа отработки карьерных полей что позволяет сделать вывод о перспективе и актуальности развития блокового способа при открытой разработке угольных месторождений, представленных свитами пластов наклонного и крутого залегания.

**Во второй главе** установлены особенности блокового способа разработки карьерных полей, по сравнению с углубочными продольными системами разработки (таблица 1).

Таблица 1 – Особенности, характерные для системы разработки

Особенности	УД <sup>1</sup>	БС <sup>2</sup>
Уменьшение расстояния транспортирования вскрышных пород	-	+
Снижение затрат на содержание и сооружение транспортных коммуникаций	-	+
Возможность использования выработанного пространства	-	+
Уменьшение площади пылящей поверхности	-	+
Обеспечение возможности восстановления нарушенной поверхности в процессе разработки карьерного поля	-	+
*Примечание: <sup>1</sup> Углубочные продольные системы разработки (по акад. В.В. Ржевскому); <sup>2</sup> сокр. от «Блоковый способ»		

На основании особенностей разработки карьерных полей блоковым способом сформированы требования к блоковому способу, которые позволяют использовать углубочную продольную систему разработки и максимальное использование внутреннего отвалообразования, основными из которых являются: уменьшение дальности транспортирования вскрыши; снижение количества остаточных карьерных выемок; снижение количества и площадей внешних отвалов; упрощение организации ведения работ в блоке; максимальное использование выработанного пространства.

Сформулированные требования должны учитываться при разработке схемных и конструктивных решений при отработке карьерных полей блоковым способом.

Ориентируясь на сущность блокового способа – деление карьерного поля на блоки по его длине, то к рассмотрению внесены три схемы отработки:

- 1) однофланговая, с направлением развития фронта горных работ от одного фланга к другому;
- 2) двухфланговая, с направлением развития фронта горных работ от флангов к центру карьерного поля;
- 3) двухфланговая, с направлением развития фронта горных работ от центра к флангам карьерного поля.

Принимая во внимание особенности и требования к схемам, сформированы критерии для выбора рациональной схемы отработки карьерного поля с применением блокового способа и автомобильного транспорта (таблица 2).

Таблица 2 – Критерии для выбора рациональной схемы отработки карьерного поля

Критерии	Однофланговая	Двухфланговая (от фланга к центру)	Двухфланговая (от центра к флангам)
Снизить расстояние транспортирования вскрышных пород	+*	+	+
Минимизировать количество транспортных коммуникаций в процессе работ и т.д.	+(1 карьерная выемка + 1 внешний отвал-1 внутренний-1 отвальная зона)	-(2 карьерные выемки + 2 внешних отвала-2 внутренних-2 отвальные зоны)	-(1 карьерная выемка + 1 внешний отвал-1 внутренний-2 отвальные зоны)
Количество зон ведения работ в 1 блоке	1 рабочая 1 отвальная	2 рабочие 2 отвальные	2 рабочие 1 отвальная
Количество зон ведения работ во 2 блоке	1 рабочая 1 отвальная	2 рабочие 2 отвальные	2 рабочие 2 отвальные

Критерии	Однофланговая	Двухфланговая (от фланга к центру)	Двухфланговая (от центра к флангам)
Количество грузопотоков	1 добычной 1 вскрышной	2 добычных 2 вскрышных	2 добычных 2 вскрышных
Упрощение организации работ	+	-	-
Снизить затраты на содержание и сооружение транспортных коммуникаций	+	-	-
Максимально использовать выработанное пространство	+	-	-
	(одна остаточная выемка)	(две остаточные выемки)	(одна остаточная выемка)
Снизить площади пылящей поверхности	+	-	-
	(1 внешний отвал)	(2 внешних отвала)	(1 внешний отвал)
Обеспечить возможность восстановления нарушенной поверхности в процессе разработки карьерного поля	+	+	+
Рекультивация	1 остаточная выемка+ 1 внешний отвал	2 остаточные выемки+ 2 внешних отвала	1 остаточная выемка+ 1 внешний отвал

*\*Примечание: «+» - удовлетворяет требованию; «-» - не удовлетворяет требованию.*

В результате анализа схемных решений, на основании совокупности критериев, для дальнейшего изучения принята однофланговая схема (рисунок 1). Согласно принятой однофланговой схеме, разработаны схемные решения к блоковому способу отработки свит пластов, которые позволяют взаимно увязать классическую углубочную продольную систему открытой разработки, горно-геологические условия месторождения и требования, предъявляемые к существующей системе разработки (рисунки 2-4).

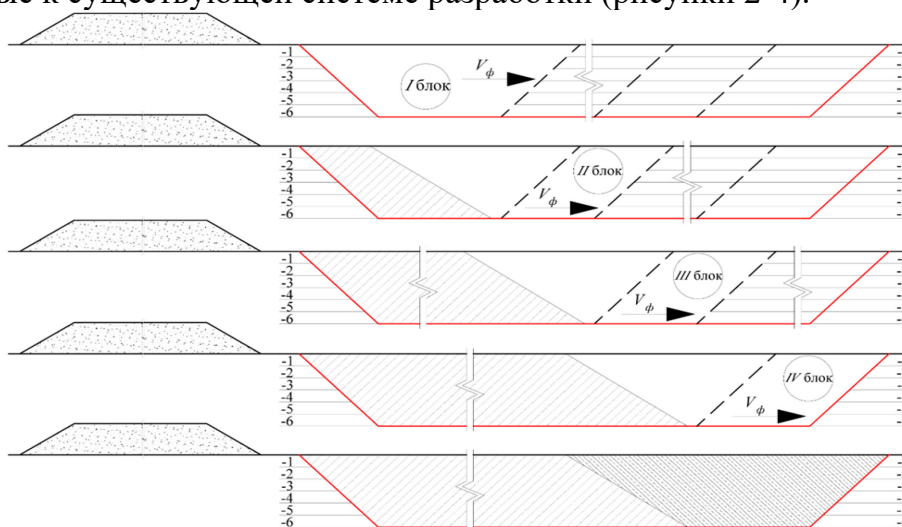
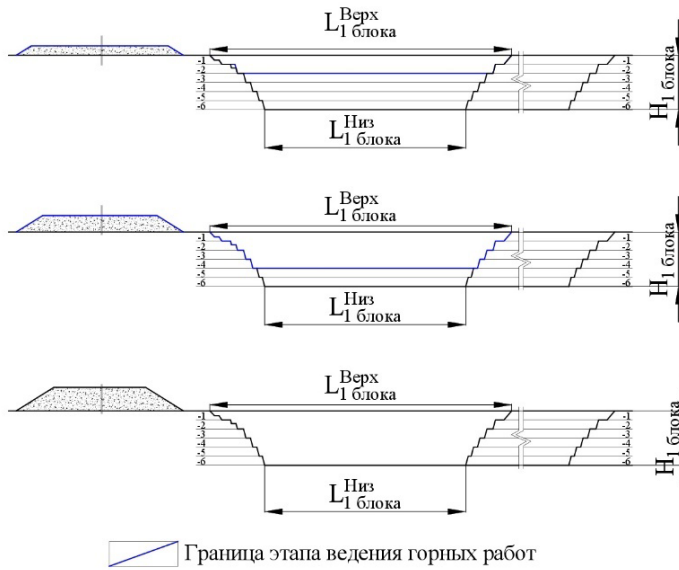
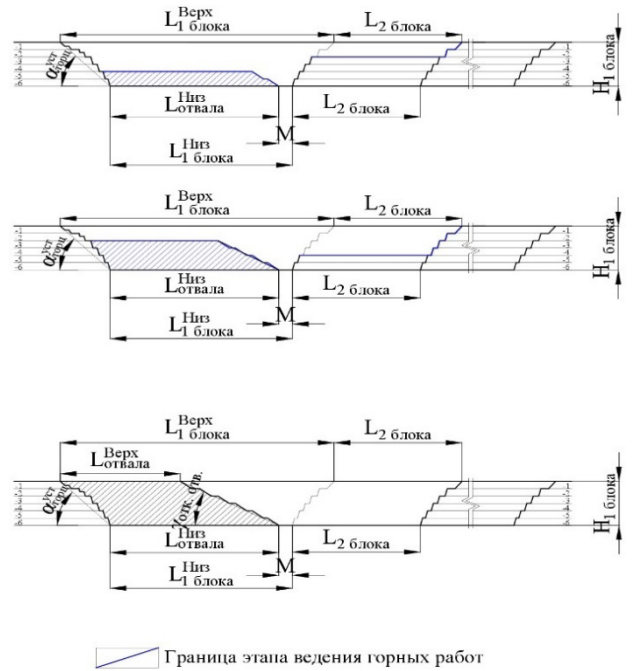


Рисунок 1 – Однофланговая схема отработки карьерного поля с применением блокового способа



$L_{1 \text{ блока}}^{\text{Верх}}$  – длина первоначального блока по верху;  $L_{1 \text{ блока}}^{\text{Низ}}$  – длина первоначального блока по дну;  
 $H_{1 \text{ блока}}$  – глубина первоначального блока.

Рисунок 2 – Схема обработки первоначального блока

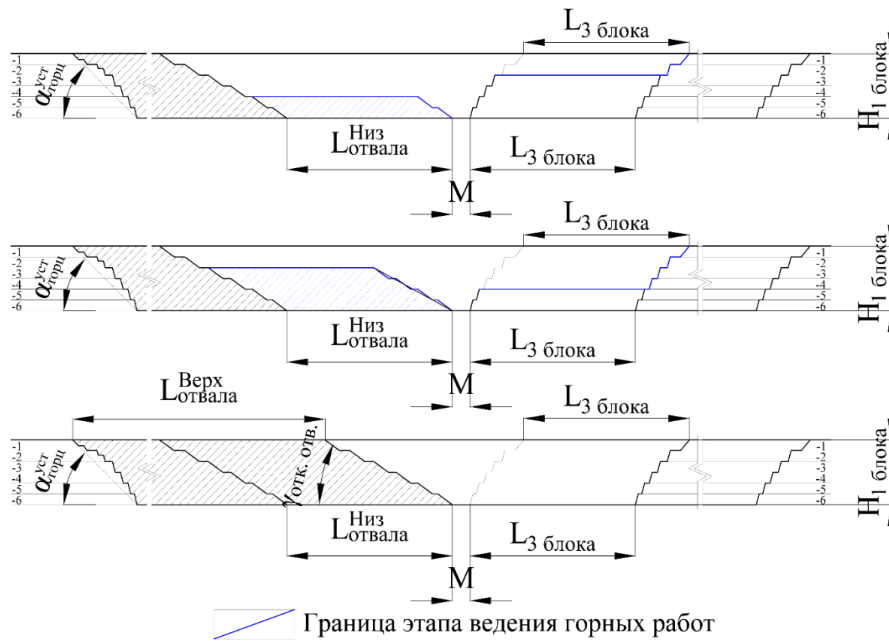


$L_{2 \text{ блока}}$  – длина второго блока;  $\alpha_{\text{торц}}^{\text{уст}}$  – значение устойчивого угла откоса борта карьера в торце;  $L_{\text{отвала}}^{\text{Низ}}$  – длина основания внутреннего отвала;  $M$  – безопасный зазор между нижней бровкой отвала и нижней бровкой торца блока;  
 $L_{\text{отвала}}^{\text{Верх}}$  – длина отвала по верху;  
 $\gamma_{\text{откоса отвала}}$  – значение устойчивого угла откоса отвала.

Рисунок 3 – Схема обработки второго блока

В третьей главе выявлены горно-геологические условия, идентифицированы законы распределения параметров карьерных полей для условий Центрального Кузбасса, разработана математическая модель параметров блокового способа открытой угледобычи с применением автотранспортной технологии и установлено влияние различных факторов на параметры блокового способа.

Исходя из критериев (таблица 2), на предварительной стадии предлагается выполнять оценку горно-геологических условий месторождений (рисунок 5), которая позволяет установить экономически обоснованный контур обработки месторождения с целесообразностью обработки того или иного пласта, обоснованием минимума разработки вскрышных пород и предложить наиболее рациональный способ формирования внешних и внутренних отвалов и т.д.



$L_3 \text{ блока}$  – длина третьего блока.

Рисунок 4 – Схема отработки третьего блока

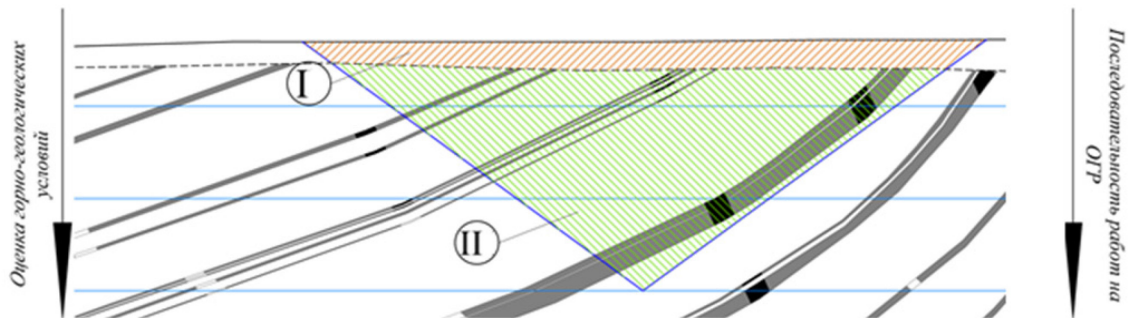


Рисунок 5 – Общая схема последовательности оценки горно-геологических условий:  
I – оценка параметров четвертичных отложений; II – свиты пластов и вмещающих пород

На основании выполненной оценке горно-геологических условий перспективных участков установлены и представлены в таблице 3 параметры свит пластов наклонного и крутого падения при блоковом способе разработки карьерных полей.

Таблица 3 – Параметры свит пластов наклонного и крутого падения

Наименование параметра	Обозначение	Значение
Рельеф поверхности	-	Холмистый
Форма выхода свит пластов под наносы	-	Удлиненная
Плотность угля, т/м <sup>3</sup>	$\rho_y$	1,35
Плотность породы, т/м <sup>3</sup>	$\rho_{\text{породы}}$	1,9/2,2*
Коэффициент крепости	$f$	до 1,5/свыше 1,5
Нормальная мощность одного пласта, м	$m_{\text{пласта}}^{\text{норм}}$	2,5÷9,7
Протяженность свиты пластов в плане, км	$L_{\text{свиты}}$	1,9÷9,3
Средняя мощность четвертичных отложений, м	$h_{\text{четв}}$	3,1÷19,2
Угол залегания свиты пластов, град	$\alpha_{\text{ли}}$	16,0÷64,4
Нормальная мощность одного междупластья в свите, м	$m_{\text{междупластья}}^{\text{норм}}$	13,1÷67,3
Количество пластов в свите, шт	$n$	4,0÷28,0

\*Примечание: В числителе представлены значения для рыхлых отложений (наносов), в знаменателе для коренных пород

Для разработки математической модели предлагается следующая последовательность:

- определить параметры карьерного поля;
- определить параметры первоначального блока;
- определить параметры второго и последующих блоков.

Параметрами карьера являются: глубина карьерного поля ( $H_{\text{карьера}}$ ), м; ширина карьерного поля по дну ( $B_{\text{карьера}}^{\text{низ}}$ ), м; ширина карьерного поля по верху ( $B_{\text{карьера}}^{\text{Верх}}$ ), м; длина карьерного поля по дну ( $L_{\text{карьера}}^{\text{низ}}$ ), м; длина карьерного поля по верху ( $L_{\text{карьера}}^{\text{Верх}}$ ), м.

Одним из способов, позволяющим объективно систематизировать горно-геологические условия, является подход с использованием статистических методов, позволяющих выявить вероятностный закон распределения случайных величин. В качестве примера далее представлены расчеты по параметру «мощность наносов».

Таблица 4 – Фрагмент выборки, характеризующий параметр «Мощность наносов»

Номер элемента выборки	Значение, м
1	0,10
2	0,59
3	0,73
4	0,79
5	0,81
6	1,33
...	
1370	36,9

Таблица 5 – Параметры выборки, характеризующие параметр «Мощность наносов»

Параметр	Значение	Ед. изм.
Выборочное среднее	9,100	м
Выборочное математическое ожидание		
Выборочное среднеквадратическое отклонение	7,205	м
Максимальное значение выборки	0,100	м
Минимальное значение выборки	38,000	м
Рекомендуемое число групп интервалов	11	шт.
Шаг интервала	3	м
Размер выборки	1370	шт.

Таблица 6 – Наблюдаемые частоты

Интервал	Наблюдаемая частота
0,1 – 3	268
3 – 6	322
6 – 9	223
9 – 12	187
12 – 15	138
15 – 18	75
18 – 21	44
21 – 24	32
24 – 27	41
27 – 30	22
30 – 33	7
33 – 36	5
36 – 39	3

Исходя из вида гистограммы и полигона наблюдаемых частот (рисунок 6), выдвигается нулевая гипотеза  $H_0$  о соответствии наблюдаемой частоты теоретическому  $\gamma$ -распределению. В качестве альтернативных гипотез о соответствии выдвигается:  $H_1$  –  $N$ -распределение (Гаусса),  $H_2$  –  $\beta$ -распределение,  $H_3$  –  $exp$ -распределение.

Таблица 7 – Теоретические частоты

Интервал	Распределение			
	$\gamma$ -распределение	$N$ -распределение	$\beta$ -распределение	$exp$ -распределение
0,1 – 3	268	253	272	442
3 – 6	322	315	185	321
6 – 9	223	255	221	224
9 – 12	187	185	222	152
12 – 15	138	127	188	100
15 – 18	75	85	134	62
18 – 21	44	55	81	36
21 – 24	32	36	41	19
24 – 27	41	23	18	9
27 – 30	22	14	6	4
30 – 33	7	9	2	1
33 – 36	5	6	0	0
36 – 39	3	3	0	0
Сумма	1367	1366	1370	1370

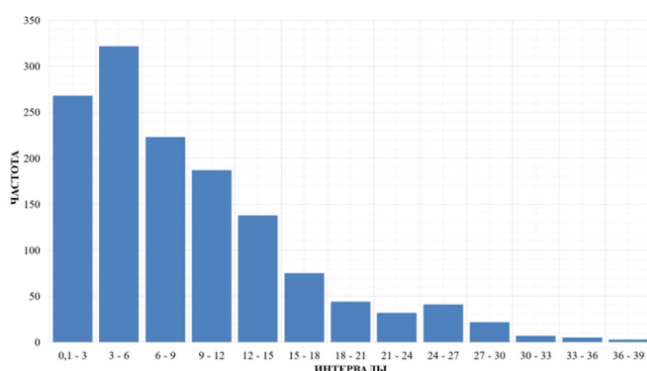


Рисунок 6 – Гистограмма наблюдаемых частот

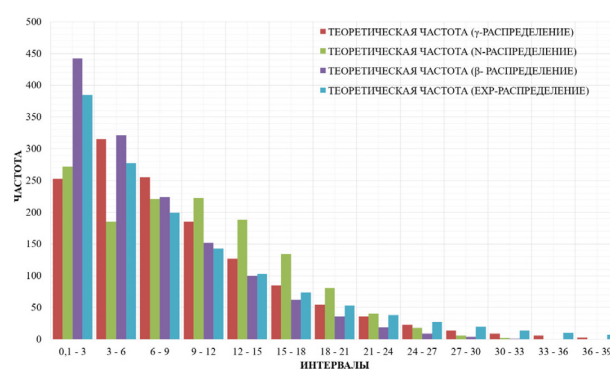


Рисунок 7 – Гистограмма теоретических частот

На основании данных расчетов выполнена проверка гипотез по критериям Пирсона, Крамера-Мизеса-Смирнова и Колмогорова. При этом два из трех критериев подтвердили о гамма-распределении, что позволяет сделать вывод о принятии гипотезы, которая утверждает, что случайная величина «мощность наносов» распределена в соответствии с гамма-распределением с функцией плотности распределения:

$$F(x, \alpha, \beta) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}, \text{ при } \alpha > 0, \beta > 0, x \in (0; R^+), x \neq \infty \quad (1)$$

где  $x$  – значение элемента выборки;  $\alpha, \beta$  – параметры формы и масштаба;  $\Gamma$  – гамма-функция;  $R$  – множество действительных чисел.

Аналогичным образом были обработаны результаты по другим параметрам. Результаты представлены в таблице 8.

В результате исследования выборок значений параметров, характеризующих размеры блоков разрезов Кузбасса, и выявления вида вероятностных распределений

этих значений установлено, что 84,62 % выборок соответствуют  $\gamma$ -распределению, 15,38 % –  $N$ -распределению (описываемая формулой (2)), 0 % –  $\beta$ -распределению, 0 % –  $exp$ -распределению.

$$F(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\left(\frac{x-\mu}{2\sigma^2}\right)}, \text{ при } \mu > 0, \sigma > 0, x \in (0; R) \quad (2)$$

Таблица 8 – Теоретические частоты

Параметр	Теоретический закон распределения	Выборочное математическое ожидание	Выборочное среднеквадратическое отклонение	Параметр формы	Параметр масштаба
1. Мощность наносов, м	$\gamma$ -распределение	9,100	7,205	1,594	5,708
2. Количество пластов, шт.		13,711	7,506	3,337	4,109
3. Нормальная мощность пластов, м	$N$ -распределение	3,690	2,885	-	-
4. Горизонтальная мощность пластов, м	$\gamma$ -распределение	12,433	13,882	0,802	15,501
5. Ширина карьерного поля, м		1099,208	573,119	3,678	298,820
6. Глубина карьерного поля, м		211,834	140,771	2,264	93,548
7. Горизонтальная мощность свиты, м		80,522	87,887	0,839	95,925
8. Горизонтальная мощность междупластьев, м		71,460	77,416	0,852	83,869
9. Нормальная мощность междупластьев, м		25,801	24,073	1,149	22,461
10. Длина карьерного поля, м		$N$ -распределение	3516,317	1766,705	-
11. Дальность транспортирования (внешний отвал), км	$\gamma$ -распределение	3,932	1,673	5,524	0,712
12. Дальность транспортирования (внутренний отвал), км		0,786	0,335	5,524	0,142
13. Соотношение длины		1,716	0,871	3,881	0,442

Таким образом, с достоверностью 0,95 можно утверждать, что при определении параметров блоков на разрезах Кузбасса необходимо использовать  $\gamma$ -распределение с ограниченной правосторонней областью при определении глубины и ширины блоков, и  $N$ -распределение с ограниченной правосторонней областью при определении длины блоков.

Так как деление карьерного поля на блоки производится по его длине, то поперечные размеры и глубина карьерного поля будут постоянны и соответствовать параметрам карьера и представлены следующей системой уравнений:

Ширина первоначального блока по верху:

$$B_{1 \text{ блока}}^{\text{Верх}} = B_{\text{карьера}}^{\text{Верх}}; \quad (3)$$

Ширина первоначального блока по дну:

$$B_{1 \text{ блока}}^{\text{Низ}} = B_{\text{карьер}}^{\text{Вис}}; \quad (4)$$

Глубина первоначального блока:

$$H_{1 \text{ блока}} = H_{\text{карьер}}; \quad (5)$$

Устойчивые углы откосов бортов:

$$\alpha_{1 \text{ блока}}^{\text{Вис}} = \alpha_{\text{уст}}^{\text{Вис}}; \quad (6)$$

$$\alpha_{1 \text{ блока}}^{\text{Леж}} = \alpha_{\text{уст}}^{\text{Леж}}; \quad (7)$$

Длина первоначального блока по низу:

$$L_{1 \text{ блока}}^{\text{Низ}} = ?; \quad (8)$$

Длина первоначального блока по верху:

$$L_{1 \text{ блока}}^{\text{Верх}} = ?. \quad (9)$$

Максимальные параметры первоначального блока представлены системой выражений:

$$B_{1 \text{ блока}}^{\text{Низ}} = 2,5 \cdot R_{\text{разворота}}^{\text{Автосамосвала}} + \frac{\sum_{i=1}^n m_{1 \text{ пласта}}^{\text{норм}} + \left\{ \sum_{i=1}^n m_{1 \text{ междупластья}}^{\text{норм}} - 1 \right\}}{\sin \alpha_{\text{ПШ}}}, \quad (10)$$

где  $R_{\text{разворота}}^{\text{Автосамосвала}}$  – радиус разворота автосамосвала по переднему колесу (указывается в технических характеристиках принятого оборудования), м.

$$B_{2 \text{ блока}}^{\text{Верх}} = 2,5 \cdot R_{\text{разворота}}^{\text{Автосамосвала}} + \frac{\sum_{i=1}^n m_{1 \text{ пласта}}^{\text{норм}} + \left\{ \sum_{i=1}^n m_{1 \text{ междупластья}}^{\text{норм}} - 1 \right\}}{\sin \alpha_{\text{ПШ}}} + \frac{H_{1 \text{ блока}}}{\text{tg } \alpha_{1 \text{ блока}}^{\text{Вис}}} + \frac{H_{1 \text{ блока}}}{\text{tg } \alpha_{1 \text{ блока}}^{\text{Леж}}}; \quad (11)$$

$$H_{1 \text{ блока}} = H_{\text{карьер}}; \quad (12)$$

$$\alpha_{1 \text{ блока}}^{\text{Вис}} = \alpha_{\text{уст}}^{\text{Вис}}; \quad (13)$$

$$\alpha_{1 \text{ блока}}^{\text{Леж}} = \alpha_{\text{уст}}^{\text{Леж}}; \quad (14)$$

$$L_{1 \text{ блока}}^{\text{Низ}} = \frac{V_{\text{внешн. отвала}}}{Kp \cdot \frac{(B_{1 \text{ блока}}^{\text{Верх}} + B_{1 \text{ блока}}^{\text{Низ}}) \cdot H_{1 \text{ блока}} - m_{\text{ПШ}}^{\text{норм}} \cdot \frac{H_{1 \text{ блока}} - h_{\text{четв}}}{\sin \alpha_{\text{ПШ}}}} + l_{\text{до отвала}} + l_{\text{борт}}; \quad (15)$$

$$L_{1 \text{ блока}}^{\text{Верх}} = \frac{V_{\text{внешн. отвала}}}{Kp \cdot \frac{(B_{1 \text{ блока}}^{\text{Верх}} + B_{1 \text{ блока}}^{\text{Низ}}) \cdot H_{1 \text{ блока}} - m_{\text{ПШ}}^{\text{норм}} \cdot \frac{H_{1 \text{ блока}} - h_{\text{четв}}}{\sin \alpha_{\text{ПШ}}}} + l_{\text{до отвала}} + l_{\text{борт}} + 2 \cdot \frac{H_{1 \text{ блока}}}{\text{tg } \alpha_{\text{торц}}^{\text{уст}}}. \quad (16)$$

где  $V_{\text{внешн. отвала}}$  – объем внешнего отвала, тыс. м<sup>3</sup>;  $K_p$  – коэффициент разрыхления породы;  $m_{\text{ПШ}}^{\text{норм}}$  – мощность свиты пластов, м;  $l_{\text{до отвала}}$  – расстояние по поверхности от верхней границы карьерного поля до места разгрузки на отвале;  $l_{\text{борт}}$  – расстояние по борту карьерного поля;  $C$  – цена угля (зависит от марки), р.;  $C_{\text{доб}}$  – себестоимость добычи, р.;  $P$  – внепроизводственные расходы, р.;  $Z_{\text{обогащ}}$  – затраты на обогащение, р./т.;

$Z_{\text{ТР}}$  – затраты на транспортирование, р./т. км;  $Z_{\text{пост}}$  – затраты постоянные, р.

При значительных размерах карьерного поля по простиранию, размеры и объемы первоначального блока также будут иметь значительные значения. В этой связи целесообразно рассмотрен максимально быстрый переход на внутреннее отвалообразование в границах максимальных параметров первоначального блока, отличительной особенностью которого является уменьшение длины первоначального блока.

Принципиальная схема к определению минимальных размеров первоначального блока представлена на рисунке 8.



$L_{\text{площ}}$  – минимальная длина внутреннего отвала по верху;  $L_{\text{мин(отв). перв}}^{\text{Верх}}$  – длина первоначального блока по верху.

Рисунок 8 – Принципиальная схема к определению минимальных размеров первоначального блока

В данном случае длина первого блока по дну определится минимальной длиной внутреннего отвала по верху, углом откоса внутреннего отвала и безопасным зазором между нижней бровкой отвала и нижней бровкой торца блока.

Последовательность к определению минимальных параметров первоначального блока включает в себя следующее:

- определение параметров блоков, согласно математической модели;
- определение длины внутреннего отвала по дну блока;
- определение длины первоначального блока по дну;
- определение длины первоначального блока по верху.

Длина внутреннего отвала по дну блока будет установлена по выражению:

$$L_{отвала}^{мин} = 30 - \frac{H_{1\text{ блока}}}{\text{tg } \alpha_{\text{торц}}^{уст}} + \frac{H_{1\text{ блока}}}{\text{tg } \gamma_{\text{откоса отвала}}}, \text{ м}, \quad (17)$$

где  $\gamma_{\text{откоса отвала}}$  – значение устойчивого угла откоса отвала, град.

Безопасный зазор между нижней бровкой отвала и нижней бровкой торца блока определится по формуле:

$$M = 0,19 \cdot H_{1\text{ блока}} + 2,5 \cdot R_{\text{разворота}}^{\text{Автосамосвала}}. \quad (18)$$

Подставляя выражение (18) в выражение (17) получена формула к определению длины первоначального блока по дну

$$L_{\text{мин(отв).перв}}^{\text{Низ}} = 30 - \frac{H_{1\text{ блока}}}{\text{tg } \alpha_{\text{торц}}^{уст}} + \frac{H_{1\text{ блока}}}{\text{tg } \gamma_{\text{откоса отвала}}} + M. \quad (19)$$

Длина первоначального блока по верху определится аналогично формуле (16) по выражению:

$$L_{\text{мин(отв).перв}}^{\text{Верх}} = 30 - \frac{H_{1\text{ блока}}}{\text{tg } \alpha_{\text{торц}}^{уст}} + \frac{H_{1\text{ блока}}}{\text{tg } \gamma_{\text{откоса отвала}}} + M + 2 \cdot \frac{H_{1\text{ блока}}}{\text{tg } \alpha_{\text{торц}}^{уст}}. \quad (20)$$

С учетом концепции блокового способа, где деление карьерного поля производится по его длине, то аналогично параметрам первоначального блока, параметры второго блока представлены в выражениях:

Ширина второго и последующих блоков по низу:

$$B_{2\text{ блока}}^{\text{Низ}} = B_{1\text{ блока}}^{\text{Низ}} = B_{\text{карьера}}^{\text{Низ}}; \quad (21)$$

Ширина второго и последующих блоков по верху:

$$B_{2\text{ блока}}^{\text{Верх}} = B_{1\text{ блока}}^{\text{Верх}} = B_{\text{карьера}}^{\text{Верх}}; \quad (22)$$

Глубина второго и последующих блоков:

$$H_{2\text{ блока}} = H_{1\text{ блока}} = H_{\text{карьера}}; \quad (23)$$

Устойчивые углы откосов бортов второго и последующих блоков:

$$\alpha_{2\text{ блока}}^{\text{Вис}} = \alpha_{1\text{ блока}}^{\text{Вис}} = \alpha_{\text{уст}}^{\text{Вис}}; \quad (24)$$

$$\alpha_{2\text{ блока}}^{\text{Леж}} = \alpha_{1\text{ блока}}^{\text{Леж}} = \alpha_{\text{уст}}^{\text{Леж}}; \quad (25)$$

После промежуточных вычислений и преобразований получены формулы расчета параметров второго и последующего блоков:

$$B_{2\text{ блока}}^{\text{Низ}} = B_{1\text{ блока}}^{\text{Низ}} = 2,5 \cdot R_{\text{разворота}}^{\text{Автосамосвала}} + \frac{\sum_{i=1}^n m_{1\text{ пласта}}^{\text{норм}} + \left\{ \sum_{i=1}^n m_{1\text{ междупластья}}^{\text{норм}} - 1 \right\}}{\sin \alpha_{\text{III}}}; \quad (26)$$

$$B_{2 \text{ блока}}^{\text{Верх}} = B_{1 \text{ блока}}^{\text{Верх}} = 2,5 \cdot R_{\text{разворота}}^{\text{Автосамосвала}} + \frac{\sum_{i=1}^n m_{\text{пласта}}^{\text{норм}} + \left\{ \sum_{i=1}^n m_{\text{междупластья}}^{\text{норм}} - 1 \right\}}{\sin \alpha_{\text{ПИ}}} + \frac{H_{\text{карьера}}}{\text{tg} \alpha_{\text{уст}}^{\text{Вис}}} + \frac{H_{\text{карьера}}}{\text{tg} \alpha_{\text{уст}}^{\text{Леж}}}; \quad (27)$$

$$H_{2 \text{ блока}} = H_{1 \text{ блока}} = H_{\text{карьера}}; \quad (28)$$

$$\alpha_{2 \text{ блока}}^{\text{Вис}} = \alpha_{1 \text{ блока}}^{\text{Вис}} = \alpha_{\text{уст}}^{\text{Вис}}; \quad (29)$$

$$\alpha_{2 \text{ блока}}^{\text{Леж}} = \alpha_{1 \text{ блока}}^{\text{Леж}} = \alpha_{\text{уст}}^{\text{Леж}}; \quad (30)$$

$$L_{2 \text{ блока}} = \frac{V_{\text{внут. отвала}}}{K_p \cdot \left( \frac{(B_{2 \text{ блока}}^{\text{верх}} + B_{2 \text{ блока}}^{\text{низ}}) \cdot H_{2 \text{ блока}}}{2} - m_{\text{ПИ}}^{\text{норм}} \cdot \frac{H_{2 \text{ блока}} - h_{\text{четв}}}{\sin \alpha_{\text{ПИ}}} \right)}. \quad (31)$$

Общий вид отработки второго блока представлен на рисунке 3. Учитывая графические модели отработки второго и последующих блоков, определение параметров третьего и последующих блоков будет аналогичным определению параметров второго блока.

Основными факторами, оказывающими влияние на параметры блокового способа, являются:

- глубина блока и углы откоса борта карьера: при увеличении глубины блока и значений углов борта со стороны висячего и лежачего боков свиты прослеживается увеличение ширины блока соответственно в диапазонах 169÷1547 м (увеличение в 9,1 раза), как показано на рисунке 9, и в пределах 312,6÷1015,7 м, как показано на рисунке 10.

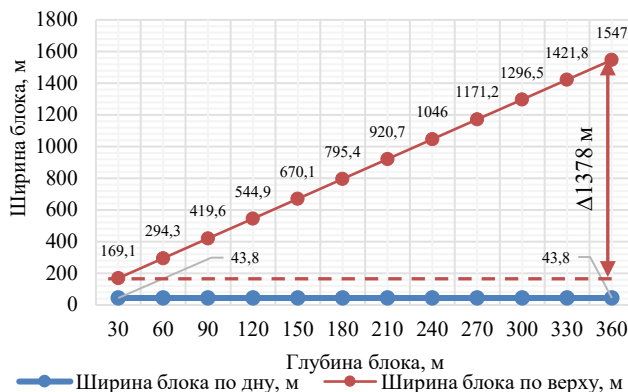


Рисунок 9 – Зависимость изменения ширины блока при различной глубине блока

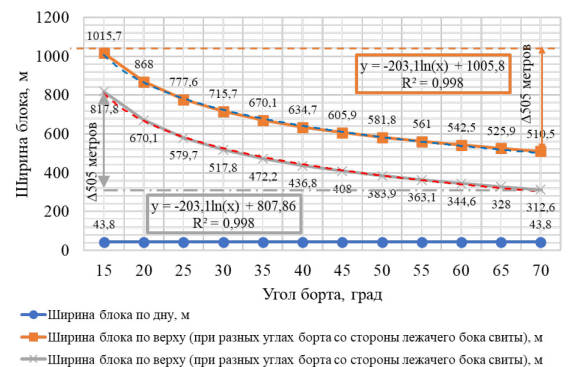


Рисунок 10 – Зависимость изменения ширины блока при различных значениях углов со стороны висячего и лежачего боков свиты пластов

- дальность транспортирования и вместимость внешнего отвала: при увеличении экономически эффективной дальности транспортирования вскрышной породы (рисунок 11) и вместимости внешнего отвала (рисунок 12) происходит увеличение длины блока более чем в 11 раз.

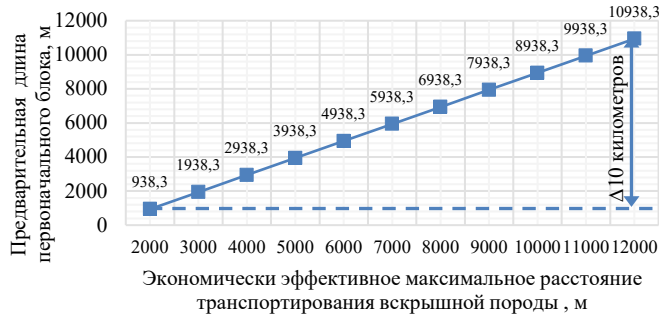


Рисунок 11 – Зависимость изменения предварительной длины первоначального блока от экономически эффективной дальности транспортирования вскрышной породы

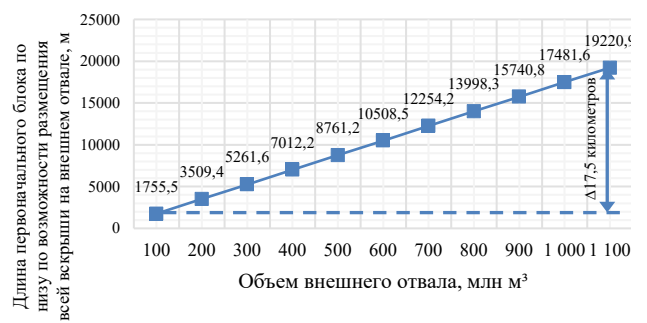


Рисунок 12 – Зависимость изменения длины первоначального блока по низу по возможности размещения всей вскрыши на внешнем отвале от вместимости внешнего отвала

**В четвертой главе** установлены существующие параметры блокового способа Краснобродского угольного разреза и обоснованы эколого-экономические критерии, принятые для сравнительного анализа параметров блокового способа.

При существующей длине первоначального блока для Краснобродского угольного разреза – 3,7 км, рассчитаны максимальная (2,2 км) и минимальная (1,4 км) длины первоначального блока.

Расчет размеров первоначального блока показал снижение объемов вскрышных пород в границах первоначального блока с 950,9 тыс. м³ по проекту до 723,6 тыс. м³ при минимальных параметрах первоначального блока.

Землеёмкость угольного разреза и размеры экологических платежей снижаются по нелинейной зависимости на 24% с 11,3 до 8,6 млн. м².

Пыление на внешнем отвале и выбросы от оборудования при работе на внешнем отвале также снижаются на 41,6 и 39,2% соответственно, при этом снижение данных показателей производится нелинейно.

Количество пыли и выбросов от самосвалов при транспортировании вскрыши на внешний отвал по вариантам снижается относительно исходного на 64,7%, при этом зависимость имеет нелинейный характер.

Общая плата за воздействие на окружающую среду снижается с 22,6 до 8,36 млрд. рублей, т.е. на 63%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические решения, заключающиеся в определении рациональных параметров и показателей блокового способа открытой угледобычи с применением автотранспортной технологии, которые вносят вклад в открытую геотехнологию и имеют существенное значение для развития Российской Федерации.

В диссертации решены взаимосвязанные задачи:

1. Результатом решения задачи «Разработать графическую модель блокового способа отработки карьерных полей с применением автомобильного транспорта» является следующее:

– рассмотрена существующая система и технология открытой разработки карьерных полей с наклонным и крутым залеганием свит пластов. Выявлены особенности применения углубочных продольных систем разработки:

- с углублением горных работ и развитием внешних отвалов постоянно увеличивается расстояние транспортирования вскрышных пород и, следовательно, возрастают затраты на производство вскрыши;

- с глубиной увеличивается общая длина фронта работ и протяженность транспортных коммуникаций, что требует больших затрат на их сооружение и содержание;

- весь объем вскрыши вывозится на внешние отвалы, и для их размещения необходимы большие земельные отводы;

- велики площади нарушения поверхности, которые являются источниками пылеобразования в районе ведения открытых горных работ;

- отсутствует возможность восстановления поверхности в процессе эксплуатации месторождения, из-за чего создается большой разрыв во времени между нарушением и рекультивацией земель.

– установлены особенности разработки карьерных полей угольных разрезов с применением блокового способа, на основе которых сформулированы критерии выбора схем отработки карьерных полей:

- уменьшение расстояния транспортирования вскрышных пород;

- снижение затрат на содержание и сооружение транспортных коммуникаций;

- возможность использования выработанного пространства;

- уменьшение площади пылящей поверхности;

- обеспечение возможности восстановления нарушенной поверхности в процессе разработки карьерного поля.

– сформулированы требования к блоковому способу, основными из которых являются:

- уменьшение дальности транспортирования вскрыши;

- снижение количества остаточных карьерных выемок;

- снижение количества и площадей внешних отвалов;

- упрощение организации ведения работ в блоке;

- максимальное использование выработанного пространства.

– сформирован перечень технологических решений разработки свит наклонных и крутопадающих залежей с применением блокового способа, которые позволяют

взаимно увязать классическую углубочную продольную систему открытой разработки и требования, предъявляемые к существующей системе разработки.

– установлено, что наиболее полно предъявляемым требованиям отвечает однофланговая схема отработки карьерных полей с блоковым способом. Разработана графическая модель отработки карьерных полей во взаимосвязи с параметрами блоков по однофланговой схеме, которая отражает критерии выбора рациональной схемы отработки карьерного поля.

2. В результате решения задачи «Установить закономерности изменения параметров блокового способа открытой угледобычи с применением автотранспортной технологии»:

– установлены условия залегания и параметры свит пластов наклонного и крутого падения при блоковом способе разработки карьерных полей, такие как:  $\rho_y$  – плотность угля,  $\rho_{породы}$  – плотность породы,  $f$  – коэффициент крепости,  $L_{свиты}$  – длина свиты пластов в плане,  $h_{четв}$  – мощность четвертичных отложений,  $\alpha_{III}$  – угол падения свиты,  $m_1^{норм}$  – нормальная мощность междупластья в свите,  $m_1^{норм}$  – нормальная мощность пласта,  $n$  – количество пластов в свите;

– разработана математическая модель определения параметров карьерных полей центрального Кузбасса и параметров блокового способа на основе стохастических данных условий залегания свиты пластов и системы аналитических выражений, которая позволяет утверждать, что при определении параметров блоков на разрезах Кузбасса необходимо использовать  $\gamma$ -распределение с ограниченной правосторонней областью при определении глубины и ширины блоков и  $N$ -распределение с ограниченной правосторонней областью при определении длины блоков. Полученный результат обеспечивает максимальную вместимость внутреннего отвала, а также обосновывает параметры второго и последующих блоков, на основании которых установлено, что критерием определения длины второго и последующих блоков является вместимость внутреннего отвала, который формируется в выработанном пространстве первоначального блока;

– основными факторами, оказывающими влияние на параметры блокового способа, являются:

- на ширину блока – при увеличении глубины блока и значений углов борта со стороны висячего и лежачего боков свиты прослеживается увеличение ширины блока соответственно в диапазонах 169÷1547 м (увеличение в 9,1 раза) и в пределах 312,6÷1015,7 м.

- на длину блока – при увеличении экономически эффективной дальности транспортирования вскрышной породы и вместимости внешнего отвала происходит увеличение длины блока более чем в 11 раз.

3. Результатом решения задачи «Определить технико-экономическую эффективность технологического решения» является следующее:

- установлены существующие параметры блокового способа при разработке Краснобродского угольного разреза: объем первоначального блока – 1 025 944,71 тыс.м<sup>3</sup>, объем вскрыши в первоначальном блоке – 950 948,8 тыс.м<sup>3</sup>, длина первоначального блока – 3,7 км;

- установлены параметры блокового способа при разработке Краснобродского угольного разреза в соответствии с разработанной математической моделью: объем

вскрыши первоначального блока при максимальных параметрах – 940,2 тыс. м<sup>3</sup>; объем вскрыши первоначального блока при минимальных параметрах – 723,6 тыс. м<sup>3</sup>; максимальная длина первоначального блока по дну – 2,2 км; минимальная длина первоначального блока по дну – 1,4 км;

- установлено влияние параметров блоков на производственные показатели разработки Краснобродского угольного разреза как на календарное планирование горных работ в части отвалообразования, так и на экономические и экологические показатели. Срок отработки первоначального блока сократился на 1 и 19 лет соответственно при максимальных и минимальных параметрах первоначального блока. Общая плата за воздействие на окружающую среду снижается с 22,6 до 8,36 млрд р., т.е. на 63 %. Влияние длины первоначального блока на общую плату за воздействие на окружающую среду является нелинейным.

Дальнейшие исследования планируется вести в следующих направлениях:

1. Определение влияния внешних факторов на параметры блокового способа;
2. Разработка модели определения параметров блокового способа на смежных карьерных полях;
3. Обоснование производственной мощности отработки карьерных полей в условиях блокового способа.

**Основное содержание диссертации опубликовано в следующих научных трудах:**

#### **Издания, рекомендованные ВАК РФ**

1. Аксенов, В. В. Необходимость разработки математической модели определения параметров блокового способа разработки карьерных полей / Аксенов В. В., Селюков А. В., Пашков Д. А., Герасимов А. В. – Текст : непосредственный // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: технические науки. – 2025. – № 2 (26). – С. 51–57.

2. Селюков, А. В. Проектирование параметров блокового способа открытой угледобычи с применением автотранспортной технологии / А. В. Селюков, А. В. Герасимов. – Текст : непосредственный // Вестник КузГТУ. – 2024. – № 1. – С. 68–78.

3. Селюков, А. В. Обоснование области применения автосамосвалов различной грузоподъемности при блоковом способе отработки карьерного поля / А. В. Селюков, А. В. Герасимов. – Текст : непосредственный // Вестник КузГТУ. – 2024. – № 1. – С. 57–67.

4. Селюков, А. В. Регулирование дисбаланса объемов отвалообразования при блоковом способе отработки карьерных полей угольных разрезов / А. В. Селюков, А. В. Герасимов. – Текст : непосредственный // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2024. – № 3. – С. 313–328.

5. Селюков, А. В. Блоковый способ отработки карьерных полей, как инструмент снижения воздействия на окружающую среду в условиях интенсификации производства / А. В. Селюков, А. В. Герасимов. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – № 10. – С. 178–188.

#### **Материалы конференции, сборники научных трудов**

6. Selyukov, A. Justification of the relationship of production capacity and the parameters of the blocks at surface mining of existing Kuzbass quarry fields / A. Selyukov, A. Gerasimov, K. Byrdin // E3S Web of Conferences : 4, Kemerovo, 14–16 октября 2019 года. – Kemerovo, 2019. – P. 01047.

7. Selyukov, A. V. The Results of Mining and Geometric Analysis in Open Pit Mining of Promising Kuzbass Coal Deposits with Block System / A. V. Selyukov, **A. Gerasimov**, V. Grishin // E3S Web of Conferences : 5, Kemerovo, 19–21 октября 2020 года. – Kemerovo, 2020. – P. 01020.

8. **Герасимов, А. В.** Определение последовательности разработки карьерных полей угольных разрезов при их делении на блоки / **А. В. Герасимов**, А. А. Жмакина, К. А. Бырдин. – Текст : электронный // Сборник материалов X всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая». – Кемерово : КузГТУ имени Т. Ф. Горбачева, 2018. – С. 10501.1–10501.5.

9. **Герасимов, А. В.** Объемы внутреннего отвалообразования при отработке карьерного поля блоками / **А. В. Герасимов**, К. А. Бырдин. – Текст : электронный // Сборник трудов III Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения. – Кемерово : КузГТУ имени Т. Ф. Горбачева, 2018. – С. 204.1–204.5.

10. **Герасимов, А. В.** Управление землеемкостью угольного разреза при блоковом порядке отработке карьерного поля / **А. В. Герасимов**, К. А. Бырдин, А. В. Селюков. – Текст : непосредственный // Материалы Инновационного конвента «Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации». – Кемерово : Сибирский государственный индустриальный университет, 2018. – С. 24–26.

11. **Герасимов, А. В.** К систематизации горно-геометрического анализа перспективных угольных залежей: рельеф и свита пластов / **А. В. Герасимов**, Е. Н. Кухмарь. – Текст : электронный // Сборник материалов XIII всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая». – Кемерово : КузГТУ имени Т. Ф. Горбачева, 2021. – С. 10606.1–10606.6.

12. Селюков, А. В. К взаимосвязи текущего коэффициента вскрыши и породных междупластьев при открытой угледобыче / А. В. Селюков, **А. В. Герасимов**. – Текст : электронный // Материалы XII международной научно-практической конференции «Современные тенденции и инновации в науке и производстве». – Междуреченск : КузГТУ имени Т. Ф. Горбачева, 2023. – С. 146.1–146.5.

13. **Герасимов, А. В.** Обоснование выбора места заложения первоначального блока / **А. В. Герасимов**, А. В. Селюков. – Текст : непосредственный // Материалы Инновационного конвента «Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации». – Кемерово : Сибирский государственный индустриальный университет, 2023. – С. 20–23.

14. **Герасимов, А. В.** Анализ приповерхностной зоны при отработке перспективных угольных залежей по блоковой системе / **А. В. Герасимов**. – Текст : непосредственный // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2023. – № 9. – С. 90–96.

15. **Герасимов, А. В.** Оценка возможности применения блокового способа отработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых на примере залежей известняков / **А. В. Герасимов**, А. В. Селюков. – Текст : непосредственный // Материалы Инновационного конвента «Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации». – Кемерово : Сибирский государственный индустриальный университет, 2024. – С. 20–23.

#### **Патент на изобретение**

16. Патент № 2800752, Российская Федерация, МПК E21C 41/26, E21C 41/28. Способ открытой разработки месторождений полезных ископаемых : № 2022134490 : заявл.

27.12.2022 : опубл. 27.07.2023 / Герасимов А. В., Селюков А. В. – 13 с. – Текст : непосредственный.

#### Учебное издание

17. Селюков, А. В. Проектирование карьеров : учебное пособие для обучающихся всех форм обучения направления подготовки 21.05.04 «Горное дело» / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева ; кафедра открытых горных работ ; сост.: А. В. Селюков, А. В. Герасимов. – Кемерово : КузГТУ, 2023. – 315 с. – Текст : непосредственный.

**Личный вклад** автора в работах, опубликованных в соавторстве, заключается в следующем:

[1-5, 7-16] – проведение экспериментальных исследований, обработка и анализ полученных результатов, формирование выводов;

[7-16] – обработка, описание и визуализация данных, формулирование выводов;

[13,14] – обзор литературных источников, формулирование выводов;

[4, 7–10, 13–16] – общая редактура статьи.



**Ссылка на бланк согласия на обработку  
персональных данных лица, предоставляющего  
отзыв на автореферат диссертации:**

**<https://cloud.mail.ru/public/vDhz/6ivLWmTr7>**

Подписано в печать \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .20 \_\_\_\_ . Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.

Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № \_\_\_\_

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский Центр УИП КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а