

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

На правах рукописи



ЧАН ДИНЬ БАО

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ
ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА**

Специальность 25.00.22 – Геотехнология
(подземная, открытая и строительная)

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук,
профессор С.И. Фомин

Санкт-Петербург - 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. АНАЛИЗ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА.....	10
1.1. Анализ существующих технологических схем добычи минерального сырьё для производства цемента.....	10
1.2. Обоснование совершенствования и развития методов определения параметров технологических схем добычи минерального сырьё для производства цемента.....	15
1.3. Краткая горно-геологическая характеристика месторождений цементного сырьё Вьетнама и современное состояние горных работ.....	19
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ.....	27
2.1. Определение высоты уступов для горнотехнических условий открытой разработки месторождений цементного сырьё Вьетнама.....	27
2.2. Определение ширины рабочих площадок для горнотехнических условий открытой разработки месторождений цементного сырьё Вьетнама.....	33
2.3. Определение длины фронта работ для горнотехнических условий открытой разработки месторождений цементного сырьё Вьетнама.....	46
2.4. Определение потерь и разубоживания при открытой разработке месторождений цементного сырьё.....	57
2.5. Определение объёмов готовых к выемке запасов при открытой разработке месторождения Та Тьет - Бинь Фуок (Вьетнам)	61
3. ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ С УЧЁТОМ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ.....	70
3.1. Обоснование направления развития горных работ на основе блочной модели месторождения известняка.....	70

3.2. Реализация модели оптимизации отработки блоков с учётом обеспечения требуемого качества цементного сырья 82

3.3. Оценка экономической эффективности разработанного варианта отработки месторождения цементного сырья для горно-геологических и горнотехнических условий отработки месторождения Та Тьет - Бинь Фуок (Вьетнам)..... 87

4. ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ ИЗВЕСТНЯКОВ ДЛЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА.....94

4.1. Анализ систем разработки известняков для горнотехнических условий месторождений цементного сырья Вьетнама..... 94

4.2. Технология разработки нагорных месторождений цементного сырья Вьетнама.....100

4.3. Обоснование параметров и конструкции берм безопасности карьеров по добыче цементного сырья.....112

ЗАКЛЮЧЕНИЕ137

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ139

Приложения.....149

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Согласно программе развития цементной отрасли до 2025 года планируется полностью обеспечить промышленность Вьетнама цементным сырьем. Программа оценивает потребность национальной экономики в готовой цементной продукции в объёме 110 млн. т к 2020 году [42].

В связи с ростом требования к производству цемента актуальным становится развитие исследований в области технологии открытой разработки месторождений и переработки минерального сырья для высокоэффективного производства цемента.

Необходимым условием для обеспечения устойчивой работы цементного завода является гарантированный источник сырья, отвечающий требованиям по количеству и качеству оксидов: CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , определяемым кондициями. Карбонатные месторождения, обрабатываемые открытым способом, являются основным источником сырья для производства цемента.

Обоснование и разработка технических решений, планирование направления развития открытых горных работ, должно осуществляться с учетом требований к качеству и количеству видов минерального сырья, поступающего на цементный завод.

Создание модели для оптимизации планирования развития открытых горных работ для карьеров по добыче цементного сырья, с использованием целевой функции и технологических ограничений, с учетом горнотехнических условий отработки месторождения Та Тьет - Бинь Фуок (Вьетнам), позволит повысить эффективность производства цемента.

Пространственное изменение качества на месторождениях цементного сырья Вьетнама вызывает необходимость, при разработке этих месторождений карьерами, проводить планирование развития горных работ с учётом требований цементного производства.

Значительный вклад в разработку методов определения параметров технологий открытой разработки месторождений полезных ископаемых внесли такие ученые как М.И. Агошков, Ю.И. Анистратов, А.И. Арсентьев, П.П. Бастан,

Ж.В. Бунин, С.Е. Гавришев, В.А. Галкин, А.В. Гальянов, Ф.Г. Грачев, П.И. Городецкий, С.А. Ильин, Ю.Е. Капутин, Ю.Г. Карасев, В.В. Квитка, В.С. Коваленко, С.В. Корнилков, В.Ф. Колесников, А.Н. Косолапов, Н.А. Мацко, Н.В. Мельников, Н.Н. Мельников, М.Г. Новожилов, В.В. Ржевский, С.П. Решетняк, О.Н. Салманов, П.И. Томаков, К.Н. Трубецкой, С.И. Фомин, Г.А. Холодняков, В.С. Хохряков, В.Г. Шитарев, О.В. Шпанский, Н.Н. Чаплыгин, Б.П. Юматов, В.Л. Яковлев и др.

Однако, существующие методы определения параметров технологических схем открытой разработки месторождений цементного сырья не учитывают горнотехнических и горногеологических условий карьеров Вьетнама, а предложенные рекомендации, как правило, имеют ограниченную область применения.

Поэтому теоретическое обоснование и разработка методов определения параметров технологических схем добычи минерального сырья для производства цемента с учетом требований к качеству и допустимому содержанию вредных примесей в конечном продукте, а также охраны окружающей среды является актуальной задачей горной науки и цементного производства.

Целью работы является теоретическое обоснование и разработка методов определения параметров технологических схем добычи цементного сырья, с учетом рационального направления развития горных работ при открытой разработке месторождения Та Тьет - Бинь Фуок (Вьетнам), обеспечивающего необходимое качество цемента, повышение эффективности цементного производства.

Основная идея работы – определение параметров технологических схем открытой разработки месторождений цементного сырья должно базироваться на разработанных методах, с учетом рационального направления развития горных работ, обеспечивающего необходимое качество цемента для горнотехнических условий отработки месторождения Та Тьет - Бинь Фуок (Вьетнам), повышение эффективности цементного производства.

Основные задачи исследований:

- Анализ теории и практики разработки цементного сырья во взаимосвязи с перерабатывающими предприятиями при производстве цемента.
- Краткая горно-геологическая характеристика месторождений цементного сырья Вьетнама и современное состояние открытых горных работ.
- Обоснование совершенствования и развития методов определения параметров и показателей технологических схем добычи цементного сырья.
- Обоснование рационального направления развития открытых горных работ с учётом требований к качеству цементного сырья.
- Реализация модели оптимизации отработки блоков месторождения ТаТьет - Бинь Фуок с учётом обеспечения требуемого качества цементного сырья.
- Оценка экономической эффективности разработанного варианта добычи цементного сырья для горно-геологических и горнотехнических условий отработки месторождения ТаТьет - Бинь Фуок (Вьетнам).
- Обоснование и разработка технологических схем открытой разработки цементного сырья для горнотехнических условий месторождений Вьетнама.

Научная новизна:

- Получена аналитическая зависимость для определения высоты уступа, для горнотехнических и горногеологических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама, по условиям обеспечения эффективного использования выемочно-погрузочного оборудования, с учётом физико-механических свойств горных пород, параметров системы разработки.
- Установлена эмпирическая зависимость ширины развала взорванной горной массы от высоты уступа для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама.
- Установлена эмпирическая зависимость длины экскаваторного блока от ёмкости ковша экскаватора-мехлопаты, при транспортировании горной массы карьерными автосамосвалами, для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама.

- Предложен критериальный показатель и создана детерминированная модель для долгосрочного планирования развития горных работ для карьеров по добыче цементного сырья во Вьетнаме с использованием эвристической техники в среде Matlab.

Основные защищаемые положения:

1. Определение параметров и показателей технологических схем открытой разработки сложноструктурных месторождений цементного сырья следует проводить согласно разработанным методикам, с учётом горно-геологических и горнотехнических условий месторождений Вьетнама, обеспечивающим рациональное использование минеральных ресурсов, повышение эффективности ведения открытых горных работ.

2. Определение последовательности добычи разнокачественных блоков известняка должно осуществляться при реализации разработанной детерминированной модели MILP для долгосрочного планирования развития горных работ по добыче цементного сырья, с учётом горнотехнических условий карьеров Вьетнама, обеспечивающей выполнение требований цементного завода по усреднению качества, повышение экономической эффективности.

3. Отработка сложноструктурных месторождений цементного сырья Вьетнама должна проводиться по разработанным технологическим схемам, с многостадийной перевалкой сырья с верхних уступов на нижний транспортный горизонт, учитывающим требования к усреднению качества сырья, обеспечивающими сокращение потерь полезного ископаемого и повышение экономической эффективности разработки.

Методы исследований: Применен комплекс методов исследований, включающий анализ теории и практики разработки месторождений полезных ископаемых для производства цемента, анализ технико-экономических показателей отработки карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама, оценку эффективности недропользования, статистическую обработку исходных данных, экономико-математическое моделирование при планировании развития горных работ.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректным применением фундаментальных положений теории и практики открытой разработки месторождений цементного сырья, применением математического моделирования с использованием современных персональных компьютеров; обширным привлечением проектной документации и фактических баз данных о результатах разработки карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама.

Практическое значение работы заключается в разработке экономико-математической модели и метода определения рационального направления развития горных работ при открытой разработке месторождений цементного сырья Вьетнама, обосновании технологических схем добычи полезных ископаемых для производства цемента, обеспечивающих повышение экономической эффективности эксплуатации карьеров и предприятий перерабатывающих цементное сырье.

Предполагаемое внедрение: Разработанные методы, технологические решения, полученные в результате исследований, могут быть внедрены при открытой разработке цементного сырья и планировании развития горных работ на карьерах по добыче цементного сырья Вьетнама, при отработке месторождения Та Тьет - Бинь Фуок (Вьетнам).

Основные положения диссертации в целом и отдельные ее положения докладывались, обсуждались и получили одобрение на международной конференции «International Conference on Advances in Mining and Tunnelling (ICAMT)» (Вьетнам, г. Ханой, 2016), международном форуме молодых ученых «Проблемы недропользования» (Санкт-Петербург, 2017), на научных конференциях (кафедра разработки месторождений полезных ископаемых, Санкт-Петербургский горный университет, 2016, 2017, 2018, 2019), международной научно-практической конференции «Горное дело в XXI веке: технологии, наука, образование» (Санкт-Петербург, 2017), международной конференции «17th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM 2017» (Австрия, г. Вена, Hofburg Congress Centre, 2017), IV международной научно-практической

конференции «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке (Санкт-Петербург, 2018).

Основные положения диссертации опубликованы в 8 печатных работах. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, приложений, содержит 208 страниц, 36 таблиц, 68 рисунков и список литературы из 100 наименований.

1 АНАЛИЗ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА

1.1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА

Основными факторами, определяющими развитие горнодобывающей отрасли, являются систематически ухудшающиеся горно-геологические и горнотехнические условия открытой разработки месторождений полезных ископаемых.

При разработке сложноструктурных месторождений на каждом горизонте обычно выделяются эксплуатационные блоки, характеризующиеся определенными геолого-морфологическими признаками. При отдельной отработке необходимо в первую очередь учитывать длину и форму контактов между рудными участками и вмещающими породами или некондиционными рудами, так как на контактах руда-порода происходят основные потери и засорение полезных ископаемых.

Для качественной характеристики сложноструктурных блоков целесообразно определить коэффициент сложности геолого-морфологического строения $\bar{\varphi}$ эксплуатационного блока [54]

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^{i=p} \varphi_i}{p}, \quad (1.1)$$

где φ_i – показатель сложности геолого-морфологического строения i -ого геологического разреза данного эксплуатационного блока

$$\varphi_i = \frac{L_{k_i} \omega_{np}}{S_i}, \quad (1.2)$$

где L_{k_i} – суммарная длина контактов рудных тел с вмещающими породами в пределах i -го геологического разреза, м;

ω_{np} – мощность слоя вскрышных пород, попадающих в руду, или мощность слоя руды, попадающей в породу при экскаваторной выемке, м;

S_i – площадь i -го геологического разреза, м²;

p – число геологических разрезов в блоке.

В работах ряда авторов предлагалось использование в качестве экономических критериев суммарные капитальные, эксплуатационные затраты и прибыли, приведенные к одному моменту оценки [1, 28, 35].

Для осуществления оценки нескольких альтернативных вариантов открытой разработки месторождения предполагается [39], что наиболее полный учет всех факторов может быть получен при расчете приведенной прибыли $\Sigma\Pi_{\Pi}$ за весь срок существования карьера, которая для каждого варианта определяется как разность между суммой приведенных доходов $\Sigma\Pi_{\Pi}$ и суммой приведенных затрат ΣZ_{Π}

$$\Sigma\Pi_{\Pi} = \Sigma\Pi_{\Pi} - \Sigma Z_{\Pi}, \quad (1.3)$$

В работе [36] предлагается при технико-экономической оценке вариантов в динамических задачах использовать приведенную к одному моменту оценки прибыль.

$$\Sigma\Pi_{\Pi} = \Sigma\Pi_{\Pi} - \Sigma K_{\Pi} - \Sigma\mathcal{E}_{\Pi} + Q, \quad (1.4)$$

где $\Sigma\Pi_{\Pi}$ – суммарная приведенная ценность добытого полезного ископаемого, руб.;

ΣK_{Π} , $\Sigma\mathcal{E}_{\Pi}$ – суммарные приведенные капитальные и эксплуатационные затраты соответственно, руб.;

Q – остаточная реализуемая стоимость основных фондов, приведенная к тому же моменту оценки.

Приведение разновременных затрат к одному моменту оценки проекта в работе [2, 26] рекомендуется проводить по формуле сложных процентов:

Для будущих периодов

$$Z_{\Pi P} = Z_T (1 + E)^{t-1}, \quad (1.5)$$

для прошлых периодов

$$Z_{\text{ПР}} = \frac{Z_T}{(1 + E)^t}, \quad (1.6)$$

где $Z_{\text{ПР}}$ – затраты, приведенные к t -му году, руб.;

Z_T – затраты вкладываемые в рассматриваемом году, руб.;

E – коэффициент приведения разновременных затрат к одному моменту оценки.

Группа карьеров, обеспечивающая минимум суммарных приведенных затрат за оцениваемый период, подлежат первоочередному строительству и эксплуатации, т.е. критерием оптимизации является минимум суммарных приведенных затрат.

Рациональный вариант будет иметь максимальную экономию затрат на строительство карьера, первый этап разработки и его реконструкцию на втором этапе. При этом могут быть установлены оптимальные объемы временно консервируемой вскрыши. Условие экономической целесообразности варианта имеет вид [2]

$$\mathcal{E}_{\text{прив}} = P_{\text{прив}} - Z_{\text{прив}}^{\text{рек}} \rightarrow \max, \quad (1.7)$$

где $\mathcal{E}_{\text{прив}}$ – экономия суммарных затрат рационального варианта, приведенная к началу реконструкции карьера (началу второго этапа), руб.;

$P_{\text{прив}}$ – экономия капитальных и эксплуатационных затрат первого этапа, приведенная к началу реконструкции карьера, руб.;

$Z_{\text{прив}}^{\text{рек}}$ – дополнительные затраты на реконструкцию карьера во втором этапе, приведенные к началу реконструкции, руб.

Формула (1.7) предполагает приведение затрат к началу второго этапа разработки карьера. Это позволяет соизмерить экономию затрат первого периода с дополнительными затратами второго этапа и ограничивает период их дисконтирования.

Некоторые авторы [2, 18, 51, 78] рекомендуют рассчитывать срок возмещения затрат, т.е. период времени, в течение которого эффект, получаемый

в результате осуществления проектных решений, становится равным величине капитальных вложений или превысит ее. Эффект представляет собой сумму прибыли, определяемую нарастающим итогом за соответствующий от начала строительства карьера срок. Указанный период считается условным сроком возврата капитальных вложений и определяется из равенства

$$\sum_{t=1}^T \Pi_t = K, \quad (1.8)$$

где T – продолжительность периода возврата капитальных вложений, лет;

Π_t – величина прибыли, получаемой в t -м году, руб.;

K – величина капитальных вложений в реализацию проекта карьера, руб.

Учет динамического характера задач, решаемых при проектном рассмотрении вариантов открытой разработки месторождений, может проводиться при использовании таких критериев, как минимум суммарных приведенных затрат за период оценки ΣZ_{Π_i} или максимум суммарной приведенной прибыли, получаемой при разработке месторождения $\Sigma \Pi_{\Pi_i}$ [18, 23]

$$\min \Sigma Z_{\Pi_i} = \Sigma K_{\Pi_i} + \Sigma \mathcal{E}_{\Pi_i}, \quad (1.9)$$

$$\max \Sigma \Pi_{\Pi_i} = \Sigma \mathcal{C}_{\Pi_i} - \Sigma Z_{\Pi_i}, \quad (1.10)$$

где ΣK_{Π_i} – суммарные приведенные капитальные затраты за оцениваемый период по i -му варианту, руб.;

$\Sigma \mathcal{E}_{\Pi_i}$ – суммарные приведенные эксплуатационные затраты за оцениваемый период по i -му варианту, руб.;

$\Sigma \mathcal{C}_{\Pi_i}$ – суммарная приведенная ценность товарной продукции (сырой или товарной руды) за период оценки по i -му варианту, руб.

Стохастический характер горно-геологической, горнотехнической и технико-экономической информации, закладываемой в качестве базы исходных данных реализации технического проекта разработки месторождения, может привести к значительным ошибкам и снижению эффективности работы карьера в период эксплуатации [1, 2, 10, 36].

Разработка сложноструктурных месторождений цементного сырья должна проводиться при формировании на рабочих уступах карьера выемочных блоков, с учётом параметров системы разработки, горногеологических и горнотехнических условий [33, 54].

Горнорудный сектор промышленности Вьетнама имеет богатую историю и значительный потенциал для развития, но сложные горно-геологические условия и распределение полезных ископаемых по территории страны являются причинами тормозящими развитие отрасли. Для месторождения со сложными горно-геологическими условиями, необходимым условием для достижения высокой эффективности в горнодобывающей деятельности является создание геологических баз данных и моделей с высокой точностью и подробностью.

Геостатистические методы интерполяции показали высокую эффективность в отношении месторождений со сложными горно-геологическими условиями благодаря комбинированной оценки факторов, влияющих на распределение полезных ископаемых в пространстве.

Способ управления исходными данными в виде трехмерной блочной модели (3D), в сочетании с геостатистической интерполяцией, создает микро-блоки 3D с высокой точностью значения содержания полезных компонентов. Это является важной основой при применении современного компьютерного программного обеспечения для повышения эффективности планирования развития горных работ при открытой разработке месторождений цементного сырья Вьетнама.

Параметры и показатели технологической схемы и системы открытой разработки сложноструктурных месторождений цементного сырья должны определяться с учетом горнотехнических особенностей карьеров, геологического строения месторождения, условий залегания полезных ископаемых и вскрыши, физико-механических свойств горных пород, распределения содержания полезных компонентов в карьерном поле, гидрогеологических условий.

1.2 ОБОСНОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА

Наиболее весомое значение среди сырьевых ресурсов (рисунок 1.1) в производстве цемента занимает карбонатное сырье, и именно его запасы преимущественно определяют выбор как технологии, так и место расположения промышленной площадки.



Рисунок 1.1 – Основные сырьевые материалы, используемые для производства цемента

Физико-химические свойства карбонатных пород не регламентируются, но малопрочные породы (10÷20 МПа) для технологического цикла предпочтительнее.

В соответствии с техническими условиями на качество основных видов сырьевых материалов для производства цемента предъявляются следующие требования к химическому составу (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Допускаемые значения содержания оксидов в составе сырьевых компонентов

Показатели	Значение, %
Содержание СаО в карбонатном компоненте: - в известняках и меле - в мергелях	Не менее 45 40–45
Количество примесей вредных оксидов в карбонатном компоненте не должно превышать: - MgO - SO ₃ - K ₂ O + Na ₂ O - P ₂ O ₅ - Cl	4 1,3 0,4 0,4 0,1
Количество вредных примесей в глинистом компоненте не должно превышать: - MgO - SO ₃ - K ₂ O + Na ₂ O - TiO ₂ - P ₂ O ₅	6 5 4 2 0,6

Сложноструктурные месторождения цементного сырья Вьетнама характеризуются сложными горно-геологическими и горнотехническими условиями разработки.

Основные параметры и показатели открытой разработки сложноструктурных месторождений цементного сырья должны определяться с учетом мощности, геологического строения, условий залегания, физико-механических свойств горных пород, распределения содержания полезных компонентов в карьерном поле [13, 39, 41, 60, 62].

По форме залегания, как правило, карбонатные месторождения, в том числе цементного сырья, пластообразны или линзообразны. Сложноструктурные карбонатные месторождения цементного сырья наряду с кондиционным полезным ископаемым содержат некондиционные разности, прослои или включения вскрышных пород с четко выраженными контактами. Использование

карбонатных пород в качестве сырья для производства цементов определяет особенности в обосновании технологии добычи цементного сырья [13, 39, 41, 60, 62].

Карбонатный компонент оценивается по содержанию CaCO_3 , которое должно быть не менее 76 %. В известняках CaCO_3 содержится от 95% до 100%; в мергелистых известняках - 90% ÷ 95%; в известняковых мергелях - 75% ÷ 90%; в мергелях - 40 % ÷ 75 %.

Качество алюмосиликатного компонента оценивается по трем показателям:

- Отношению $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$;
- наличию крупнокристаллического кварца (фракции более 80 мкм);
- наличию примесей.

Оптимальное отношение $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3 = 3,5 \div 3,8$. В случае, если отношение $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3 > 4$, то для приготовления оптимального состава в сырьевую смесь необходимо вводить алюмосодержащую добавку, а при отношении $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3 < 3$ - кремнеземсодержащую.

Железосодержащая добавка оценивается по отношению $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ и $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{Al}_2\text{O}_3$, которые должны быть не менее 0,4 и 2,0, соответственно.

Глины представлены кварцем, глинистыми минералами — каолинитом, монтмориллонитом, галлуазитом, бейделитом. Присутствуют ($\approx 3\%$) щелочесодержащие минералы — иллит, микроклин и альбит.

Все приведенные свойства сырьевых компонентов оказывают значительное влияние на технологические процессы производства и качество клинкера, а также на состояние окружающей среды. При оптимальном составе сырьевой смеси, когда отношение $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ составляет 3,5 ÷ 3,8, ограничено содержание крупнокристаллического кварца, создаются благоприятные предпосылки для выпуска высококачественного цемента, высокой стойкости футеровки, следовательно, для экономии огнеупоров и топлива. Кроме того, при этом решается важнейшая экологическая задача по предотвращению клинкерного пыления и к экономии легированных колосников.

Большое значение для результатов оценки эффективности технических и проектных решений имеет выбор объективного критерия оценки, отвечающего требованиям универсальности и полноты. Применяемые технологические критерии оценки недостаточно универсальны, так как не учитывают экономические аспекты. Критерий оценки эффективности технических и проектных решений следует выбирать с учетом его возможного влияния на вид математической модели горнотехнического объекта.

Таким образом, теоретическое обоснование и разработка методов определения параметров и показателей технологических схем разработки месторождений цементного сырья, направления развития горных работ, с учетом горнотехнических и горногеологических условий открытой разработки месторождений Вьетнама, требований к качеству и допустимому содержанию вредных примесей в конечном продукте, обеспечивающей повышение эффективности производства цемента, является актуальной научной задачей.

1.3. КРАТКАЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ

Вьетнам обладает богатыми запасами известняка, с прогнозными ресурсами около 120 млрд. т и запасами в почти 11 млрд. т. Месторождения известняков во Вьетнаме распределены по всей территории страны, но сосредоточены в основном на севере и некоторых районах центральной и южной части страны [42]. Данные по категориям запасов $A + B + C_1$ и прогнозным ресурсам известняков на севере Вьетнама представлены в таблице 1.2 [42].

Таблица 1.2 – Данные по категориям запасов $A + B + C_1$ и прогнозным ресурсам известняков на севере Вьетнама

№	Район	Количество месторождений	Прогнозные Ресурсы, (млн. т)	Запасы по категориям $A + B + C_1$	
				млн. т	%
1	Северо-восток	48	8692	385,5	18,15
2	Северо-запад	14	2686	107,6	12,45
3	Долина Красной реки	28	3112	8132	59,40
	Всего	90	14490	1369,3	100

Данные по категориям запасов $A + B + C_1$ и прогнозным ресурсам известняков центральной части Вьетнама представлены в таблице 1.3 [42].

Таблица 1.3 – Запасы известняка центральной части Вьетнама

№	Район	Количество месторождений	Прогнозные Ресурсы, (млн. т)	Запас по категории $A + B + C_1$	
				млн. т	%
1	Центр-север	34	6191,9	1190,7	68,09
2	Центр-юг	13	572,5	558,0	31,9
	Всего	47	6764,4	1748,7	100

Данные по категориям запасов $A + B + C_1$ и прогнозным ресурсам известняков на юге Вьетнама представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Запасы известняка на юге Вьетнама

№	Район	Количество месторождений	Прогнозные ресурсы, (млн. т)	Запас по категории А + В + С ₁	
				млн. т	%
1	Тау Нгуен	27	79,2	51,5	7,07
2	Юго-восточный	9	437,9	259	35,55
3	Долина реки Меконг	17	417,9	417,9	57,3
	Всего	53	935	728,4	100

Территорию Вьетнама можно разделить по типам карбонатных месторождений на 8 районов, таблица 1.5, рисунок 1.2.

Таким образом, месторождения сырья для производства строительных материалов во Вьетнаме разнообразны и имеют широкое распространение по территории страны. Они широко распространены на северных, центральных и южных районах с большими запасами и хорошим качеством, что позволяет судить о благоприятных условиях для развития цементной промышленности, инфраструктуры, социально-экономических проектов. В начале 2000-х годов во Вьетнаме был дефицит цемента. В 2010 г. производство цемента превысило 50 млн. т. за счет ввода в эксплуатацию 13 новых производственных линий. В 2014 году был произведен 71 млн. т цемента.

Таблица 1.5 – Данные по запасам цементного сырья Вьетнама [42]

Название районов	Количество месторождений	Количество разведанных месторождений (запасы, млн. т)			Запасы (млн. т)		
		> 100 млн. т	20 - 100 млн. т	< 20 млн. т	Всего	B+C ₁ +C ₂	Ресурсы
Всего	351	91 (39453,712)	92 (4523,521)	91 (761,299)	44738,532	12557,569	32180,963
Долина Красной реки	78	26 (5697,368)	29 (1738,203)	19 (321,217)	7756,788	1774,42	5982,368
Северо-Восток	126	24 (10967,84)	17 (683,98)	34 (302,778)	11954,602	2763,608	9190,994
Северо-Запад	36	10 (11101,96)	12 (673,775)	7 (63,94)	11839,67	458,482	11381,19
Центр-Север	77	26 (9764,635)	21 (945,499)	17 (85,718)	10795,852	6101,409	4694,443
Центр-Юг	5	2 (1168)	1 (50)	1 (4,5)	1222,5	566	656,5
Тау Нгуен	1	0	1 (23,468)	0	23,468	23,468	0
Юго-Восточный	6	3 (445,97)	3 (123,914)	0	569,884	309,414	260,47
Долина реки Меконг	22	0	8 (455,582)	13 (120,186)	575,768	560,768	15

К 2015 году Вьетнам занял 5-е место в мире и по его производству, и по потреблению. Покупателями вьетнамского цемента являются страны Африки, Ближнего Востока и соседние страны в Восточной Азии.

Некоторые предприятия по производству цемента выставляют свои акции на фондовый рынок: Хоангмай (Hoang Mai Cement), Хатьен 1 (Ha Tien 1 Cement), Кантхо (Can Tho Cement), Батшон (But Son Cement), Бимшон (Bim Son Cement), Йенбай (Yen Bai Cement), Тхайбинь (Thai Binh Cement).

Наиболее известной маркой цемента, охотно покупаемого за пределами страны, является Вишай (Vissai). Цемент этой марки производится на заводе корпорации Хоанг Фат-Вишай (Hoang Phat–Vissai) в провинции Ниньбинь и применяется в строительстве высотных зданий не только во Вьетнаме, но, и за его пределами. Цементный завод компании Нгишон находится в провинции Тханьхоа неподалеку от месторождения, запасы которого оцениваются в 200 млн.т. Компания Нгишон является совместным предприятием вьетнамской цементной

корпорации (Vicem), цементной японской корпорации Taiheiyo (TCC) и корпорации стройматериалов Mitsubishi (MMC).

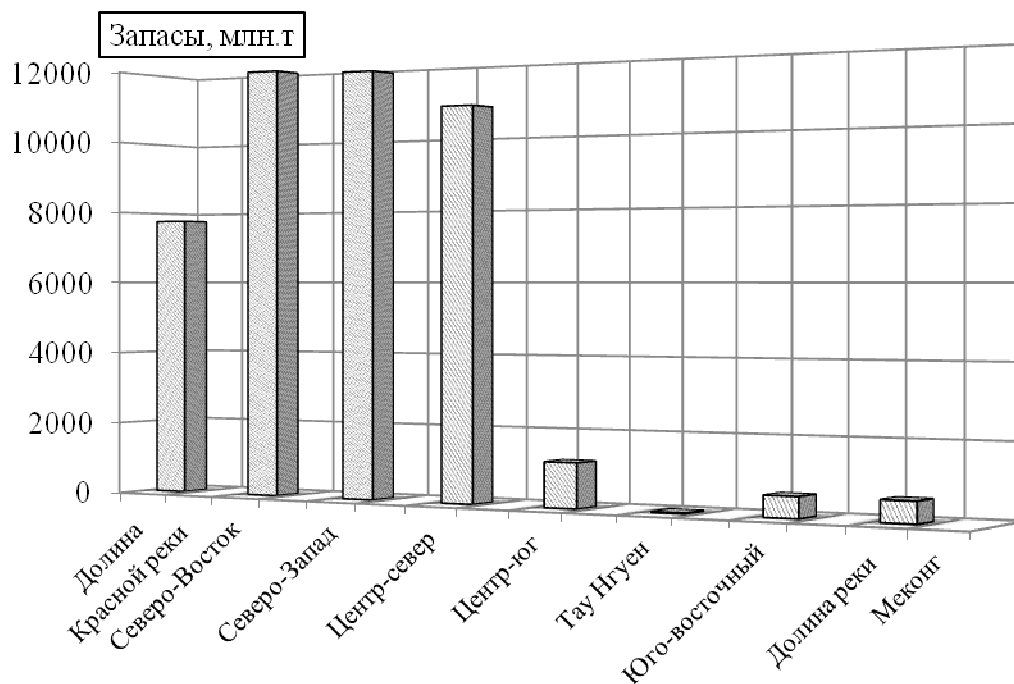


Рисунок 1.2 – Диаграмма запасов цементного сырья Вьетнама

В таблице 1.6 [42] представлены данные по химическому составу известняка ряда месторождений цементного сырья Вьетнама.

Таблица 1.6 – Химический состав известняка ряда месторождений цементного сырья Вьетнама

Название месторождений	Тип горных пород	Основной химический состав, %		
		CaO	MgO	SiO ₂
Дачанг - Куангнинь	известняк	54,36	0,42	0,44
Тануен - Куангнинь	известняк	51	0,27	-
Уендык - Куангнинь	известняк	53,5	1,5	-
Чангуен - Хайфонг	известняк	53	0,5	0,6
Хоангтьак-Хайзыонг	известняк	50 - 53	0,5 - 1,5	-
Аньдау - Хайзыонг	известняк	52,12	1,29	0,36 - 0,88
Лошон - Хайзыонг	известняк	53,49	1,07	-
Ванчанг - Хайзыонг	известняк	55,3	0,4	-

продолжение таблицы 1.6

Лахьен - Тхайнгуен	известняк	52,6	1,37 - 2,49	0,22 - 1,86
Уенлинь - Тхайнгуен	известняк	51,84	2,80	0,21
Нуйвой - Тхайнгуен	известняк	52 - 55	0,1 - 1,5	0,1 - 1,4
Налунг - Каобанг	известняк	52 - 54	1,0 - 2,0	1,0 - 2,2
Хьулунг - Лангшон	известняк	53,85 - 54,86	0,81 - 1,11	0,65 - 0,79
Мудык - Хатау	известняк	53,9	0,8	-
Лангру - Хатау	известняк	54,21 - 54,68	0,67-1,01	-
Нуйче - Хатау	известняк	52,09	0,51	2,45
Льонгшон - Хоабинь	известняк	48 - 52	0,65 - 4,88	0,77 - 7,16
Маудык - Хоабинь	известняк	47,11 - 54,48	0,2 - 2,41	2,65
Ниньдан - Футхо	известняк	50 - 52	0,5 - 2	0,5 - 1,0
Камдыонг - Лаокай	мрамор	50	1,5	-
Чиеншинь - Шонла	известняк	54,08	0,87	-
Чиенфак - Шонла	травестин	53 - 54	0 - 2	-
Дананг - Туенкуанг	выветрелый известняк	52,74 - 52,83	1,17-1,56	0,89-1,32
Нгокдыонг - Хазанг	выветрелый известняк	48 - 50	2 - 4	-
Хонгшон - Ханам	известняк	53,05	0,5 - 1,0	2,55
Бутфонг - Ханам	известняк	51,64	1,31	1,05 - 4,0
Тханьтху - Ханам	известняк	52,69	2,39	0,39
Кьетке - Ханам	известняк	54,40	0,63	-
Намконг - Ханам	известняк	53,30	2,05	-
Ньиньхуан - Ньиньбинь	известняк	53,67	1,14 - 1,92	0,19 - 0,98
Куенкау - Ньиньбинь	известняк	54,63 - 55,44	0,13 - 0,82	0,08 - 0,24
Уензуен - Тханьхоа	известняк	54,87	0,31	0,2-0,5
Бенгао - Тханьхоа	известняк	51 - 54	1,0 - 2,5	0,5 - 2,6
Диньтхань - Тханьхоа	известняк	53,55	2,11	0,4
Виньтхинь - Тханьхоа	выветрелый известняк	51,12 - 55,72	1,4	20,5
Хоангмай - Нгеань	известняк	53,55	1,53	0,6
Кимнань - Нгеань	известняк	51 - 56	0,1 - 0,5	0,11 - 0,8
Хьонгфонг - Хатинь	известняк	50,02	1,5	1,5
Вайван - Хатинь	известняк	50,56	1,2	2,62

продолжение таблицы 1.6

Суаншон - Куангбинь	известняк	54 - 55	0,5 - 1,0	-
Аньшон - Куангбинь	известняк	50 - 52	1,0 - 3,0	-
Танап - Куангбинь	известняк	49,22 - 50,7	0,72 - 3,01	0,2 - 1,81
Хачанг - Куангбинь	известняк	50 - 51	1,68	-
Танлам - Куангчи	глина известняк	47 - 49	1,0 - 3,5	4 - 6
Лонгтхо - Хуе	глина известняк	44,27 - 49,47	1,60 - 2,14	5 - 8
Ванха - Хуе	глина известняк	42,59 - 50,28	0,27 - 3,42	4,0 - 18,1
Вандон - Даклак	выветрелый известняк, глина	43 - 48	1,81 - 3,53	2,48 - 23
Чыминь - Даклак	выветрелый известняк, глина	44 - 49	2 - 5	2 - 17
Чысе - Залай	выветрелый известняк	52,07	0,5 - 1,0	2,66
Ашо - Куангнам	выветрелый известняк	48,86 - 50,03	0,5 - 1,69	5 - 7
Кулаочам	коралловый известняк	50,5	1 - 2	2 - 3
Мутыонг - Ниньтхуан	коралловый известняк	48,80 - 52,77	0,07 - 1,06	-
Тханьлыонг-Биньфыок	известняк	48 - 52	0,5 - 3,0	4 - 7
Татьет - Биньфыок	известняк	51,42	1,16	3,38
Тукхой - Хатьен	известняк	52,78	1,12	4,62
Нуйсом - Хатьен	известняк	54,28	0,93	0,46
Нуйчау - Хатьен	известняк	54,45	0,58	1,18
Банон- Хатьен	известняк	50,62	4,69	1,03
Кайхоай - Хатьен	известняк	53,7	0,89	1,7
Байвой - Хатьен	известняк	55,22	0,58	0,61
Бахе - Хатьен	известняк	54,09	0,66	1,71
Ловой - Хатьен	известняк	53,24	1,04	1,78
Хоела - Хатьен	известняк	48 - 52	1,39 - 4	2,46
Хангкайот - Хатьен	известняк	53,67	0,92	1,99
Хангтьен	известняк	52,18	1,52	-
Чуаханг	известняк	53,18	0,2 - 2,19	0,93
Хонгье - Хатьен	известняк	55,13	0,5	0,66

продолжение таблицы 1.6

Аньдонг - Хайдыонг	известняк	52,63 - 53,35	1,22 - 1,5	0,35 - 0,84
Хангныок - Ниньбинь	известняк	54,66 - 55,13	0,35 - 0,68	0,2 - 0,34
Чайшон - Хайфонг	известняк	54,55 - 97,77	0,46 - 0,56	0,3 - 0,53
Ньамзыонг - Хайдыонг	известняк	53,72 - 54,12	0,98 - 1,35	0,59 - 0,83
Банань - Лангшон	известняк	54,04 - 54,4	0,99 - 1,23	0,24 - 0,41
Чангда - Туенкуанг	известняк	50,3 - 54,7	0,5 - 3,21	0,5 - 1,0
Монгшон - Уьенбай	известняк	55,00 - 55,65	0,1 - 0,75	0,3 - 0,4
Тьенхоа - Куангбинь	известняк	51,92 - 53,87	0,51 - 1,03	0,87 - 4,68
Льеншон- Ханам	известняк	52,82 - 53,9	1,02 - 1,61	0,47 - 1,05
Тьантан - Ханам	известняк	54 - 55	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2
Аньшон - Нгеань	известняк	53 - 55	0,49	-
Нафат - Шонла	известняк	50,38 - 55,7	0,61	-
Нгоклыонг - Хоабинь	известняк	52,42 - 53,6	1,55 - 1,96	0,5 - 1,09
Хемео - Куангчи	известняк	49,44	0,88	-
Лангрут - Хоабинь	известняк	48,11 - 52,9	0,1 - 2,89	1,8 - 3,5
Тьяньму - Куангнам	известняк	48,86	1,12	5,51
Камло - Куангчи	известняк	49,29	2,76	3,45
Чутьау - Хатау	известняк	52,53 - 53,87	0,64 - 1,4	-
Чаукыонг - Нгеань	мрамор	55,68	0,23 - 0,27	0,03 - 0,05
Чаухонг - Нгеань	мрамор	55,5	0,24	0,04
Чауфонг - Нгеань	мрамор	55,2	0,26	0,05

Карбонатные породы имеют разнообразные цвета: черный, черно-серый, серый, белый с розовым, коричнево-серый, чистый белый; естественную влажность – (0,1÷0,4) %; малую пористость, водопоглощение – (0,2÷0,5) %; плотность – (2,65÷2,72) т/м³; предел прочности на одноосном сжатии изменяется в интервале 10 ÷ 20 МПа для кораллового известняка, (40÷80) МПа для известняка и (80÷100) МПа для пере кристаллизованного известняка, мрамора и выветрелого известняка.

Известняк является основным сырьем для производства цемента и составляет (75 ÷ 95) % от общего объема сырья.

Механические свойства известняка-сырья для цементных заводов приведены в таблице 1.7 [61, 68, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 90, 91].

Таблица 1.7 – Механические свойства известняка-сырья для цементных заводов Вьетнама

Показатель Завод	Плотность, т/м ³	Коэфф. крепости, (f)	Пористость, %	Предел прочности на одноосное сжатие, кг/см ²
Вутшон	2,7	7÷8	0,5	1279
Хоангтъак	2,7	7÷8	0,65	750
Вимшон	2,7	5÷12	2÷3	700÷950
Хоангмай А	2,7	7÷8	2,5	650÷950
Холким	2,3÷2,7	6÷9	2,5÷3	750÷900
Тхакму	2,65	5÷10	-	470÷1000

Производственная мощность заводов для производства цемента представлена в таблице 1.8 [42].

Таблица 1.8 – Производственная мощность заводов для производства цемента

Названия заводов	Производственная мощность млн.т/год	Названия заводов	Производственная мощность млн.т/год
Шонла	1,0	Фукшон (Хайзыонг)	2,7
Тхайнгуен	1,45	Тамдиеп (Ниньбинь)	1,7
Вишон (Тханьхоа)	2,7	Нгишон (Тханьхоа)	3,2
Вутшон (Ханам)	3,0	Хоангмай (Нгеань)	1,8
Тамдиеп (Ньиньбинь)	1,7	Дольонг (Нгеань)	1,0
Чифон (Хайфонг)	2,0	Шонгзанг	1,45
Хайфонг	1,45	Luskvasi	2,25
Тханглонг	2,46	Хатьен 2 (Кйензанг)	0,9
Халонг	2,25	Holcim (Киензанг)	2,6
Камфа	2,46	Тауньинь	1,45
Хоангтъак	3,4	Бйньфыок	2,12

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ

2.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ УСТУПОВ ДЛЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА

От определения высоты уступа существенно зависит результат отработки месторождения. Рациональное значение высоты уступа характеризует устойчивость борта карьера, повышает уровень безопасности ведения горных работ.

Высота уступа существенно влияет на скорость подвигания экскаваторных забоев, фронта работ и на время вскрытия и подготовки новых горизонтов. Скорость подвигания заходки V_3 и рабочего фронта уступа V_ϕ [3]

$$V_3 = \frac{Q_э}{hA}, \text{ м/мес.}, \quad (2.1)$$

$$V_\phi = \frac{12Q_э}{hL_\phi}, \text{ м/год} \quad (2.2)$$

где L_ϕ – длина фронта горных работ на i -м добычном горизонте, м;

h – высота уступа, м;

$Q_э$ – эксплуатационная производительность экскаватора, м³/мес.;

A – ширина заходки экскаватора, м.

Следовательно, с увеличением высоты уступа уменьшается скорость подвигания фронта работ [1, 3].

Достижимая скорость углубки карьера определяется механизацией и организацией горных работ при вскрытии и подготовке новых горизонтов. Высота уступов существенно влияет на скорость углубки карьера. При уменьшении высоты уступов с 20 до 10 м, т.е. в два раза, достижимая скорость углубки увеличивается в полтора раза [1, 3].

Условия работы экскаваторов являются одним из факторов, влияющих на определение высоты уступа. Высота уступа должна обеспечивать наполнение

ковшей экскаваторов, а поэтому она не принимается меньше $2/3$ высоты расположения напорного вала механической лопаты [2, 5, 26, 28, 38, 44].

При черпании горных пород из развала взорванной горной массы высота развала (H_p) должна быть увязана с высотой черпания экскаватора (H_{max}).

Величина высоты развала H_p должна отвечать условиям [5]

$$\frac{2}{3}H_{HB} \leq H_p \leq 1,15H_{max}, \quad (2.3)$$

где H_{HB} – высота расположения напорного вала экскаватора, м;

H_{max} – максимальная высота черпания экскаватора, м.

Высота расположения напорного вала экскаватора [5]

$$H_{HB} = 0,56H_{max}, \quad (2.4)$$

При разработке горных пород открытым способом применяется многорядное короткозамедленное взрывание (КЗВ). Высота развала взорванных пород при КЗВ в зависимости от количества рядов скважин, схемы инициирования взрывной сети и условий взрывания $H_p = (0,7 \div 1,2) h$.

Ширина экскаваторной заходки [2, 34]

$$A = (1,5 \div 1,7)R_y, \text{ м} \quad (2.5)$$

где R_y – радиус черпания экскаватора на уровне стояния, м.

Ширина развала горной породы после взрыва B , для обеспечения наилучшего использования технических возможностей экскаватора должна содержать целое число заходов A экскаватора, т.е.

$$B = n A, \text{ м} \quad (2.6)$$

где n – число заходов ($n = 1; 2$ или 3).

При $A = 1,5R_y$

$$A = 1,5R_y \frac{n}{C}, \text{ м} \quad (2.7)$$

где C – коэффициент, учитывающий ширину развала, $C = (1,0 \div 3,0)$.

Ширина развала горной массы (от линии первого ряда скважин) [34]

$$B_p = 5q\sqrt{Wh}, \text{ м} \quad (2.8)$$

где h – высота уступа, м;

q – удельный расход ВВ; кг/м³;

W – линия сопротивления по подошве, м.

Физико-механические свойства горных пород являются важным фактором, влияющим на выбор параметров системы разработки таких как высота уступа; угол откоса уступа; угол откоса рабочего и нерабочего борта карьера.

По данным ВНИМИ предельная высота уступа [11]

$$H_{t\max} = \frac{C' \cos \rho'}{\gamma \cos \beta \sin(\beta - \rho')(1 - \sqrt{\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta})}, \text{ м} \quad (2.9)$$

где C' – сцепление пород, т/м²;

ρ' – угол внутреннего трения, град.;

α – угол откоса уступа, град.;

β – угол наклона слоя пород, град.;

γ – плотность пород, т/м³.

Основными физико-механическими свойствами пород, влияющие на предельную высоту уступа являются предел прочности на сдвиг (определяемый через сцепление C' и угол внутреннего трения ρ'), плотность породы γ .

В таблице 2.1 и рисунке 2.1, представлены результаты определения предельной высоты уступа, для различных значений ρ' ($\rho' = 10 \div 200$) при $C' = 5$ т/м³, $\alpha = \beta = 40^\circ$, $\gamma = 2,5$ т/м³.

Таблица 2.1 – Результаты определения предельной высоты уступа, для различных значений ρ'

№	Угол внутреннего трения ρ' , град.	Высота уступа h , м
1	10	32
2	12	34
3	14	36
4	16	38
5	18	41
6	20	45

Анализ данных, представленных в таблице 2.1 и рисунке 2.1, показывает, что значения предельной высоты уступа в зависимости от угла внутреннего трения, в конкретных условиях карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама, обеспечивают высокую степень безопасности ведения горных работ.



Рисунок 2.1 – График зависимости предельной высоты уступа от угла внутреннего трения

В таблице 2.2 и рисунке 2.2, представлены результаты определения высоты уступа в зависимости от сцепления пород для значений $\alpha = \beta = 40^{\circ}$, $\gamma = 2,5 \text{ т/м}^3$, $\rho' = 150$.

Таблица 2.2 – Результаты определения высоты уступа в зависимости от сцепления пород

№	Сцепление пород, т/м ²	Высота уступа h , м
1	1	7,4
2	2	14,8
3	3	22,3
4	4	29,7
5	5	37,1

Анализ данных, представленных в таблице 2.2 и рисунке 2.2, показывает, что значения высоты уступа в зависимости от сцепления пород, в конкретных условиях карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама, обеспечивают безопасность ведения горных работ для применяемых моделей и типоразмеров экскаваторов.

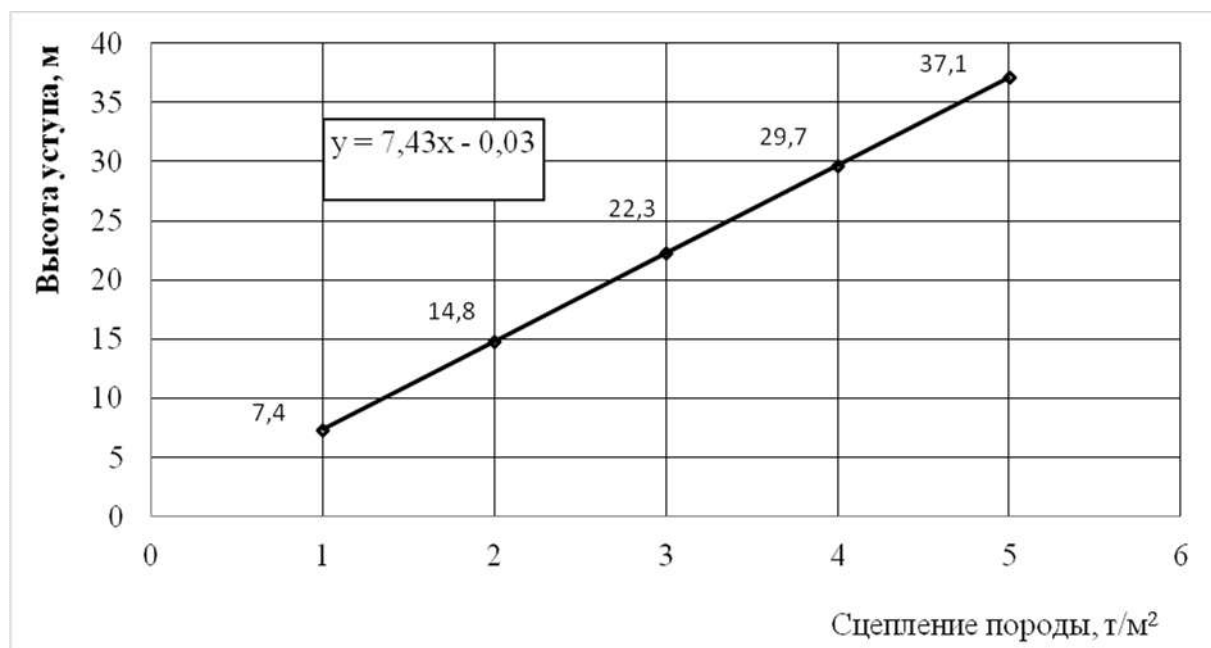


Рисунок 2.2 – График зависимости высоты уступа от сцепления пород

Таблица 2.3 – Результаты определения высоты уступа в зависимости от радиуса действия экскаватора

№	Радиус действия экскаватора ($R_x + R_d$), м	Высота уступа, м	№	Радиус действия экскаватора ($R_x + R_d$), м	Высота уступа, м
1	10	4,9	13	22	10,9
2	11	5,4	14	23	11,4
3	12	5,9	15	24	11,8
4	13	6,4	16	25	12,3
5	14	6,9	17	26	12,8
6	15	7,4	18	27	13,3
7	16	7,9	19	28	13,8
8	17	8,4	20	29	14,3
9	18	8,9	21	30	14,8
10	19	9,4	22	31	15,3
11	20	9,9	23	32	15,8
12	21	10,4	24	33	16,3

Высота уступа пропорциональна радиусу действия экскаватора, определяемой как сумма радиусов черпания и разгрузки.

В таблице 2.3 и рисунке 2.3, представлены результаты определения высоты уступа в зависимости от радиуса действия экскаватора.

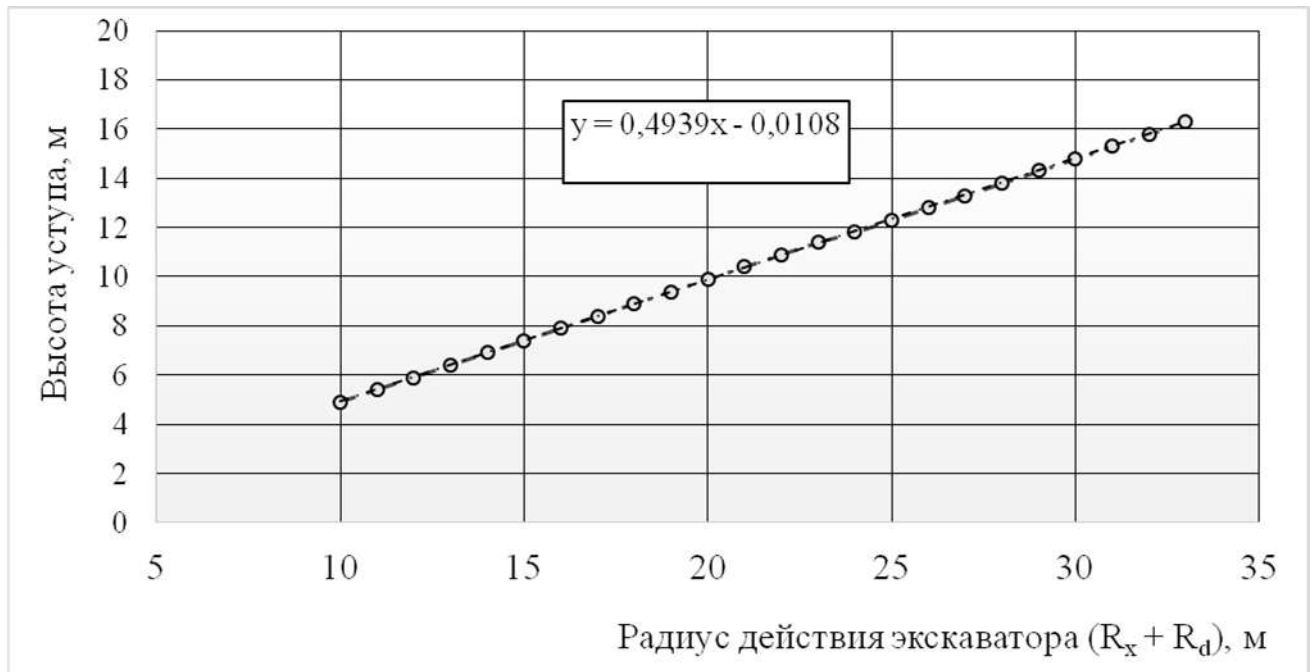


Рисунок 2.3 – График зависимости высоты уступа от радиуса действия экскаватора

2.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ РАБОЧИХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА

Формирование рабочей зоны карьера в пространстве и времени осуществляется при изменении ширины рабочих площадок, подвигании рабочего борта в процессе развития фронта горных работ.

При ширине рабочих площадок близких к минимальным экскаваторы вынуждены работать при тупиковой схеме погрузки, то есть со значительно сниженной производительностью (на 25-30%). В этот период, пока не будет расширена рабочая площадка до нормальной (или хотя бы минимальной) величины, нельзя вести на нижележащем уступе горные работы, что ведет к значительному снижению скорости подвигания фронта горных работ. Продолжение горных работ на нижележащем рабочем уступе приведёт к уменьшению фронта работ в карьере, количества добычных уступов и производительности карьера.

Минимальная ширина рабочей площадки, для горнотехнических условий отработки месторождения цементного сырья Та Тьет, когда отработка уступа осуществляется по системе разработки продольными заходками при сквозной схеме движения карьерного транспорта

$$B_{\min} = A + B_p + T + C_A + C_n + G, \quad (2.10)$$

где A – ширина экскаваторной заходки, м;

B_p – ширина развала взорванной горной массы, м;

C_A – безопасное расстояние от нижней бровки развала взорванной горной массы до транспортной полосы на уступе, м;

T – ширина транспортной полосы, м;

C_n – безопасное расстояние от транспортной полосы на уступе до призмы возможного обрушения, м;

G – ширина призмы возможного обрушения рабочего уступа, м

ρ – угол устойчивости горных пород слагающих уступ, град.;

α – угол откоса уступа, град.

Ширина развала взорванной горной массы на уступе

$$B_p = K_v K_n K h \sqrt{q_t} + (n - 1) b, \text{ м} \quad (2.11)$$

где K_n – коэффициент, характеризующий уровень сложность организации проведения взрывных работ ($K_n = 3 \div 3,5$; $K_n = 2,5 \div 3,0$; $K_n = 2 \div 2,5$, соответственно легкие, средние и трудные условия организации проведения взрывных работ);

K – коэффициент, учитывающий угол наклона скважин по отношению к горизонтали

$$K = 1 + 0,5 \sin^2(90^\circ - \delta), \quad (2.12)$$

δ – угол наклона скважин, град.;

h – высота уступа, м;

q_t – расчётный удельный расход взрывчатых веществ, кг/м³;

n – количества рядов скважин во взрывном блоке;

b – расстояние между рядами скважин, м;

K_v – коэффициент, учитывающий разлёт взорванных горных пород, зависящий от схемы замедления взрывных скважин блока.

На рисунке 2.4 представлена технологическая схема отработки добычного уступа продольными заходками гидравлическим экскаватором типа обратная лопата с нижней погрузкой горной массы в карьерный автосамосвал, для горнотехнических условий карьера по добыче цементного сырья (Вьетнам).

В горнотехнических условиях карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама нижняя погрузка полезных ископаемых (технологическая схема, представленная на рисунке 2.4) позволяет сократить дальность транспортирования горных пород, обеспечить безопасность и эффективность работы горнотранспортного комплекса.

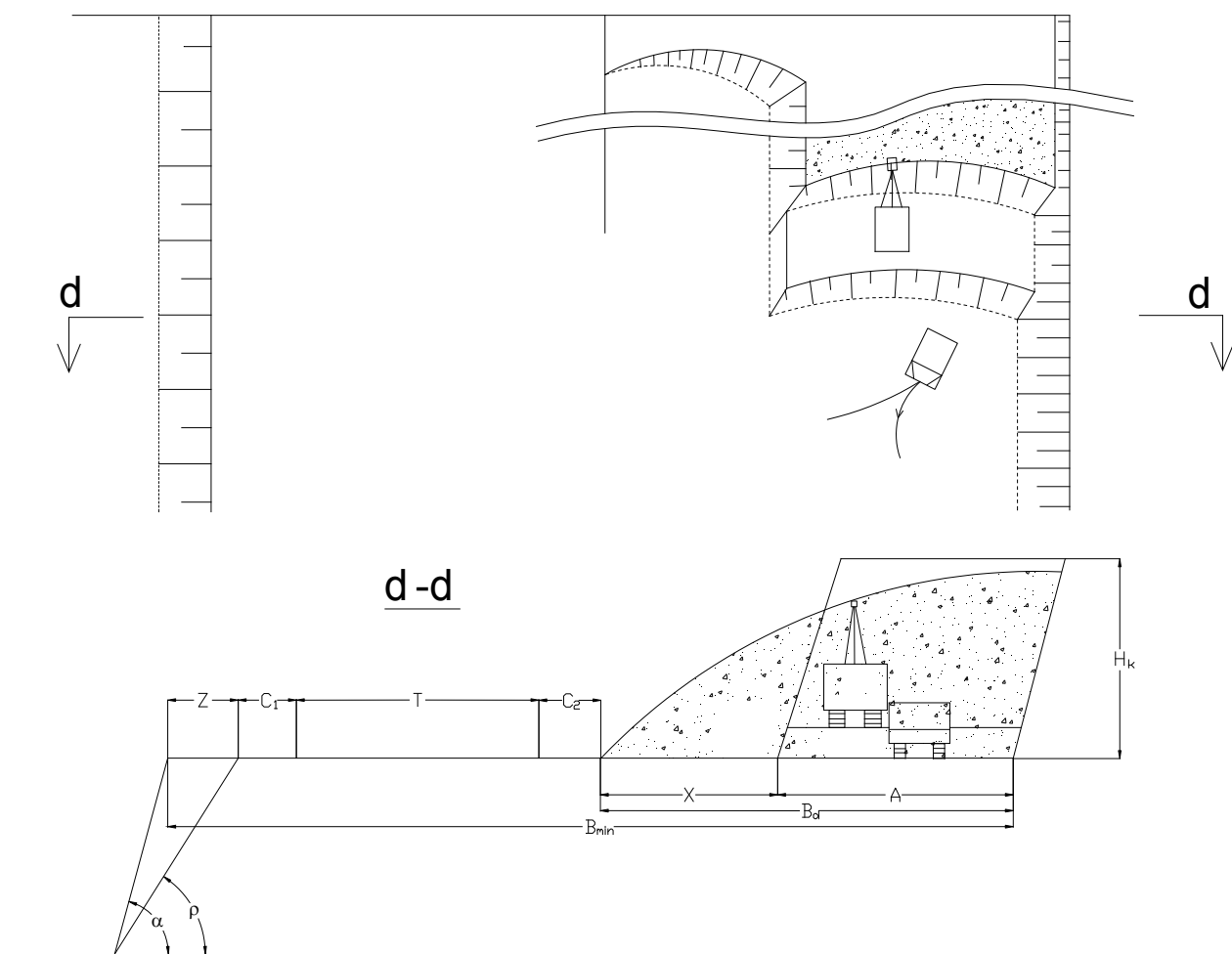


Рисунок 2.4 – Технологическая схема отработки добычного уступа продольными заходками гидравлическим экскаватором типа обратная лопата с нижней погрузкой горной массы в карьерный автосамосвал, для горнотехнических условий карьера по добыче цементного сырья (Вьетнам)

Анализ формулы (2.11) показывает, что ширина рабочей площадки уступа напрямую зависит от ширины развала взорванных горных пород, которая зависит от ширины заходки экскаватора A и высоты уступа h . При увеличении ширины заходки экскаватора и высоты уступа ширина развала взорванной горной массы увеличивается.

В таблице 2.4 представлены результаты расчёта ширины развала взорванных горных пород в зависимости от высоты добычного уступа для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама (удельный расход взрывчатых веществ $ВВ - 0,4 \text{ кг/м}^3$, диаметр взрывных скважин – 245 мм, число рядов взрывных скважин – 3).

Таблица 2.4 – Результаты расчёта ширины развала взорванных горных пород в зависимости от высоты добычного уступа для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама

№	Высота добычного уступа h , м	Ширина развала взорванной горной массы B_n , м
1	10	27
2	12	31
3	14	34
4	16	37
5	18	40
6	20	42
7	22	45
8	24	48
9	26	51
10	28	54
11	30	57

На рисунке 2.5 представлен график зависимости ширины развала взорванных горных пород от высоты добычного уступа для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама.

В таблице 2.5 представлены результаты расчёта ширины развала взорванных горных пород в зависимости от ширины заходки экскаватора, для горнотехнических условий отработки месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок (Вьетнам), для удельного расхода ВВ – $0,4 \text{ кг/м}^3$, диаметра скважины – 245 мм, высоты уступа – 15 м.

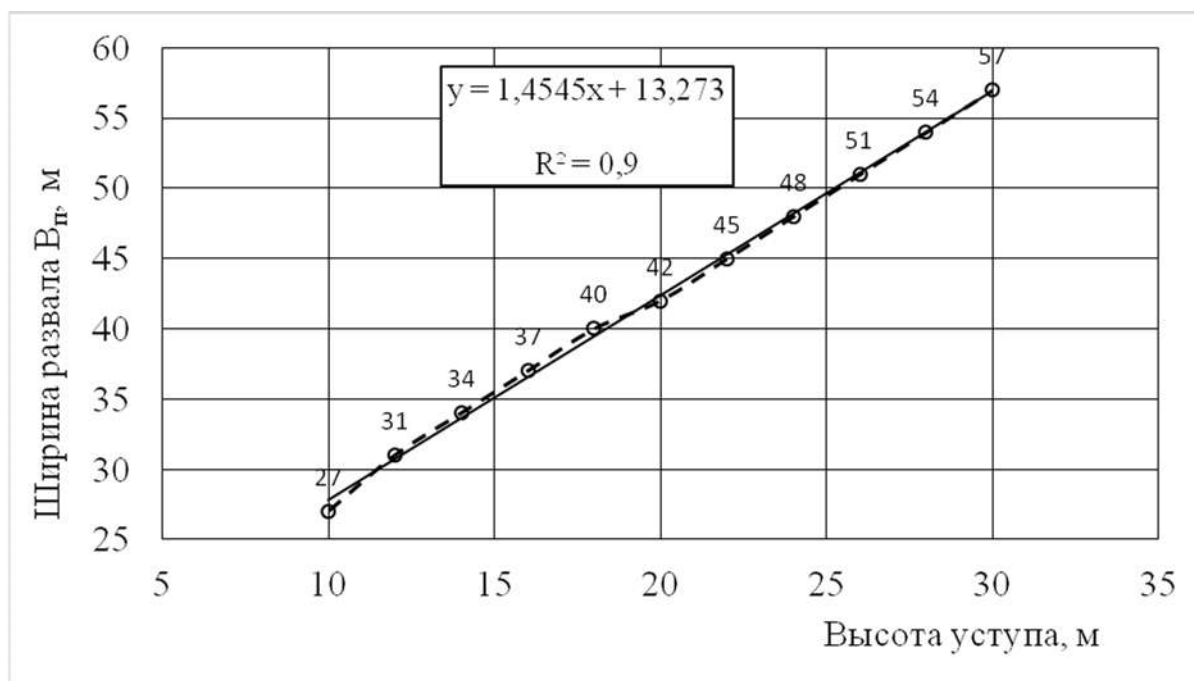


Рисунок 2.5 – График зависимости ширины развала взорванных горных пород от высоты уступа для горнотехнических условий отработки месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок (Вьетнам)

Таблица 2.5 – Результаты расчёта ширины развала взорванных горных пород в зависимости от ширины заходки экскаватора для горнотехнических условий отработки месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок (Вьетнам)

№	Ширина заходки экскаватора A , м	Ширина развала взрывной горной массы B_n , м
1	9	20
2	16	28
3	24	35
4	31	43
5	38	50
6	46	58

На рисунке 2.6 представлен график зависимости ширины развала взорванных горных пород от ширины заходки экскаватора для горнотехнических условий отработки месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок (Вьетнам). Ширина рабочей площадки зависит от ширины транспортной полосы, которая определяется в зависимости от вида карьерного транспорта, габаритов транспортных средств, количества полос движения. При автомобильном карьерном транспорте при увеличении грузоподъёмности карьерных

автосамосвалов увеличиваются и габариты транспортных средств, что влияет и на ширину транспортной полосы.

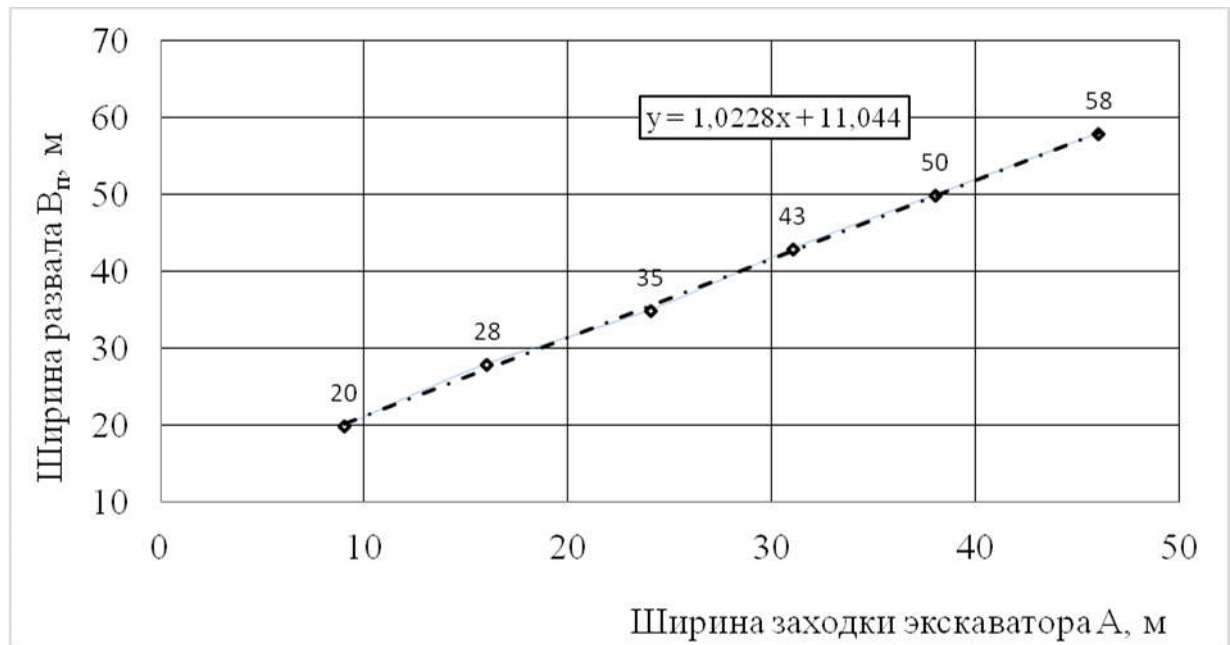


Рисунок 2.6 - График зависимости ширины развала взорванных горных пород от ширины заходки экскаватора для горнотехнических условий отработки месторождения Та Тьет - Бинь Фуок (Вьетнам)

В таблице 2.6 представлены результаты расчёта ширины рабочей площадки в зависимости от ширины транспортной полосы для удельного расхода $ВВ - 0,4$ $кг/м^3$, диаметра скважины – 245 мм, высоты уступа – 15 м, ширины заходки экскаватора – 23,6 м.

Таблица 2.6 – Результаты расчёта ширины рабочей площадки в зависимости от ширины транспортной полосы для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

№	Ширина транспортной полосы T , м	Ширина рабочей площадки уступа B_{min} , м
1	11,5	53
2	16	58
3	17	59
4	18	60
5	20	62
6	22	64
7	24	66
8	26	68
9	28	70

На рисунке 2.7 представлен график зависимости ширины рабочей площадки уступа от ширины транспортной полосы для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама. Ширина рабочей площадки уступа также зависит от принятой технологии ведения горных работ и транспортной схемы. В случае, когда уступ отрабатывается одной продольной тупиковой заходкой, без сквозного проезда автосамосвалов, ширина рабочей площадки уступа будет минимальна.

Безопасное расстояние от нижней бровки развала взорванной горной массы до призмы возможного обрушения рабочего уступа принимается $b_{\Pi} = 3 \div 5$ м.

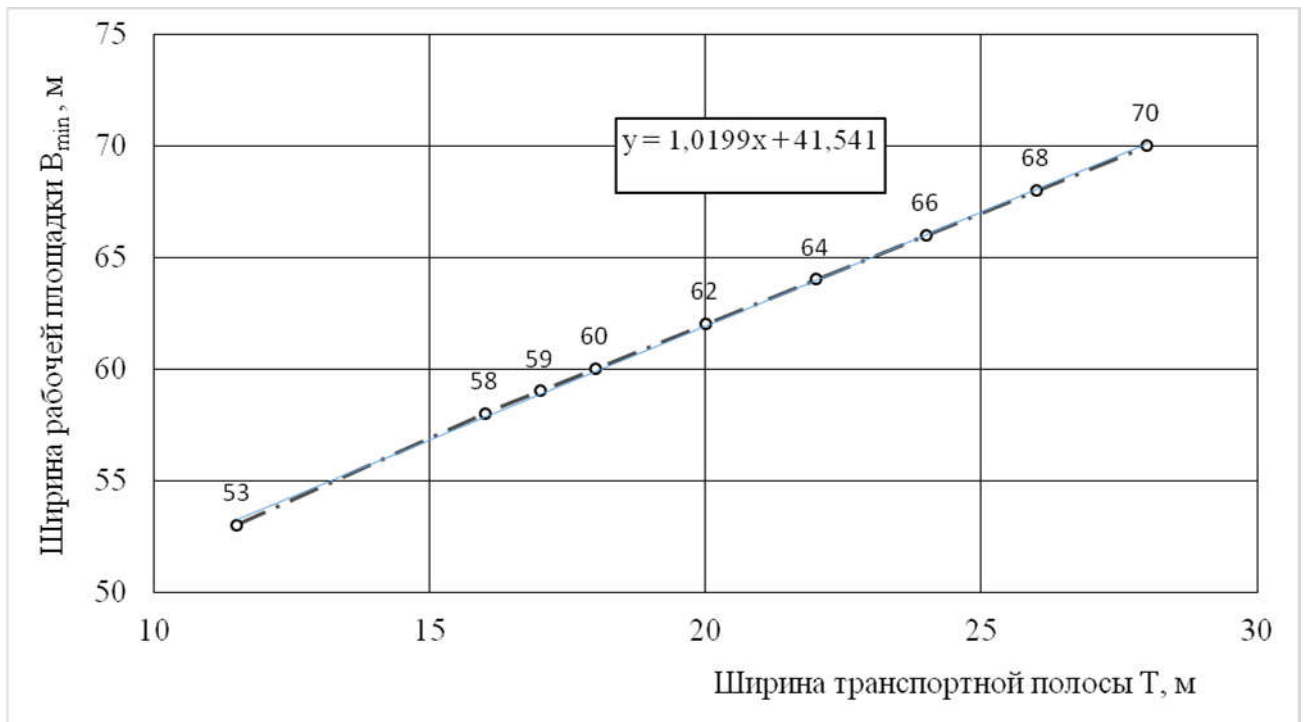


Рисунок 2.7 – График зависимости ширины рабочей площадки уступа от ширины транспортной полосы для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

Ширина заходки экскаватора или ширина взрывного блока работ зависит в основном от рабочих параметров добычного оборудования, вида транспорта, принятой технологии и системы разработки.

При разработке горных пород из целика, без применения буровзрывных работ, чем меньше ширина заходки, тем меньше угол поворота экскаватора и

время цикла. При использовании экскаваторов-мехлопат ширина заходки принимается [3, 21, 24, 26, 29]

$$A = (1,5 \div 1,7) R_{xt}, \text{ м} \quad (2.13)$$

где R_{xt} – радиус черпания экскаватора на уровне установки на уступе, м

На карьерах по добыче цементного сырья Вьетнама применяются различные модели экскаваторов, главным образом мехлопаты российского производства с ковшами вместимостью $4 \div 20 \text{ м}^3$.

Результаты расчета ширины заходки экскаваторов типа механическая лопата, в зависимости от радиуса черпания на уровне установки на уступе, для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама, представлены в таблице 2.7 и на рисунке 2.8.

Таблица 2.7 – Результаты расчета ширины заходки карьерных экскаваторов типа механическая лопата в зависимости от радиуса черпания на уровне установки на уступе, для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

№	Экскаватор механическая лопата	Радиус черпания экскаватора на уровне стояния, R_{xt} , м	Ширина заходки экскаватора A , м
1	ЭКГ-4,6 (5А)	9,1	13,6÷15,4
2	ЭКГ-8И	12,2	18,3÷20,7
3	ЭКГ-10	12,6	18,9÷21,4
4	ЭКГ-12	14,3	21,5÷24,3
5	ЭКГ-15	15,6	23,4÷26,5
6	ЭКГ-12УС	17,5	26,3÷29,8

При отработке развала взорванной горной массы несколькими заходками ширина заходки должна приниматься кратной целому числу (n - целое число).

С другой стороны, ширина взрывной заходки [3, 26]

$$A = W + (n - 1) b, \text{ м} \quad (2.14)$$

где W – линия сопротивления по подошве, м;

n – число рядов скважин;

b – расстояние между рядами скважин, м.

Угол откоса рабочего борта карьера в основном зависит от двух факторов: ширины рабочей площадки уступа и его высоты.

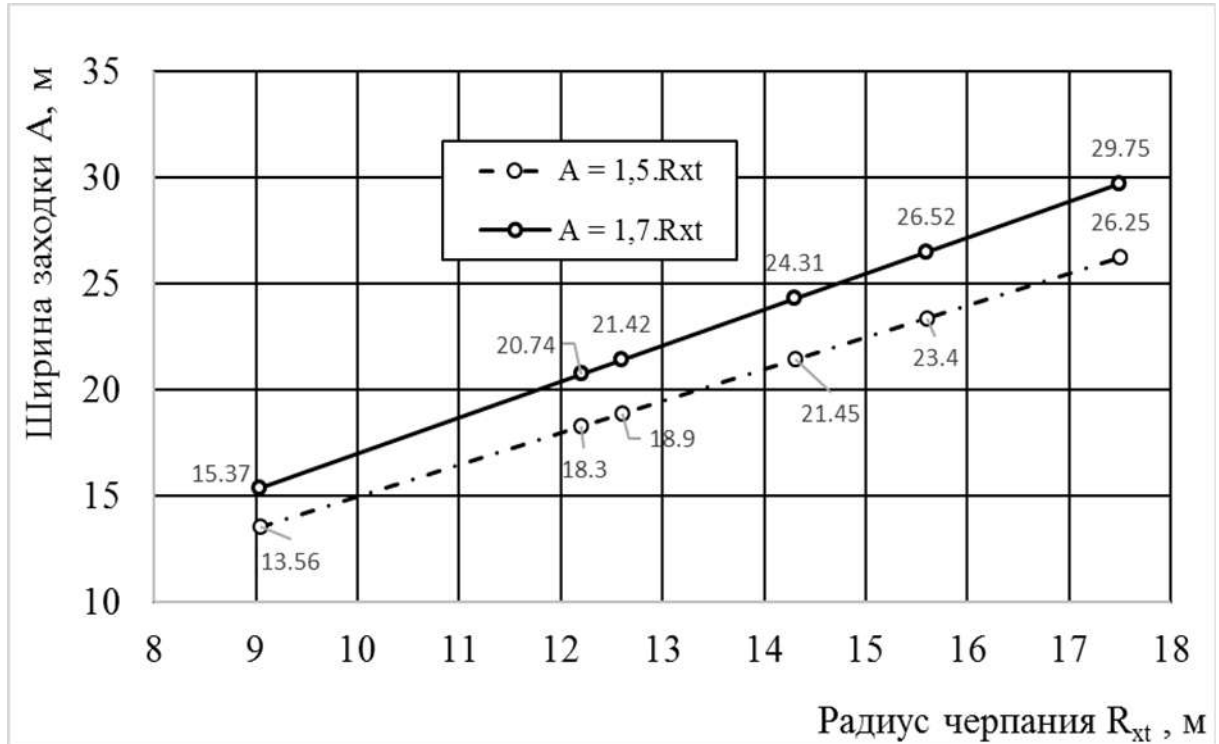


Рисунок 2.8 – График зависимости ширины заходки экскаватора от радиуса черпания на уровне стояния для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

В случае, если борт карьера сложен минимальными рабочими площадками B_{min} , угол откоса борта

$$\varphi = \text{arctg} \frac{m_d B_{min} + (n_t - m_d - 1) B_d + n \cdot h \cdot \text{ctg} \alpha}{n_t h}, \text{ град.} \quad (2.15)$$

где n_t – количество уступов;

B_i – ширина рабочей площадки i -го уступа, м;

m_d – количество предохранительных берм;

B_{min} – минимальная ширина рабочей площадки, м;

B_d – ширина предохранительной бермы, м.

Таким образом, при увеличении угла откоса борта карьера уменьшается текущий коэффициент вскрыши.

Технологически увеличение угла откоса рабочего борта может быть достигнуто при отработке уступов тупиковой заходкой с минимальной шириной рабочей площадки.

Результаты расчёта угла откоса рабочего борта карьера в зависимости от ширины рабочей площадки уступа, для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама, для варианта, когда все уступы являются рабочими с высотой $h = 12$ м, углом откоса уступа 65^0 , числом уступов - 20, представлены таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Результаты расчёта угла откоса рабочего борта карьера в зависимости от ширины рабочей площадки уступа для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

№	Ширины рабочей площадки уступа B_{min} , м	Угол откоса рабочего борта $\varphi_{ст}$, град.
1	20	30
2	25	26
3	30	23
4	35	20
5	40	18
6	45	17
7	50	15
8	55	14
9	60	13

На рисунке 2.9 представлен график зависимости угла откоса рабочего борта карьера от ширины рабочей площадки уступа для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама.

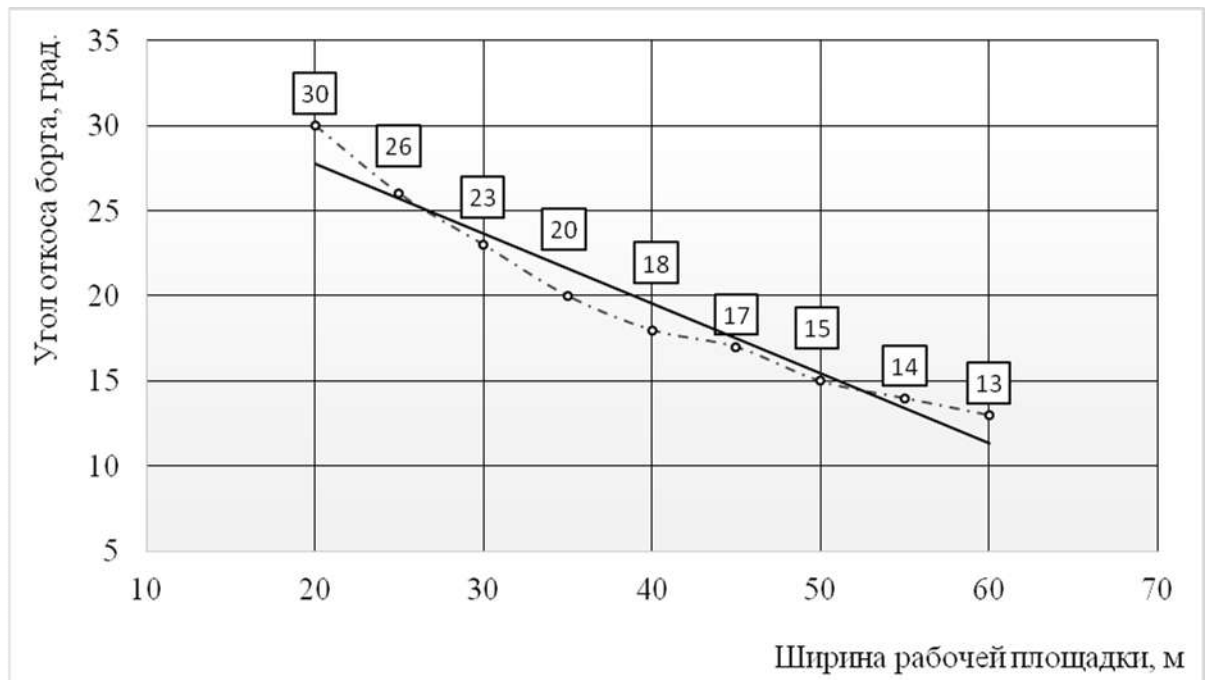


Рисунок 2.9 – График зависимости угла откоса рабочего борта карьера от ширины рабочей площадки уступа для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

Рассмотрение зависимости высоты уступа на угол откоса рабочего борта карьера, при ширине рабочей площадки уступа $B_{min} = 40$ м и при 20 уступах, слагающих борт, представлено в таблице 2.9 и на рисунке 2.10.

Таблица 2.9 – Результаты расчёта угла откоса рабочего борта карьера в зависимости от высоты уступа для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

№	Высота уступа h , м	Угол откоса рабочего борта $\varphi_{ст}$, град.
1	10	13
2	11	14
3	12	15
4	13	16
5	14	17
6	15	18
7	16	19
8	17	20
9	18	21
10	19	22
11	20	23

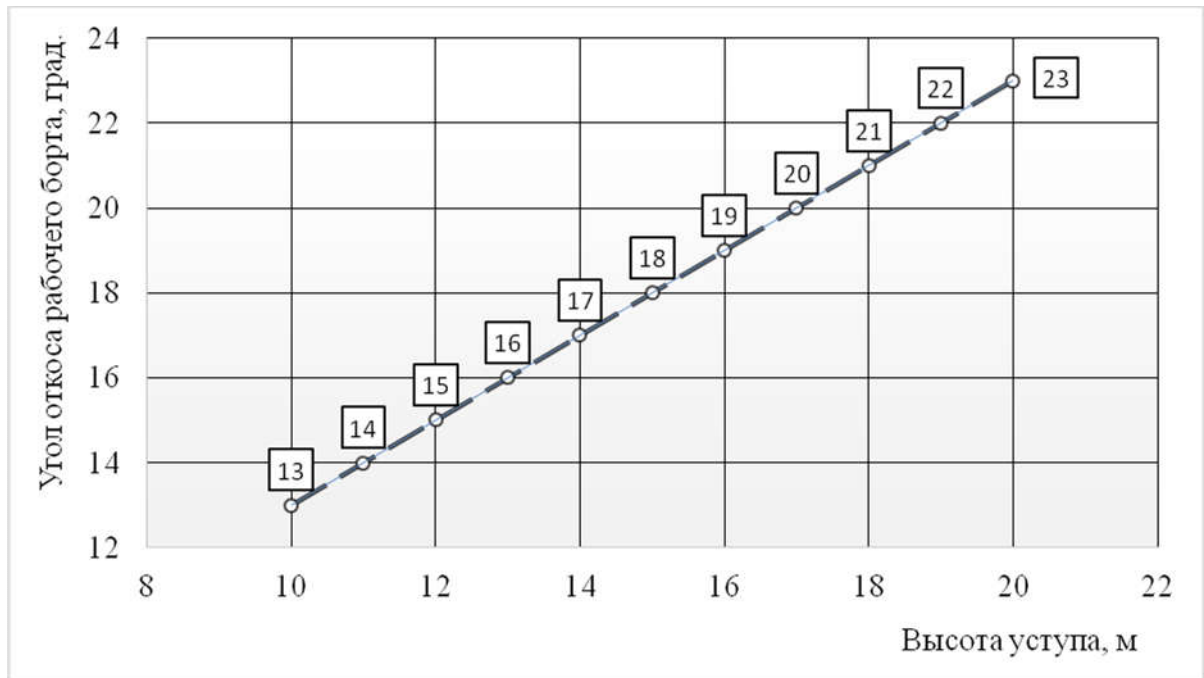


Рисунок 2.10 – График зависимости угла откоса рабочего борта карьера от высоты уступа для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

При технологии открытой разработки месторождения с шириной рабочих площадок больше минимальной на всех уступах, при сквозном проезде карьерного транспорта, угол откоса рабочего борта

$$\varphi_1 = \operatorname{arccctg} \frac{(n_t - 1)B_{\min} + n_t h \operatorname{ctg} \alpha}{n_t h}, \text{ град.} \quad (2.16)$$

При тупиковых заходках без сквозного проезда карьерного транспорта на уступах и ширине рабочих площадок близких к минимальной B_{\min} , угол откоса рабочего борта

$$\varphi_2 = \operatorname{arccctg} \frac{(n_t - 1)B_{\min} + n_t h \operatorname{ctg} \alpha}{n_t h}, \text{ град.} \quad (2.17)$$

где n_t – количество уступов;

h – высота уступа, м;

α – угол откоса уступа, град.;

B_{\min} – минимальная ширина рабочих площадок, м.

В настоящее время большинство крупных карьеров во Вьетнаме отрабатывается с применением крутонаклонных бортов, с использованием транспортной системы разработки с углубкой, продольными заходками, разделением борта карьера на группы уступов по высоте.

Для горно-технических условий карьеров цементного сырья Вьетнама угол откоса рабочего борта

$$\varphi_{ct} = \text{arcctg}\left(\frac{kB_{\min} + (n_t - 1 - k)B_{vt} + n_t h \text{ctg}\alpha}{n_t h}\right), \text{ град.} \quad (2.18)$$

где k – количество групп уступов;

n_t – количество уступов;

h – высота уступа, м;

α – угол откоса уступа, град.;

B_{\min} – минимальная ширина рабочих площадок, м;

B_{vt} – ширина транспортных съездов, м.

2.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ФРОНТА РАБОТ ДЛЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА

Длина фронта добычных работ зависит от геометрических размеров карьера, числа рабочих уступов и оказывает влияние на технико-экономические показатели карьера. Длина фронта работ состоит из длин экскаваторных блоков – длины фронта, приходящейся на один экскаватор на уступе, и влияет на интенсивность отработки уступа, скорость движения фронта горных работ.

Для рабочего борта карьера должно соблюдаться условие [1, 2, 3], отражающее закономерность формирования выработанного пространства

$$\frac{N_{оэ}Q_{э}}{hL_{ф}} \geq U_{н} , \quad (2.19)$$

где $N_{оэ}$ – общее количество экскаваторов, установленных на рабочем борту карьера;

$Q_{э}$ – эксплуатационная производительность экскаватора, м³/год;

h – высота уступов в карьере, м;

$L_{ф}$ – общая длина фронта работ по рабочему борту карьера, м;

$U_{н}$ – необходимая горизонтальная скорость перемещения фронта работ, м/год.

Для рабочего борта должно выполняться неравенство [3]

$$\frac{Q_{э}N_i}{L_i h} \geq \frac{Q_{э}N_{i+1}}{L_{i+1} h} - \frac{\Delta B_i}{t} , \quad (2.20)$$

где N_i – количество экскаваторов на i -м уступе;

N_{i+1} – количество экскаваторов на нижележащем $(i+1)$ -м уступе;

L_i – длина фронта работ на i -м уступе, м;

L_{i+1} – длина фронта работ на нижележащем $(i+1)$ -м уступе, м;

ΔB_i – ширина резервной полосы рабочей площадки на i -м уступе, м;

t – продолжительность оценки ситуации в карьере, лет.

Годовая производительность карьера [3]

$$A_{Г} = L_{ф}U_{н}h , \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (2.21)$$

Количество экскаваторов, обеспечивающее необходимое для достижения заданной производительности годовое подвигание фронта добычных работ [1, 2, 3]

$$N_э = \frac{U_n L_\phi h f}{Q_э \kappa_{сн}}, \quad (2.22)$$

где $\kappa_{сн}$ – коэффициент списочного состава (0,88÷0,9);

f – коэффициент запаса (1,05÷1,1).

Дальность транспортирования горной массы связана с длиной фронта работ и зависит от таких факторов как горно-геологические условия месторождения, способ вскрытия, система разработки, размеры карьера, глубина открытой разработки, производственная мощность, объем и интенсивность грузоперевозок.

Рациональная дальность транспортирования в конкретных горнотехнических условиях должна обеспечивать установленную производительность карьера, нормативную скорость движения и провозную способность, минимум затрат на погрузку и транспортирование горной массы.

На основе технико-экономического анализа данных о работе карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама получены значения рациональной дальности перемещения добытых горных пород карьерными автосамосвалами в зависимости от глубины карьера, таблица 2.10.

Таблица 2.10 – Рациональная дальность перемещения добытых горных пород в зависимости от глубины карьера

№	Глубина карьера, м	Дальность транспортирования горных пород, м
1	50÷150	800÷1500
2	150÷250	1100÷1800
3	250÷350	1300÷3000

При транспортировании горной массы карьерными автосамосвалами дальность транспортирования не должна превышать в 3 – 5 раз длину фронта горных работ.

При снижении интенсивности разработки месторождений из-за не достаточного количества горнотранспортного оборудования или не эффективного его использования следует уменьшать высоту уступа и ширину заходки экскаватора.

Длина экскаваторного блока определяется горно-геологическими условиями месторождения, производительностью экскаватора, видом карьерного транспорта, высотой уступа, шириной заходки, необходимостью непрерывной подачи автосамосвалов под погрузку, обеспеченностью экскаватора нормативным объемом обуренной и взорванной горной массы за фиксированный период, требованиями к безопасности ведения горных работ.

Рациональная длина блока должна обеспечить объем взорванных горных пород для бесперебойной работы экскаваторов в течение установленного срока

$$L_B = \frac{Q_{эс} T_{\partial} f}{Ah}, \text{ м} \quad (2.23)$$

где $Q_{эс}$ – производительность экскаватора, м³/сут.,

T_{∂} – время отработки экскаватором взорванных запасов горных пород в блоке (12÷15) сут.;

f – коэффициент резерва производительности экскаватора (1,15-1,2);

A – ширина взрывной заходки, м.

В таблице 2.11 представлены результаты расчёта длины экскаваторного блока в зависимости от ёмкости ковша экскаватора-мехлопаты для варианта транспортирования руды карьерными автосамосвалами грузоподъёмностью 58 т, ширина заходки $A = 20$ м, высота уступа, высоты уступа – 15 м.

Таблица 2.11 – Результаты расчёта длины экскаваторного блока в зависимости от ёмкости ковша экскаватора-мехлопаты при карьерном автомобильном транспорте

№	Ёмкость ковша экскаватора $E, \text{ м}^3$	Длина экскаваторного блока $L_B, \text{ м}$
1	5,2	432
2	6,7	523
3	8	548
4	10	574
5	12,0	597

На рисунке 2.11 представлен график зависимости длины экскаваторного блока от ёмкости ковша экскаватора-мехлопаты при карьерном автомобильном транспорте для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама.

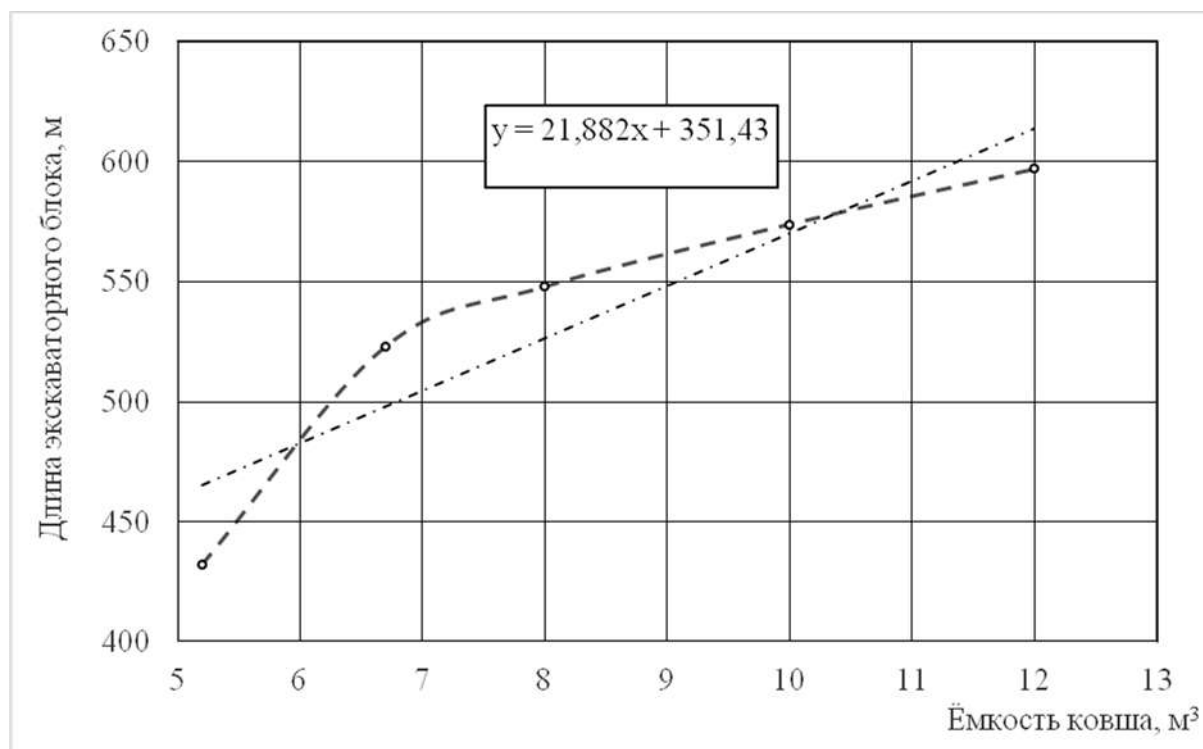


Рисунок 2.11 – График зависимости длины экскаваторного блока от ёмкости ковша экскаватора-мехлопаты при карьерном автомобильном транспорте для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

Анализ данных, представленных в таблице 2.11 показывает, что при увеличении ёмкости ковша экскаватора длина экскаваторного блока пропорционально увеличивается.

При применении карьерного автотранспорта, основного на карьерах по добыче цементного сырья Вьетнама, длина экскаваторного блока составляет 300 - 400 м. На рисунке 2.12 представлена технологическая хема к определению длины экскаваторного блока и фронта работ при системе разработки поперечными заходками (с БВР) и продольными заходками.

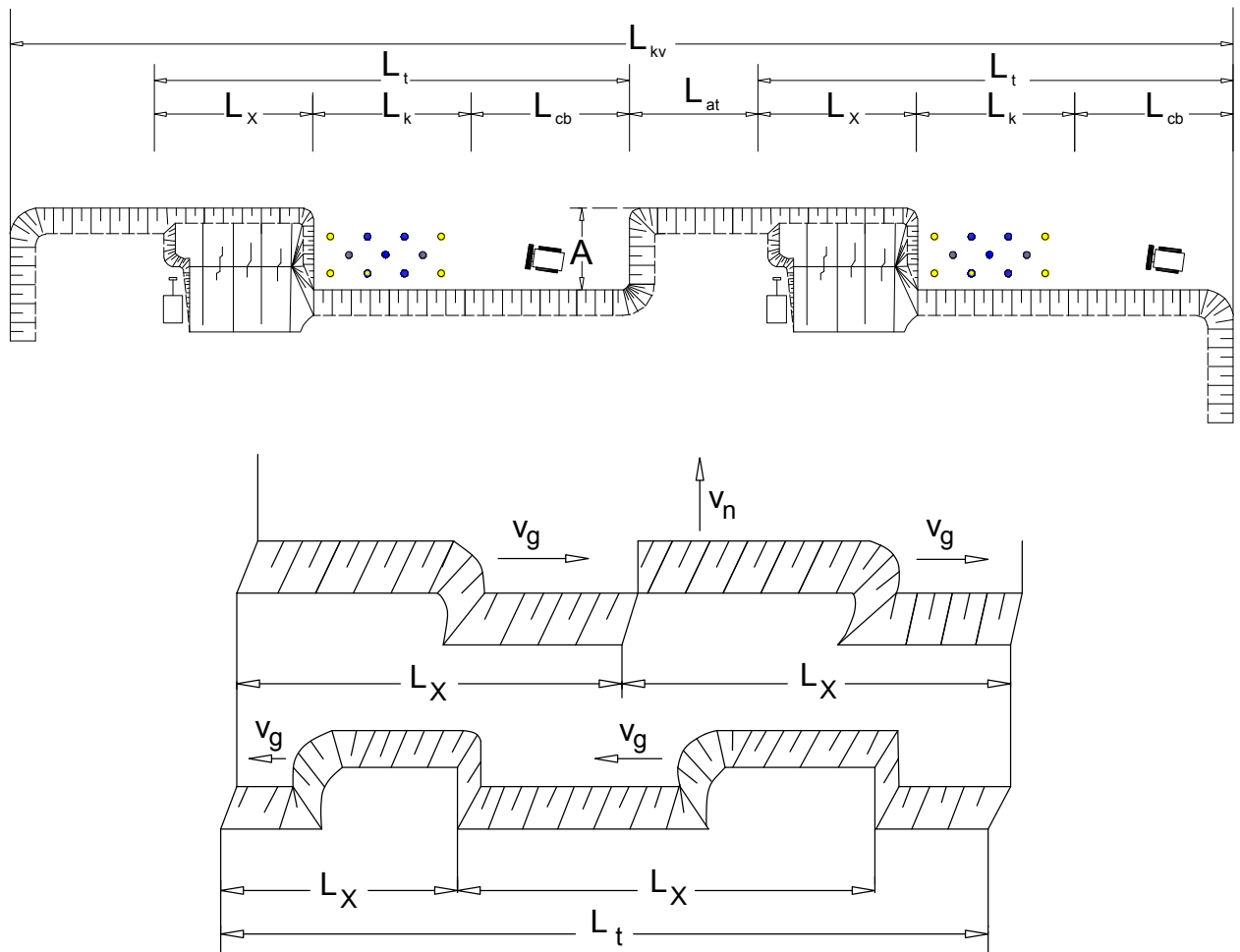


Рисунок 2.12 – Технологическая хема к определению длины экскаваторного блока и фронта работ при системе разработки поперечными заходками (с БВР) и продольными заходками.

L_x – Длина экскаваторного блока, м;

L_k – длина бурового блока, м;

L_{cb} – длина зоны зачистки рабочей площадки, м;

L_t – рабочая длина, м;

L_{kv} – длина фронта работ на уступе ($L_{kv} = L_m$), м;

V_g – скорость движения забоя;

V_n – скорость перемещения фронта горных работ на уступе, м.

На основе статистической обработки данных по длине фронта работ карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама, методом интерполяции установлены значения длины фронта горных работ при различной производительности карьеров, высоте уступов и ёмкости ковша экскаваторов (таблица 2.12, рисунки 2.13 – 2.15).

Таблица 2.12 – Значения длины фронта горных работ при различной производительности карьеров, высоте уступов и ёмкости ковша экскаваторов для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

Ёмкость ковша, м ³	Высота уступа, м	Длина фронта работ, м						
		Производительность карьера, млн. т/год						
		1	2	3	5	7,5	10	15
3,5	5	611	1225	1845	–	–	–	–
	10	305	617	929	1550	2428	3080	–
	15	–	414	620	1037	1559	2081	3128
	20	–	302	465	780	1177	1569	2355
5	5	603	1213	1823	3043	–	–	–
	10	307	610	920	1533	2307	3080	–
	15	–	410	617	1033	1553	2073	3117
	20	–	–	457	767	1150	1540	2310
8	5	600	1200	1800	3004	–	–	–
	10	296	600	900	1520	2280	3040	–
	15	–	404	608	1016	1532	2044	3064
	20	–	300	456	764	1160	1540	2320

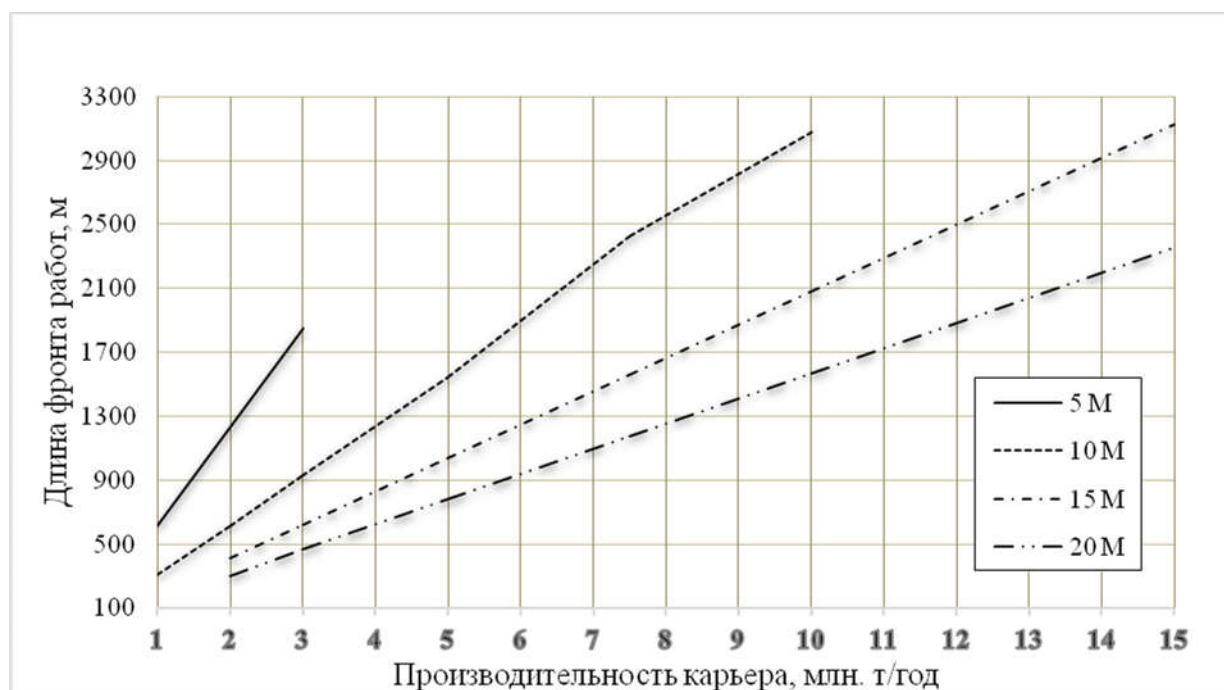


Рисунок 2.13 – График зависимости длины фронта горных работ от производительности карьера, при использовании экскаватора с ёмкостью ковша $E = 3,5 \text{ м}^3$, для различной высоты уступа

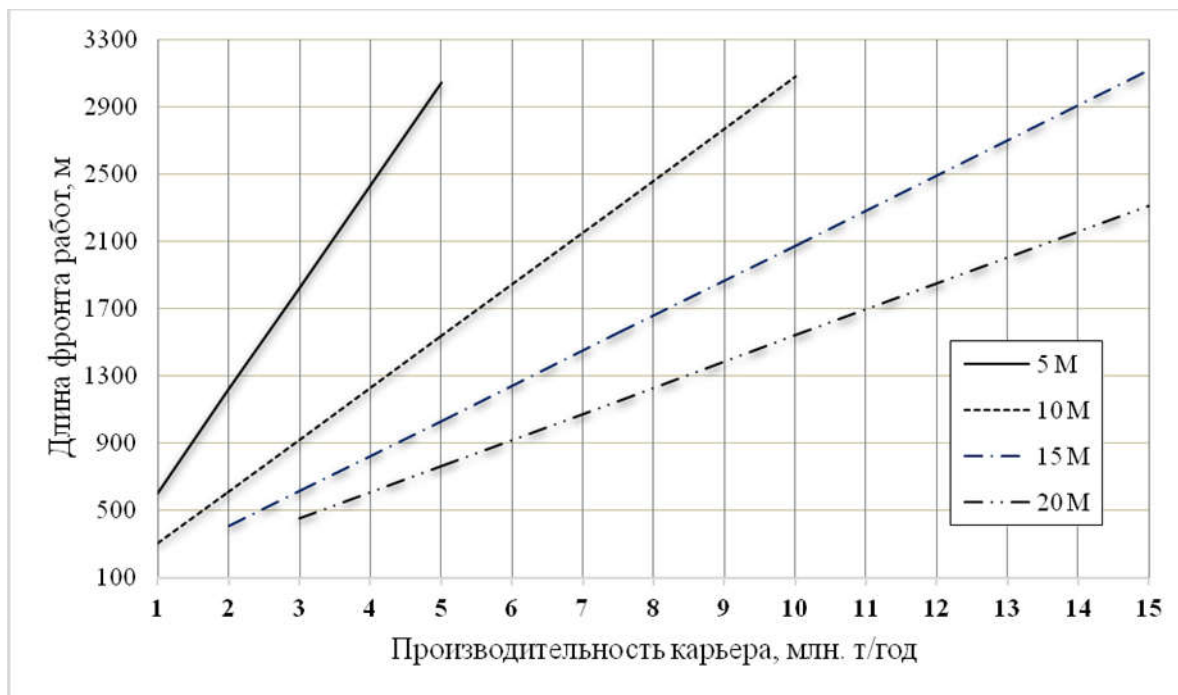


Рисунок 2.14 – График зависимости длины фронта горных работ от производительности карьера, при использовании экскаватора мехлопаты с ёмкостью ковша $E = 5 \text{ м}^3$, для различной высоты уступа

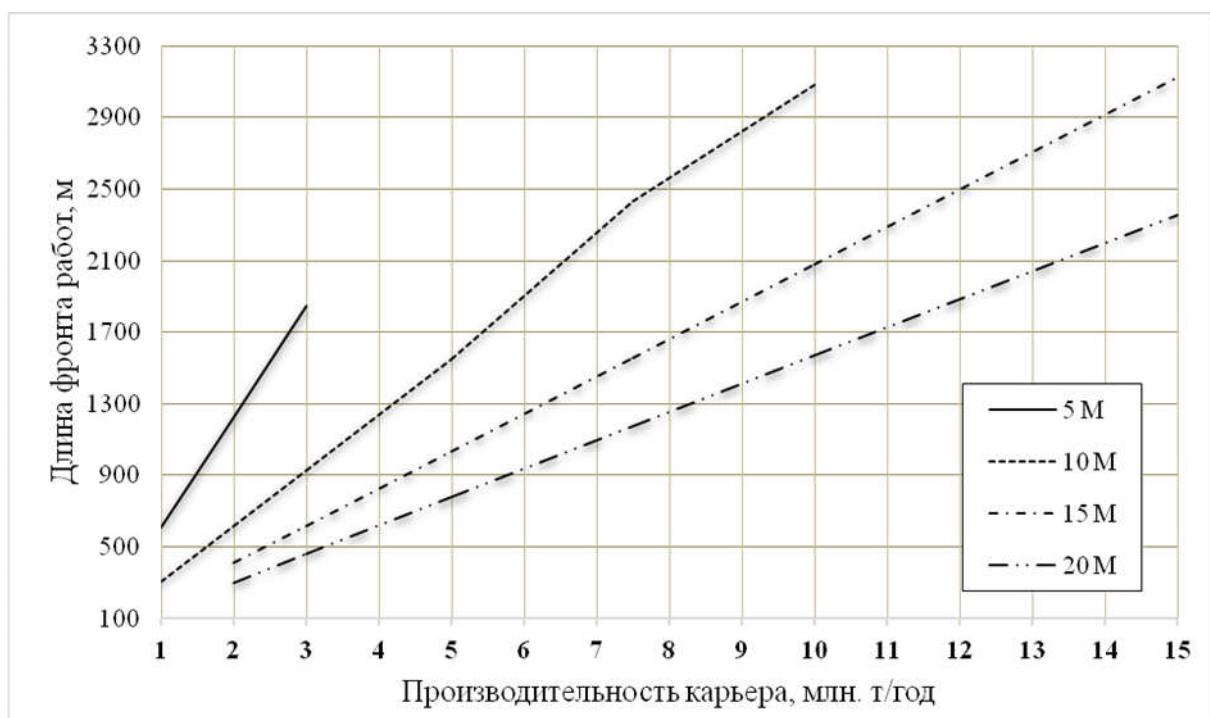


Рисунок 2.15 – График зависимости длины фронта горных работ от производительности карьера, при использовании экскаватора мехлопаты с ёмкостью ковша $E = 8 \text{ м}^3$, для различной высоты уступа

Результаты расчёта длины экскаваторного блока при использовании экскаваторов мехлопат с различной ёмкостью ковша представлены в таблице 2.13. рисунок 2.16.

Таблица 2.13 – Результаты расчёта длины экскаваторного блока при использовании экскаваторов мехлопат с различной ёмкостью ковша для различной высоты уступа

Ёмкость ковша, м ³	Рациональная длина экскаваторного блока, м			
	Высота уступа, м			
	5	10	15	20
3,5	312	337	344	363
5	393	413	440	453
8	488	512	536	560
10	520	540	560	580
12	405	420	435	450

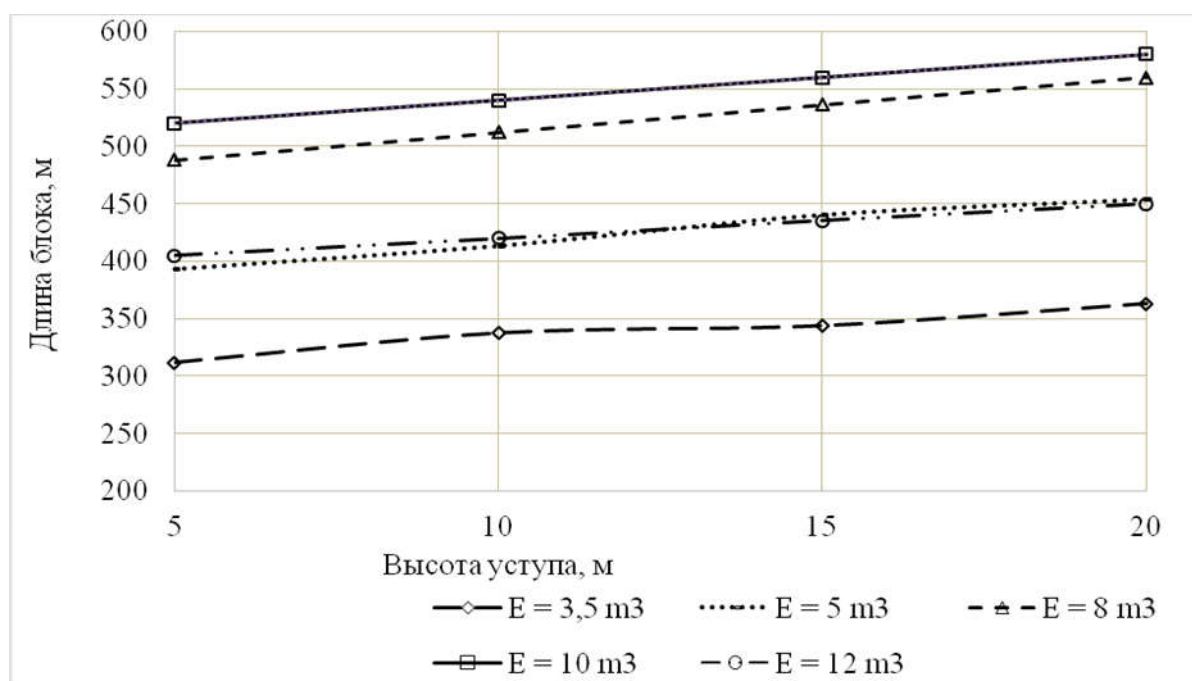


Рисунок 2.16 – График зависимости длины экскаваторного блока от высоты уступа для различных моделей экскаваторов мехлопат с различной ёмкостью ковша для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

В настоящее время, на карьерах Вьетнама, как правило, используется экскаваторы-мехлопаты с электрическим приводом российского производства и

гидравлические экскаваторы с ковшами ёмкостью от 3 до 12 м³.
Транспортирование горной массы осуществляется карьерными автосамосвалами грузоподъемностью 27 ÷ 96 т.

Общие удельные эксплуатационные затраты на автомобильный транспорт при транспортировании известняка карьерными автосамосвалами

$$C_a = C_{Т.А.} + C_{С.Д.} + C_{П.Д.}, \text{ донг./т} \quad (2.24)$$

где $C_{Т.А.}$ – удельные затраты на транспортирование известняка автосамосвалами, донг./т;

$C_{С.Д.}$ – удельные затраты на строительство автодорог, донг./т;

$C_{П.Д.}$ – удельные затраты на поддержание автодорог, донг./т.

Среднее расстояние транспортирования

$$L_{ТР} = \frac{L_B + \vartheta_\Phi}{2} + l_{Р.З.}, \text{ м} \quad (2.25)$$

где L_B – длина экскаваторного блока, м;

ϑ_Φ – годовое подвигание фронта работ, м;

$l_{Р.З.}$ – расстояние транспортирования от пункта разгрузки до начала экскаваторной заходки, м.

Сменная эксплуатационная производительность карьерного автосамосвала

$$Q_a = \frac{G_a \times \vartheta_{ср} \times T_{см}}{L_B + \vartheta_\Phi + 2l_{Р.З.}}, \text{ т/смен.}, \quad (2.26)$$

где G_a – грузоподъемность автосамосвала, т;

$\vartheta_{ср}$ – средняя скорость движения автосамосвала, м/ч;

$T_{см}$ – продолжительность работы автотранспорта в течение смены, ч.

Удельные эксплуатационные затраты при транспортировании известняка карьерными автосамосвалами

$$C_{Т.А.} = \frac{C_{М.С.} (L_B + \vartheta_\Phi + 2l_{Р.З.})}{G_a \cdot \vartheta_{ср} \cdot T_{см}}, \text{ донг./т} \quad (2.27)$$

где $C_{М.С.}$ – стоимость машино-смены автосамосвала, донг./смен.

Удельные затраты на строительство забойной автодороги

$$C_{c.з.} = \frac{C'_{c.з.} \cdot L_B \cdot \mathcal{G}_\Phi}{Q_{\mathcal{E}} \cdot A}, \text{ донг./т} \quad (2.28)$$

где $C'_{c.з.}$ – эксплуатационные затраты на строительство 1 м забойной автодороги, донг.;

A – ширина экскаваторной заходки, м;

$Q_{\mathcal{E}}$ – годовая производительность добычного экскаватора, т.

Удельные затраты на строительство магистральной автодороги

$$C_{c.м.} = \frac{C'_{c.м.} \cdot \mathcal{G}_\Phi}{Q_{\mathcal{E}} \cdot n_{\mathcal{E}}}, \text{ донг./т} \quad (2.29)$$

где $C'_{c.м.}$ – эксплуатационные затраты на строительство 1 м магистральной автодороги, донг.

Удельные затраты на поддержание забойной автодороги

$$C_{n.з.} = \frac{C'_{n.з.} \cdot L_B}{2Q_{\mathcal{E}}}, \text{ донг./т} \quad (2.30)$$

где $C'_{n.з.}$ – затраты на поддержание 1м забойной автодороги, донг.

Удельные затраты на поддержание магистральной автодороги

$$C_{n.м.} = \frac{C'_{n.м.} \cdot \mathcal{G}_\Phi}{2 \cdot Q_{\mathcal{E}} \cdot n_{\mathcal{E}}}, \text{ донг./т} \quad (2.31)$$

где $C'_{n.м.}$ – затраты на поддержание 1 м магистральной автодороги, донг.

Общие удельные затраты при автомобильном транспорте известняка, зависящие от длины фронта добычных работ

$$C_a = \frac{C_{м.с.} (L_B + \mathcal{G}_\Phi + 2l_{п.з.})}{G_a \cdot \mathcal{G}_{cp} \cdot T_{cm}} + \frac{C'_{c.з.} \cdot L_B \cdot \mathcal{G}_\Phi}{Q_{\mathcal{E}} \cdot A} + \frac{C'_{n.з.} \cdot L_B}{2 \cdot Q_{\mathcal{E}}} + \frac{\mathcal{G}_\Phi}{Q_{\mathcal{E}} \cdot n_{\mathcal{E}}} (C'_{c.м.} + 0.5C'_{n.м.}), \text{ донг./т} \quad (2.32)$$

$$\mathcal{G}_\Phi = \frac{Q_{\mathcal{E}}}{L_B \cdot h \cdot \gamma_p}, \text{ м/год} \quad (2.33)$$

где γ_p – плотность известняка, т/м³.

С учетом формул (2.22 – 2.33)

$$C_a = \frac{C_{м.с.} \cdot L_B}{G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{см}} + \frac{C_{м.с.} \cdot Q_{\text{Э}}}{G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{см} \cdot L_B \cdot h \cdot \gamma_p} + \frac{2 \cdot C_{м.с.} \cdot l_{p.з.}}{G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{см}} + \frac{C'_{с.з.}}{A \cdot h \cdot \gamma_p} + \frac{C'_{н.з.} \cdot L_B}{2 \cdot Q_{\text{Э}}} + \frac{C'_{с.м.} + 0,5 \cdot C'_{н.м.}}{L_B \cdot h \cdot \gamma_p}, \text{ донг./т.} \quad (2.34)$$

Определение рационального значения длины экскаваторного блока проводится путём установления первой производной уравнения (2.35)

Первая производная

$$\frac{dC_a}{dL_B} = \frac{C_{м.с.}}{G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{см}} - \frac{C_{м.с.} \cdot Q_{\text{Э}}}{L_B^2 \cdot G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{см} \cdot h \cdot \gamma_p} + \frac{C'_{н.з.}}{2 \cdot Q_{\text{Э}}} - \frac{C'_{с.м.} + 0,5 \cdot C'_{н.м.}}{L_B^2 \cdot h \cdot \gamma_p}. \quad (2.35)$$

Вторая производная $\frac{d^2C_a}{dL_B^2} > 0$, следовательно, зависимость (2.35) имеет

минимум. Приравниваем первую производную к нулю и, решая уравнение относительно L_B для горнотехнических условий отработки месторождений цементного сырья Вьетнама

$$L_B = \sqrt{\frac{2 \cdot Q_{\text{Э}} \cdot [C_{м.с.} \cdot Q_{\text{Э}} \cdot n_{\text{Э}} + G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{см} (C'_{с.м.} + 0,5 \cdot C'_{н.м.})]}{n_{\text{Э}} \cdot h \cdot \gamma_p (2Q_{\text{Э}} \cdot C_{м.с.} + G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{см} \cdot C'_{н.з.})}}, \text{ м} \quad (2.36)$$

Результаты расчёта показывают, что оптимальное значение длины экскаваторного блока при автомобильном транспорте для горнотехнических условий карьеров, обрабатывающих месторождения цементного сырья Вьетнама составит 280÷360 м [49].

Анализ результатов исследований позволяет сделать следующие выводы:

- Общие удельные эксплуатационные затраты при увеличении высоты уступа снижаются.
- Общие удельные эксплуатационные затраты с увеличением длины фронта работ сокращаются до достижения оптимума, а затем постепенно возрастают.

2.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ

Сложноструктурные карбонатные месторождения цементного сырья Вьетнама характеризуются сложными горно-геологическими, горнотехническими и климатическими условиями разработки.

Оптимизация нормативов потерь и разубоживания позволяет уменьшить себестоимость добычи цементного сырья, увеличить валовый доход и прибыль предприятия [41, 45, 60, 61]

$$\Delta A = f(\Pi, P), \quad (2.37)$$

где ΔA – объем увеличения производства продукции за счет снижения потерь и разубоживания;

Π – потери цементного сырья;

P – разубоживание цементного сырья.

При отработке горизонтальных и слабонаклонных сложноструктурных месторождений цементного сырья коэффициент потерь для отдельного i -го контакта пласта цементного сырья и пород вскрыши [41, 45, 60, 61, 62]

$$K_{\Pi_i} = \frac{h_{T_i}}{\sum_{j=1}^N M_{p_i}}, \quad (2.38)$$

где h_{T_i} – мощность слоя, теряемого полезного ископаемого i -го контакта, м;

M_{p_i} – вертикальная мощность j -го пласта цементного сырья, м ($j = 1, 2, 3, \dots, K$);

N – количество разрабатываемых пластов цементного сырья.

При n отдельно разрабатываемых контактов коэффициент потерь

$$K_{\Pi} = \sum_{i=1}^n K_{\Pi_i}, \quad (2.39)$$

Коэффициент примешивания вскрышных пород для отдельного i -го контакта

$$K_{ПП_i} = \frac{h_{П_i} \gamma_B}{\gamma_P \sum_{j=1}^N M_{P_j}}, \quad (2.40)$$

где $h_{П_i}$ – мощность слоя примешиваемых вскрышных пород i -го контакта, м;

γ_B – плотность примешиваемых вскрышных пород, т/м³;

γ_P – плотность цементного сырья, т/м³;

M_{P_j} – вертикальная мощность j -го пласта цементного сырья, м.

При n отдельно разрабатываемых контактах коэффициент примешивания вскрышных пород

$$K_{ПП} = \sum_{i=1}^n K_{ПП_i}, \quad (2.41)$$

Для определения оптимальных нормативных потерь и разубоживания цементного сырья целесообразно использовать критерий – максимум чистого дисконтированного дохода (ЧДД) за срок разработки участка месторождения или максимум среднегодовой чистой прибыли при рассмотрении варианта разработки в течение года или менее.

Коэффициент потерь $K_{П}$ и примешивания пород $K_{ПП}$ [14, 15, 41, 45, 60, 61]

$$K_{П} = \frac{П}{Б}, \quad (2.42)$$

$$K_{ПП} = \frac{Р}{Б}, \quad (2.43)$$

где $П$ – количество теряемых балансовых запасов цементного сырья, т;

$Б$ – балансовые запасы добычного участка, т;

$Р$ – количество разубоживающих пород, т.

Планируемый объем добычи цементного сырья эксплуатационного участка

$$A_{ПУ} = Б(1 - K_{П} + K_{ПП}), \quad (2.44)$$

Удельная извлекаемая ценность (отнесенная к 1 т погашенных балансовых запасов цементного сырья)

$$C_u = \frac{C \cdot \varepsilon \cdot A_{ПУ} \cdot \alpha_T}{B}, \text{ руб./т} \quad (2.45)$$

где C – цена конечной продукции предприятия, руб./т;

ε – коэффициент извлечения полезного компонента при производстве цемента;

α_T – содержание полезного компонента в полезном ископаемом эксплуатационного участка.

Содержание полезного компонента в полезном ископаемом

$$\alpha_T = \frac{B(\alpha_B - \alpha_B \cdot K_{П} + \alpha_P \cdot K_{ПР})}{A_{ПУ}}, \% \quad (2.46)$$

где α_B – содержание полезного компонента в балансовых запасах эксплуатационного участка;

α_P – содержание полезного компонента в разубоживающих породах.

Удельные суммарные эксплуатационные затраты на получение конечной продукции (отнесенные к 1 т погашенных балансовых запасов)

$$Z_B = Z_{СУМ}(1 - K_{П} + K_{ПР}), \text{ руб./т} \quad (2.47)$$

где $Z_{СУМ}$ – удельные суммарные эксплуатационные затраты на добычу и переработку руды, руб./т.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) от разработки эксплуатационного участка [27, 40] месторождения

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T \left[(C_{ut} - Z_{Bt}) A_{ПУt} + A_t - K_t \right] \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (2.48)$$

где A_t – амортизационные отчисления, руб.;

K_t – капитальные вложения в t – м году, руб.;

E – норма дисконта;

T – количество лет приведения ($t = 0, 1, 2, \dots, T$).

Для отбора конкурентных вариантов разработки месторождения целесообразно использовать среднегодовую чистую прибыль

$$NC_{ср.г.} = (C_u - Z_B) A_{ПУ} \cdot 0,5 K_o E, \text{ руб.} \quad (2.49)$$

где K_o – капитальные вложения приведенные к году освоения проектной мощности;

E – норма дисконта.

Нормативный коэффициент потерь

$$K_{ПН} = K_{П} \cdot 100, \% \quad (2.50)$$

Нормативный коэффициент разубоживания

$$K_{РН} = \frac{\alpha_B - \alpha_T}{\alpha_B - \alpha_P} \cdot 100, \% \quad (2.51)$$

или

$$K_{РН} = \frac{B \cdot K_{ПР}}{A_{ПУ}} \cdot 100, \% \quad (2.52)$$

Для обеспечения рационального использования минеральных ресурсов и снижения потерь полезного ископаемого при открытой разработке сложноструктурных месторождений цементного сырья необходимо [41, 60, 61]:

- В подошве промышленной толщи цементного сырья нижнего добычного горизонта для передвижения и стоянок экскаваторов оставлять слой известняков мощностью до 0,5 м.
- В подошве промышленной толщи цементного сырья верхнего добычного горизонта, во избежание разубоживания некондиционными горными породами, оставлять слой мощностью до 0,4 м.
- В целях наиболее полного рационального использования минеральных ресурсов целесообразно вовлекать в добычу некондиционные горные породы пригодные для цементного производства, согласно действующих технических условий заводов по производству цемента.

2.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ ГОТОВЫХ К ВЫЕМКЕ ЗАПАСОВ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТА ТЪЕТ - БИНЬ ФУОК (ВЬЕТНАМ)

Месторождение цементного сырья Та Тьет – Бинь Фуок разрабатывается как сырьевая база цементного завода Хатйен 1 (НСС) с производственной мощностью 2 млн. т/год, Месторождение расположено около 15 км от завода. Месторождение содержит минеральные ресурсы известняка, аргиллита и латеритной глины.

Известняк месторождения находится в карбонатных образованиях Та Vat. Литологический состав известняков включает 3 комплекта: черный известняк, светло-серый розовый известняк и темно-серый известняк. Рудное тело образует полосу, простирающуюся от севера на юг. Мощность рудного тела постепенно сокращается по направлению к югу.

Западная граница рудного тела располагается между геологическими образованиями Та Vat и Та Not, восточная граница ограничена меридианным сбросом. Известняк, пригодный для производства цемента, составляет до 80% от разведочной площади. По данным геологоразведочных работ содержание СаО изменяется от 40,1% до 54,6% и в среднем составит 49,56%, с коэффициентом вариации содержания 6,77 %. Содержание MgO изменяет от 0,46% до 7,15% и в среднем составляет 1,82%, при этом коэффициент вариации составляет 61,70% [42].

На рисунке 2.17 представлены продольный и поперечный разрезы карьера Та Тьет – Бинь Фуок на конец 5-го года отработки.

Известняк распространяется на глубину от 3,8 м до 34 м, в среднем 15 м. Глубина разработки ограничена отметкой -10 м. Пласты полезной толщи месторождения имеют в основном пологое залегание, средний угол залегания породы не превышает 30°.

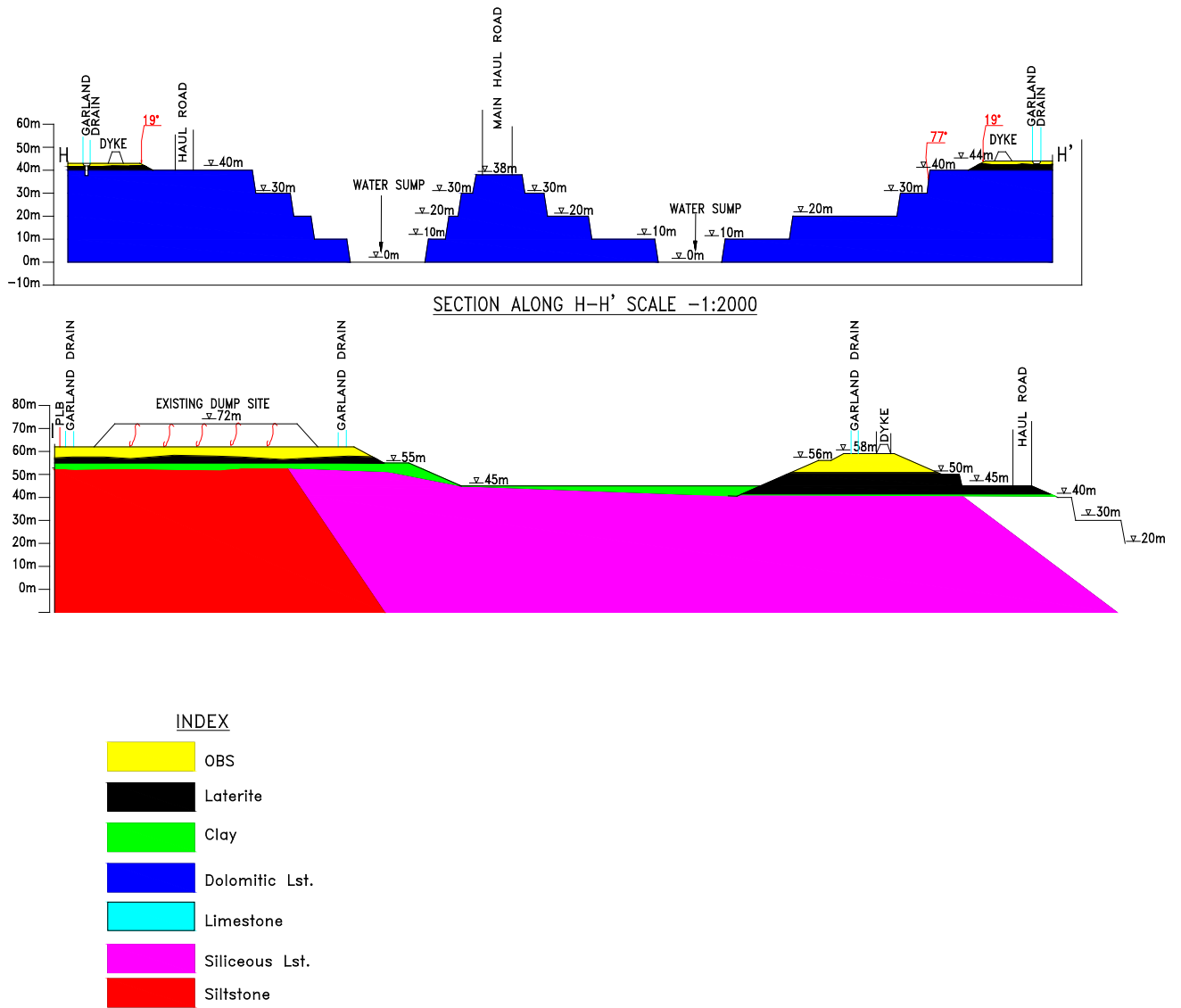


Рисунок 2.17 - Продольный и поперечный разрезы карьера Та Тьет - Бинь Фуок на конец 5-го года отработки

На рисунке 2.18 представлен план карьера Та Тьет - Бинь Фуок на конец 5-го года отработки.

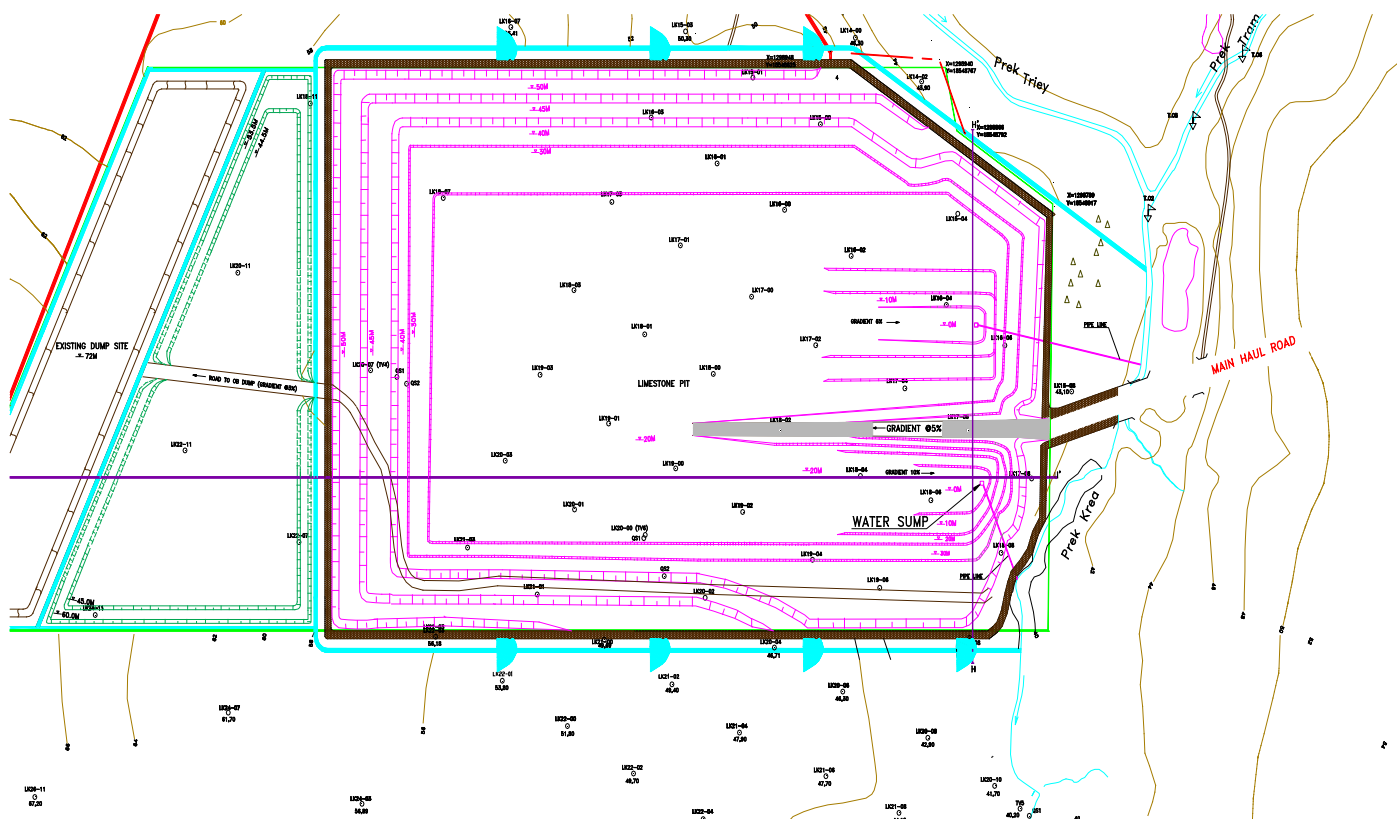


Рисунок 2.18 - План карьера Та Тьет - Бинь Фуок на конец 5-го года отработки

Глина на месторождении Та Тьет имеет непрерывное распространение с севера на юг длиной около 3 км, в самом широком месте приблизительно более 1000 м, а в самом узком - около 200÷300 м. Глина в пластичном состоянии, влажная, с плотностью 2,68 т/м³; влажность 26,5%; пористость 44,0%; показатель пластичности 19,7%; предел текучести 43%.

Залежь глины имеет мощность от 0,8 м до 20,7 м, в среднем 6,34 м.

В таблице 2.14 представлены данные по содержанию SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ в известняковой руде месторождения Та Тьет [42].

Таблица 2.14 – Данные по содержанию SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ в известняковой руде месторождения Та Тьет

Оксиды	Min (%)	Max (%)	Среднее, (%)	Дисперсия	V (%)
SiO ₂	45,01	75	60,15	9,11	15,13
Al ₂ O ₃	10,1	25	16,27	3,33	20,45
Fe ₂ O ₃	1,42	39,15	12,27	7,74	63,11

Глина на месторождении Та Тьет имеет непрерывное распространение с севера на юг протяжённостью около 3 км, в самом широком месте приблизительно более 1000 м, а в самом узком - около 200÷300 м. Глина находится в пластичном состоянии, с повышенной влажностью, с плотностью 2,68 т/м³; влажность 26,5%; пористость 44,0%; показатель пластичности 19,7%; предел текучести 43%. Залежь глины имеет мощность от 0,8 м до 20,7 м, в среднем 6,34 м.

Латерит, как цементная добавка, на месторождении Та Тьет представлен в виде линз или слоев со средней мощностью 0,5 м; естественная плотность составляет 2,39 т/м³; пористость 20,7%. Латерит имеет распространение около трех километров с севера на юг, охватывает почти всю территорию месторождения. Основная залежь латерита имеет мощность от 0,8 м до 14,5 м, в среднем 5,64 м.

Известняк месторождения Та Тьет может использоваться в качестве сырья для производства портландцемента. Рудное тело имеет переслаивание, линзы доломита с высоким содержанием MgO и должно разрабатываться с применением селективной выемки, для обеспечения выполнения требований завода к качеству сырья. По своим механическими свойствам и химическому составу глина месторождения Та Тьет может использоваться в качестве сырья для производства цемента.

Готовые к выемке запасы (ГВЗ) – часть подготовленных на каждом горизонте запасов, которые можно добыть без выполнения горных работ на

лежащем выше уступе с сохранением минимальной рабочей площадки [10].

Распределение объемов ГВЗ по горизонтам рабочего борта карьера определяет надежность работы горно-технической системы-карьер. Под надежностью понимается свойство системы выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой выработки [10].

Надежность работы технологического комплекса, определяемая надежностью входящих в него технологических звеньев, оцениваемой коэффициентами их готовности [10, 32, 47]

$$K_{z.k} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{K_i} \cdot (n-1)}, \quad (2.53)$$

где K_i – коэффициент готовности i -го технологического звена;

n – количество звеньев в технологической цепи.

Горнотехническая система-карьер состоит из подсистем вскрышных и добычных работ, имеющих самостоятельные цели и задачи, направленные на выполнение единой функции - добычи установленного объёма полезного ископаемого. Резерв готовых к выемке запасов на каждом горизонте позволяет вести горные работы независимо от технологической ситуации на вышележащем горизонте в течение установленного нормативами промежутка времени.

Коэффициент готовности технологической цепи i -го уступа [10, 32, 47]

$$k_{z_i} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{p_i}}{\sum_{i=1}^n t_{p_i} + \sum_{i=1}^n t_{n_i}}, \quad (2.54)$$

где t_{p_i} – время исправной работы технологической цепи i -го уступа;

t_{n_i} – время вынужденного простоя технологической цепи i -го уступа;

n – количество простоев технологической цепи i -го уступа за рассматриваемый промежуток времени.

Коэффициент готовности характеризует вероятность работоспособности горнотехнической системы в произвольно выбранный момент времени, опреде-

ляет готовность этой системы к выполнению технологических функций и позволяет оценивать эксплуатационные качества системы.

Коэффициент готовности i -го уступа карьера (k_i) связан с коэффициентом вынужденного простоя (k_{Pi}) [10, 32, 47]

$$k_i = 1 - k_{Pi}, \quad (2.55)$$

Коэффициент вынужденного простоя характеризует вероятность неработоспособности технологической системы в произвольно выбранный момент времени. Таким образом, создание резерва на рабочем горизонте карьера повышает надежность работы системы до тех пор, пока величина его не превысит времени простоев оборудования на вышележащем горизонте [10, 32, 47]

$$\mu_i \leq 1 - k_{Pi}, \text{ лет} \quad (2.56)$$

где μ_i – обеспеченность запасами рабочего горизонта за выбранный промежуток времени, лет.

Обеспеченность запасами [3, 47]

$$\mu_i = \frac{\Delta B_i L_i h_i}{m_i Q_{эi}}, \text{ лет} \quad (2.57)$$

где $Q_{эi}$ – эксплуатационная производительность экскаватора на i -м горизонте, м³/год;

m_i – количество экскаваторов на i -м горизонте, необходимое для выполнения годового объема горных работ;

ΔB_i – ширина резервной полосы рабочей площадки i -го уступа, м;

L_i – длина фронта работ i -го горизонта, м;

h_i – высота уступа на i -м горизонте, м.

Вероятность достижения заданной производительности технологической системы верхнего вскрышного уступа, сложенного покрывающими породами (для горногеологических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама - рыхлые наносы) [32, 47]

$$P_{1э} = K_{1э}, \quad (2.58)$$

где $k_{1э}$ – коэффициент готовности технологической системы верхнего вскрышного

уступа.

Вероятность достижения заданной производительности технологической системы первого сверху уступа по добыче латерита (в течение года) [32, 47]

$$P_{1Д} = K_{1Д} \left(K_{1\epsilon} + \frac{\Delta B_{1Д} L_{1Д} h_{1Д}}{m_{1Д} Q_{Э1Д}} \right), \quad (2.59)$$

где k_i – коэффициент готовности технологической системы i -го уступа ($i = 1, 2, 3, \dots, n$).

Вероятность достижения заданной производительности технологической системы второго сверху уступа по добыче глины (в течение года) [32, 47]

$$P_{2Д} = K_{2Д} \left[\left(K_{1\epsilon} \cdot K_{1Д} + K_{1Д} \frac{\Delta B_{1Д} L_{1Д} h_{1Д}}{m_{1Д} Q_{Э1Д}} \right) + \frac{\Delta B_{2Д} L_{2Д} h_{2Д}}{m_{2Д} Q_{Э2Д}} \right], \quad (2.60)$$

Вероятность достижения заданной производительности технологической системы третьего сверху уступа по добыче известняка (в течение года) [32, 47]

$$P_{3Д} = K_{1\epsilon} \cdot K_{1Д} \cdot K_{2Д} \cdot K_{3Д} + K_{1Д} \cdot K_{2Д} \cdot K_{3Д} \frac{\Delta B_{1Д} L_{1Д} h_{1Д}}{m_{1Д} Q_{Э1Д}} + K_{2Д} K_{3Д} \frac{\Delta B_{2Д} L_{2Д} h_{2Д}}{m_{2Д} Q_{Э2Д}} + K_{3Д} \frac{\Delta B_{3Д} L_{3Д} h_{3Д}}{m_{3Д} Q_{Э3Д}}, \quad (2.61)$$

Вероятность достижения заданной производительности технологической системы четвёртого сверху уступа добыче известняка (в течение года) [32, 47]

$$P_{4Д} = K_{1\epsilon} \cdot K_{1Д} \cdot K_{2Д} \cdot K_{3Д} \cdot K_{4Д} + K_{1Д} \cdot K_{2Д} \cdot K_{3Д} \cdot K_{4Д} \frac{\Delta B_{1Д} L_{1Д} h_{1Д}}{m_{1Д} Q_{Э1Д}} + K_{2Д} \cdot K_{3Д} \cdot K_{4Д} \frac{\Delta B_{2Д} L_{2Д} h_{2Д}}{m_{2Д} Q_{Э2Д}} + K_{3Д} \cdot K_{4Д} \frac{\Delta B_{3Д} L_{3Д} h_{3Д}}{m_{3Д} Q_{Э3Д}} + K_{4Д} \frac{\Delta B_{4Д} L_{4Д} h_{4Д}}{m_{4Д} Q_{Э4Д}}, \quad (2.62)$$

Вероятность достижения заданной производительности технологической системы пятого сверху уступа добыче известняка (в течение года) [32, 47]

$$\begin{aligned}
P_{5Д} = & K_{1в} \cdot K_{1Д} \cdot K_{2Д} \cdot K_{3Д} \cdot K_{4Д} \cdot K_{5Д} + K_{1Д} \cdot K_{2Д} \cdot K_{3Д} \cdot K_{4Д} \cdot K_{5Д} \frac{\Delta B_{1Д} L_{1Д} h_{1Д}}{m_{1Д} Q_{Э1Д}} + \\
& + K_{2Д} \cdot K_{3Д} \cdot K_{4Д} \cdot K_{5Д} \frac{\Delta B_{2Д} L_{2Д} h_{2Д}}{m_{2Д} Q_{Э2Д}} + K_{3Д} \cdot K_{4Д} \cdot K_{5Д} \frac{\Delta B_{3Д} L_{3Д} h_{3Д}}{m_{3Д} Q_{Э3Д}} + \\
& + K_{4Д} \cdot K_{5Д} \frac{\Delta B_{4Д} L_{4Д} h_{4Д}}{m_{4Д} Q_{Э4Д}} + K_{5Д} \frac{\Delta B_{5Д} L_{5Д} h_{5Д}}{m_{5Д} Q_{Э5Д}}.
\end{aligned} \quad (2.63)$$

где $k_{iД}$ – коэффициент готовности технологической системы i -го добычного уступа ($i = 1, 2, 3, \dots, n$);

$k_{iв}$ – коэффициент готовности технологической системы i -го вскрышного уступа;

$P_{iД}$ – надежность работы технологической системы i -го добычного уступа ($i = 1, 2, 3, \dots, n$);

$m_{iД}$ – количество экскаваторов на i -м добычном горизонте, необходимое для выполнения установленного годового объема горных работ;

$L_{iД}$ – длина фронта работ на i -м добычном горизонте, м;

$\Delta B_{iД}$ – ширина резервной полосы рабочей площадки i -го добычного уступа, м;

$h_{iД}$ – высота уступа i -го добычного уступа, м;

$Q_{ЭiД}$ – эксплуатационная производительность экскаватора на i -м добычном уступе, м³/год.

Анализ полученных зависимостей (2.58–2.63) показывает, что от распределения готовых к выемке запасов цементного сырья по рабочим горизонтам изменяется вероятность достижения заданной производительности карьера.

Необходимо максимально возможные объёмы готовых к выемке запасов цементного сырья располагать на верхних добычных уступах для формирования выпуклой формы рабочего борта карьера, обеспечивающей повышение вероятности достижения заданной производительности карьера.

ВЫВОДЫ

1. Доказано, что значения высоты уступа в зависимости от сцепления пород, в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама, обеспечивают безопасность ведения горных работ для применяемых моделей экскаваторов.

2. Получена аналитическая зависимость для определения высоты уступа, для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама, по условиям обеспечения эффективного использования выемочно-погрузочного горного оборудования, с учётом физико-механических свойств горных пород, параметров системы разработки, требований правил безопасности ведения горных работ.

3. Установлена эмпирическая зависимость ширины развала взорванной горной массы от высоты уступа для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама.

4. Установлена эмпирическая зависимость длины экскаваторного блока от ёмкости ковша экскаватора-мехлопаты, при транспортировании горной массы автосамосвалами, для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама.

5. Рациональное значение длины экскаваторного блока, при использовании для транспортирования горных пород карьерных автосамосвалов, для горнотехнических условий карьеров, отрабатывающих месторождения цементного сырья Вьетнама, составит 280÷360 м.

6. Разработана методика определения оптимальных нормативных потерь и разубоживания руды по критерию максимум чистого дисконтированного дохода (ЧДД) от разработки, для горнотехнических условий открытой разработки сложноструктурных месторождений цементного сырья Вьетнама.

7. Установлено, что от распределения готовых к выемке запасов по рабочим горизонтам, для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама, изменяется вероятность достижения установленной производительности карьера по полезному ископаемому, поэтому необходимо максимально возможные объёмы готовых к выемке запасов располагать на верхних добычных уступах, обеспечивающего повышение безопасности горных работ и надёжность работы технологической системы.

3 ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ С УЧЁТОМ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ

3.1 ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ ОСНОВЕ БЛОЧНОЙ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКА

Для обеспечения сырьём цементного завода карбонатные горные породы добываются в одном карьере или из нескольких карьеров группы. Затем, сырьевая смесь получается путем смешивания известняка для поддержания порогового предела компонентов при поддержании постоянных параметров качества основных полезных компонентов. Один карьер или группа карьеров должны обеспечить необходимый объём известняка для обеспечения потребности цементного завода. Однако для того, чтобы удовлетворить требования к качеству сырья для цементного завода, необходимо провести смешивание сырья добываемого в карьере с добавками, такими как песчаник, мел, зола, железная руда и глина. Это позволяет сэкономить средства, потенциально влияющие на эффективность производства сырья для производства цемента.

Определение последовательности добычи разнокачественных блоков известняка, обеспечивающей выполнение требования цементного завода (усреднение качества), достигается при реализации разработанной модели планирования развития горных работ в карьерном поле.

Блочное моделирование месторождений представляет собой метод, показывающий 3D пространство через идентифицированный микро-размер блоков. Для каждого блока формируется необходимая геологическая, технико-экономическая информация: содержание полезных и вредных компонентов, плотность, расположение в пространстве, размеры, извлекаемая ценность.

Метод блочного моделирования имеют высокую совместимость с результатами реализации на действующих предприятиях горнодобывающей промышленности, возможность визуального отображения; размеры блоков могут быть отрегулированы в соответствии с параметрами системы разработки; оперативное определение объёмов горной массы и извлекаемой ценности.

Приложения компьютерных программ для обеспечения для управления геологической базой данных в 3D используются в большинстве горнодобывающих компаний во Вьетнаме (Holcim, Cemex, IMERYS и др.) и получили определенные эффективности. Эти компании имеют профессиональные рабочие группы для работы с 3D-моделью.

Недостатки применения программного обеспечения для 3D моделирования в горнодобывающей отрасли во Вьетнаме:

- Горногеологические условия месторождений полезных ископаемых во Вьетнаме гораздо сложнее, чем на многих зарубежных месторождениях. Типичными геологическими характеристиками месторождений во Вьетнаме являются наличие средних и тонких по мощности пластов с наличием переслаиваний, сложных геологических нарушений, сбросов и разломов.

- Значительная часть месторождений имеет малый и средний масштаб. Горнодобывающие компании, обрабатывающие эти месторождения не имеют доступа к необходимым инвестициям для приобретения и изучения программного обеспечения. Цена таких программных обеспечений достаточно высока, например, относительно компактное программное обеспечение как Rockwork, GMS стоит около 5000 долл. США. Программное обеспечение, обладающее полной базой данных, большим количеством блоков для решения всех основных вопросов отработки месторождений и мощные инструменты, такие как Surpac, Datamine, стоит до миллиона долл.

- Передача современных технологий с использованием программного обеспечения проблематична из-за многих факторов, таких как ограничения во владении языком, информационная подготовленность специалистов.

Тем не менее, при развитии горнодобывающей промышленности, интенсификации отработки природных ресурсов, проведения государственной политики развития промышленности во Вьетнаме, можно видеть что, применение и развитие 3D-моделирования развития горных работах на карьерах является перспективным направлением.

На первом этапе формируется трехмерная блочная модель месторождения, представляющая собой набор отдельных блоков, моделирующих месторождение известняка, вмещающие и покрывающие породы. Блочная модель состоит из нескольких тысяч блоков. Каждому блоку присваивается информация, включая координаты, тип горной породы, плотность и содержание возможных химических составляющих. Используются статистические и геостатистические методы, такие как Кригинг, последовательное Гауссовское моделирование [17, 62].

Для известняковых месторождений цементного сырья это нецелесообразно и не применимо к планированию горных работ карьеров при присвоении извлекаемой ценности для каждого блока.

Цемент является товарным продуктом, который производится путем смешивания различных химических компонентов, извлеченных из различных блоков. Расчет извлекаемой ценности каждого блока на основе рыночной стоимости цемента является весьма сложным процессом.

Для блоков составляющих месторождение цементного сырья извлекаемая ценность определяется содержанием нескольких химических компонентов, необходимых для производства цемента.

Второй шаг в планировании развития горных работ карьеров - определить предельные границы открытой разработки, в которых целесообразна добыча. Оптимальные границы карьера могут быть получены с использованием алгоритма Лерча-Гроссмана.

Для карьера по добыче цементного сырья можно использовать три общие задачи планирования горных работ:

Экономическая цель, которая максимизирует чистую текущую стоимость в течение всего срока отработки месторождения карьером; или, наоборот, минимизирует затраты за тот же период.

Цель социальная - обеспечение занятости населения, которая максимизирует срок службы карьеров для поддержания рабочих мест в течение максимально длительного времени.

Максимальная по горнотехническим факторам производительность, которая

определяет минимальный срок службы карьеров.

За критерий оптимальности в модели планирования развития горных работ карьера принимается минимум приведённых затрат, которые гарантируют качество и количество известняка для производства цемента.

Математическое программирование широко используется в оптимизации долгосрочного планирования производства в горнодобывающей промышленности. В большинстве исследований, связанных с долгосрочным планированием развития горных работ, основное внимание уделяется разработке месторождений металлической руды.

Целью исследования является разработка детерминированной модели MILP (model and solution) для долгосрочного планирования развития горных работ карьеров по добыче цементного сырья во Вьетнаме с использованием эвристической техники в среде Matlab [55, 56, 57, 58, 62, 63, 64, 65, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 84, 86, 87, 88, 89, 95, 96, 97, 98, 99, 100].

Одним из основных физических ограничений о модели является требования к откосу уступа и борта карьера. По требованиям обеспечения безопасности угол откоса уступа должен быть не более 80° .

Существует ограничение для извлечения блоков, связанное с закономерностью формирования выработанного пространства. Блоки в массиве месторождения могут быть извлечены только после добычи вышележащих блоков. Существует несколько типов шаблонов, используемых в моделях месторождений для определения отношений приоритетов в извлечении блоков, рисунок 3.1.

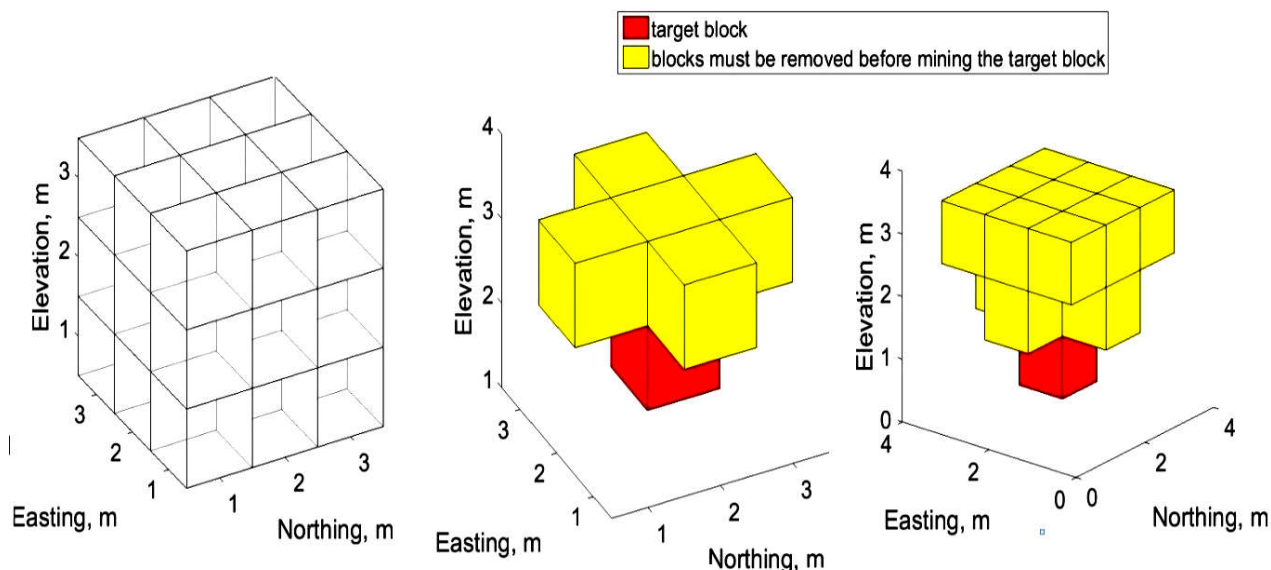


Рисунок 3.1 - 3D блочная модель с шаблонами по извлечению блоков

На рисунке 3.1 представлена 3D блочная модели: (b) форма (1:5) - 5 блоков на уровне 3 должны быть удалены перед тем, как обработать целевой блок на уровне 2; (c) форма (1:5:9) - 5 блоков 2 и 9 блоков уровня 3 должны быть удалены перед тем, как обработать целевой блок на уровне 1.

Существуют ограничения в модели, связанные с требованиями к химическому составу известняка в добываемых блоках.

При производстве цемента необходимо соблюдать химический состав сырьевой смеси в определенных пределах путем предварительного смешивания или усреднения. В таблице 3.1 приведены предельные значения компонентов в известняке для производства цемента [75].

Таблица 3.1 – Предельные значения химического состава цементного сырья

Оксиды	Предельные значения (масс %)
CaO	60–69
SiO ₂	18–24
Al ₂ O ₃	4–8
Fe ₂ O ₃	1–8
MgO	<5,0
K ₂ O, Na ₂ O	<2,0
SO ₃	<3,0

Для расчета баланса оксидов, включающие CaO, SiO₂, Al₂O₃ и Fe₂O₃, используются модули, в которых включаются стандарт извести (LS), отношение диоксида кремния (SR) и модуль железа (IM)

$$SR = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}, \quad (3.1)$$

$$LSF = \frac{CaO}{2,8SiO_2 + 1,18Al_2O_3 + 0,65Fe_2O_3}, \quad (3.2)$$

$$AM = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}, \quad (3.3)$$

Значения модулей может быть различным в зависимости от стандартов состава клинкера, используемых в различных странах и регионах.

В портландцементном клинкере содержатся четыре основных минерала. В таблице 3.2 приведены данные о составе минералов и их текущем диапазоне в британских и европейских портландцементных клинкерах.

Таблица 3.2 – Диапазоны основных минералов в европейских клинкерах

Сокращенная номенклатура	Химическая формула	Название минерала	Типичный диапазон (масс. %)
C ₃ S	3CaO.SiO ₂ или Ca ₃ SiO ₅	Алит	45–65
C ₂ S	2CaO.SiO ₂ или Ca ₂ SiO ₄	Белит	10–30
C ₃ A	3CaO.Al ₂ O ₃ или Ca ₃ Al ₂ O ₆	Алюминат	5–12
C ₄ AF	4CaO. Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃ или Ca ₄ Al ₂ Fe ₂ O ₁₀	Феррит 1	6–12

Метод оценки уровней четырех минералов клинкера может базироваться на четырёх уравнениях [62]

$$C_3S = 4,071 \times CaO - 7,60 \times SiO_2 - 6,78 \times Al_2O_3 - 1,43 \times Fe_2O_3, \quad (3.4)$$

$$C_2S = -3,071 \times CaO + 8,6 \times SiO_2 + 5,068 \times Al_2O_3 - 1,079 \times Fe_2O_3, \quad (3.5)$$

$$C_3A = 2,65 \times Al_2O_3 - 1,692 \times Fe_2O_3, \quad (3.6)$$

$$C_4AF = 3,043 \times Fe_2O_3. \quad (3.7)$$

Предлагаемая оптимизационная модель детерминирована. Следовательно, все входящие в модель исходные данные имеют фиксированные значения (например, химический класс, себестоимость добычи сырья, капитальные затраты, производительность карьера, запасы полезного ископаемого месторождения). Кроме того, приоритет извлечения блоков принимается постоянным во всех направлениях рабочей зоны карьера.

Для построения математической модели определены следующие индексы:

t – индекс периода времени, $t = 1, 2, \dots, T$;

i – расположение блоков по оси – x , где $i = 1, \dots, X$;

j – расположение блоков по оси – y , где $j = 1, \dots, Y$;

k – расположение блоков по оси – z , где $k = 1, \dots, Z$;

a – аддитивный индекс, где $a = 1, \dots, A$, учитывающий добавки в цементное сырьё, в т.ч. глину, сланцевый камень, сланцы, латериты и т. д.;

c – химический индекс, где $c = 1, \dots, C$, включая CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, LOI, K₂O, Na₂O, и LS, SR, IM, C₂S, C₃S, C₃A, LSF, и т.д.

Для построения математической модели определены следующие параметры:

B_{ijk} – тоннаж блока i, j, k ;

C_{ijkt} – себестоимость добычи (дол./т) сырья из карьера блоков x, y, z в период t ;

C_{at} – удельные затраты на закупку (дол. /т) добавки a в период t ;

$\min P_t, \max P_t$ – минимальная и максимальная производственная мощность (т) карьера в период t ;

$\min Q_{ab}, \max Q_{at}$ – минимальное и максимальное количество (т) добавки a доступное в период t ;

$\min G_c, \max G_c$ – минимальный и максимальный химический процент c ;

g_{cijk} – химический процент c в блоке i, j, k ;

g_{cat} – химический процент c добавки a в периоде t ;

$N_{ijkt}, N_{ijkt}^-, N_{ijkt}^+$ – количество блоков должно удаляться перед блоком ijk для удовлетворения ограничения приоритета извлечения блока на плоскости j и плоскостях, которые расположены за плоскостью j и перпендикулярны оси $-y$, соответственно.

$X_{ijkt} =$	1, если блок ijk извлекается в период t
	0 в противном случае.

Y_{at} – Количество (т) добавки, используемой в период t

В качестве критерия в модели принят минимум затрат на получение сырьевой смеси для производства цемента.

Критериальный показатель модели

$$\sum_{t=1}^T \left(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijkt} B_{ijkt} C_{ijkt} + \sum_{a=1}^A C_{at} Y_{at} \right), \quad (3.8)$$

принятые ограничения:

$$\sum_{t=1}^T X_{ijkt} \leq 1, \forall i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J; k = 1, 2, \dots, K, \quad (3.9)$$

$$\sum_{t=1}^T \sum_{k'=k+1}^K \sum_{i'=i-k'}^{i+k'-k} X_{i'jk't} - N_{ijkt} X_{ijkt} \geq 0, \quad (3.10)$$

$\forall i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J; k = 1, 2, \dots, K; i' > 0$

$$\sum_{t=1}^T \sum_{k'=k+1}^K \sum_{j'=j+1}^{j+k'-k} \sum_{i'=i-(k'-k+j-j')}^{i+(k'-k+j-j')} X_{i'j'k't} - N_{ijkt} X_{ijkt} \geq 0, \quad (3.11)$$

$\forall i = 1, 2, \dots, I; k = 1, 2, \dots, K; i' > 0, j \in [1, J)$

$$\sum_{t=1}^T \sum_{k'=k+1}^K \sum_{j'=j-k'+k}^{j-1} \sum_{i'=i-(k'-k+j-j')}^{i+(k'-k+j-j')} X_{i'j'k't} - N_{ijkt}^+ X_{ijkt} \geq 0, \quad (4.12)$$

$\forall i = 1, 2, \dots, I; k = 1, 2, \dots, K; i' > 0, j \in [1, J)$

$$\min P_t \leq \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijkt} \leq \max P_t, \forall t = 1, 2, \dots, T, \quad (3.13)$$

$$\min Q_{at} \leq Y_{at} \leq \max Q_{at}, \forall a = 1, 2, \dots, A; t = 1, 2, \dots, T, \quad (3.14)$$

$$\min G_c \leq \frac{\left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g_{cij} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g_{cat} Y_{at} \right]}{\left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A Y_{at} \right]} \leq \max G_c, \forall a = 1, 2, \dots, A; t = 1, 2, \dots, T, \quad (3.15)$$

$$\min G_c \leq \frac{\left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g_{(CaO)ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g_{(CaO)at} Y_{at} \right]}{\left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A Y_{at} \right]} \leq \max G_c, \forall t = 1, 2, \dots, T$$

$$\left[\begin{array}{l} 2,80 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g_{(SiO_2)ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g_{(SiO_2)at} Y_{at} \right] \\ +1,18 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g_{(Al_2O_3)ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g_{(Al_2O_3)at} Y_{at} \right] \\ +0,65 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g_{(Fe_2O_3)ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g_{(Fe_2O_3)at} Y_{at} \right] \end{array} \right] \leq \max G_c, \forall t = 1, 2, \dots, T \quad (3.16)$$

$$\min G_c \leq \frac{\left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g_{(SiO_2)ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g_{(SiO_2)at} Y_{at} \right]}{\left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A Y_{at} \right]} \leq \max G_c, \forall t = 1, 2, \dots, T, \quad (3.17)$$

$$\left[\begin{array}{l} \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g_{(Al_2O_3)ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g_{(Al_2O_3)at} Y_{at} \right] \\ + \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g_{(Fe_2O_3)ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g_{(Fe_2O_3)at} Y_{at} \right] \end{array} \right]$$

$$\min G_c \leq \frac{\left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g_{(Al_2O_3)ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g_{(Al_2O_3)at} Y_{at} \right]}{\left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A Y_{at} \right]} \leq \max G_c, \forall t = 1, 2, \dots, T, \quad (3.18)$$

$$\left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g_{(Fe_2O_3)ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g_{(Fe_2O_3)at} Y_{at} \right]$$

$$\min G_c \leq \frac{\begin{bmatrix} 4,071 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g(\text{CaO})_{ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g(\text{CaO})_{at} Y_{at} \right] \\ -7,600 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g(\text{SiO}_2)_{ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g(\text{SiO}_2)_{at} Y_{at} \right] \\ -6,718 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g(\text{Al}_2\text{O}_3)_{ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g(\text{Al}_2\text{O}_3)_{at} Y_{at} \right] \\ -1,430 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{at} Y_{at} \right] \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A Y_{at} \end{bmatrix}} \leq \max G_c, \forall t = 1, 2, \dots, T, \quad (3.19)$$

$$\min G_c \leq \frac{\begin{bmatrix} 2,650 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g(\text{Al}_2\text{O}_3)_{ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g(\text{Al}_2\text{O}_3)_{at} Y_{at} \right] \\ -1,692 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{at} Y_{at} \right] \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A Y_{at} \end{bmatrix}} \leq \max G_c, \forall t = 1, 2, \dots, T, \quad (3.20)$$

$$\min G_c \leq \frac{\begin{bmatrix} -3,071 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g(\text{CaO})_{ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g(\text{CaO})_{at} Y_{at} \right] \\ +8,600 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g(\text{SiO}_2)_{ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g(\text{SiO}_2)_{at} Y_{at} \right] \\ +5,068 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g(\text{Al}_2\text{O}_3)_{ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g(\text{Al}_2\text{O}_3)_{at} Y_{at} \right] \\ -1,079 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{at} Y_{at} \right] \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A Y_{at} \end{bmatrix}} \leq \max G_c, \forall t = 1, 2, \dots, T, \quad (3.21)$$

$$\min G_c \leq \frac{\begin{bmatrix} 3,043 \left[\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K g(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{ijk} X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A g(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{at} Y_{at} \right] \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} B_{ijk} + \sum_a^A Y_{at} \end{bmatrix}} \leq \max G_c, \forall t = 1, 2, \dots, T, \quad (3.22)$$

$$X_{ijkt} \in \{0,1\}, \forall i = 1,2,\dots,I; \forall j = 1,2,\dots,J; \forall k = 1,2,\dots,K; \forall t = 1,2,\dots,T, \quad (3.23)$$

$$Y_{at} \geq 0, \forall a = 1,2,\dots,A; \forall t = 1,2,\dots,T; \quad (3.24)$$

Ограничение (3.9) обеспечивает требование, что каждый блок может быть добыт не более одного раза во времени долгосрочного горизонта планирования. Однако некоторые блоки могут быть не добытыми.

Ограничения (3.10) – (3.12) обеспечивают ограничение в приоритете добычи блоков. Ограничение (3.10) определяет количество извлеченных блоков на плоскости j , которое содержит целевой блок ijk и перпендикулярно оси y (рисунок 3.2).

Ограничения (3.11) и (3.12) определяют количество извлеченных блоков на плоскостях, которые перпендикулярны оси y , позади и перед плоскостью j , соответственно. Максимальная и минимальная производственные мощности карьера выражаются в ограничении (3.13). Ограничение (3.14) гарантирует, что количество добавок в цементное сырьё, приобретенных в период t , находится в допустимом пределе [92, 93, 94].

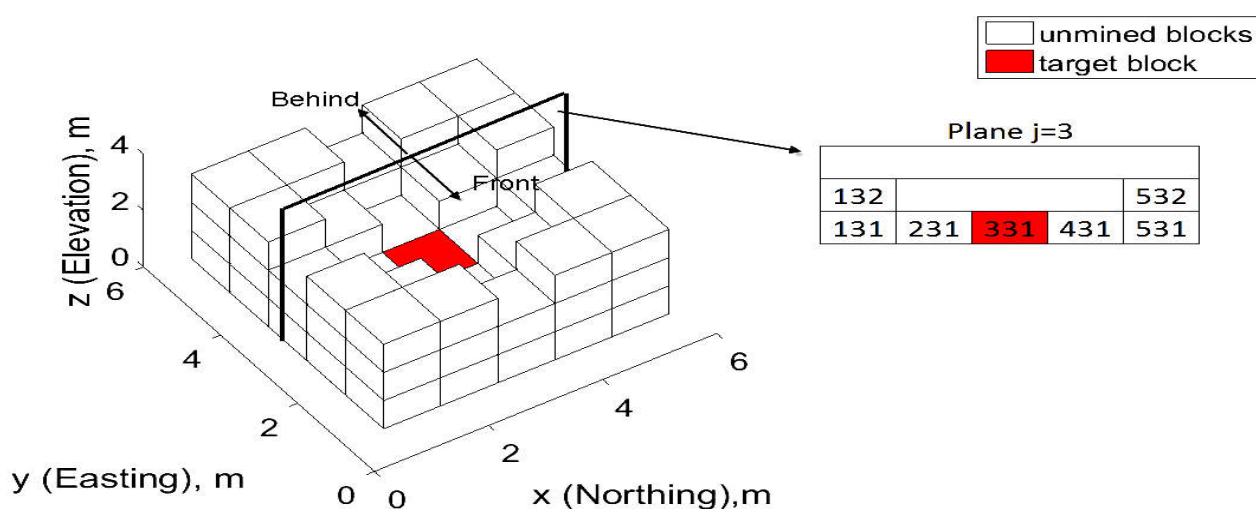


Рисунок 3.2 – Приоритетная последовательность извлечения блоков для горизонта (уровня) j

Нижняя граница существует, когда владелец цементного завода подписал контракт, который может потребовать покупки определенного количества добавки в период t . Ограничение (3.15) гарантирует, что после смешивания процентные значения химических веществ CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, LOI, K₂O, Na₂O отвечают требованиям производства цемента.

Ограничения (3.16) – (3.22) направлены на установление нижних и верхних границ для значений LS, SR, IM, C₂S, C₃S, C₃A, LSF. Наконец, ограничения (3.23) – (3.24) определяют типы решений по переменным.

В модели используется концепция извлечения блоков в период t , обеспечивающая максимальную производственную мощность за период t . В каждом периоде существует набор блоков, подлежащих извлечению в рамках реализации модели планирования горных работ, рисунок 3.3.

Очевидно, что блок 20 может быть добыт только после извлечения семи вышележающих блоков, и только после этого может быть достигнута максимальная производительность карьера в 4 блока.



Рисунок 3.3 – Извлекаемые блоки (отображаются зеленым цветом), при максимальной добыче 4 блоков

Математически, блок может быть принят как «извлекаемый» в период t , если он удовлетворяет ограничению

$$N_{ijkt} + N_{ijkt}^- + N_{ijkt}^+ \leq \max P_t, i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J; k = 1, 2, \dots, K; t = 1, 2, \dots, T; \quad (3.25)$$

Ограничение (3.25) применяется при поиске доступных к извлечению блоков.

3.2 РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ОТРАБОТКИ БЛОКОВ С УЧЁТОМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОГО КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ

Месторождение занимает площадь около 2,25 км². Для оценки и оптимизации сырьевых ресурсов, проектирования и планирования развития горных работ была создана блочная модель месторождения с размером блока 15 м × 15 м × 10 м, состоящая из 20000 блоков.

Таблица 3.2 – Результаты статистической обработки исходных данных для планирования развития горных работ по месторождению Та Тьет

Компонент	Среднее	Медиана	Стандарт отклонения	Дисперсия	Коэффициент вариации	Асимметрия	Эксцесс
Al ₂ O ₃	12,39	12,48	3,54	12,53	0,28	0,31	4,70
Fe ₂ O ₃	24,33	21,81	17,71	313,64	0,73	0,30	1,70
SiO ₂	44,25	38,36	20,95	438,90	0,47	0,69	2,42
CaO	45,19	49,21	11,32	128,14	0,25	-2,28	7,86
MgO	1,88	1,66	0,88	0,77	0,49	1,17	3,95
LOI	37,29	40,49	7,9	62,41	0,21	-2,48	9,05

В таблице 3.3 представлены данные о химических добавках в цементное сырьё [66, 90].

Таблица 3.3 – Данные о химических добавках в цементное сырьё

Показатель	Глина	Шиферный камень	Сланец	Латерит
Минимальное количество	1	0	0	0
Максимальное количество	20	20	20	20
Стоимость дол./т	2,3	0,289	0,289	5,423
CaO	11,27	0,72	2,99	1,69
SiO ₂	70	25	25	40
Al ₂ O ₃	15,14	30	13,92	13,07
Fe ₂ O ₃	7,35	5,74	6,53	41
LOI	10	5,08	10	16,9
MgO	1	1,06	1,06	1,32
Na ₂ O	0,27	0,32	0,29	0,31
K ₂ O	0,21	0,22	0,24	0,24

Результаты статистической обработки исходных данных для планирования развития горных работ по месторождению Та Тьет представлены в таблице 3.2.

Реализация модели оптимизации последовательности отработки блоков, с учётом обеспечения требуемого качества цементного сырья, проводится для разработки 21-летнего долгосрочного плана развития горных работ и по производству цемента. В операции моделирования используется минимум 200 и максимум 1000 блоков сырья для производства цемента в год.

Данные о годовых эксплуатационных затратах на поставку сырья из 1000 блоков на цементный завод, за 21-летний период, представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Данные о годовых эксплуатационных затратах на поставку сырья из 1000 блоков на цементный завод за 21-летний период

Периоды	Количество блоков	Стоимость, дол.	Периоды	Количество блоков	Стоимость, дол.
1	800	13592233,21	12	1000	332403205,5
2	1000	38581877,03	13	1000	363618337,9
3	1000	67231072,68	14	1000	394793795
4	1000	96578361,28	15	1000	426746165,9
5	1000	125882771,1	16	1000	459202959,3
6	1000	154864557,3	17	1000	492358947,7
7	1000	184140634,3	18	1000	526440175,1
8	1000	212913383,5	19	1000	561628861,8
9	1000	241924199,4	20	1000	597088262,6
10	1000	271806748,8	21	200	123815283
11	1000	302169296,1			

В таблице 3.5 представлены результаты оптимизации плана производства цементного сырья с учётом требований к качеству.

Таблица 3.5 – Оптимальный план производства цементного сырья с учётом требований к качеству

Показатель	Год										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CaO	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00
SiO ₂	20,98	20,96	20,96	20,97	20,97	20,96	20,97	20,98	20,95	20,94	20,99
Al ₂ O ₃	5,63	5,67	5,68	5,66	5,66	5,68	5,65	5,63	5,69	5,71	5,62
Fe ₂ O ₃	3,31	3,33	3,34	3,33	3,33	3,34	3,33	3,31	3,35	3,36	3,31
LOI	36,55	36,52	36,60	36,51	36,57	36,57	36,58	36,58	36,53	36,56	36,55
MgO	2,58	2,53	2,56	2,59	2,52	2,55	2,56	2,57	2,54	2,60	2,54
Na ₂ O	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49	0,48	0,48	0,49
K ₂ O	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Silica	2,35	2,33	2,32	2,33	2,33	2,32	2,33	2,35	2,32	2,31	2,35
Limesaturation	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Alumina	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
C ₃ S	50,38	50,24	50,20	50,27	50,28	50,20	50,29	50,38	50,17	50,08	50,41
C ₂ S	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
C ₃ A	9,32	9,38	9,40	9,37	9,36	9,40	9,36	9,32	9,41	9,45	9,30
C ₄ AF	10,08	10,15	10,17	10,13	10,13	10,17	10,12	10,08	10,18	10,22	10,06

продолжение таблицы 3.5

Показатель	Год										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
CaO	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	
SiO ₂	20,96	20,97	20,97	20,95	20,95	20,99	20,97	20,97	20,98	20,94	
Al ₂ O ₃	5,67	5,65	5,66	5,70	5,70	5,61	5,65	5,65	5,64	5,71	
Fe ₂ O ₃	3,34	3,32	3,33	3,35	3,35	3,30	3,33	3,32	3,32	3,36	
LOI	36,53	36,55	36,54	36,57	36,58	36,51	36,55	36,59	36,56	36,53	
MgO	2,56	2,58	2,58	2,54	2,57	2,56	2,57	2,56	2,57	2,55	
Na ₂ O	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	
K ₂ O	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
Silica	2,33	2,34	2,33	2,32	2,31	2,35	2,34	2,34	2,34	2,31	
Limesaturation	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	
Alumina	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	
C ₃ S	50,23	50,33	50,28	50,15	50,14	50,45	50,30	50,32	50,34	50,07	
C ₂ S	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	
C ₃ A	9,39	9,34	9,36	9,42	9,43	9,29	9,36	9,34	9,34	9,46	
C ₄ AF	10,15	10,10	10,13	10,19	10,20	10,05	10,12	10,11	10,10	10,23	

Предложенная модель была реализована в среде Matlab R2015a на ПК Intel Core i7. Оптимальное решение получено для 21-летнего производственного плана

развития горных работ карьера, удовлетворяющего все требования завода к количеству и качеству цементного сырья.

В таблице 3.6 представлены результаты оптимизации плана производства добавок к цементному сырью с учётом требований завода к их количеству.

Таблица 3.6 – Оптимальный план производства добавок к цементному сырью с учётом требований завода к их количеству

Добавки (Блок)	Год										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Глина	82,61	105,93	104,60	105,56	106,53	107,24	103,80	102,62	107,50	104,40	104,10
Шиферный камень	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Сланец	79,96	99,21	97,65	101,75	98,79	100,13	98,56	98,49	99,47	99,90	99,40
Латерит	0,00	1,24	2,19	0,57	0,65	1,05	1,31	1,29	1,00	2,18	0,36

продолжение таблицы 3.6

Добавки (Блок)	Год										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Глина	105,78	104,55	105,42	107,14	106,97	104,36	104,05	104,34	103,05	21,93	
Шиферный камень	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Сланец	99,17	101,57	101,03	99,39	100,60	99,35	99,94	98,87	99,46	19,45	
Латерит	1,38	0,38	0,62	1,25	0,77	0,54	0,91	0,97	1,25	0,54	

В приложении 3 приведены данные по количеству сырья, извлекаемого из карьера и необходимых добавок по годам отработки месторождения.

На рисунке 3.4 представлен результат реализации оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет.

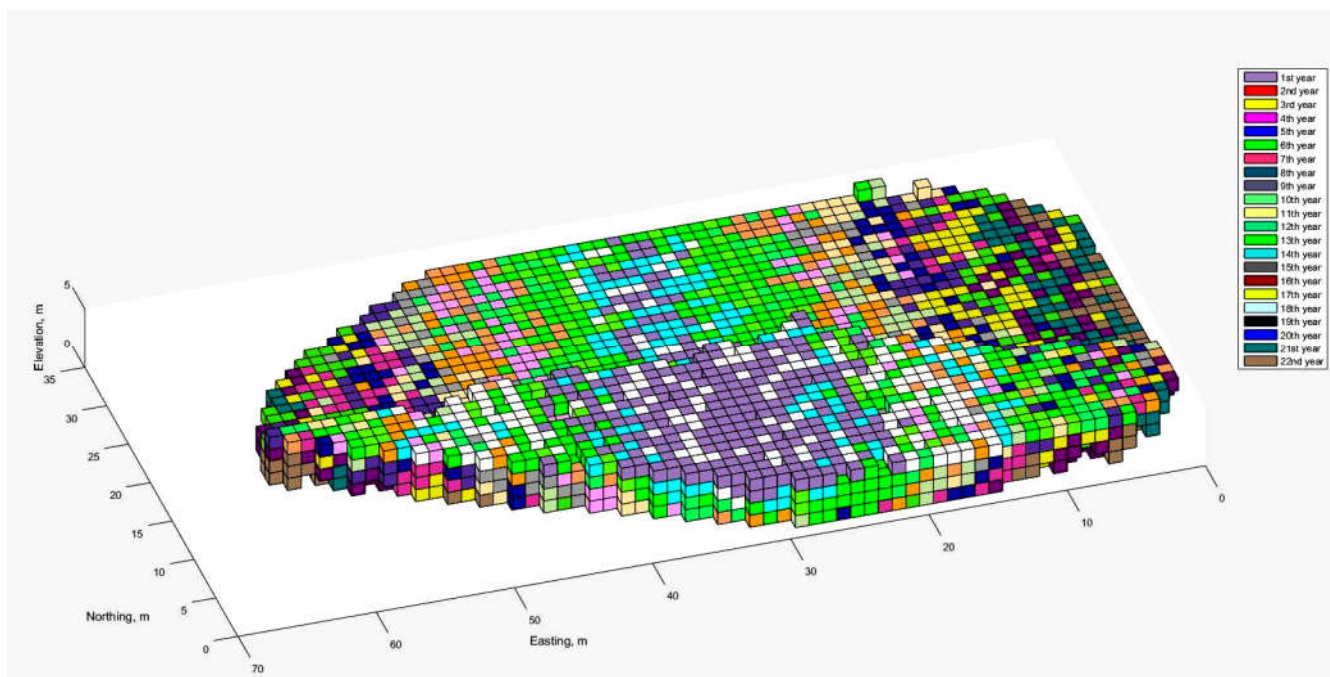


Рисунок 3.4 - Результат реализации оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче цементного сырья Та Тьет

В приложении 1 представлены результаты реализации оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче цементного сырья Та Тьет.

В приложении 2 приведены данные по количеству цементного сырья, извлекаемого из карьера и объёмам необходимых добавок по годам отработки.

3.3 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО ВАРИАНТА ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАТЬЕТ - БИНЬ ФУОК (ВЬЕТНАМ)

Объёмы производства цемента во Вьетнаме за первые восемь месяцев 2018 года, поставляемые на экспорт, практически равны результатам за весь 2017 год. Информационный ресурс «Nhadautu» сообщает, что увеличение объёма выпускаемого цемента в августе 2018 года составило 44% (2,01 млн.т). Департамент строительных материалов Министерства строительства Вьетнама сообщает, что за первые 8 месяцев 2018 года экспорт цемента достиг отметки 20,09 млн.т. Это притом, что плановый объём экспорта на 2018 год составлял 18 - 19 млн.т.

Суммарное потребление цемента (экспорт и внутреннее потребление Вьетнама) с января по август составило 63,85 млн.т, что на 30% превышает результат аналогичного периода 2017 года. Как сообщает информационный ресурс «Chinhphu», внутреннее потребление цемента во Вьетнаме увеличилось до 43,76 млн.т, что на 3% больше, чем в 2017 году.

Внутреннее потребление на рынке Вьетнама за 2018 год составит 65 - 66 млн.т цемента. Рост отрасли на уровне 3% в год наблюдается за счёт увеличения экспорта. В основном, цемент из Вьетнама поставляется на рынки Филиппин и Китая. Кроме того, ожидается увеличение поставок цемента за счёт строительства новых производственных линий и инфраструктурных объектов.

За 2017 год во Вьетнаме были введены в строй три крупных производственных предприятия:

- Long Son 2 Cement (провинция Thanh Hoa) производственной мощностью — 2,3 млн. т в год;
- Thanh Thang Cement 2 (провинция Ha Nam) производственной мощностью — 2,3 млн. т в год;
- Xuan Thanh Cement 2 (провинция Ha Nam) производственной мощностью — 4,5 млн. т в год.

По оценкам экспертов, суммарное производство цемента во Вьетнаме за 2018 год составило 113 млн.т.

Только три предприятия, перечисленных выше, позволили нарастить производство цемента во Вьетнаме на 9 млн.т в год. В результате конкурентное давление на местном рынке цемента серьезно увеличилось. Кроме того, после 2018 года ожидается ввод в строй цементных предприятий значительной производственной мощности:

- Ввод в строй 3 и 4 линии на Vissai Group;
- Ввод в строй предприятия Thai Nguyen Group в Binh Phuoc производственной мощностью — 4,5 млн.т в год;
- Tan Thang Cement Project (провинция Nghe An) производственной мощностью — 1,8 млн.т в год.

Для оценки экономической эффективности технологических решений по отработке карьера Та Тьет - Бинь Фуок проводится сравнение предложенного в разделе 3.1 диссертации варианта отработки месторождения цементного сырья с фактически принятым на предприятии вариантом.

Техническую реализацию проводимой оценки технологических решений целесообразно выполнять в виде модели, которая изначально относится к технике вычислений метода Монте-Карло, состоящей в переборе значений случайных величин в условиях неопределенности. Конечным результатом процесса оценки являются функции распределения чистой текущей стоимости реализации организационных решений (NPV), внутренней нормы доходности (IRR), индекса доходности (PI), срока окупаемости ($T_{ок}$), а также вероятность получения убытков и величина их математического ожидания [17, 20, 34].

Для реализации модели оценки эффективности принимаемых технических решений по разработке карьера Та Тьет - Бинь Фуок используется программа FS – МАFMO, разработанная на кафедре разработки месторождений полезных ископаемых Санкт-Петербургского горного университета, соответствующая международной методике по оценке проектов UNIDO и «Методическим рекомендациям по оценке эффективности инвестиционных проектов» (утв.

Минэкономики РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 № ВК 477). Основные исходные данные для технико-экономической оценки отработки месторождения Та Тьет - Бинь Фуок представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Капитальные затраты на горное оборудование по карьере Та Тьет - Бинь Фуок

№ пп	Вид оборудования	Емкость / Размер	К-во	Цена, долл.	Суммарные кап. затраты, долл.
	Основное горное оборудование				
1	Бурение				
1.1	Буровой станок	145 - 150 мм	2	380000	760000
1.2	Буровой станок	85 - 105 мм	1	280000	280000
1.3	Компрессор	10 м ³ /min FAD	1	150000	150000
1.4	Пневмогидроударник Jack Hammer	25-30 мм	4	3000	12000
1.5	Гидромолот смонтированный на стреле гидравлического экскаватора	18 - 20 т	1	350000	350000
2	Экскавация				
2.1	Фронтальный гидравлический экскаватор	5 - 5,5 м ³	2	540000	1080000
2.2	Гидравлический экскаватор типа обратная лопата	5,5 м ³	1	470000	470000
2.3	Погрузчик	6 м ³	1	450000	450000
3	Транспортирование				
3.1	Карьерный автосамосвал	25 т	9	100000	900000
3.2	Карьерный автосамосвал	50 т	7	360000	2520000
3.5	Бульдозер	450 л.с.	2	400000	800000
	Суммарные капитальные затраты на оборудование				8443524
	Дополнительные затраты				1013223
	Полные капитальные затраты на оборудование				9456747

Данные об удельных затратах по технологическим процессам для технико-экономической оценки отработки месторождения Та Тьет - Бинь Фуок представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Удельные затраты по технологическим процессам карьера Та Тьет - Бинь Фуок

№ пп	Процессы	Удельные затраты, долл./т			
		Стоимость владения	Переменные затраты	Постоянные затраты	Всего
1	Бурение	0,079	0,071	0,008	0,159
2	Взрывание	0,000	0,121	0,003	0,124
3	Погрузка	0,124	0,049	0,014	0,188
4	Транспортирование	0,224	0,183	0,020	0,427
5	Перегрузка	0,118	0,128	0,011	0,257
6	Вспомогательные операции	0,070	0,041	0,003	0,114
7	Водоотлив	0,025	0,135	0,003	0,162
8	Всего	0,640	0,728	0,062	1,430
9	Дополнительные затраты 15%	0,096	0,109	0,009	0,215
10	Полные затраты	0,735	0,838	0,071	1,645

Годовые экономические показатели отработки месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок представлены в таблице 3.9.

Информация, составляющая основу базы исходных данных реализации модели, организована в 10 взаимозависимых программных блоках, позволяющих пользователю через главное меню модифицировать исходные данные, технико-экономические параметры и показатели.

Таблица 3.9 – Годовые экономические показатели отработки месторождения Та Тьет - Бинь Фуок

№ пп	Показатель	Млн. вьетнамских донгов VND 1 долл. = 23 305 VND
1	Общий доход	7608449,89
2	Валовая прибыль	1690679,78
3	Чистая прибыль до налогов	967338,35
4	Отчисления на уплату налогов	214254,79
5	Чистый доход после уплаты налогов	753083,56
6	Амортизация	601795,61
7	Чистая прибыль	753083,56

Итоговые результаты реализации модели оценки эффективности предлагаемых решений по отработке месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок, с использованием программы FS-MAFMO18 на ПК, представлены и в таблице 3.10 (рисунок 3.5).

Ожидаемый экономический эффект от реализации модели предлагаемой последовательности отработки блоков месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок за период отработки карьеров первой очереди (21 год)

$$\mathcal{E}_{\text{ож}} = NPV_{(\text{предл.})} - NPV_{(\text{проект})} = 4786677,5 - 4450358,6 = 336318,9 \text{ млн.донг.},$$

где $NPV_{(\text{предл.})}$ - чистая текущая стоимость (чистый дисконтированный доход) от реализации модели предлагаемого оптимального варианта последовательности отработки блоков месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок , млн.донг.;

$NPV_{(\text{проект})}$ - чистая текущая стоимость (чистый дисконтированный доход) от реализации фактически принятого проектного варианта последовательности отработки месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок, млн.донг.

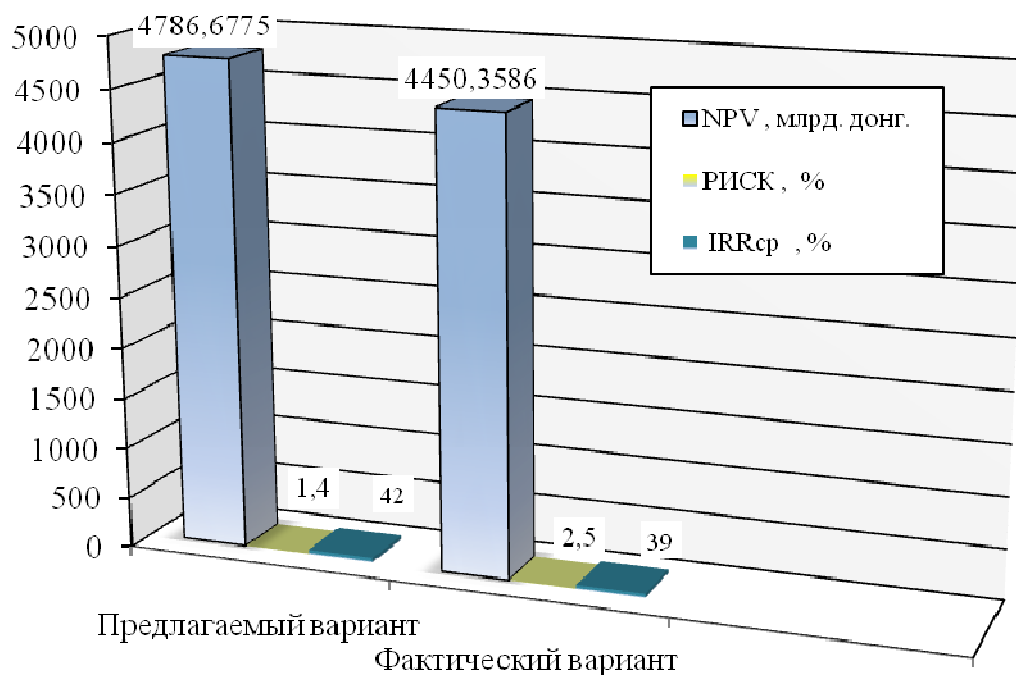


Рисунок 3.5 - Итоговые результаты реализации модели оценки эффективности предлагаемых решений по отработке месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок

Таблица 3.10 – Итоговые результаты реализации модели оценки эффективности предлагаемых решений по отработке месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок

№ пп	Показатель	Ед. изм.	Количество	
			Предлагаемый вариант отработки	Проектный вариант отработки
1	Ставка дисконтирования	%	15	15
2	NPV – чистая текущая стоимость	млн. VND	4786677,5	4450358,6
3	IRR – внутренняя норма дохода	%	42	39
4	Срок окупаемости:	-		
5	простой	лет	1,31	1,38
6	дисконтированный	лет	1,48	1,52
7	Вероятность убытков (риск)	%	1,4	2,5
9	Индекс доходности (PI)	-	14,3	13,4

ВЫВОДЫ

1. Извлекаемая экономическая ценность каждого извлекаемого блока известняка определяется на основе финансово-экономических данных, цен, показателей извлечения, содержания полезных компонентов и используется для идентификации горной породы как руды или блока вскрышных пород соответственно, в зависимости от бортового содержания полезных компонентов.

2. Определение последовательности добычи разнокачественных блоков известняка должно проводиться при реализации разработанной детерминированной модели MILP для долгосрочного планирования развития горных работ по добыче цементного сырья, с учётом горнотехнических условий карьеров Вьетнама, обеспечивающей выполнение требований цементного завода по усреднению качества, повышение экономической эффективности.

3. Ожидаемый экономический эффект от реализации модели предлагаемой последовательности отработки блоков месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок за период отработки карьеров первой очереди (21 год) составит 336318,9 млн.донг.

4 ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ ИЗВЕСТНЯКОВ ДЛЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА

4.1 АНАЛИЗ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ ИЗВЕСТНЯКОВ ДЛЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА

Одним из основных признаков, положенным в основу классификации систем открытых горных разработок, является способ отработки вскрышных пород во взаимосвязи с перемещением их в отвалы. По этому признаку наиболее распространенными являются классификации, предложенные Е.Ф. Шешко и Н.В. Мельниковым. Указанные классификации, основанные на таких признаках, как экономичность, способ производства вскрышных работ и порядок перемещения вскрыши, более всего отвечают условиям разработки угольных и рудных месторождений глубокими карьерами, для которых характерно значительное преобладание вскрышных пород в общем карьерном грузопотоке. Доля затрат на вскрышные работы в глубоких карьерах составляет 80 - 85% и более.

Что же касается карьеров цементной промышленности, то возможность определения и выбора системы разработки по данным классификациям весьма ограничена ввиду того, что на большинстве разрабатываемых и разведанных месторождений отрасли мощность вскрышных пород невелика (средний коэффициент вскрыши не превышает 1) и определяющее значение по трудоемкости и сложности организации работ на карьерах имеют добычные работы.

Горнотехническим условиям разработки этих месторождений наиболее соответствуют классификации систем, в основу которых положен порядок выполнения подготовительных, вскрышных и добычных работ.

Осуществляемое строительство новых и расширение действующих цементных заводов требуют резкого увеличения объемов добычи цементного сырья, что может быть осуществлено в основном только при вводе в эксплуатацию месторождений с невысоким содержанием полезных компонентов.

Эксплуатация таких месторождений связана с усложнением процесса приготовления сырьевой смеси, а также с необходимостью производства отдельной (селективной) разработки значительной части месторождений.

При всем разнообразии типов месторождения цементного сырья различаются по геологическому возрасту, генезису, структуре, форме и условиям залегания, литологическому и химическому составу.

Коэффициент вскрыши на большинстве месторождений цементного сырья Вьетнама составляет менее $0,5 \text{ м}^3/\text{т}$. Высота вскрышных уступов на карьерах цементных заводов колеблется от 0 до 15 м. Средние удельные затраты на вскрышу по месторождениям составляет около 20% общей себестоимости сырья и колеблется от 2 до $2,5 \text{ дол./м}^3$.

Вскрышные работы на карьерах выполняются преимущественно по транспортной схеме с использованием погрузочно-транспортного оборудования циклического действия. На некоторых карьерах вскрышные породы предварительно подготавливаются к выемке буровзрывным способом. На вскрышных работах применяются экскаваторы с ковшем ёмкостью от $0,5$ до $4,6 \text{ м}^3$. В качестве транспортного оборудования на вскрышных работах используются преимущественно карьерные автосамосвалы грузоподъемностью 10 - 27 т.

На карьерах цементных заводов промышленности строительных материалов Вьетнама добывается более 80 млн. т цементного сырья в год, в том числе с помощью буровзрывных работ 70 млн. т. Причем буровзрывные работы ведутся хозяйственным способом.

Число уступов колеблется от 2 - 3 до 27, а высота их в зависимости от применяемого вида выемочного оборудования и мощности полезного ископаемого от $1,5 - 3,5$ до 10 - 18 м.

Добычные работы осуществляются преимущественно по традиционной циклической схеме с использованием одноковшовых экскаваторов с ковшем ёмкостью от $0,65 - 3$ до 8 м^3 и автосамосвалов грузоподъемностью 10 - 60 т.

Продолжаются работы по созданию новых технологических схем добычи, переработки и транспортирования цементного сырья.

В карьере Кьенлыонг - Кьенганг цементно-шиферного комбината применяется технологическая схема горных работ с применением на добыче цепного экскаватора BEL 30, рисунок 4.1.



Рисунок 4.1 - Технологическая схема ведения горных работ с применением на добыче цепного экскаватора BEL 30 в карьере Кьенлыонг - Кьенганг цементно-шиферного комбината

Помимо улучшения технико-экономических показателей работы карьеров применение роторных комплексов для разработки месторождений мела и глины, имеющих включения вскрышных пород, линзы и прослойки некондиционных (по химическому и гранулометрическому составу) пород, позволит производить селективную (раздельную) выемку их с целью повышения качества цементного сырья.

Карбонатные месторождения цементного сырья Вьетнама чаще всего являются частью горных массивов и в таком виде сосредоточены в гористой местности на севере страны;

Месторождения цементного сырья во Вьетнаме расположены на территориях рельеф которых имеет сложный и разнообразный характер. Целесообразно выделить следующие типы особенностей рельефа месторождений цементного сырья Вьетнама:

- нагорные месторождения цементного сырья, расположенные выше окружающих топографических отметок местности (Хоангбо - Куангнинь, Киммон - Хайзыонг, Тханьхоа, Нгеань), рисунок 4.2;
- месторождения цементного сырья, расположенные ниже окружающих топографических отметок местности (Донгнай, Хатьен, Хьенганг, Биньзыонг). При отработке таких месторождения должны использоваться транспортные технологии с принудительным дренажом;
- месторождения цементного сырья, расположенные одновременно выше и ниже топографических отметок местности.



Рисунок 4.2 - Технологическая схема отработки нагорного месторождения цементного сырья Вьетнама

Разработанная классификация систем открытой разработки месторождений цементного сырья Вьетнама представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Классификация систем открытой разработки месторождений цементного сырья Вьетнама

Выше окружающих топографических отметок местности (по топографическим условиям)					
Характеристика технологии разработки			Комплексы оборудования		
По направлению выемки в плане	По направлению выемки в профиле	Вид перемещения горной массы	Бурение	Эксплуатация	Транспортирование
Фронт вскрышных и добычных работ перемещается: + параллельно длинной оси карьерного поля; + параллельно короткой оси карьерного поля	крутыми слоями	взрывное перемещение горной массы по борту карьера с узкими рабочими площадками	Перфораторы ПР-18, ПР-20, ПР-30, БМК-4, БМК-5	Мех.лопаты и гидравлические экскаваторы с ёмкостью ковша E = 0,2 – 0,5м ³	Автосамосвалами
		механизированное перемещение горной массы бульдозерами по борту карьера с широкими рабочими площадками (CAT D-8R)	Перфораторы ПР-18, ПР-20, ПР-30 Бурстанки ROC 742HC, ROC 442, HCR - 15	Мех.лопаты и гидравлические экскаваторы с ёмкостью ковша E = 0,2 – 3м ³	Автосамосвалами CAT
		механизированная перевалка горной массы экскаватором по борту карьера с широкими рабочими площадками	Гидравлические перфораторы	Перегрузка по экскаваторам	Автосамосвалами
	наклонными слоями	механизированная перевалка горной массы бульдозерами по борту карьера с широкими рабочими площадками	Бурстанки СБШ-200, СБШ-250	Перегрузка по экскаваторам	Автосамосвалами
		механизированная перевалка горной массы экскаватором по борту карьера с широкими рабочими площадками	Бурстанки СБШ-200, СБШ-250	Перегрузка по экскаваторам	Автосамосвалами
		автосамосвалами	Бурстанки СБШ-200, СБШ-250,	экскаваторам	Автосамосвалами
	горизонтальными слоями	автосамосвалами	Бурстанки СБШ-200, СБШ-250, ROCK- 609, ROCK- 606	экскаваторам	Автосамосвалами

Ниже окружающих топографических отметок местности				
Характеристика технологии разработки		Комплексы оборудования		
По направлению выемки в плане	По направлению выемки в профиле (вертикали)	Бурение	Экскавация	Транспорт
Фронт вскрышных и добычных работ перемещается: + параллельно длинной оси карьерного поля; + параллельно короткой оси карьерного поля; + по вееру с центральным (общим) или рассредоточенным поворотными пунктами; + кольцевыми полосами от центра (центральная) к границам месторождения или от границ к центру (периферийная).	наклонными слоями	Бурстанки СБШ-200, СБШ-250, ROCK- 609, ROCK- 606		Автосамосвалами
	горизонтальными слоями	Бурстанки СБШ-200, СБШ-250, ROCK- 609, ROCK- 606, ROC 742, НС-12		Автосамосвалами

* Выемка производится горизонтальными слоями сверху вниз, независимо от напластования пород.

Последовательная выемка горных пород производится с определенным опережением для отдельных пластов, начиная с поверхности карьерного поля.

Таким образом, для каждого типа рельефа местности необходимо применять соответствующую систему разработки.

4.2 ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА

Нагорные месторождения известняка, расположенные выше окружающих топографических отметок местности, имеют крутопадающее залегание с углами падения $40 - 60^{\circ}$. Разработка месторождения осуществляется на всех уступах сверху вниз, рисунок 4.3.

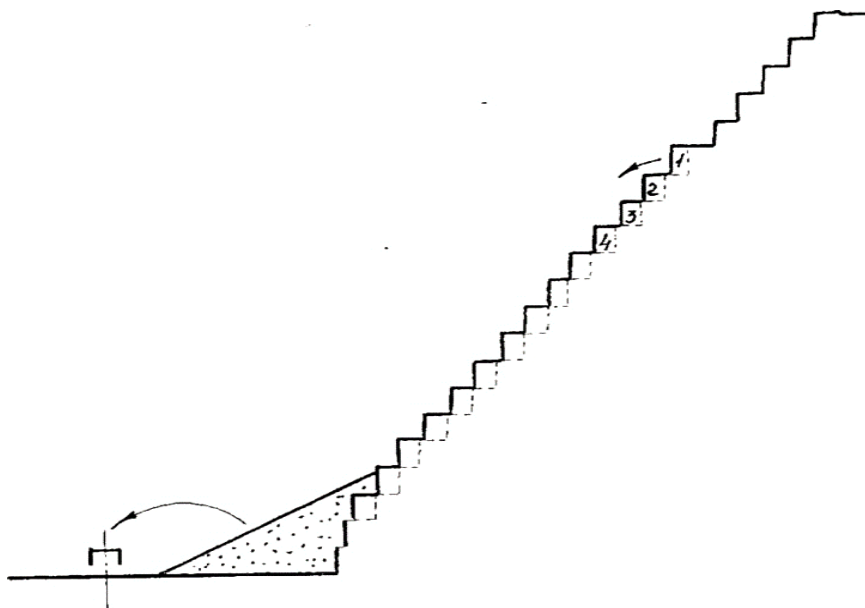


Рисунок 4.3 - Взрывная перевалка горной массы по борту карьера с узкими рабочими площадками 1, 2, 3, 4 – последовательно отрабатываемые заходки (уступы)

По технологии, представленной на рисунке 4.3 добычные работы на карьерах ведутся одновременно на всем уступах продольными заходками с предварительным рыхлением горных пород буровзрывным способом. Высота уступа принимается 3 - 3,5 м, ширина узких рабочих площадок принята 3,5 - 4,5 м. Взрывные скважины бурятся перфораторами ПР-18, ПР-20, ПР-30, БМК-4, БМК- 5. В качестве ВВ применяют аммонит 6 ЖВ и зерно-гранулит 79/21.

На рисунке 4.4 представлена технологическая схема отработки нагорного месторождения известняка при взрывной перевалка горной массы по борту карьера с узкими рабочими площадками.

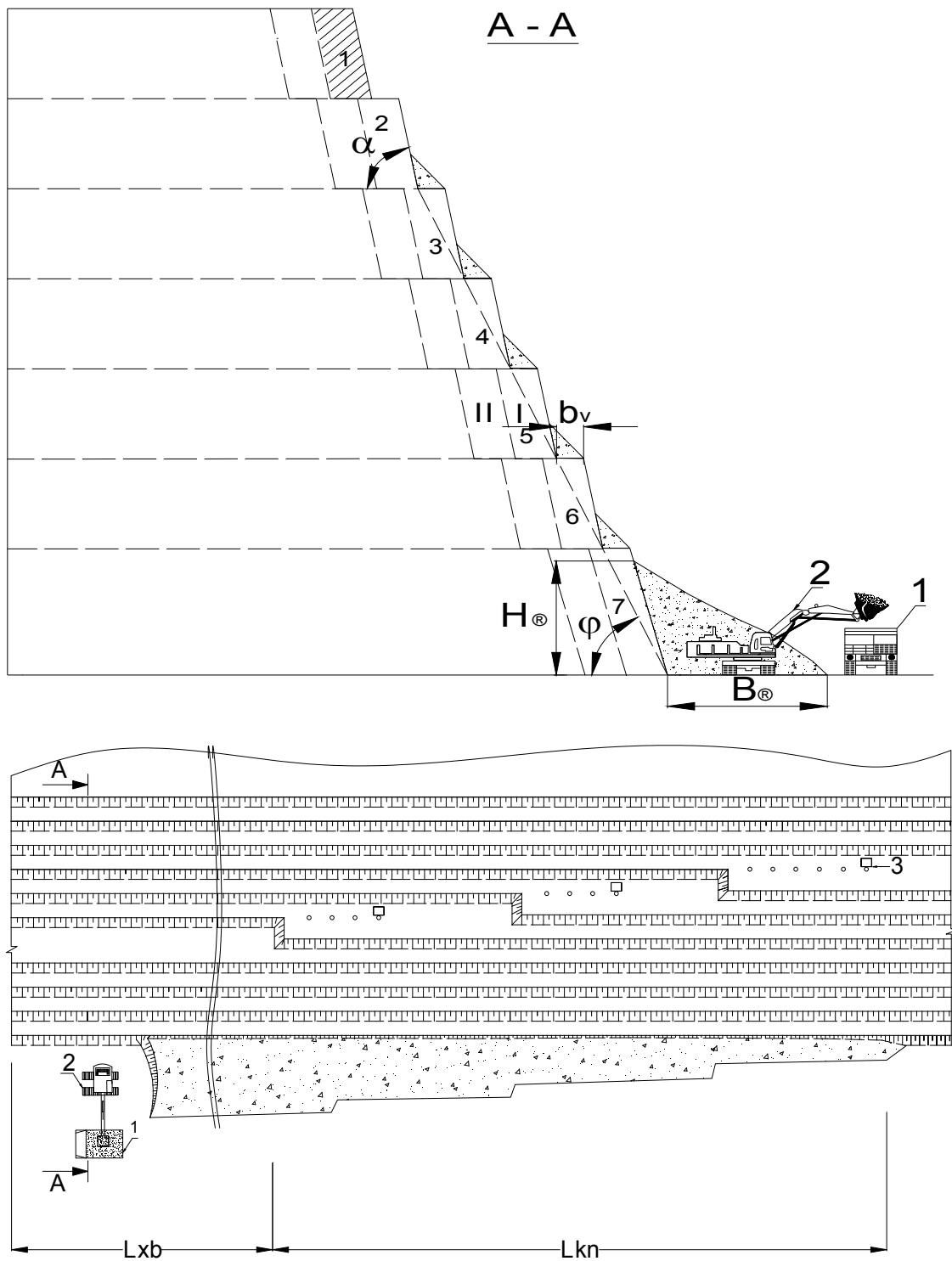


Рисунок 4.4 - Технологическая схема отработки нагорного месторождения известняка при взрывной перевалке горной массы по борту карьера с узкими рабочими площадками

Технологией предлагается одновременное взрывание одного ряда скважин. Перевалка горных пород ведётся с помощью взрыва на сброс.

Отбитая взрывом порода перемещается энергией взрыва на нижнюю площадку карьера, обрабатывающего нагорное месторождение известняка, где горная масса грузится экскаватором в автосамосвалы и доставляется к агрегатам первичного дробления, находящихся на расстоянии 1,5 - 3,3 км от месторождения. Себестоимость цементного сырья составляет 40000 донг./т.

Для нагорных карьеров с годовой производительностью по руде более 500 тыс.т, для горно-геологических условий месторождений цементного сырья Вьетнама, целесообразно применять технологическую схему с механизированной перевалкой горной массы бульдозерами по борту на дно карьера с широкими рабочими площадками. Отработка уступов должна проводиться сверху вниз на всех уступах последовательно, рисунок 4.5.

На крупных нагорных карьерах по добыче известняка Вьетнама была предпринята попытка внедрить технологию отработки уступов горизонтальными слоями с перемещением взорванной горной породы к откосу рабочего борта бульдозерами мощностью до 455 л.с. Расстояние перемещения горных пород бульдозером составляло до 50 м.

Отработку взорванной горной массы на уступе бульдозером можно проводить по челноковой или диагональной схеме перемещения.

Однако, практика показала, что подобная технологическая схема (особенно при наличии большого объёма негабаритных кусков в развале) сопровождается интенсивным износом ходового оборудования бульдозеров и приводит к значительным (до 40%) потерям в подошве рабочей площадки. Так, на карьере Чангкэнь при высоте взрываемого уступа (слоя) 8 м фактически удавалось переместить к откосу борта слой породы мощностью лишь 5 м, остальная горная порода осталась на площадке, затруднив ведение буровзрывных работ на нижележащем уступе.

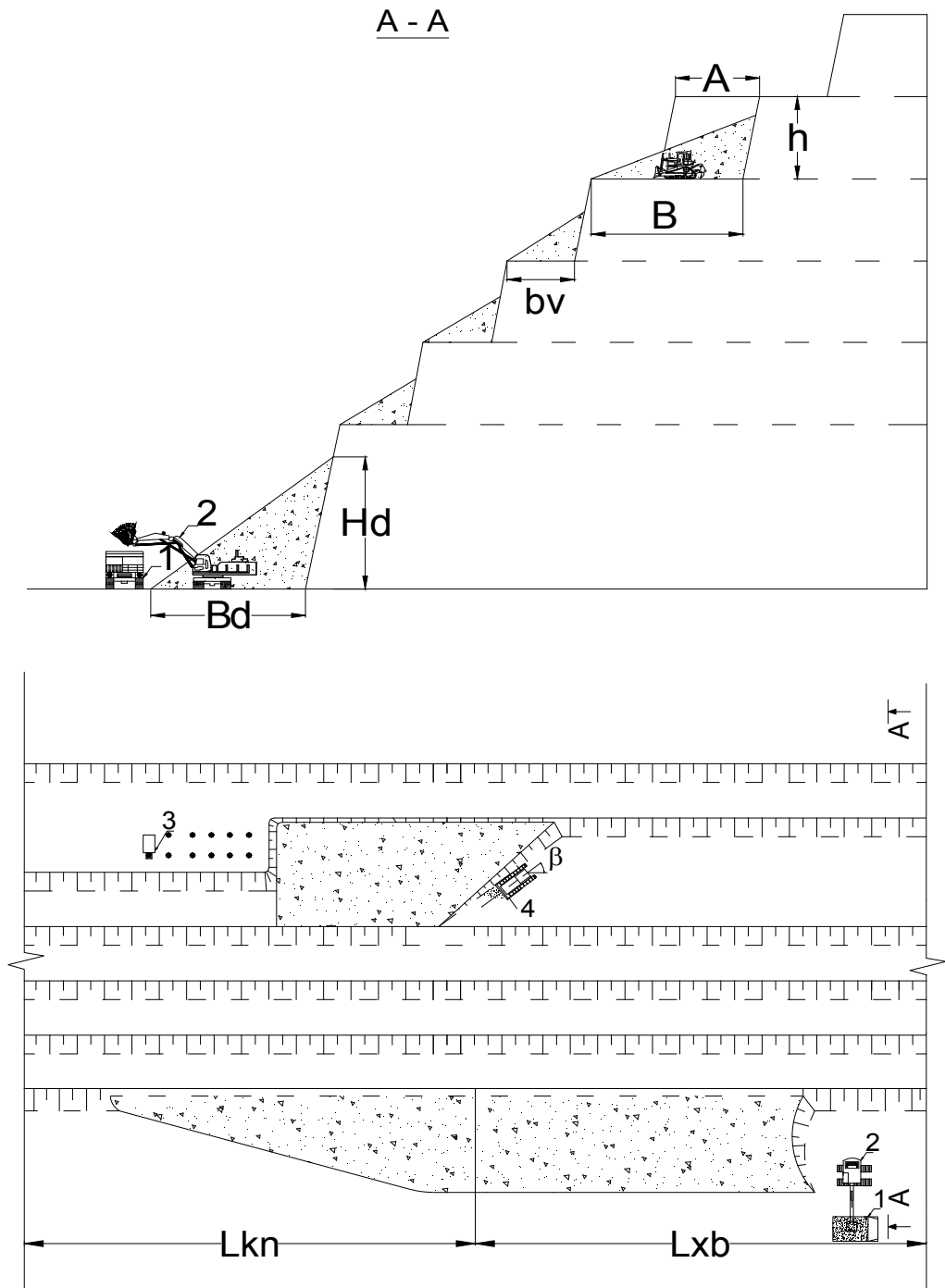


Рисунок 4.5 - Технологическая схема обработки нагорного месторождения известняка с механизированной перевалкой горной массы бульдозером по борту карьера с широкими рабочими площадками

Технологическая схема с механизированной перевалкой горной массы гидравлическими экскаваторами по борту на дно карьера, с широкими рабочими площадками, представлена на рисунке 4.6.

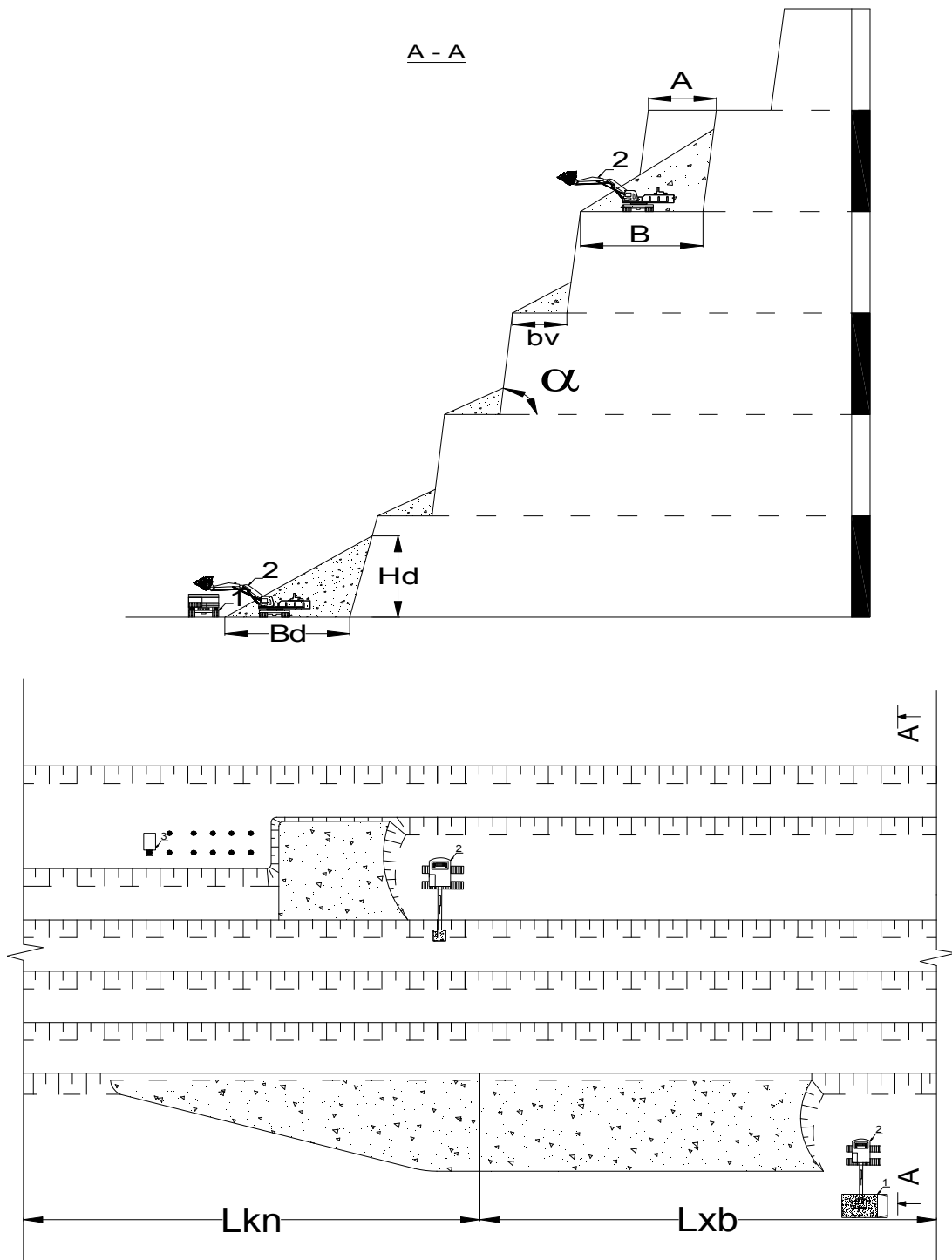


Рисунок 4.6 - Технологическая схема отработки нагорного месторождения известняка с механизированной перевалкой горной массы экскаватором по борту карьера с широкими рабочими площадками

Отработка уступов должна проводиться сверху вниз на всех уступах последовательно.

При ведении буровзрывных работ целесообразно при бурении применение

скважин диаметром $d_k = 105$ мм, 2-3 ряда скважин, при ширине экскаваторной заходки $A = 7 - 10$ м. Высота уступа принимается $H = 10$ м; ширина рабочей площадки $B = 10 - 14$ м; ширина предохранительной бермы $B_3 = 3 - 4$ м.

Данную технологию целесообразно применять для нагорных карьеров, отрабатывающих месторождения цементного сырья, с производительностью по руде более 1 млн.т/год, что позволяет достигать окупаемости капитальных вложений за срок отработки запасов руды месторождения.

При открытой разработке месторождений цементного сырья применение отдельной выемки из массива разнотипных и разносортных горных пород позволяет снизить содержание вредных окислов в сырьевой смеси в результате удаления карстового материала, доломитизированных и высокощелочных пород, окремненных включений; обеспечить поставку на цементные заводы однородного по качеству сырья; регулировать химический состав сырья в процессе добычных работ; снизить затраты на производство цемента.

Однако, несмотря на сложность геологического строения некоторых месторождений цементного сырья и непостоянство химического состава полезных ископаемых, методы селективной разработки применяются относительно редко. Широко распространенная на карьерах шихтовка цементного сырья приводит к увеличению экскаваторного парка, снижению коэффициента использования выемочного оборудования. Горные породы можно разделить на типы в зависимости от минерального состава и на сорта в зависимости от химического состава.

Различные типы и сорта карбонатных горных пород в забоях могут отличаться по внешним признакам, например, по цвету, кусковатости и т.д., что облегчает их отдельную выемку. Однако, часто границы между сортами горных пород визуально неразличимы. Для проведения селективной выемки разнокачественных горных пород следует по данным опробования скважин эксплуатационной разведки составлять качественные планы выемочных блоков.

Технология разработки сложноструктурных месторождений цементного сырья Вьетнама основывается, как правило, на буровзрывном способе подготовки

горных пород к выемке и применению в качестве выемочно-погрузочного оборудования одноковшовых экскаваторов.

Процесс экскавации взорванных горных пород может производиться двумя способами:

- Гидравлический экскаватор разрабатывает развал послойно нижним черпанием, перемещаясь по кровле взорванной горной массы. Высота подступа определяется мощностью отрабатываемого слоя руды. Недостатками такой схемы являются снижение производительности экскаватора, необходимость перемещения экскаватора и транспортных средств по развалу взорванной горной массы.
- Селективная разработка сложноструктурного забоя, включающая в себя методы экскаваторной сортировки, включающие отдельную выемку, управляемое обрушение (достигается подработкой в определенном порядке нижней части забоя с последующим обрушением), комбинированный (является комбинацией предыдущих методов и включает сортировку горной массы по крупности).

На результаты процесса черпания влияют пространственное положение отрабатываемого слоя цементного сырья и устойчивость забоя, определяемая коэффициентом разрыхления, средним размером кусков и крепостью горных пород. С учётом этих факторов черпание одноковшовыми экскаваторами производится стружками различной мощности: крупной (0,9 - 1,5 м), средней (0,4 - 0,9 м) и малой (0,2 - 0,4 м).

Технологические схемы разработки месторождений цементного сырья должны выбираться системно, на основе оптимизации всех технологических процессов по добыче и переработке сырья для производства цемента.

Рассматриваемое месторождение известняка, аргиллита и латеритной глины Та Тьет – Бинь Фуок разрабатывается карьером как сырьевая база цементного завода Хатйен 1 (НСС) с производственной мощностью 6 млн. т/год. Месторождение расположено в 15 км от цементного завода.

Строение месторождения Та Тьет – Бинь Фуок характеризуется

горизонтально залегающими пластами латерита, глины и известняка. Известняк используется при производстве цемента в качестве основного карбонатного сырья, а латерит и глина — в качестве минеральных добавок. Мощность пласта латерита колеблется от 0,8 м до 14,5 м (в среднем 5,64 м). Ниже залегает слой глины с мощностью от 0,8 м до 20,7 м (в среднем 6,34 м). Известняк распространяется на глубину от 3,8 м до 34 м, в среднем 15 м. Глубина разработки ограничена отметкой - 10 м. Рудные пласты имеют в основном пологое залегание, средний угол залегания породы не превышает 30° . Вскрышными породами являются четвертичные отложения мощностью от 0,25 до 3,9 м, преимущественно кварцевые пески, которые залегают непосредственно над рудным пластом. Месторождение обводнено.

Неравномерный характер распределения породообразующих элементов в запасах месторождения оказывает влияние на качество цементного сырья.

В процессе разработки месторождении Та Тьет - Бинь Фуок, выбор технологии, направления развития горных работ должны осуществляться с учетом требований к качеству и количеству видов минерального сырья, поступающего на цементный завод.

Реализация разработанной модели долгосрочного планирования работы системы карьер - цементный завод, с использованием целевой функции (целью планирования производства является минимизация затрат, обеспечивающая качество и количество известняка для производства цемента), проведена с учётом технологических ограничений, горнотехнических условий отработки месторождения.

Разработку месторождения планируется осуществлять пятью уступами. Предлагаемая технологическая схема отработки месторождения Та Тьет карьером реализуется преимущественно по транспортной схеме с использованием погрузочно-транспортного оборудования циклического действия.

Первый слой (латерит) и второй слой (глина) отрабатываются без применения буровзрывных работ одноковшовыми гидравлическими экскаваторами типа обратная и прямая лопата (KOMATSU PC800SE - 8R с

ёмкостью ковша $E = 5,1 \text{ м}^3$; CATERPILLAR - 324D с ёмкостью ковша $E = 1,42 \text{ м}^3$) или разрабатываются с перемещением пород в навалы с помощью бульдозеров (CAT D9R).

На рисунке 4.7 представлена технологическая схема отработки слоя латерита и глины с использованием гидравлических экскаваторов.

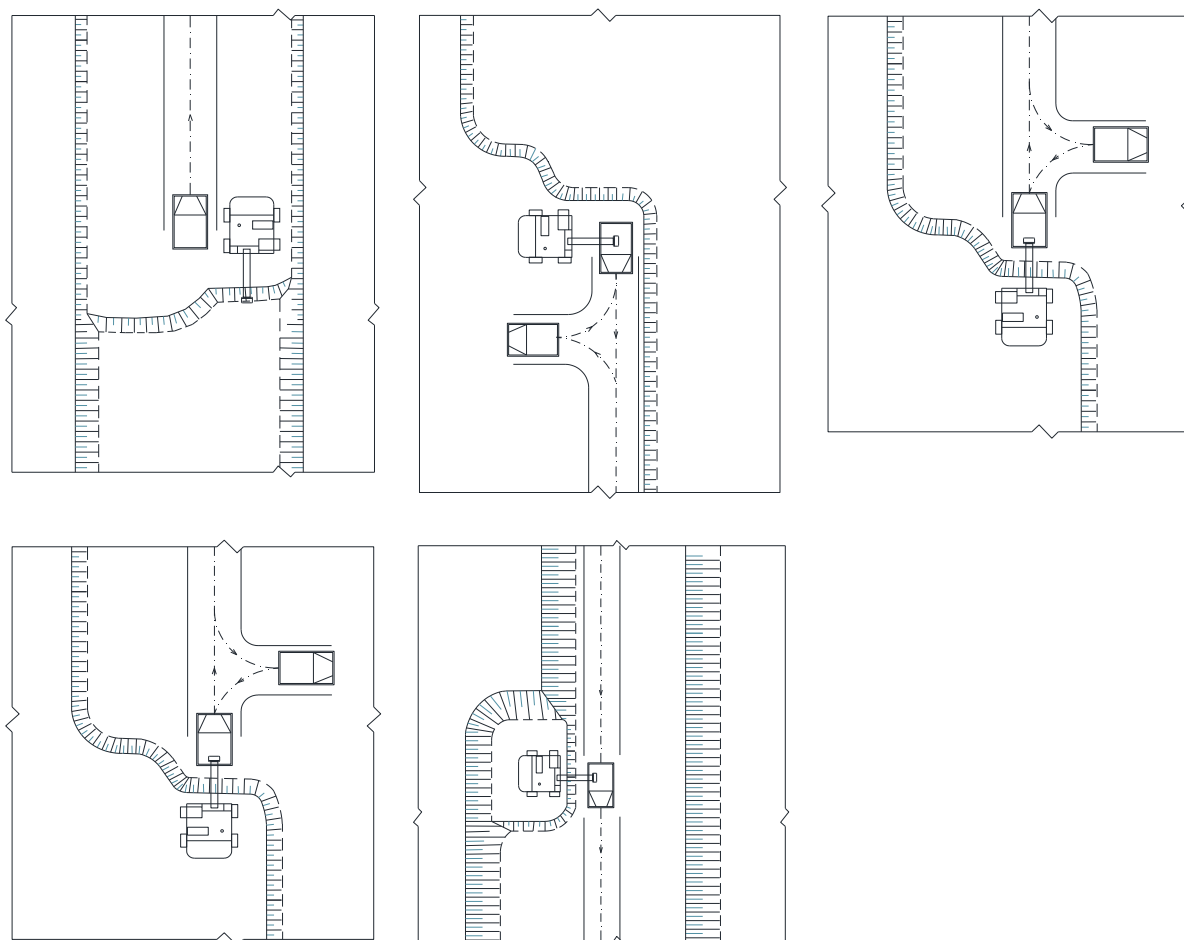


Рисунок 4.7 – Технологические схемы отработки латерита и глины с использованием гидравлических экскаваторов

Из навалов латерит отгружается одноковшовыми экскаваторами в автосамосвалы (CAT - 772 грузоподъемностью 50 т и Terex, грузоподъемностью 20 - 25 т).

На рисунке 4.8 представлена технологическая схема отработки слоя латерита и глины с использованием бульдозеров.

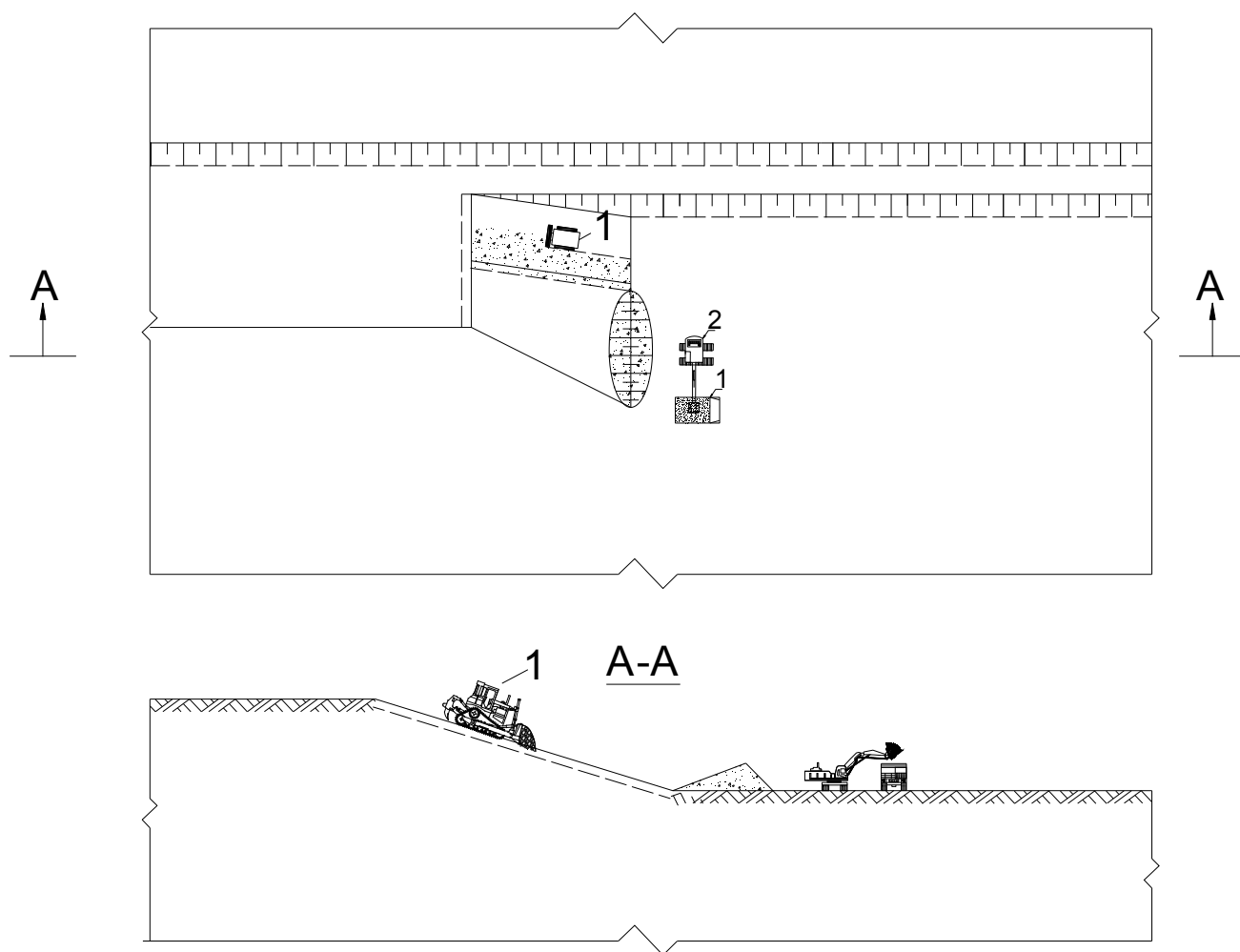


Рисунок 4.8 – Технологические схемы отработки латерита и глины с использованием бульдозеров

Третий слой представлен известняком. Рыхление массива осуществляется буровзрывным способом. Скважины бурятся станками Atlas Copco D7-11, предназначенные для бурения взрывных скважин диаметром 64 - 115 мм и буровой установкой Atlas Copco ROC - F6, предназначенной для бурения взрывных скважин диаметром 100 - 165 мм.

На рисунке 4.9 представлена технологическая схема отработки известняка с использованием гидравлических экскаваторов.

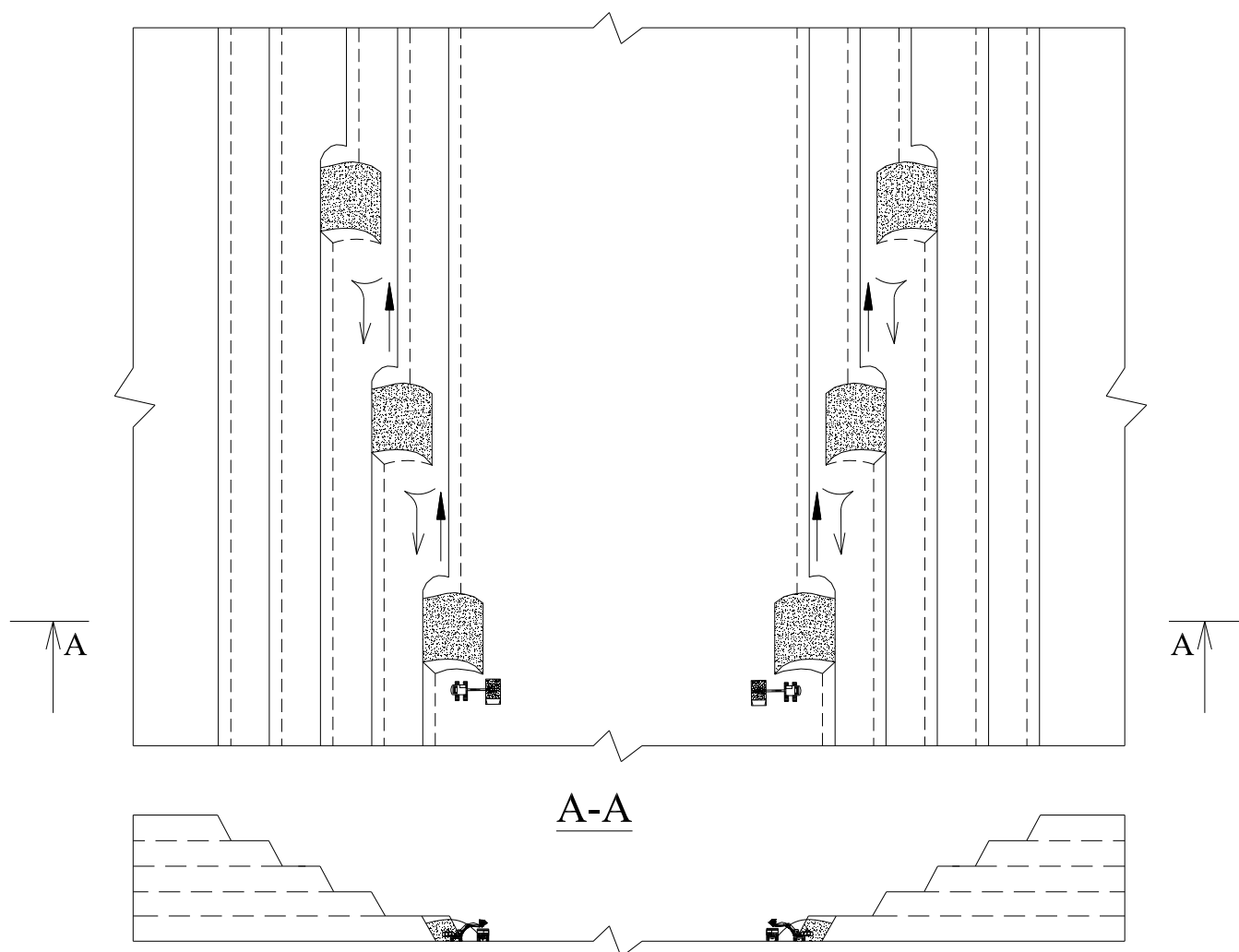


Рисунок 4.9 – Технологические схемы отработки известняка с использованием гидравлических экскаваторов

Параметры буровзрывных работ: глубина скважин 11,8 - 12 м, линия сопротивления по подошве 3,4 - 3,7 м, расстояние между скважинами в ряду 3,9 - 4,2 м, расстояние между рядами скважин 3,4 - 3,7 м.

Применяются следующие ВВ:

- взрывания сухих скважин – ВВ ANFO;
- взрывания обводненных скважин – эмульсолит ВВ;
- инициирование ВВ – неэлектрические системы инициирования.

Применяется многорядное, короткозамедленное взрывание скважинных зарядов. Для разбуривания целиков по подошве и негабаритных кусков латерита,

известняка и породы применяются перфораторы Atlas Copco RH 571-5LS, (диаметр коронки 42 - 45 мм).

Высота добычного уступа принята 5 м. Цементное сырье от забоев транспортируется автосамосвалами до дробильных установок, расположенных на борту карьера, а далее до цементного завода – конвейерным транспортом.

4.3 ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И КОНСТРУКЦИИ БЕРМ БЕЗОПАСНОСТИ КАРЬЕРОВ ПО ДОБЫЧЕ ЦЕМЕНТНОГО СЫРЬЯ

Явление падения кусков горной породы в карьере представляет собой перемещение масс разных размеров, отделенных от откоса борта или уступа, с различной кинематикой. Падение кусков горной породы является основной причиной получения ущерба для оборудования и персонала известнякового карьера.

Уровень опасности падения кусков горной породы возрастает при падении при значительной высоте борта. В настоящее время большая часть известняковых карьеров Вьетнама эксплуатируется при подходе борта к границам карьера на конец отработки или при приближении к конечному дну, при значительной глубине отработки.

Явление падения кусков горной породы происходит внезапно при значительном перемещении падающих фрагментов по рабочим площадкам и бермам карьера. На известняковых карьерах основными причинами явления падения кусков горной породы являются трещиноватость, ударная волна, вызванная взрывными работами, сейсмика, напорная фильтрация грунтовых вод, поверхностные воды образующиеся при сильных дождях, явления физического и химического выветривания. В дополнение к вышеуказанным причинам явление падения кусков горной породы также зависит от таких факторов, как параметры системы разработки (угол откоса уступа, ширина бермы безопасности, конструкция берм, высота уступа и борта карьера); свойства горных пород; размер и форма падающих фрагментов горной породы;

Чтобы предотвратить явление падения кусков горной породы на карьере, уменьшить ущерб персоналу и оборудованию, в процессе формирования рабочей зоны следует создавать бермы безопасности для перехвата падающих с вышерасположенных уступов фрагментов. Поэтому, согласно правилам безопасности, при открытой разработке, ширина бермы безопасности должна быть достаточной, чтобы вместить все падающие куски горной породы,

падающие с верхних уступов. Как показали исследования, проведённые на карьерах Вьетнама, ширину бермы безопасности (предохранительной бермы) B_{at} следует принимать не менее $0,2H$ (H - высота уступа).

Угол откоса борта карьера [11]

$$\gamma = \arctg \left(\frac{n H \operatorname{ctg} \alpha}{\sum_{i=1}^n b_{vt} + \sum_{i=1}^n B_{at} + n H \operatorname{ctg} \alpha} \right), \text{ град.} \quad (4.1)$$

где n - количество уступов на руднике;

H - высота уступа, м;

α - угол откоса уступа, град;

b_{vt} - ширина транспортных берм в карьере, м;

B_{at} - ширина берм безопасности на карьере, м.

Анализ формулы 4.1 показывает, что для борта карьера без транспортных берм, угол откоса борта зависит главным образом от угла откоса уступа и ширины бермы безопасности.

В карьерах по добыче известняка, увеличение угла откоса имеет решающее значение для уменьшения коэффициента вскрыши, потерь ресурсов, поскольку геологические запасы обычно определяются по вертикальным выемочным единицам - блокам. Таким образом, увеличение угла откоса борта достигается при уменьшении ширины бермы безопасности и увеличении высоты уступа и угла откоса уступа. Однако, сокращение ширины берм безопасности уменьшает способность предотвращать падение фрагментов горных пород по борту карьера.

Для определения степени устойчивости бортов карьеров в прибортовом массиве отслеживают поверхность скольжения, которая в большей степени зависит от геологических особенностей месторождения, и сравнивают удерживающие и сдвигающие силы.

Горные породы слагающие борт известнякового карьера включают в себя слоистую поверхность, систему трещин, разломы, образующие поверхности ослабления в массиве. В зависимости от соотношения между поверхностями ослабления и поверхностями откоса уступа могут проходить различные виды

скольжения: плоское, клиновое и падающее, представленные на рисунке 4.10.

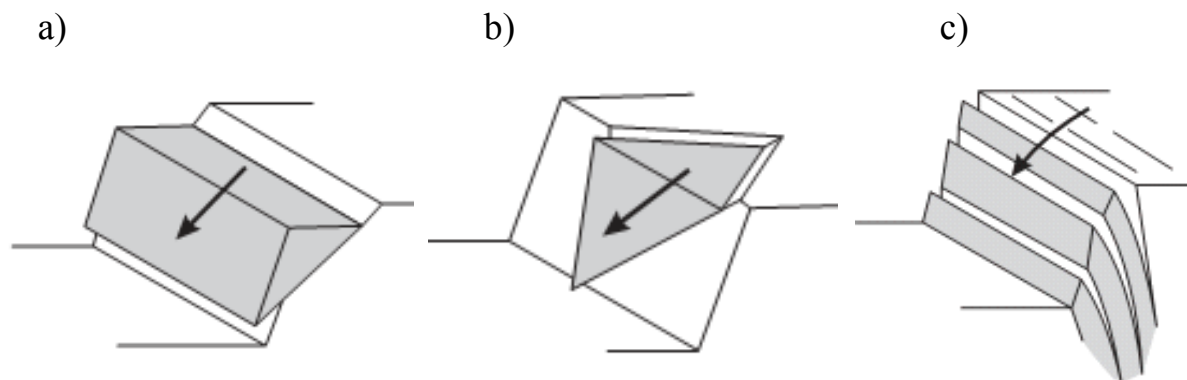


Рисунок 4.10 - Схемы видов скольжения

а - плоское скольжение; б - клиновое скольжение; с - падающее скольжение

Анализ результатов исследований позволяет заключить, что степень обводненности массива горных пород значительно влияет на устойчивость борта карьера. Установлено уменьшение коэффициента запаса устойчивости обводненного борта по сравнению с необводненным на 16 - 24%. Наблюдается тенденция интенсификации снижения коэффициента запаса устойчивости обводненного борта с увеличением глубины карьера по сравнению с необводненным бортом.

Длительная устойчивость нерабочих бортов или участков в конечном положении обеспечивается заоткоской под углами, соответствующими свойствам горных пород и их трещиноватости. Заоткоску уступов в скальных и полускальных породах осуществляют наклонными взрывными скважинами диаметром 80 - 100 мм, которые бурят под углами откоса уступа на расстоянии друг от друга не более 3 м.

На рисунке 4.11 представлен результат обрушения блока скольжения из-за сейсмического воздействия взрывных работ на карьере по добыче цементного сырья Вьетнама. Карьер разрабатывается с высотой уступа $H = 7,5$ м, шириной бермы безопасности $V_{at} = 5,5$ м, углом откоса уступа 62° .

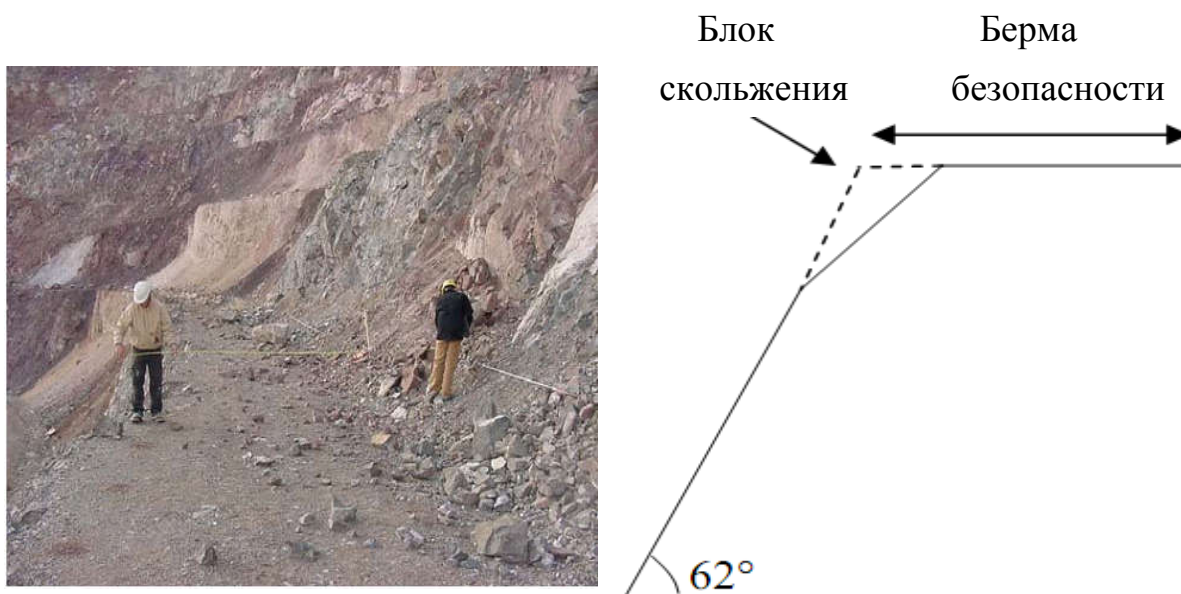


Рисунок 4.11 - Результат обрушения блока скольжения из-за сейсмического воздействия взрывных работ на карьере по добыче цементного сырья (известняка) Вьетнама

На кинематику падения кусков горной породы влияют различные факторы. Угол откоса уступа влияет на направление движения падающих фрагментов. В зависимости от угла откоса уступа куски горной породы могут катиться, отскакивать, падать свободно.

Свободное падение происходит при угле откоса уступа больше 76° . Отскок от поверхности происходит при угле откоса уступа больше 45° . Качение происходит при угле откоса уступа меньше 45° .

Из вышперечисленных типов движения, качение является наиболее опасным, так как расстояние перемещения по кровле рабочей площадки или бермы максимальный.

Для предотвращения падения кусков горной породы с вышележащих уступов формируется берма безопасности. Для удержания большей части падающей горной породы ширина берма безопасности [48]

$$B_{at} \geq 0,2 h, \text{ м} \quad (4.2)$$

где h - высота уступа, м

Согласно стандарту Modified Ritchie при проектировании карьера ширина

берма безопасности [56]

$$B_{at} = 0,2h + 4,5, \text{ м.} \quad (4.3)$$

Согласно стандарту Ryan и Pryor при проектировании карьера ширина бермы безопасности [56]

$$B_{at} = 0,17h + 3,5, \text{ м.} \quad (4.4)$$

Вышеуказанные стандарты применимы только в случае горизонтальной кровле бермы безопасности. Определение ширины бермы безопасности связано с высотой уступа, углом откоса уступа, формой поверхности и конструкцией бермы, физико-механическими свойствами горных пород, размером и формой падающего фрагмента.

Форма поверхности и конструкции бермы безопасности: плоская поверхность, треугольная поверхность, берма с предохранительным валом или подпорной стенкой представлена на рисунке 4.12.

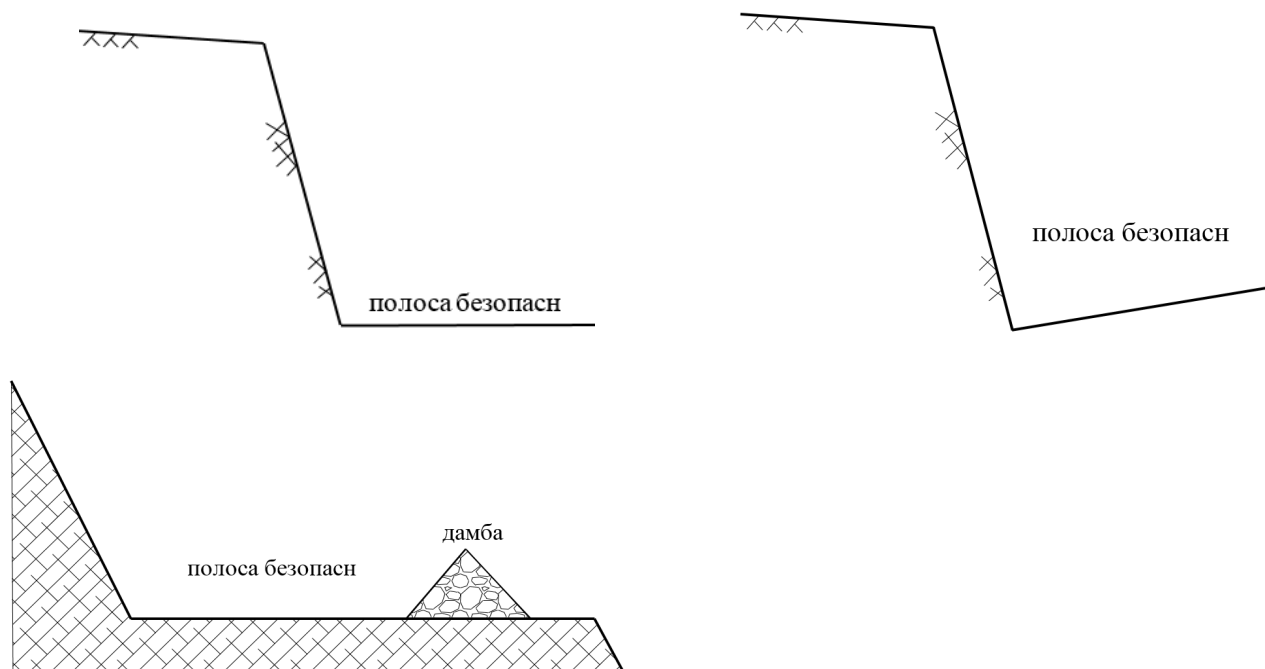


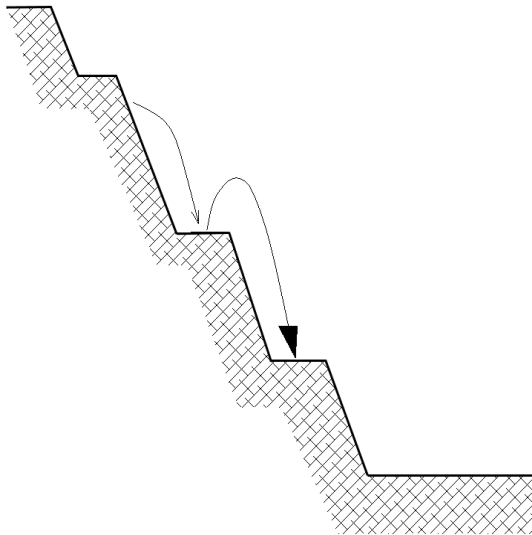
Рисунок 4.12 - Форма поверхности и конструкции бермы безопасности
борта карьера
а - плоская поверхность; б - треугольная поверхность; в - берма с
предохранительным валом

Изменение формы поверхности и конструкции бермы безопасности позволяют увеличить эффект удержания горной породы на поверхности берм.

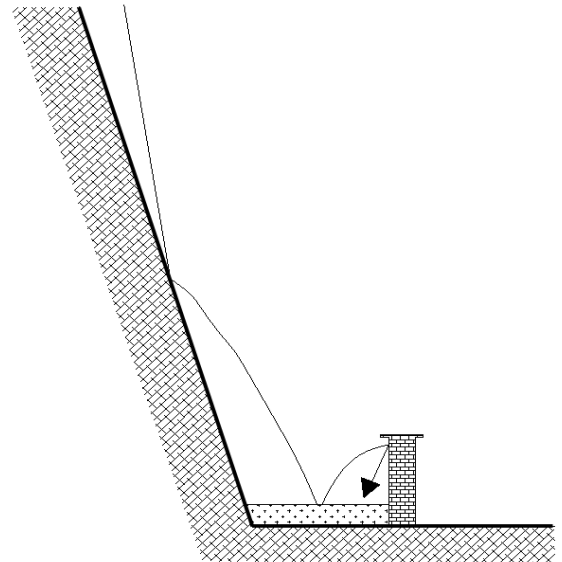
Из трех основных форм поверхности и конструкции бермы безопасности треугольная и берма с предохранительным валом имеют большую эффективность удержания падающих кусков горной породы и меньшую ширину, но более сложную конструкцию. Кроме формы и размера бермы безопасности эффективность предотвращения падения кусков горной породы также зависит от количества берм безопасности по высоте борта карьера.

При падении горная порода сталкивается с поверхностью откоса уступа или поверхностью бермы безопасности. В зависимости от свойств поверхности бермы на месте столкновения, порода будет продолжать движение или остановиться после удара.

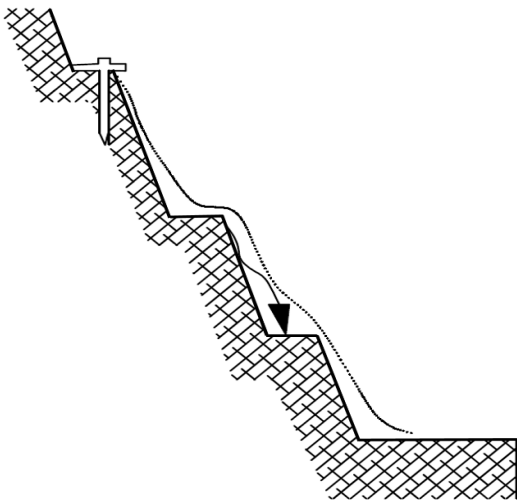
На рисунке 4.13 представлены различные технические решения по конструкции борта карьера.



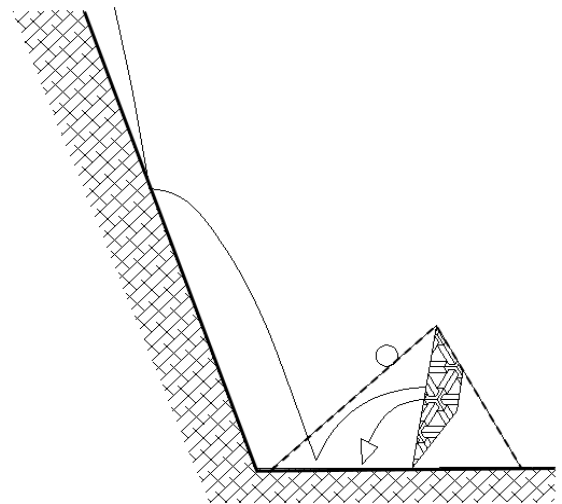
а – На борту карьера расположены несколько бERM безопасности



б – На берме безопасности установлена подпорная стенка



в - На откос борта укладывается поверхностная сетка



г - На берме безопасности создан предохранительный вал

Рисунок 4.13 - Различные технические решения по конструкции борта карьера

Характер столкновения будет определять коэффициент восстановления. Коэффициент восстановления характеризуется скоростью куска горной породы до и после столкновения. На рисунке 4.14 представлена схема к определению коэффициент восстановления.

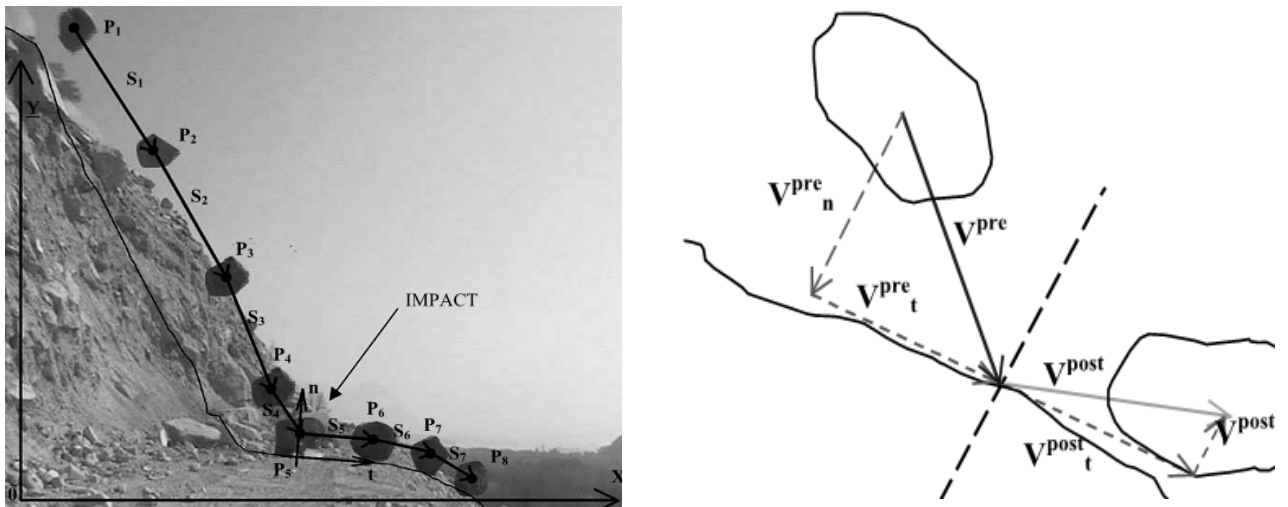


Рисунок 4.14 - Схема к определению коэффициент восстановления

Коэффициент восстановления делится на два компонента: тангенциальный коэффициент восстановления k_t , нормальный коэффициент восстановления k_n

$$k_n = \frac{V_n^{post}}{V_n^{pre}}, \quad (4.5)$$

$$k_t = \frac{V_t^{post}}{V_t^{pre}}, \quad (4.6)$$

где V_n^{post} - нормальная скорость после столкновения;

V_n^{pre} - нормальная скорость перед столкновением;

V_t^{post} - касательная скорость после столкновения;

V_t^{pre} - касательная скорость перед столкновением.

Чем больше крепость горных пород и меньше трещиноватость, тем больше коэффициент восстановления. При рыхлых породах и небольшом размере куска, коэффициент восстановления будет минимальный.

Создание рациональной структуры откоса борта карьера, обеспечивающей предотвращение явления падения кусков горных пород на известняковом карьере, связано с формированием борта карьера в конечном положении. Факторами, влияющими на явление падения кусков горной породы, в основном являются угол

откоса уступа, ширина бермы, форма поверхности и конструкция бермы безопасности.

Закономерности в явлении падения кусков горной породы выявляются затруднительно по ряду причин:

- Явления падающей горной породы распространяются по всей площади откоса борта.
- Угол откоса уступа изменяется во времени стояния.
- Размер кусков падающих горных пород имеет большие различия.
- Свойства горных пород на поверхности откоса борта изменяются в плане, по глубине и во времени отработки месторождения.

Для определения параметров борта карьера и берм безопасности, обеспечивающих повышение безопасности ведения горных работ необходимо провести анализ вероятности возникновения явления падающей горной породы. Для описания траектории падения горных пород различных размеров по борту карьера использовано программное обеспечение rocfall компании roscience.

Реализация программного обеспечения позволяет описывать вероятность траектории перемещения кусков падающей горной породы с момента начала движения до остановки на берме, площадке или дне карьера в соответствии с изменения входных параметров базы данных. Рациональным вариантом является сохранение максимального процента кусков падающей горной породы на берме безопасности (100%).

На основе моделирования с использованием программного обеспечения rocfall, проведено определение ширины бермы безопасности, в зависимости от высоты уступа, угла откоса уступа, конструкции бермы безопасности, обеспечивающей сохранение максимального процента кусков падающей горной породы на берме безопасности.

На рисунках 4.15 - 4.44 представлены результаты анализа вероятности траектории падения кусков горных пород различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

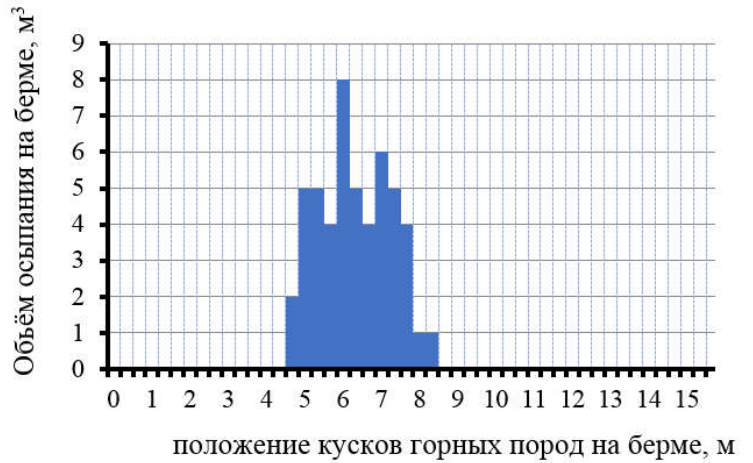


Рисунок 4.15 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$V_{at} = 5,5$ м, высота уступа 12 м, угол откоса уступа 75^0 , горизонтальная поверхность



Рисунок 4.16 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$V_{at} = 3,5$ м, высота уступа 12 м, угол откоса уступа 75^0 , поверхность бермы 1В:6Г

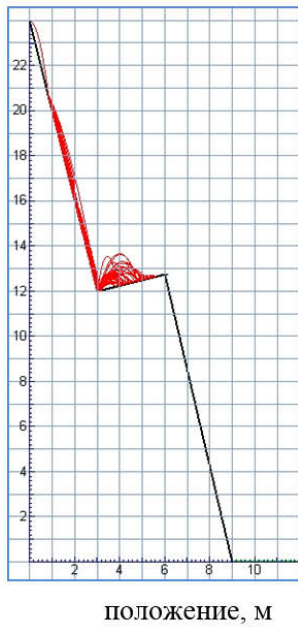


Рисунок 4.17 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$V_{at} = 2,5$ м, высота уступа 12 м, угол откоса уступа 75° , поверхность бермы 1В:4Г

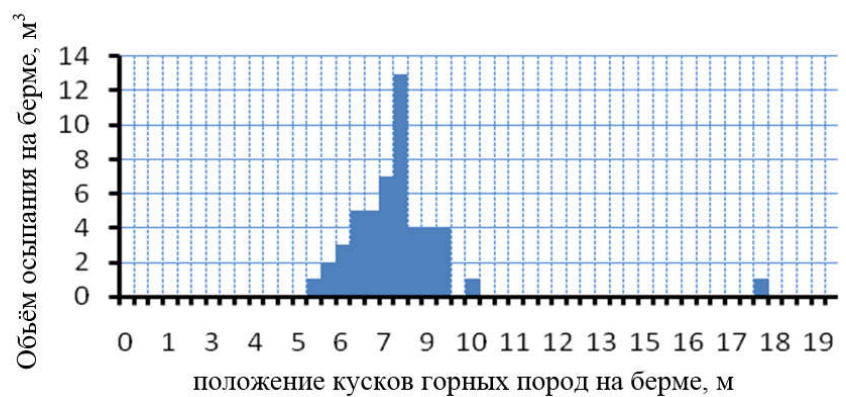
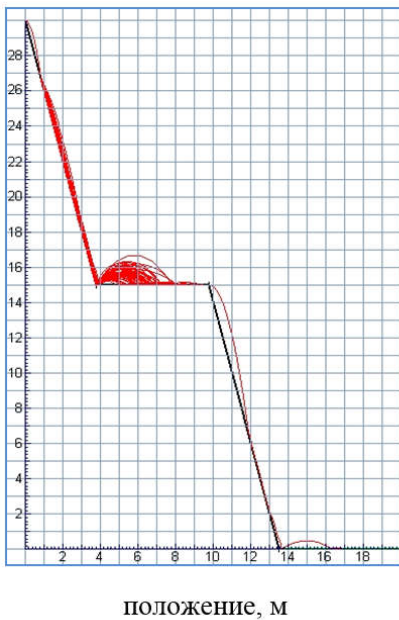


Рисунок 4.18 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$V_{at} = 6$ м, высота уступа 15 м, угол откоса уступа 75° , горизонтальная поверхность

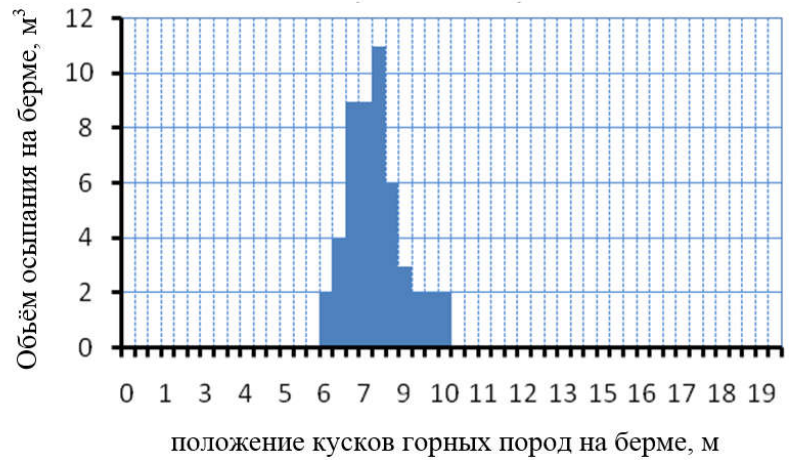


Рисунок 4.19 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$B_{at} = 4,5$ м, высота уступа 15 м, угол откоса уступа 75^0 , поверхность бермы 1В:6Г

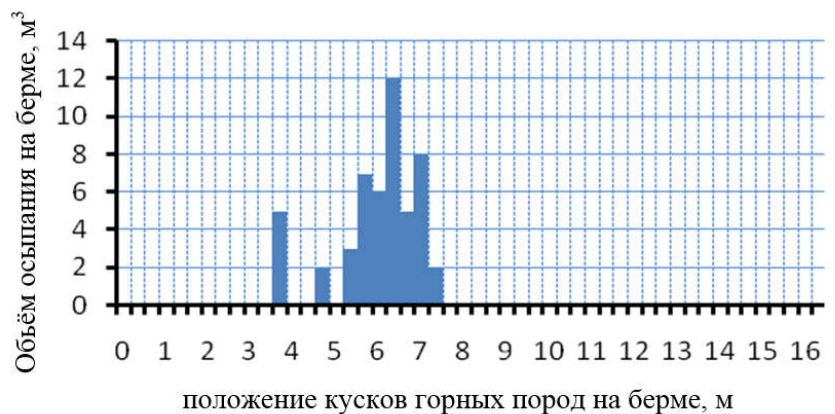
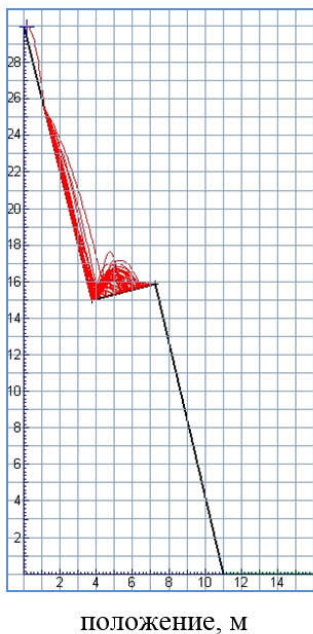


Рисунок 4.20 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$B_{at} = 4$ м, высота уступа 14 м, угол откоса уступа 75^0 , поверхность бермы 1В:4Г



положение, м

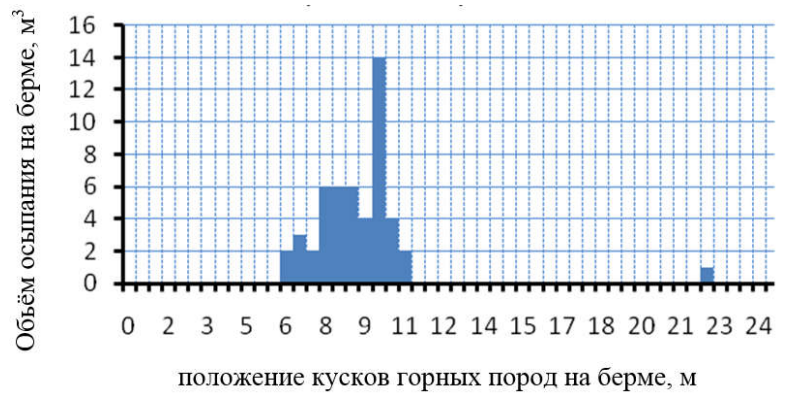
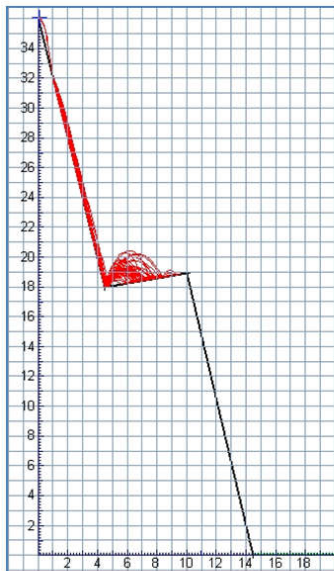


Рисунок 4.21 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$V_{at} = 6,5$ м, высота уступа 18 м, угол откоса уступа 75^0 , горизонтальная поверхность



положение, м

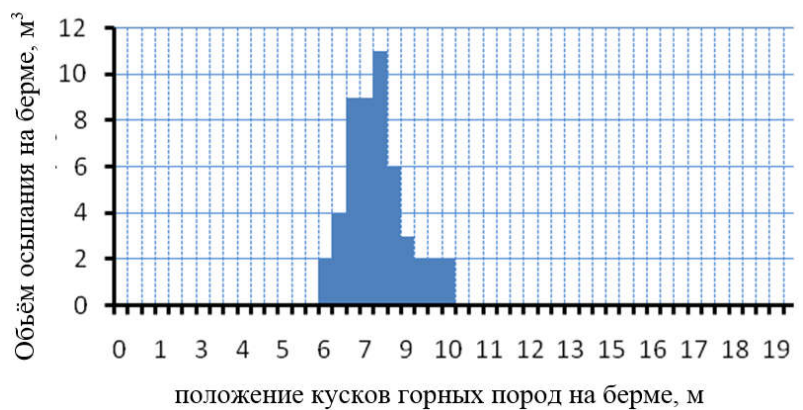


Рисунок 4.22 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$V_{at} = 5,5$ м, высота уступа 18 м, угол откоса уступа 75^0 , поверхность бермы 1В:6Г

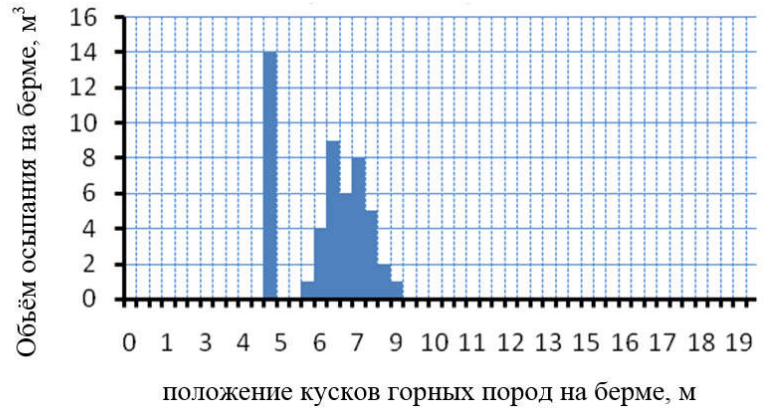
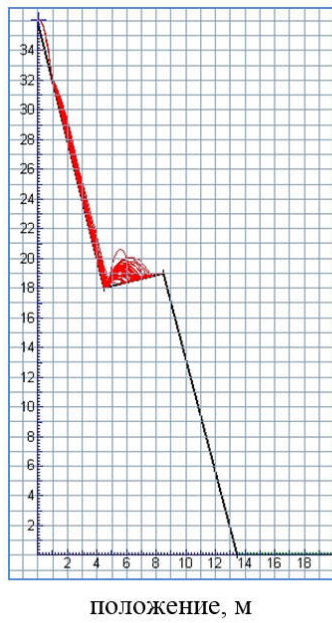


Рисунок 4.23 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$B_{at} = 4,5$ м, высота уступа 18 м, угол откоса уступа 75^0 , поверхность бермы 1В:4Г

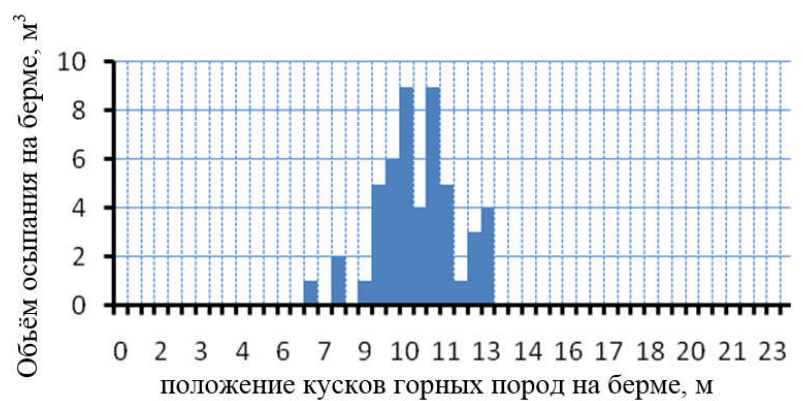
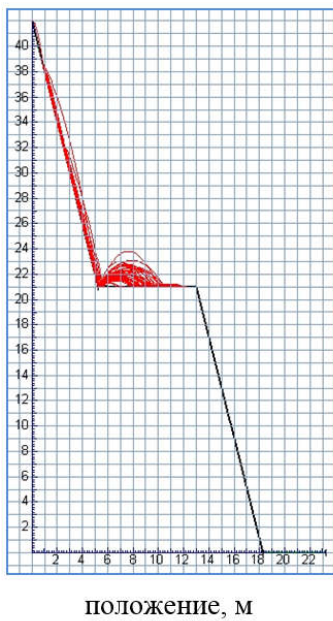


Рисунок 4.24 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$B_{at} = 8$ м, высота уступа 21 м, угол откоса уступа 75^0 , горизонтальная поверхность

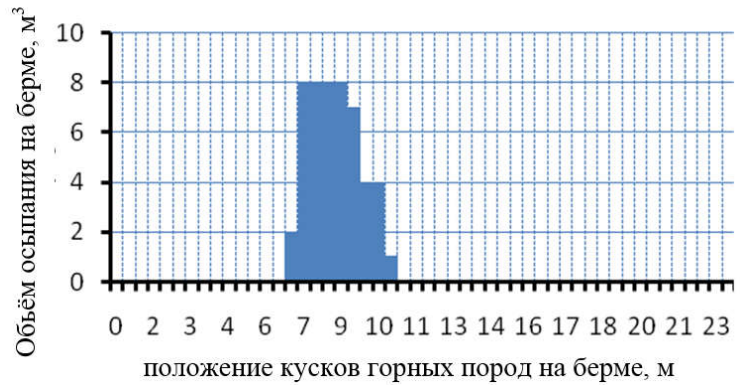
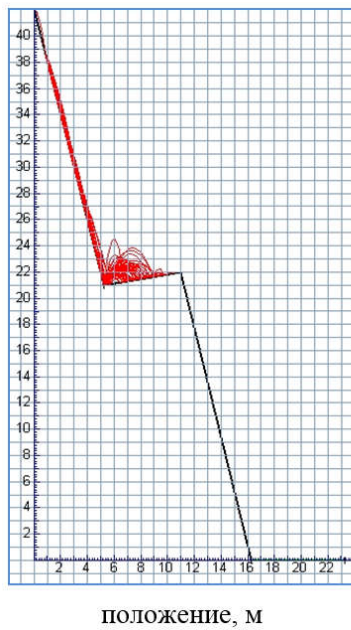


Рисунок 4.25 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$V_{at} = 6$ м, высота уступа 21 м, угол откоса уступа 75^0 , поверхность бермы 1В:6Г

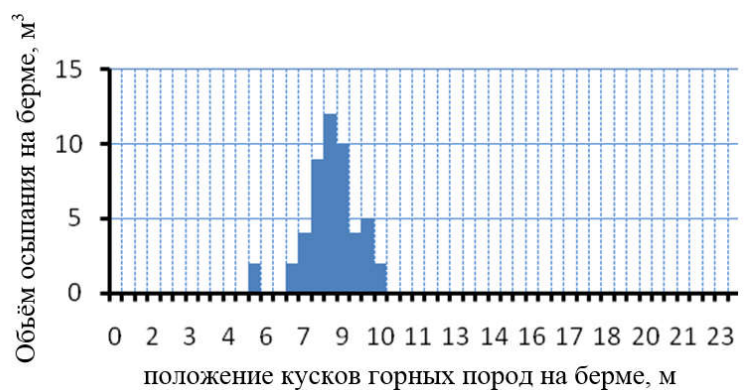
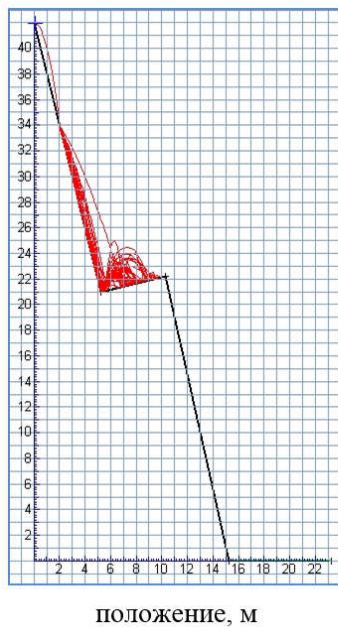


Рисунок 4.26 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$V_{at} = 5$ м, высота уступа 21 м, угол откоса уступа 75^0 , поверхность бермы 1В:4Г

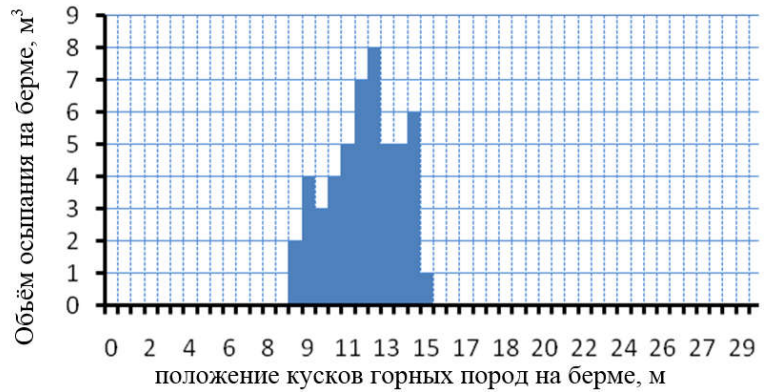
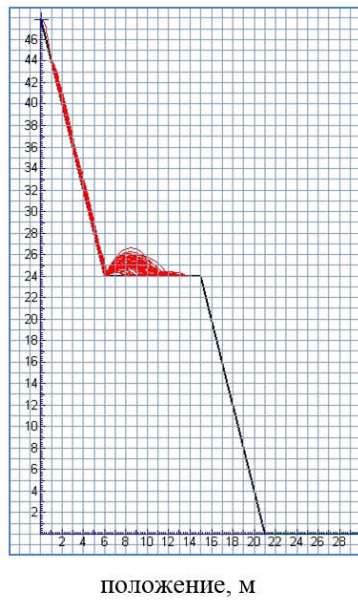


Рисунок 4.27 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$V_{at} = 9$ м, высота уступа 24 м, угол откоса уступа 75° , горизонтальная поверхность

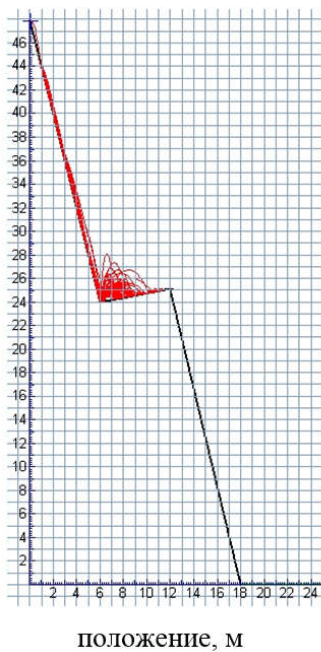


Рисунок 4.28 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$V_{at} = 6,5$ м, высота уступа 24 м, угол откоса уступа 75° , поверхность бермы 1В:6Г

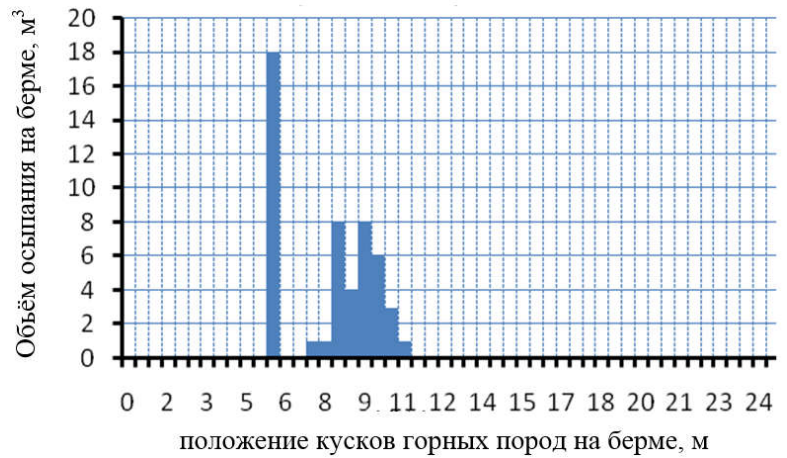


Рисунок 4.29 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$V_{at} = 5$ м, высота уступа 24 м, угол откоса уступа 75^0 , поверхность бермы 1В:4Г

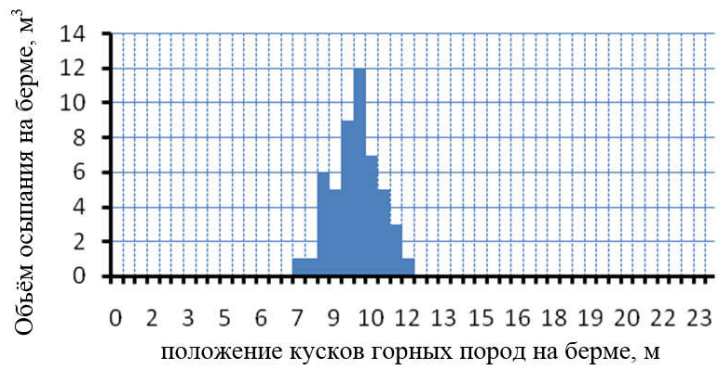
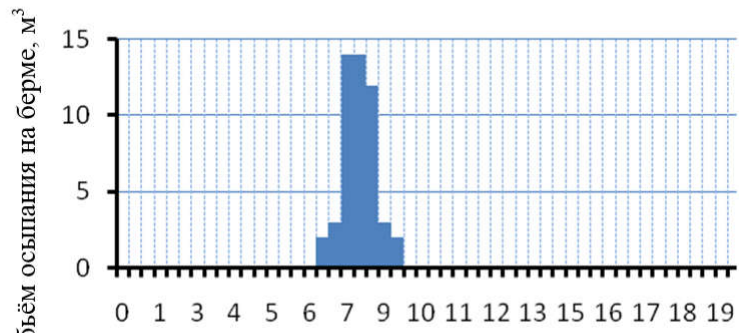


Рисунок 4.30 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$V_{at} = 6$ м, высота уступа 12 м, угол откоса уступа 60^0 , горизонтальная поверхность



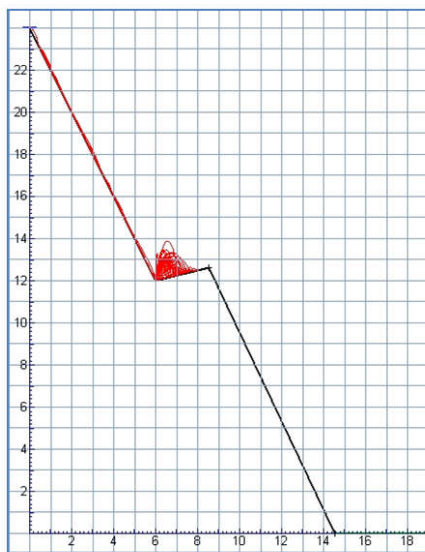
положение, м



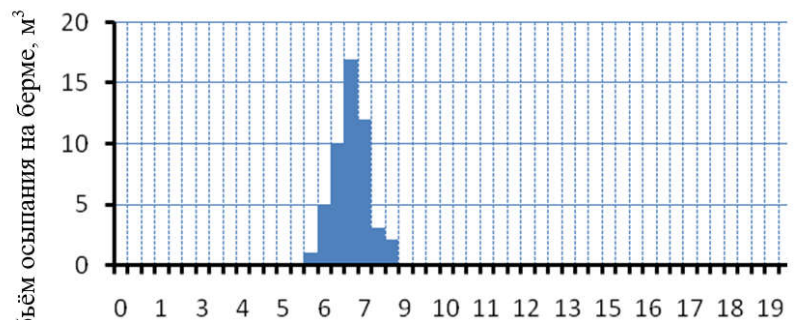
положение кусков горных пород на берме, м

Рисунок 4.31 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$V_{at} = 3$ м, высота уступа 12 м, угол откоса уступа 60^0 , поверхность бермы 1В:6Г



положение, м



положение кусков горных пород на берме, м

Рисунок 2.32 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$V_{at} = 2,5$ м, высота уступа 12 м, угол откоса уступа 60^0 , поверхность бермы 1В:4Г

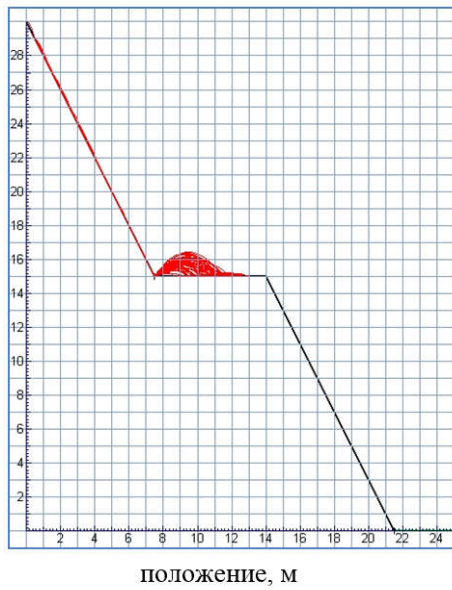


Рисунок 4.33 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gsfall.

$B_{at} = 6,5$ м, высота уступа 15 м, угол откоса уступа 60^0 , поверхность бермы 1В:6Г

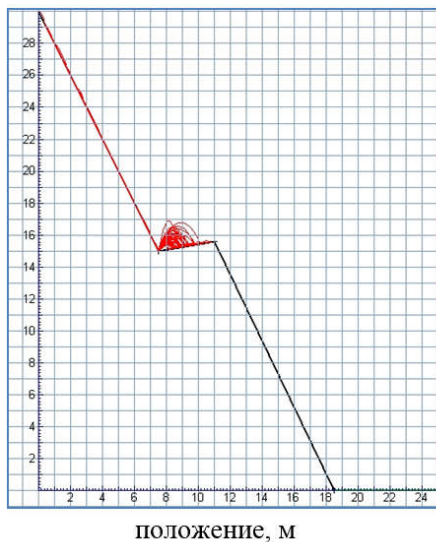


Рисунок 4.34 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gsfall.

$B_{at} = 3,5$ м, высота уступа 15 м, угол откоса уступа 60^0 , поверхность бермы 1В:4Г

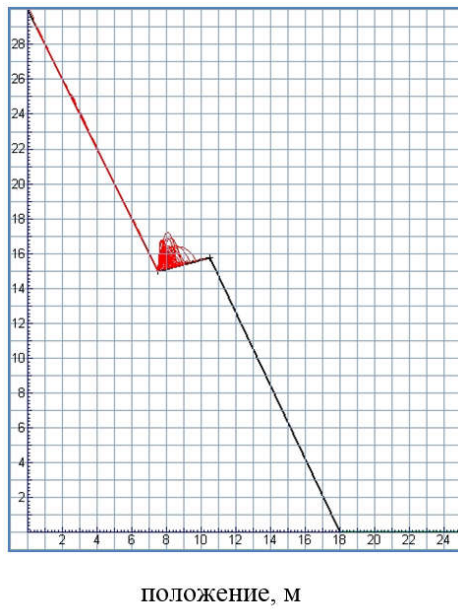


Рисунок 4.35 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$V_{at} = 3$ м, высота уступа 15 м, угол откоса уступа 60° , поверхность бермы 1В:4Г

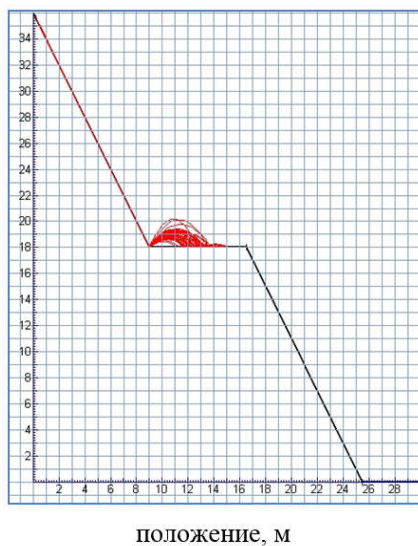


Рисунок 4.36 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения rocfall.

$V_{at} = 7,5$ м, высота уступа 18 м, угол откоса уступа 60° , горизонтальная поверхность

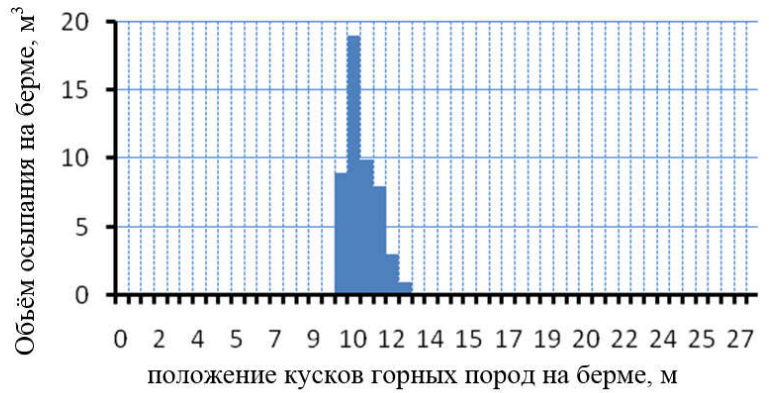
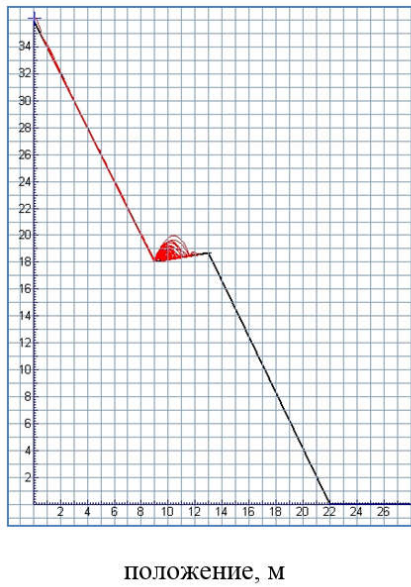


Рисунок 4.37 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$B_{at} = 4$ м, высота уступа 18 м, угол откоса уступа 60° , поверхность бермы 1В:6Г

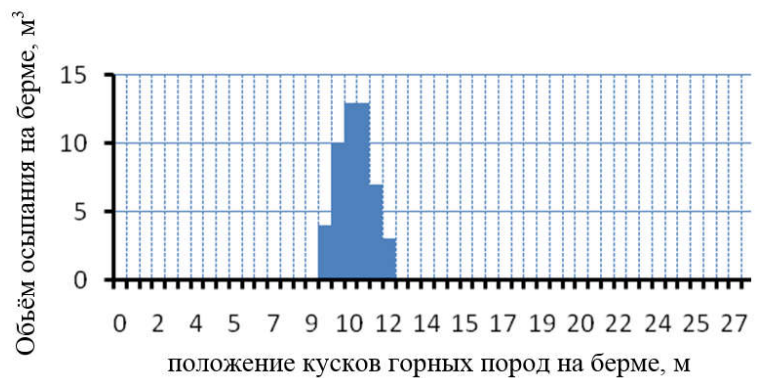
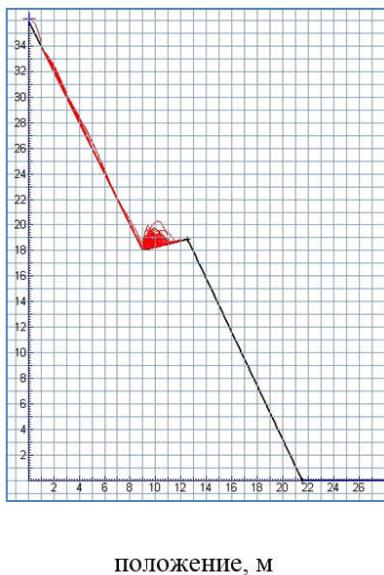
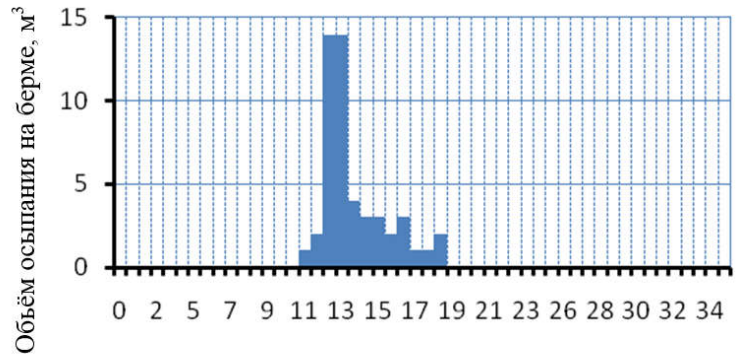


Рисунок 4.38 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$B_{at} = 3$ м, высота уступа 18 м, угол откоса уступа 60° , поверхность бермы 1В:4Г



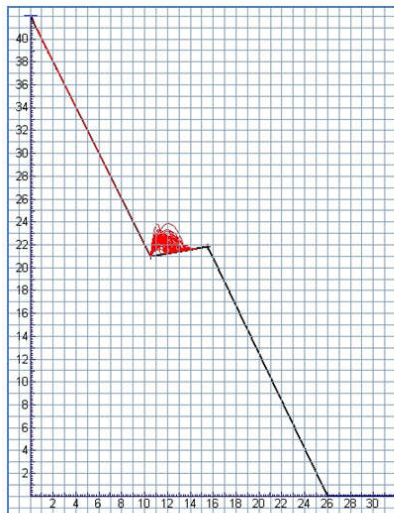
положение, м



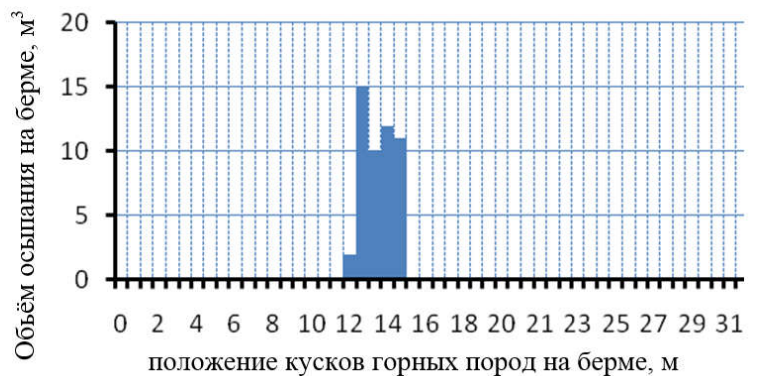
положение кусков горных пород на берме, м

Рисунок 4.39 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$V_{at} = 8$ м, высота уступа 21 м, угол откоса уступа 60° , горизонтальная поверхность



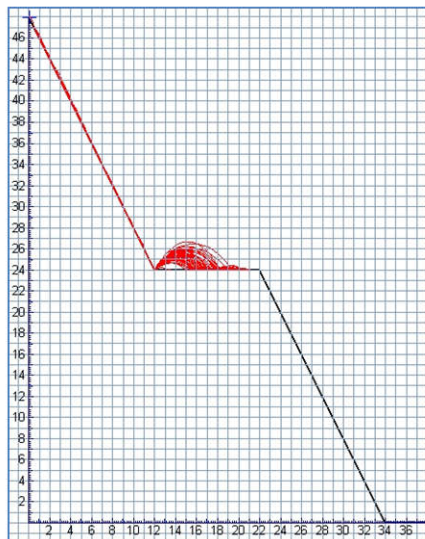
положение, м



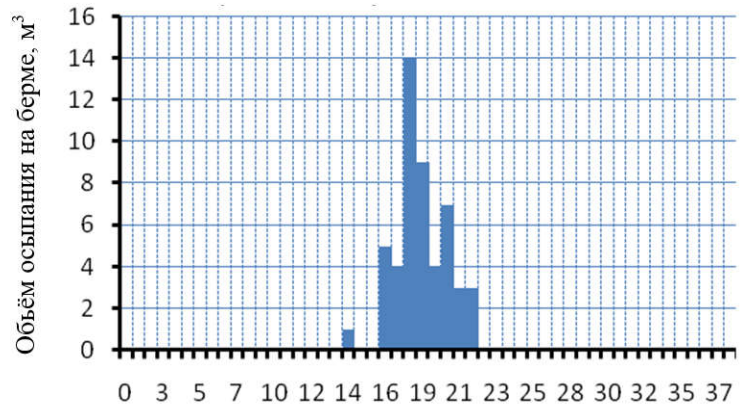
положение кусков горных пород на берме, м

Рисунок 4.40 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$V_{at} = 5$ м, высота уступа 18 м, угол откоса уступа 60° , поверхность бермы 1В:6Г



положение, м



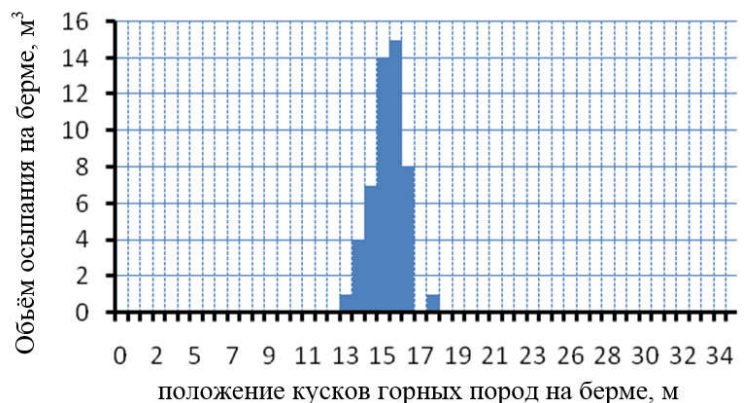
положение кусков горных пород на берме, м

Рисунок 4.41 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$V_{at} = 10$ м, высота уступа 24 м, угол откоса уступа 60^0 , горизонтальная поверхность



положение, м



положение кусков горных пород на берме, м

Рисунок 4.42 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall.

$V_{at} = 6$ м, высота уступа 24 м, угол откоса уступа 60^0 , поверхность бермы 1В:6Г

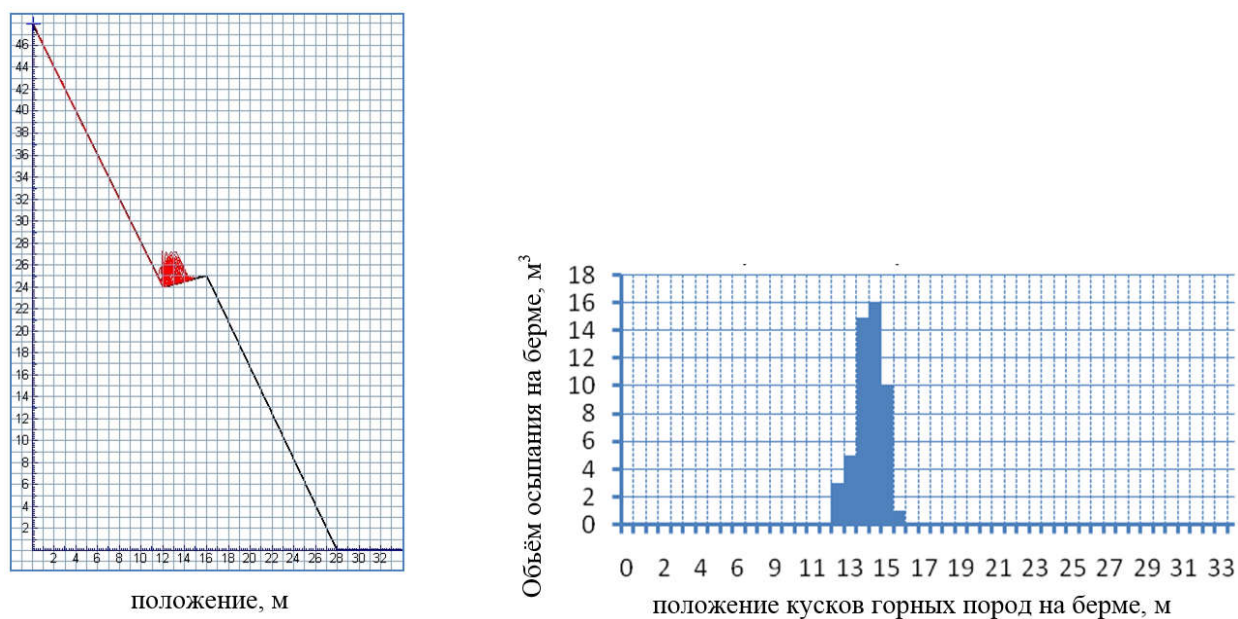


Рисунок 4.43 - Результаты анализа вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения goscfall.

$V_{at} = 4$ м, высота уступа 21 м, угол откоса уступа 60° , поверхность бермы 1В:4Г

Результаты определения ширины бермы безопасности с использованием программного обеспечения goscfall представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Результаты определения ширины бермы безопасности с использованием программного обеспечения goscfall

1. Угол откоса уступа 75°			
Высота уступа, м	Ширина бермы безопасности, м		
	Горизонтальная поверхность	Треугольная (1В:6Г)	Треугольная (1В:4Г)
12	5,5	3,5	2,5
15	6	4,5	4
18	6,5	5,5	4,5
21	8	6	5
24	9	6,5	5
2. Угол откоса уступа 60°			
Высота уступа, м	Ширина бермы безопасности, м		
	Горизонтальная поверхность	Треугольная (1В:6Г)	Треугольная (1В:4Г)
12	6	3	2,5
15	6,5	3,5	3
18	7,5	4	3,5
21	8	5	4
24	10	6	4

При анализе вероятности траектории падения горных пород кусков различных размеров по борту карьера с использованием программного обеспечения gosfall рассматриваются варианты изменения параметров при высоте уступа 12 м, 15 м, 18 м, 21 м, 24 м; конструкции поверхности бермы: горизонтальная, треугольная (1 вертикальные: 4 горизонтальные), треугольная (1 вертикальные: 6 горизонтальные); угол откоса уступа составляет 75° и 60° .

ВЫВОДЫ

1. Разработана классификация систем открытой разработки месторождений цементного сырья Вьетнама, с учётом рельефа местности, горнотехнических и горногеологических особенностей отработки.

2. Предложены технологические схемы разработки месторождения Та Тьет - Бинь Фуок, с учётом направления развития горных работ, требований к качеству и количеству видов минерального сырья, поступающего на цементный завод.

3. Установлено, что создание рациональной структуры откоса борта карьера, обеспечивающей предотвращение явления падения кусков горных пород на известняковом карьере, связано с учётом факторов, влияющих на явление падения кусков горной породы - угол откоса уступа, ширина бермы, форма поверхности и конструкция бермы безопасности.

4. На основе моделирования с использованием программного обеспечения gosfall, проведено определение ширины бермы безопасности для горнотехнических условий карьера цементного сырья Вьетнама, в зависимости от высоты уступа, угла откоса уступа, конструкции бермы безопасности, обеспечивающей сохранение максимального процента кусков падающей горной породы на берме безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Доказано, что значения высоты уступа в зависимости от сцепления пород, в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама, обеспечивают безопасность ведения горных работ для применяемых моделей экскаваторов.

2. Получена аналитическая зависимость для определения высоты уступа, для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама, по условиям обеспечения эффективного использования выемочно-погрузочного горного оборудования, с учётом физико-механических свойств горных пород, параметров системы разработки, требований правил безопасности ведения горных работ.

3. Установлена эмпирическая зависимость ширины развала взорванной горной массы от высоты уступа для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама.

4. Установлена эмпирическая зависимость длины экскаваторного блока от ёмкости ковша экскаватора-мехлопаты, при транспортировании горной массы автосамосвалами, для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама.

5. Рациональное значение длины экскаваторного блока, при использовании для транспортирования горных пород карьерных автосамосвалов, для горнотехнических условий карьеров, отрабатывающих месторождения цементного сырья Вьетнама, составит 280÷360 м.

6. Разработана методика определения оптимальных нормативных потерь и разубоживания руды по критерию максимум чистого дисконтированного дохода (ЧДД) от разработки, для горнотехнических условий открытой разработки сложноструктурных месторождений цементного сырья Вьетнама.

7. Установлено, что от распределения готовых к выемке запасов по рабочим горизонтам, для горнотехнических условий карьеров по добыче цементного сырья Вьетнама, изменяется вероятность достижения установленной производительности карьера по полезному ископаемому, поэтому необходимо максимально возможные объёмы готовых к выемке запасов располагать на

верхних добычных уступах, обеспечивающего повышение безопасности горных работ и надежность работы технологической системы.

8. Доказано, что определение последовательности добычи разнокачественных блоков известняка должно проводиться при реализации разработанной детерминированной модели MILP для долгосрочного планирования развития горных работ по добыче цементного сырья, с учётом горнотехнических условий карьеров Вьетнама, обеспечивающей выполнение требований цементного завода по усреднению качества, повышение экономической эффективности.

9. Разработана классификация систем открытой разработки месторождений цементного сырья Вьетнама, с учётом рельефа местности, горнотехнических и горногеологических особенностей отработки.

10. Предложены технологические схемы разработки месторождении Та Тьет - Бинь Фуок, с учётом направления развития горных работ, требований к качеству и количеству видов минерального сырья, поступающего на цементный завод.

11. Установлено, что создание рациональной структуры откоса борта карьера, обеспечивающей предотвращение явления падения кусков горных пород на известняковом карьере, связано с учётом факторов, влияющих на явление падения кусков горной породы - угол откоса уступа, ширина бермы, форма поверхности и конструкция бермы безопасности.

12. На основе моделирования с использованием программного обеспечения rocfall, проведено определение ширины бермы безопасности для горнотехнических условий карьера цементного сырья Вьетнама, в зависимости от высоты уступа, угла откоса уступа, конструкции бермы безопасности, обеспечивающей сохранение максимального процента кусков падающей горной породы на берме безопасности.

13. Ожидаемый экономический эффект от реализации модели предлагаемой последовательности отработки блоков месторождения цементного сырья Та Тьет - Бинь Фуок за период отработки карьеров первой очереди (21 год) составит 336318,9 млн.донг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Арсентьев А.И.* Диалоги о горной науке // – СПб.: РИЦ СПГГИ, 1999. – 154 с.
2. *Арсентьев А.И.* Проектирование горных работ при открытой разработке месторождений / А.И. Арсентьев, Г.А. Холодняков // – М.: Недра, 1994. – 336 с.
3. *Арсентьев А.И.* Разработка месторождений твёрдых полезных ископаемых открытым способом // – СПб.: РИЦ СПГГИ, 2010. – 117 с.
4. *Арсентьев А.И.* Устойчивость бортов и осушение карьеров / А.И. Арсентьев, И.Ю. Букин, В.А. Мироненко // – М.: Недра, 1982. – 165 с.
5. *Анистратов Ю.И.* Технология открытых горных работ // – М.: Недра, 2009. – 236 с.
6. *Баженов М.В.* Обоснование целесообразности разработки месторождений группой карьеров / Г.А. Холодняков, С.И. Фомин // МП и МИ Республики Казахстан, 1995. – 114 с.
7. *Баженов Ю.М.* Проектирование предприятий по производству строительных материалов и изделий // Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2005. – 472 с.
8. *Бастан П.П.* Управление качеством руд в условиях глубоких карьеров / Н.К. Костина // Труды ИГД МЧМ СССР. – Свердловск, 1982. – Вып. 69, – с. 25–29.
9. *Бастан П.П.* Усреднение руд на горно-обогатительных предприятиях / П.П. Бастан, Н.Н. Болошин. – М.: Недра, 1981. – 280 с.
10. *Богачев А.Ф.* Управление запасами горной массы и надежность работы карьера / А.Ф. Богачев // – М.: Недра, 1979. – 169 с.
11. *Галустьян Э.Л.* Геомеханика открытых горных работ / Э.Л. Галустьян // Справочное пособие. – М.: Недра, 1992. – 272 с.
12. *Грачев Ф.Г.* Управление качеством сырья на горнорудных предприятиях / Ф.Г. Грачев // – М.: Недра, 1977. – 208 с.
13. *Доан Ван Тхань.* Технология открытой разработки крутопадающих обводненных месторождений / С.И. Фомин // Горный информационно-аналитический бюллетень № 12, М., МГГУ, 2014, - с. 64-68.
14. *Кава П.Б.* Нормирование и планирование полноты и качества добычи руд

/ С.И. Фомин // Горный информационноаналитический бюллетень № 4, М., МГГУ, 2011, - с.371-373.

15. *Кава П.Б.* Способ оптимальной обработки контактной зоны «руда-порода» / В.В. Квитка, С.И. Фомин // Записки Горного института. Том 197, Санкт-Петербург, 2012, - с.165-168.

16. *Капралов Е.Г.* Основы геоинформатики / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарёв, В.С. Тикунов и др. // в 2 кн: учеб.пособие. – М.: Академия, 2004. – 832 с.

17. *Капутин Ю.Е.* Информационные технологии планирования горных работ (Для горных инженеров) / Ю.Е. Капутин // – СПб.: Недра, 2008. – с. 420.

18. *Квитка В.В.* Проектирование устойчивой технологической системы карьера / В.В. Квитка // В кн.: Проблемы теории проектирования карьеров. – Л.: изд. ЛГИ, 1988. – с. 61–64.

19. *Лигоцкий Д.Н.* Организация проектирования и строительства рудных и угольных карьеров: Учебное пособие / Д.Н. Лигоцкий, С.И. Фомин // – СПГГИ (ТУ) им. Г.В. Плеханова, 2010. – 86 с.

20. *Ломоносов Г.Г.* Формирование качества руды при открытой добыче / Г.Г. Ломоносов // – М.: Недра, 1975. – 224 с.

21. *Мельников Н.В.* Теория и практика открытых разработок / Н.В. Мельников, А.И. Арсентьев и др. // Изд. 2, – М.: Недра, 1979. – 636 с.

22. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. – М.: 1994, – 80 с. (Утверждены Госстроем России, Мин. экономики, Мин. финансов РФ).

23. *Пешков А.А.* Управление развитием горных работ на глубоких карьерах / А.А. Пешков // – М.: ИПКОН РАН, 1999. – 321 с.

24. *Полищук А.К.* Оптимизация развития открытых горных работ / А.К. Полищук, Г.К. Полищук, А.М. Михайлов // – М.: Недра, – 1976, – 158 с.

25. *Ржевский В.В.* Открытые горные работы. Производственные процессы: Учебник для вузов / В.В. Ржевский // – М.: Недра, 1985. – Часть 1. – 509 с.

26. *Ржевский В.В.* Открытые горные работы. Технология и комплексная механизация: Учебник для вузов / В.В. Ржевский // – М.: Недра, 1985. – Часть 2. – 549 с.

27. Томаков П.И. Технология, механизация и организация открытых горных работ / П.И. Томаков, И.К. Наумов. – 3-е изд., перераб. – М.: Изд-во Моск. Горного ин-та, 1992. – 464 с.

28. Трубецкой К.Н. Методы оценки эффективности инвестиций горных предприятий / К.Н. Трубецкой, А.А. Пешков, Н.А. Мацко // Известия вузов. Горный журнал, № 2, 1993. – с. 3–11.

29. Трубецкой К.Н. Проектирование карьеров / К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин // – М.: Изд-во академии горных наук, 2001. – Том 1. – 519 с.

30. Трубецкой К.Н. Проектирование карьеров / К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин // – М.: Изд-во академии горных наук, 2001. – Том 2. – 535 с.

31. Трубецкой К.Н. Справочник. Открытые горные работы / К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Веницкий, Н.Н. Мельников, С.П. Решетняк и др. // – М.: изд. Горное бюро, 1994. – 591 с.

32. Фомин С.И. Нормирование готовых к выемке запасов при формировании рабочей зоны карьера / С.И. Фомин, А.И. Пономарев, В.А. Шевелев // Известия Тульского государственного университета, Тула, 2012. – Выпуск 2, – с. 176–183.

33. Фомин С.И. Определение количества добычных единиц, обеспечивающих достижение установленной производительности карьера и требований к внутрикарьерному усреднению руды / С.И. Фомин, В.А. Шевелев, М.Н. Маринин // Записки Горного института. 2013 – Том 207, – с. 70–73.

34. Фомин С.И. Основы технологии горного производства // – СПб.: 1994. – 124 с.

35. Фомин С.И. Производительность карьеров и спрос на минеральное сырьё // СПГГИ (ТУ), 1999. – 169 с.

36. Фомин С.И. Производительность карьеров и спрос на минеральное сырьё // – СПб.: Изд-во Тема, 1999. – 167 с.

37. Фомин С.И. Технология открытой разработки крутопадающих обводненных месторождений / Доан Ван Тхань // Горный информационно-аналитический бюллетень. – № 12, 2014, - с. 64-68.

38. *Фомин С.И.* Организация открытой разработки месторождений группой карьеров / Д.А. Ведрова, Доан Ван Тхань // Журнал «Маркшейдерия и недропользование», 2013, № 3, - с. 44-49.

39. *Фомин С.И.* Обоснование целесообразности разработки месторождений группы карьеров / Г.А. Холодняков, М.В.Баженов // г. Рудный, Рудненская гор. тип., 1995, - 115 с.

40. *Фомин С.И.* Анализ влияния факторов рынка минерального сырья на производительность карьеров / Д.В. Пасынков, В.В. Иванов // Сб. научных трудов Современные проблемы горной науки. СПГГИ(ТУ). СПб 2007. Записки Горного института. т.172, - с.121-125.

41. *Fomin S.I.* Identification and planning of mineral losses and dilution in opencast mine / V.V. Ivanov // IJPT-IJPT - International Journal of Pharmacy and Technology (E-ISSN 0975-766X-India-Scopus), 923273/ - 2016, pp. 22547-22557

42. *Хо Си Гиао.* Эксплуатация месторождений твердых полезных ископаемых / Хо Си Гиао, Буй Суан Нам, Нгуен Ань Туан // Издательство науки и техники, Вьетнам, Ханой, 2009. – 540 с.

43. *Холодняков Г.А.* Определение основных параметров открытой разработки комплексных месторождений. // Л. Наука, 1988, 156 с.

44. *Холодняков Г.А.* Проектирование карьеров при разработке комплексных месторождений // – СПб.: РИЦ национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2013, 193 с.

45. *Чан Динь Бао.* Оптимизация потерь и разубоживания руды при открытой разработке сложноструктурных карбонатных месторождений / С.И. Фомин // «Маркшейдерия и недропользование». – № 2 (82), март-апрель 2016, – с. 58–62.

46. *Чан Динь Бао.* Система скважин для защиты рабочей зоны карьера от водопритоков на железорудном месторождении «Тхач-Кхе» / С.И. Фомин, Доан Ван Тхань // Advances in surface mining for environmental protection and sustainable development. 2015, HANOI, VIETNAM. ss. 209-213.

47. *Чан Динь Бао.* Нормирование запасов руды по степени подготовленности к выемке при проектировании открытой разработки

месторождений / С.И. Фомин, Е.И. Базарова // Маркшейдерия и недропользование № 2 (88), март-апрель 2017, - с. 53-57.

48. *Чан Динь Бао*. Определение параметров берм безопасности для горнотехнических условий карьеров Вьетнама / С.И. Фомин, До Нгок Хоан // Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 2. Горный информационно аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2019. - № 4 (специальный выпуск 7). - М.: Издательство «Горная книга». – с. 345-359.

49. Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке». РИЦ Горного университета, СПб., 2018, - с. 140-141.

50. *Чан Динь Бао*. Определение длины фронта работ для горнотехнических условий открытой разработки месторождений цементного сырья Вьетнама // Горное дело в XXI: технологии, наука, образование: Тезисы докладов международной научно-практической конференции, посвященная 185-летию кафедры «Горное искусство». СПб., 2017, – с. 76–77.

51. *Шитарев В.Г.* Параметры карьеров при комплексном использовании недр / В.Г. Шитарев, О.Н. Салманов // – М.: Недра, 1990. – 102 с.

52. *Шитарев В.Г.* Техничко-экономическое обоснование запасов полезных ископаемых при планировании горных работ на рудных карьерах // Сб. Развитие технологии рационального освоения недр при открытой разработке месторождений // РАН ИПКОН. – М.: 1992. – с. 26–29.

53. *Шпанский О.В.* Проектирование производственной мощности карьеров: учеб. пособие / О.В. Шпанский, Д.Н. Лигоцкий, Д.В. Борисов // С. – Петер. гос. горн. ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т). – СПб.: Изд-во СПГГИ(ТУ), 2004. – 96 с.

54. *Шпанский О.В.* Технология и комплексная механизация добычи нерудного сырья для производства строительных материалов / О.В. Шпанский, Ю.Д. Буянов // – М.: Недра. 1996. – 462 с.

55. *Юматов Б.П.* Строительство и реконструкция рудных карьеров / Б.П. Юматов, Ж.В. Бунин // – М.: Недра, 1978. – 232 с.

56. *Akaike A., Dagdelen K.* A strategic production scheduling method for an open pit mine / A. Akaike, K. Dagdelen // in Proceedings of the 28th Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industry, 1999, pp. 729 – 738.

57. *Asad M.W.A.* A heuristic approach to long-range production planning of cement quarry operations / M.W.A. Asad // Production Planning & Control, 22.4 (2011), pp. 353–364.

58. *Asad M.W.A.* Multi-period quarry production planning through sequencing techniques and sequencing algorithm / M.W.A. Asad // Journal of Mining Science, 44 (2), 2008, c. 206–217.

59. *Askari-Nasab H., Awuah-Offei K., Eivazy H.* Large-scale open pit production scheduling using mixed integer linear programming / H. Askari-Nasab, K. Awuah-Offei, H. Eivazy // International Journal of Mining and Mineral Engineering, 2, 2010, pp. 185–214.

60. *Austin George T.* Shreve's chemical process industries / T. Austin George // 5th Edition, McGraw Hill Book Company New York, 1984, pp. 235 – 246.

61. *Bao T.D., Fomin S.I.* Loss and Dilution Optimization of Valuable Minerals in Mining Complex Structured Limestone Deposits / T.D. Bao, S.I. Fomin // IOSR Journal Of Pharmacy www.iosrphr.org (e)-ISSN: 2250-3013, (p)-ISSN: 2319-4219 India-Scopus. Volume 7, Issue 9 Version. II (September 2017), pp. 42–46.

62. *Bao T.D., Trong V.D.* Optimization of loss and dilution of valuable minerals in mining complex structured limestone deposits / T.D. Bao, V.D. Trong // International Conference on Advances in Mining and Tunnelling (ICAMT). University of Industry, - 2016, HA NOI, VIET NAM. pp.128 -131.

63. *Bao T.D., Trong V.D., Fomin S.I.* Ordinary kriging comparison and inverse distance weighting for quality assessment of Vietnam cement limestone deposits / T.D. Bao, V.D. Trong, S.I. Fomin // 17th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM. 2017, SGEM 2017 Vienna GREEN Conference Proceedings, ISBN 978-619-7408-29-4 / ISSN 1314-2704, 27 – 29 November 2017, Vol. 17, Issue 63, 61-68 pp.; DOI: 10.5593/sgem2017H/63/S24.008.

64. *Bienstock D., Zuckerberg M.* Solving LP relaxations of large-scale precedence

constrained problems / D. Bienstock, M. Zuckerberg // In F. Eisenbrand & F. B. Shepherd (Eds.), *Lecture notes in computer science: Vol. 6080. Integer programming and combinatorial optimization, 14th international conference, IPCO 2010, Proceedings* (pp. 1–14). Lausanne, Switzerland, June 9–11, 2010. Berlin: Springer.

65. *Bley A., Boland N., Fricke C., Froyland G.* A strengthened formulation and cutting planes for the open pit mine production scheduling problem / A. Bley, N. Boland, C. Fricke, G. Froyland // *Computers & Operations Research*, 37(9), 2010, pp. 1641–1647.

66. *Caccetta L., Hill S.P.* An application of branch and cut to open pitmine scheduling // L. Caccetta, S.P. Hill // *J. Global Optim.*, 2003, 27, pp. 349 – 365.

67. *Carr D. D.* *Industrial minerals and rocks* / D.D. Carr // 6th edition, Society of Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., Littleton, Colorado, 1994.

68. *Dagdelen K.* Open pit optimisation—Strategies for improving economics of mining projects through mine planning / K. Dagdelen // *Orebody Modelling and Strategic Mine Planning*, Spectrum Ser. 14, 2007, pp. 125–128.

69. *Dagdelen K., Asad M.W.A.* Optimum cement quarry scheduling algorithm // K. Dagdelen, M.W.A. Asad // *Proceedings of the 30th symposium on application of computers and operations research in the mineral industry*, Phoenix, AZ: Society of Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., 2002, pp. 697–709.

70. *Dagdelen K., Johnson T.B.* Optimum open pit mine production scheduling by Lagrangian parameterization / K. Dagdelen, T.B. Johnson // in *Proceedings of the 19th International Symposium on the Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industry*, 1986, Ch. 13, pp. 127 – 142.

71. *Dowd P.A., Onur A.H.* Optimizing open pit design and sequencing / P.A. Dowd, A.H. Onur // in *Proceedings of the 23rd International Symposium on the Application of Computers and Operations Research in The Mineral Industries*, 1992, pp. 411 – 422.

72. *Elevli B.* Open pit mine design and extraction sequencing by use of OR and AI concept / B. Elevli // *Int. J. Surf. Mining, Reclam. Environ.*, 1995, 9, pp. 149 – 153.

73. *Erarslan K., Celebi N.* A simulative model for optimum open pit design / K.

Erarslan, N. Celebi // CIM Bull., 2001, 94, pp. 59 – 68.

74. *Gershon M.E.* Mathematical programming applied to cement-plant and quarry operations / M.E. Gershon // Applied mathematics and computation 16.2, 1985, pp. 165-176.

75. *Gershon M.E.* Optimal mine production scheduling: evaluation of large scale mathematical programming approaches / M.E. Gershon // Int. J. Mining Eng., 1983, 1, pp. 315 – 329.

76. *Hewlett P.* Lea's Chemistry of Cement and Concrete / P. Hewlett // Butterworth-Heinemann, 2004.

77. *Hochbaum D.S., Chandran B.G.* A computational study of the pseudoflow and push-relabel algorithms for the maximum flow problem / D.S. Hochbaum, B.G. Chandran // Oper. Res. 57(2), 2009, pp.358–376.

78. *Hochbaum D.S., Chen A.* Performance analysis and best implementations of old and new algorithms for the open-pit mining problem / D.S. Hochbaum, A. Chen // Oper. Res. 48(6), 2000, pp.894–914.

79. *Hustrulid W., Kuchta K., eds.* Open Pit Mine Planning and Design / W. Hustrulid, K. Kuchta, eds // Taylor and Francis, London, 2006.

80. *John Newman* Advanced Concrete Technology / *John Newman, Ban Seng Choo*, ISBN: 978-0-7506-5686-3, 2003, pp.8–9.

81. *John Newman* Advanced Concrete Technology / *John Newman, Ban Seng Choo*, ISBN: 978-0-7506-5686-3, 2003, pp.12.

82. *Johnson, T.B.*, Optimum production scheduling / T.B. Johnson // in Proceedings of the 8th International Symposium on Computers and Operations Research, 1969, pp. 539 – 562.

83. *Joshi D., Chatterjee S., and Equeenuddin Sk. Md.* Limestone quarry production planning for consistent supply of raw materials to cement plant: A case study from Indian cement industry with a captive quarry / D. Joshi, S. Chatterjee, and Sk. Md. Equeenuddin // Journal of Mining Science 51.5, 2015, pp. 980–992.

84. *Kathal K.K. and Mukherjee M.K.* Waste Management: Utilization of Fly Ash in Optimization of Raw Mix Design for the Manufacture of Cement / K.K. Kathal K.K.

and M.K. Mukherjee // *Journal of Mines, Metals, and Fuels*, 1999.

85. *Kawahata K.* A new algorithm to solve large scale mine production scheduling problems by using the Lagrangian relaxation method / K. Kawahata // PhD thesis, Colorado School of Mines, Golden, CO, 2006.

86. *Labahn, Kohlhaas* Cement Engineer's Handbook / Labahn, Kohlhaas // Bauverlag GmbH, Wiesbaden and Berlin, 1983, pp.65–66.

87. *Osanloo M., Gholamnejad J. and Karimi B.* Long-term open pit mine production planning: a review of models and algorithms / M. Osanloo, J. Gholamnejad and B. Karimi // *International Journal of Mining, Reclamation and Environment* 22.1, 2008, pp. 3–35.

88. *Ramazan S., Dagdelen K., and Johnson T.B.* Fundamental tree algorithm in optimizing production scheduling for openpit mine design / S. Ramazan, K. Dagdelen, and T.B. Johnson // *Trans. Inst. Min. Metall. (Sec. A: Mining Technol.)*, 2005, 114, A45 – A114.

89. *Ramazan S. and Dimitrakopoulos R.* Traditional and new MIP models for production scheduling with in-situ grade variability / S. Ramazan and R. Dimitrakopoulos // *International Journal of Surface Mining, Reclamation & Environment*, Vol. 18, No. 2, 2004, pp.85–98.

90. *Roman, R.J.* The role of time value of money in determining an open pit mining sequence and pit limits / R.J. Roman // in 12th Symposium on the Application of Computers and Operation Research in the Mineral Industries (APCOM), 1974, pp. 72 – 85.

91. *Roskos C., Cross D., Berry M., Stephens J.* Identification and verification of self-cementing fly ash binders for “Green” concrete / C. Roskos, D. Cross, M. Berry, J. Stephens // proceedings of the 2011 world of coal ash (WOCA) conference – May, 9-12. in Denver CO, USA, pp. 123 – 126.

92. *Sakai K.* Towards environmental revolution in concrete technologies / K. Sakai // Proceedings of the International fib Symposium. Concrete: 21st Century Superhero. London, UK, 2009, pp. 34 – 38.

93. *Srinivasan S. and Whittle W.* Combined pit and blend optimization / S. Srinivasan, W. Whittle // Society of Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Annual Meeting, Phoenix, AZ, 1996, pp. 232 – 236.

94. *Tolwinski B. and Underwood R.* An algorithm to estimate the optimal evolution of an open pit mine / B. Tolwinski, R. Underwood // in Proceedings of the 23rd International Symposium on the Application of Computers and Operations Research in The Mineral Industries, 1992, pp. 399 – 409.

95. *Tolwinski B.* Scheduling production for open pit mines / B. Tolwinski // in Proceedings of APCOM'98, 1998, pp. 19 – 23.

96. *Tran Dinh Bao.* Optimization of loss and dilution of valuable minerals in mining complex structured limestone deposits / Vu Dinh Trong, Tran Dinh Bao, Fomin S.I. // International Conference on Advances in Mining and Tunnelling (ICAMT): - Hanoi, 14 - 15 November 2016, pp.128 -131. (ISSN: 978-604-76-1171-3).

96. *Wackernagel, H.* Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications, Springer, Berlin, pp.3 87, 2003.

97. *Webster, R., Oliver, M.* Geostatistics for Environmental Scientists, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, pp. 271, 2001.

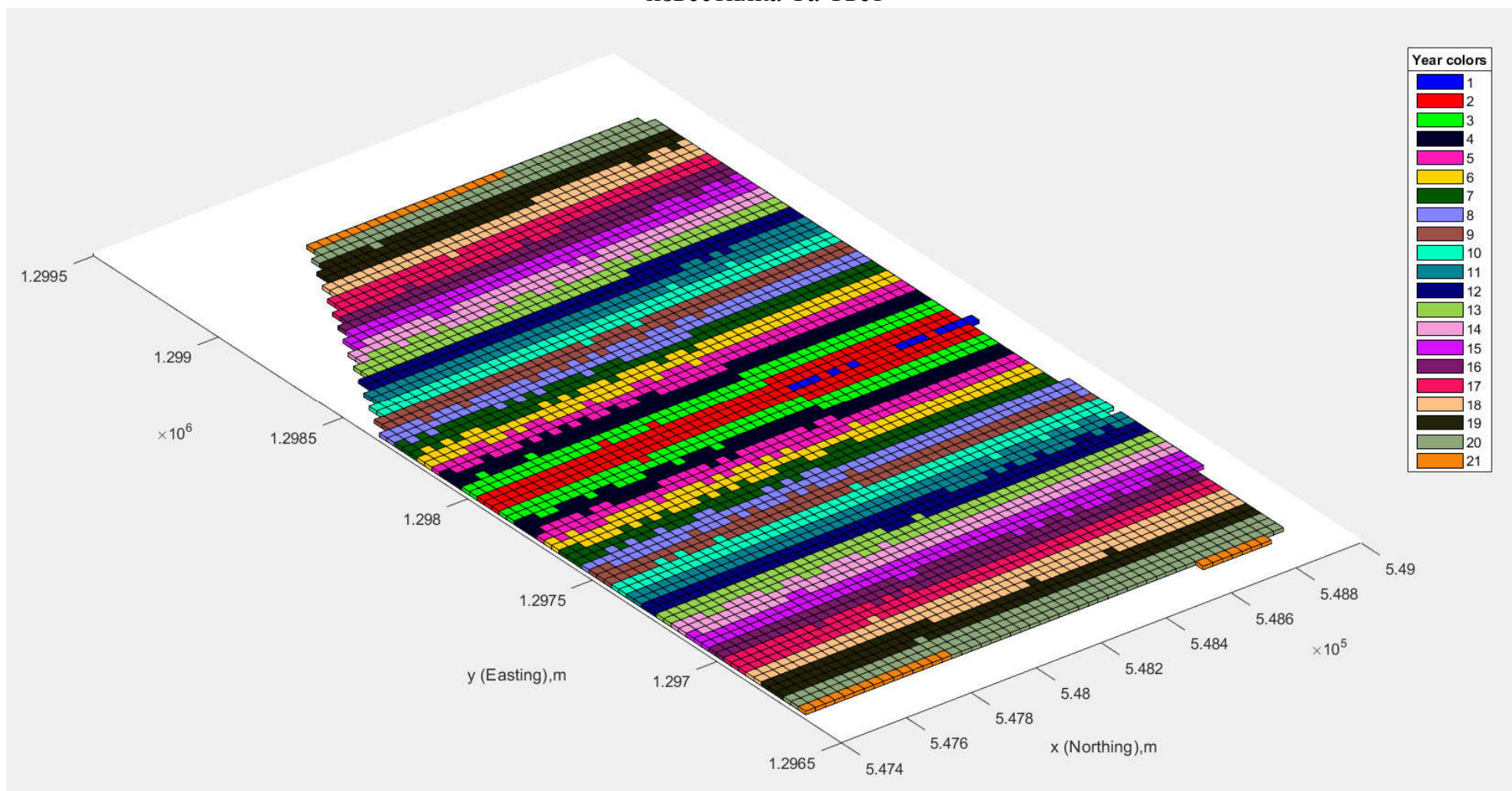
98. *Weijing,W, W. Xiaobo, M. Qingfei,* 2011. Calculation and management for mining loss and dilution under 3D visualization technical condition. Management and service science, International conference, Beijing, China, 1-10.

99. *Yasrebi J, Saffari M, Fathi H, Karimian N, Moazallahi M, Gazni R* (2009) Evaluation and comparison of ordinary kriging and inverse distance weighting methods for prediction of spatial variability of some chemical parameters. Res J Biol Sci 4:93–102.

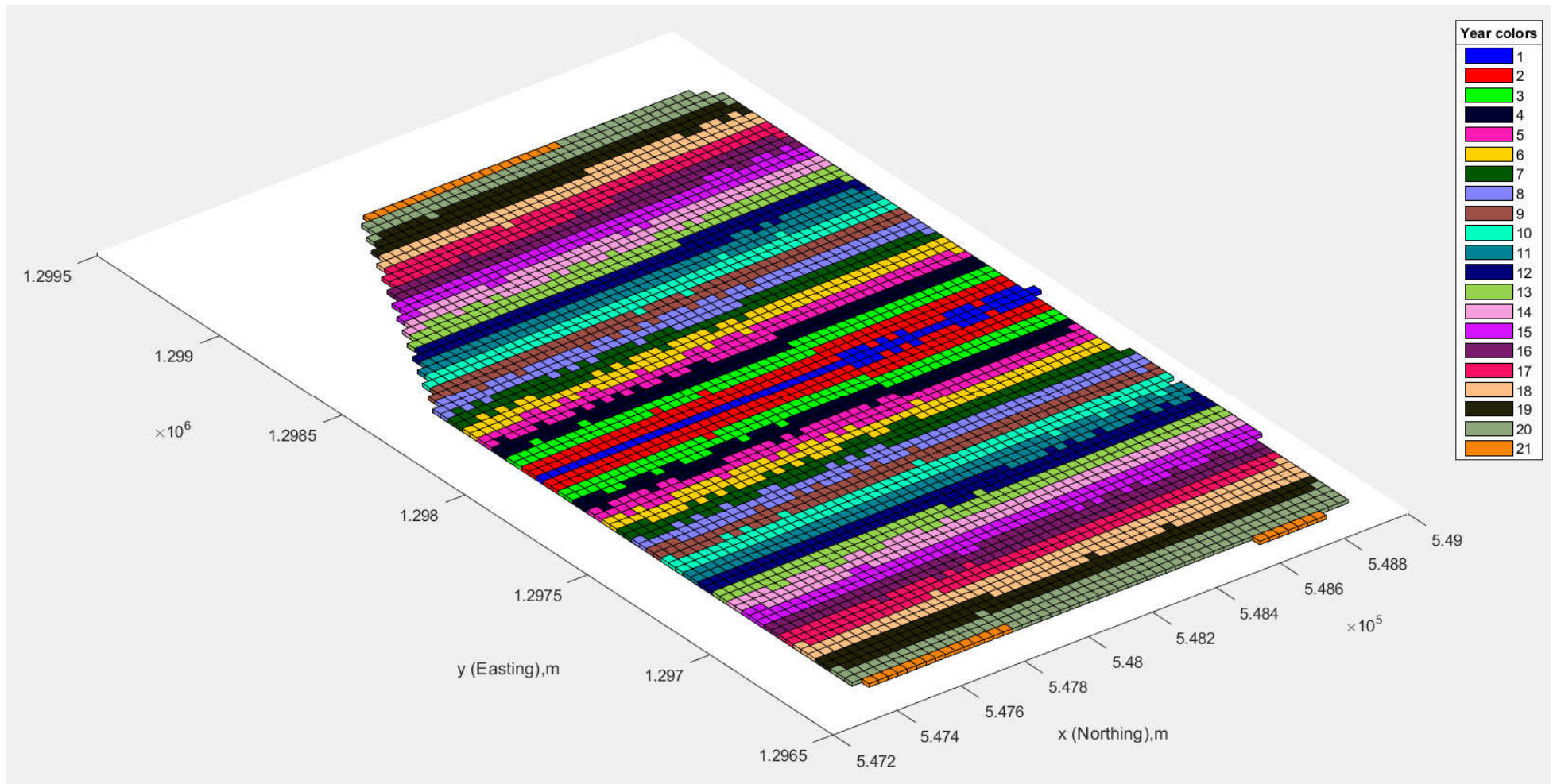
100. *Zimmerman D, Pavlik C, Ruggles A, Armstrong MP* (1999) An experimental comparison of ordinary and universal kriging and inverse distance weighting. Math Geol 31:375–390.

Приложение 1

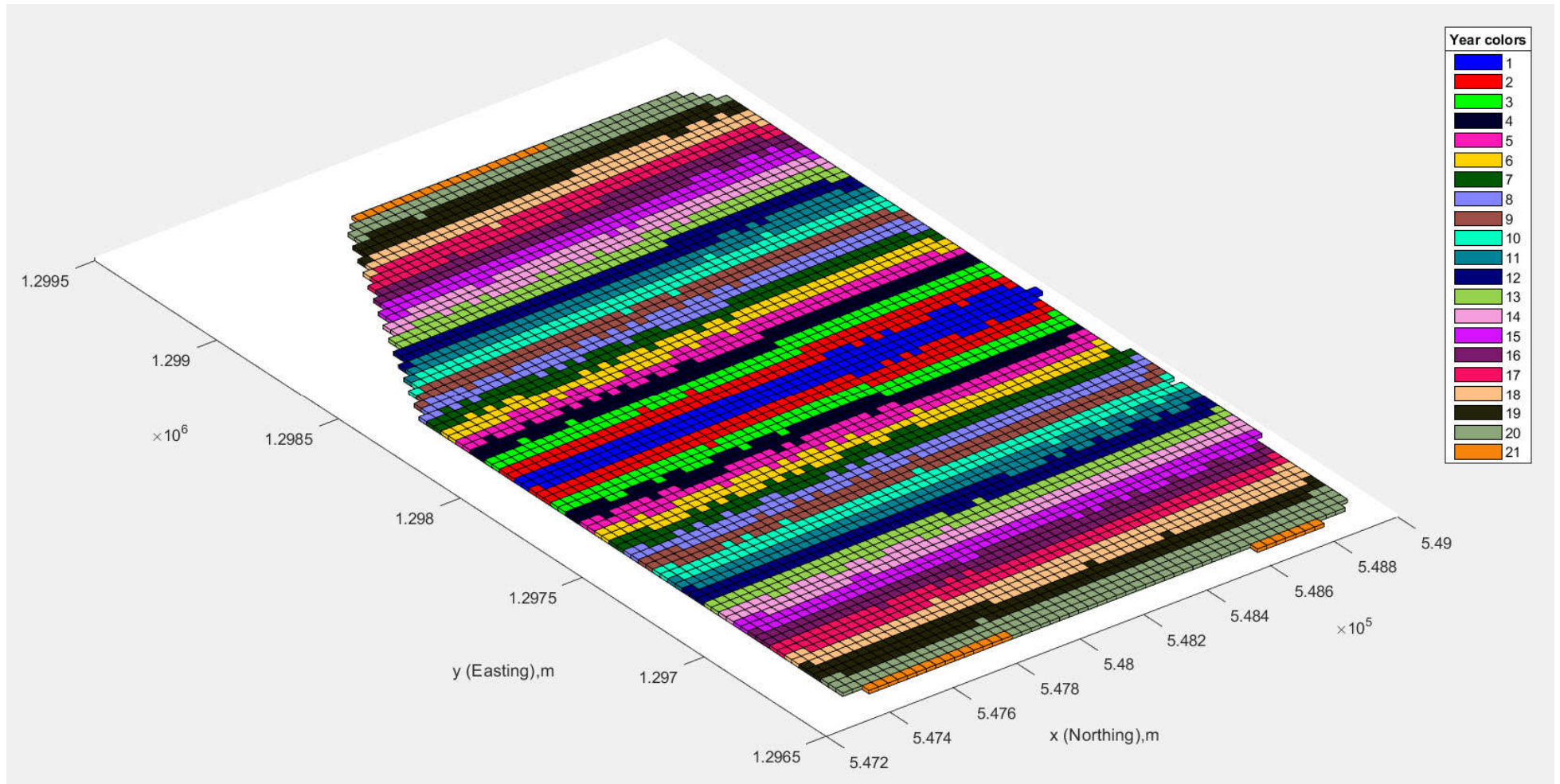
Результат реализации оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет



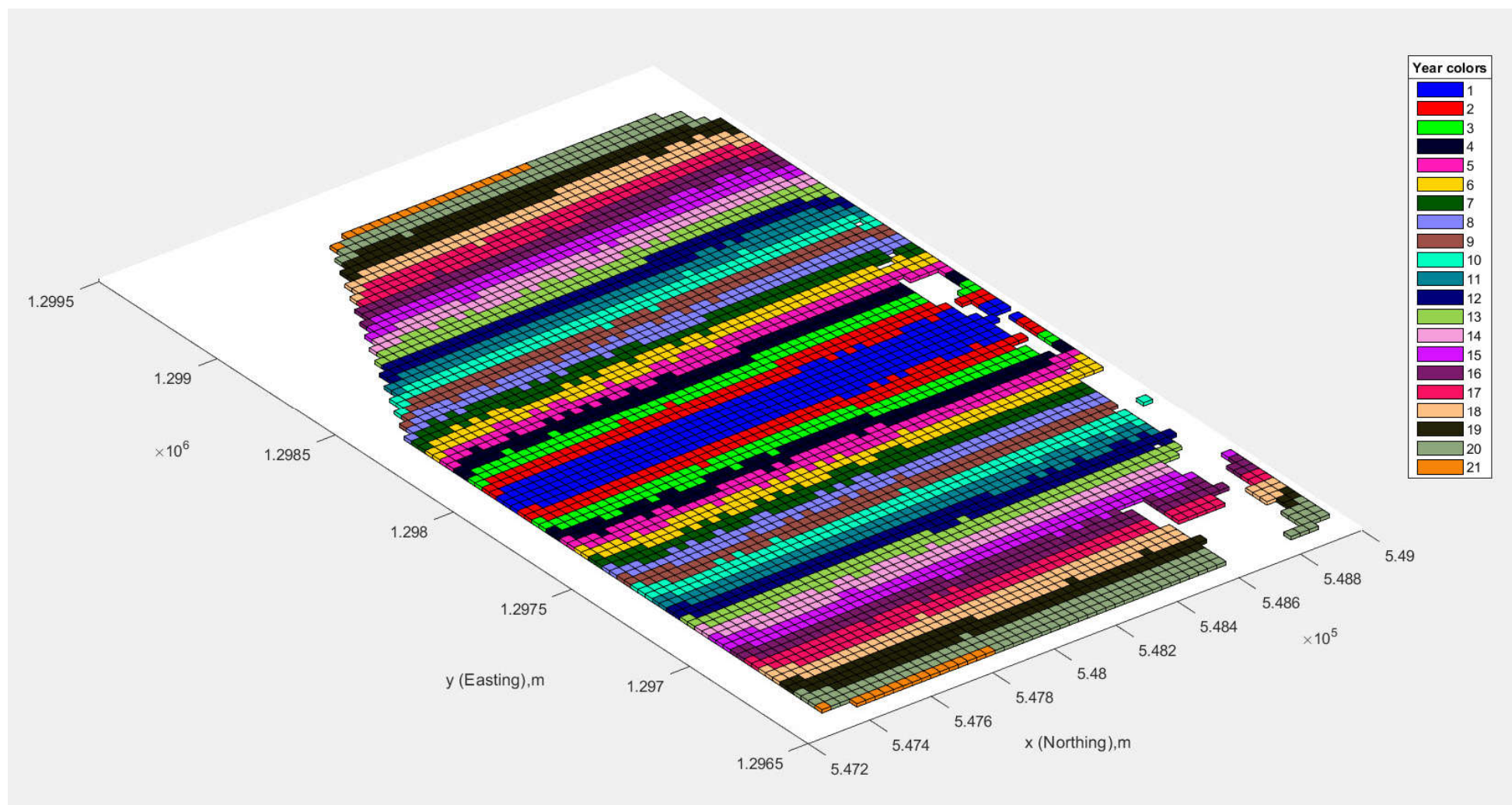
трехмерная блочная модель по оси- z (на $z = +50$)



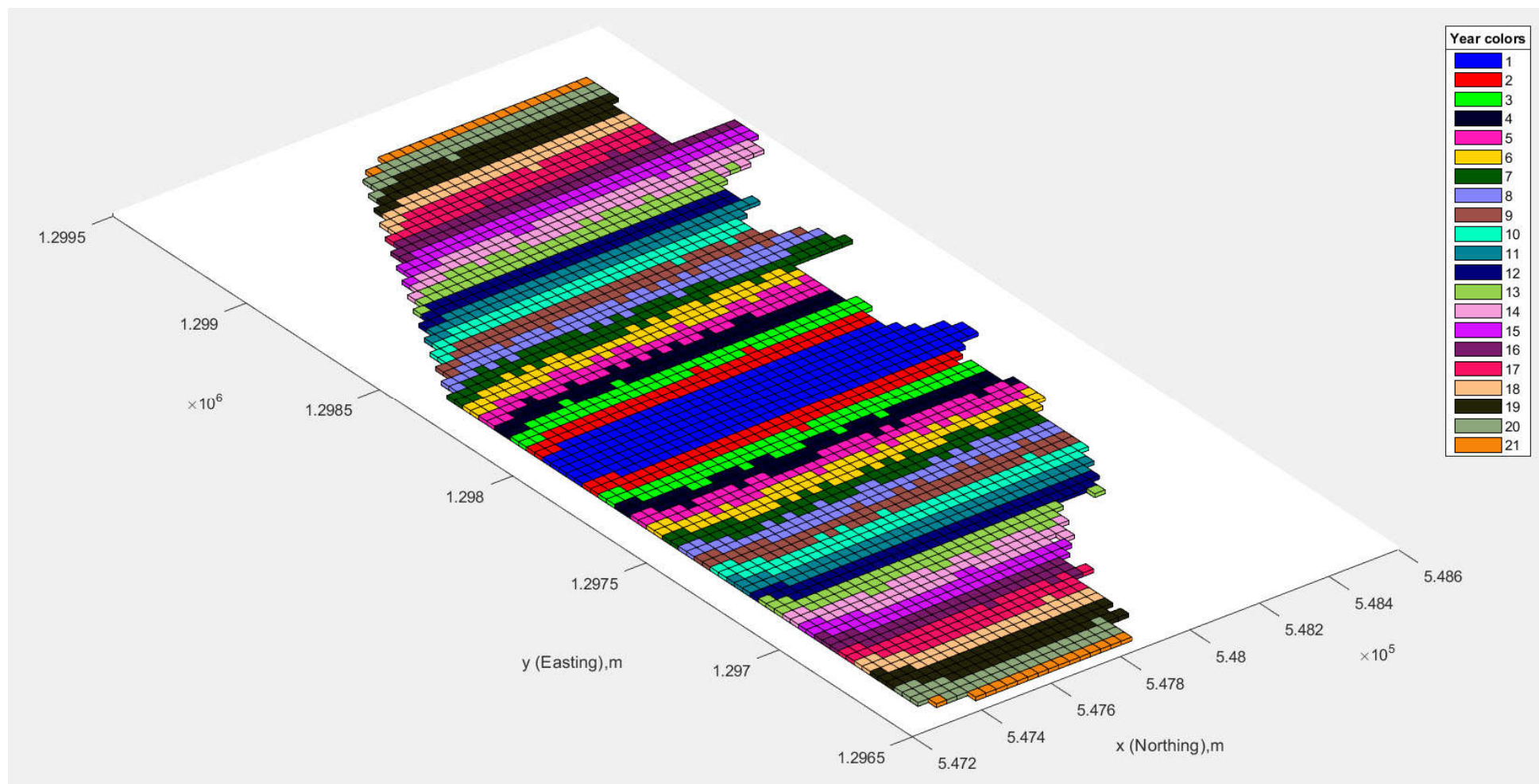
трехмерная блочная модель по оси- z (на $z = +40$)



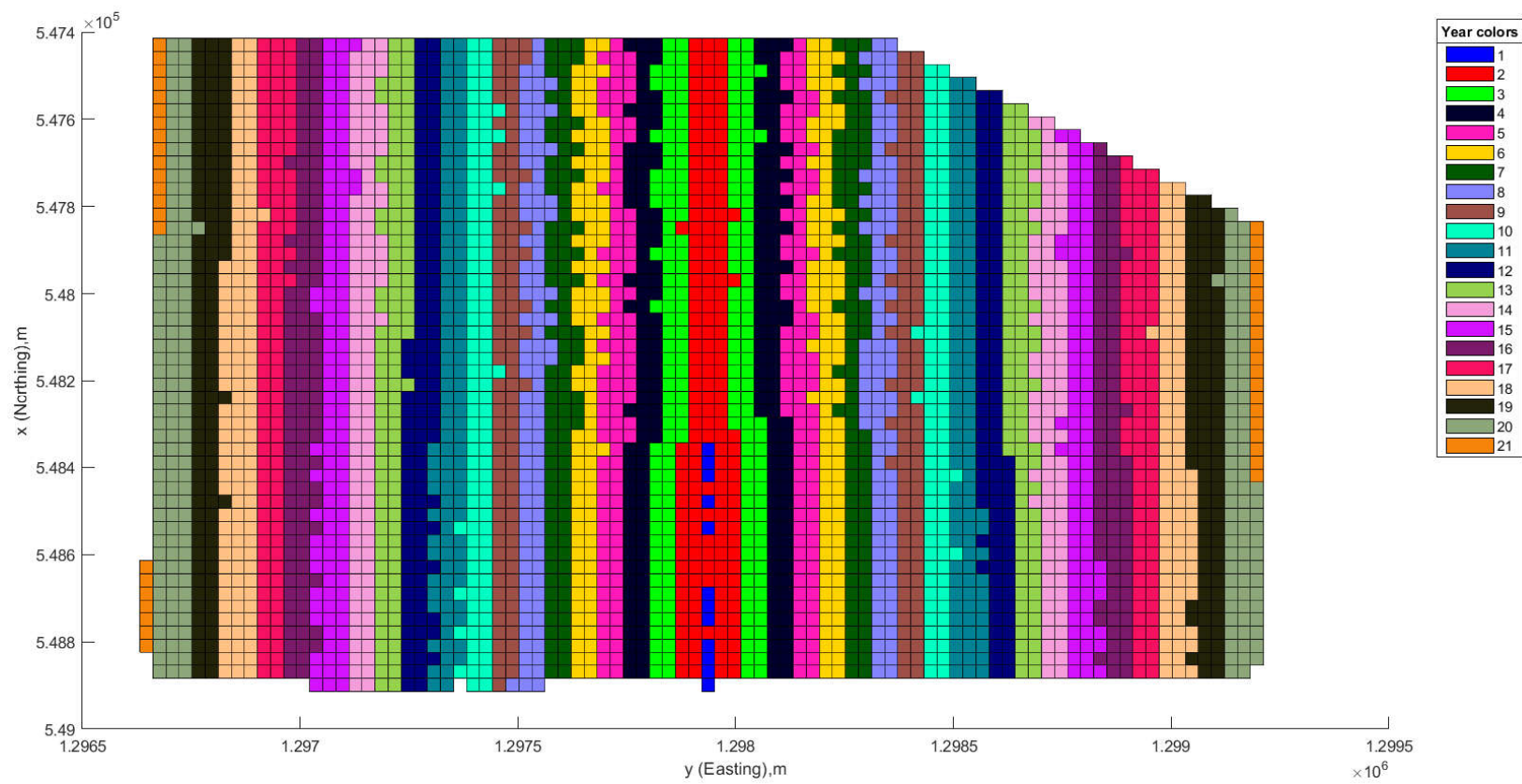
трехмерная блочная модель по оси- z (на $z = +30$)



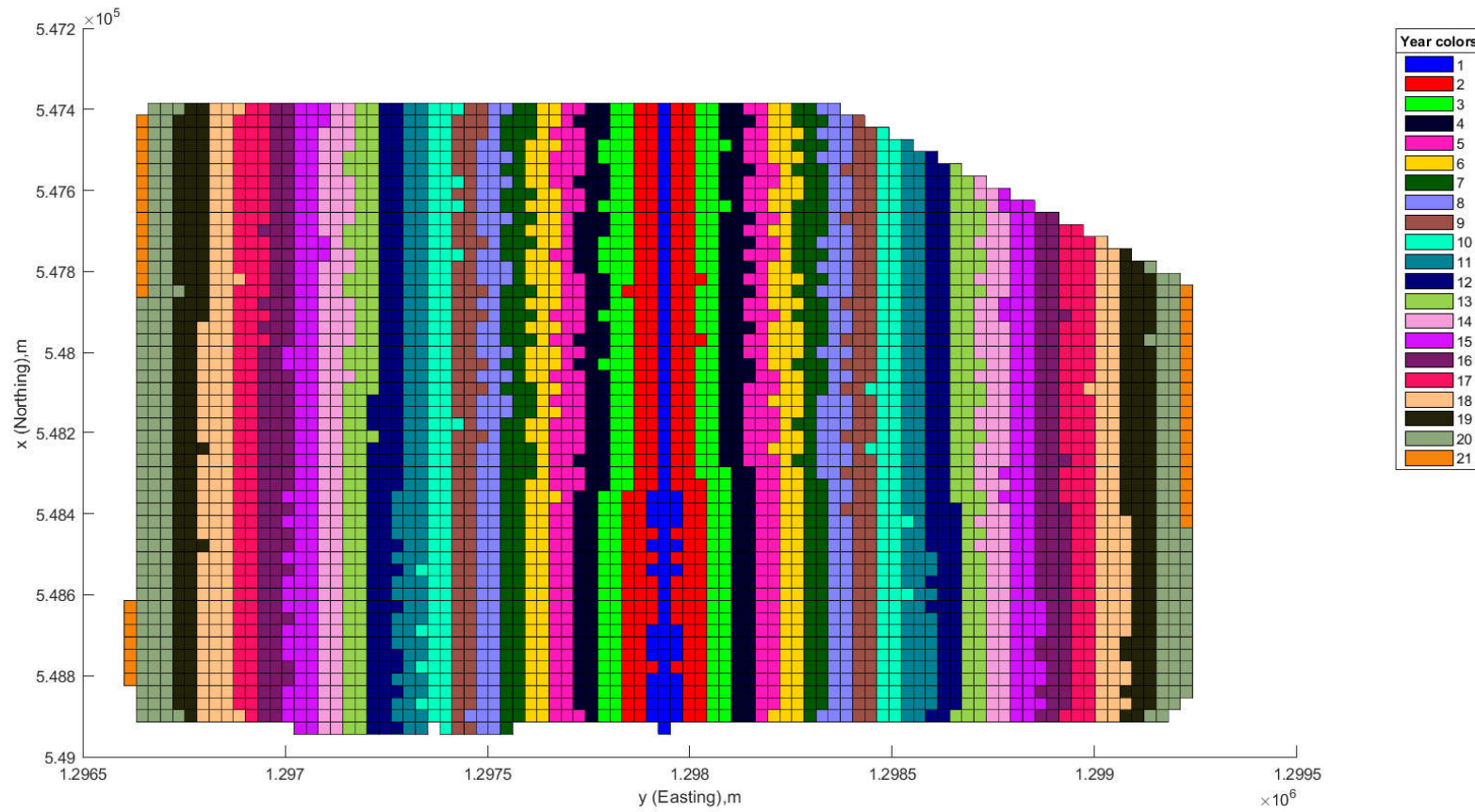
трехмерная блочная модель по оси- z (на $z = +20$)



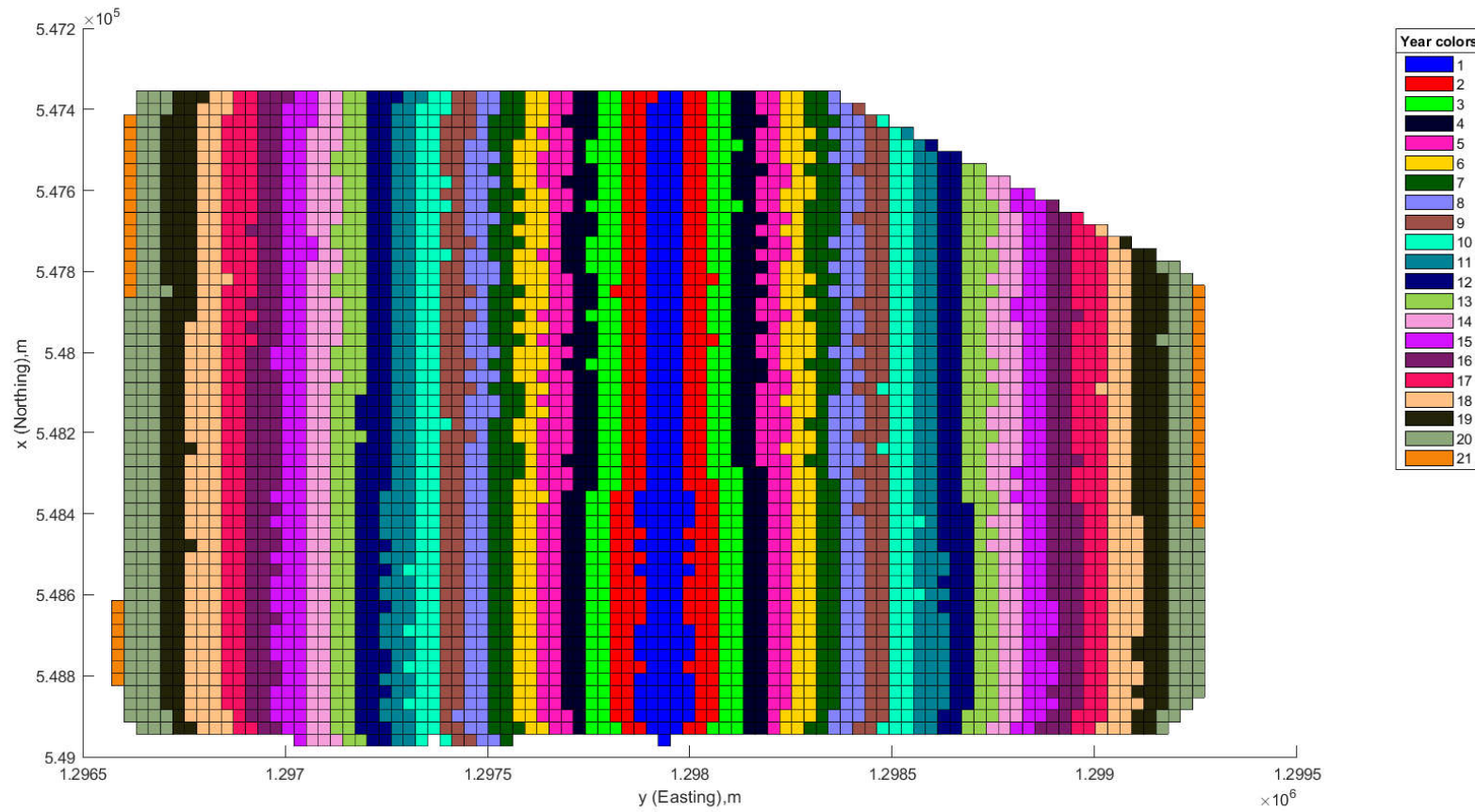
трехмерная блочная модель по оси- z (на $z = +10$)



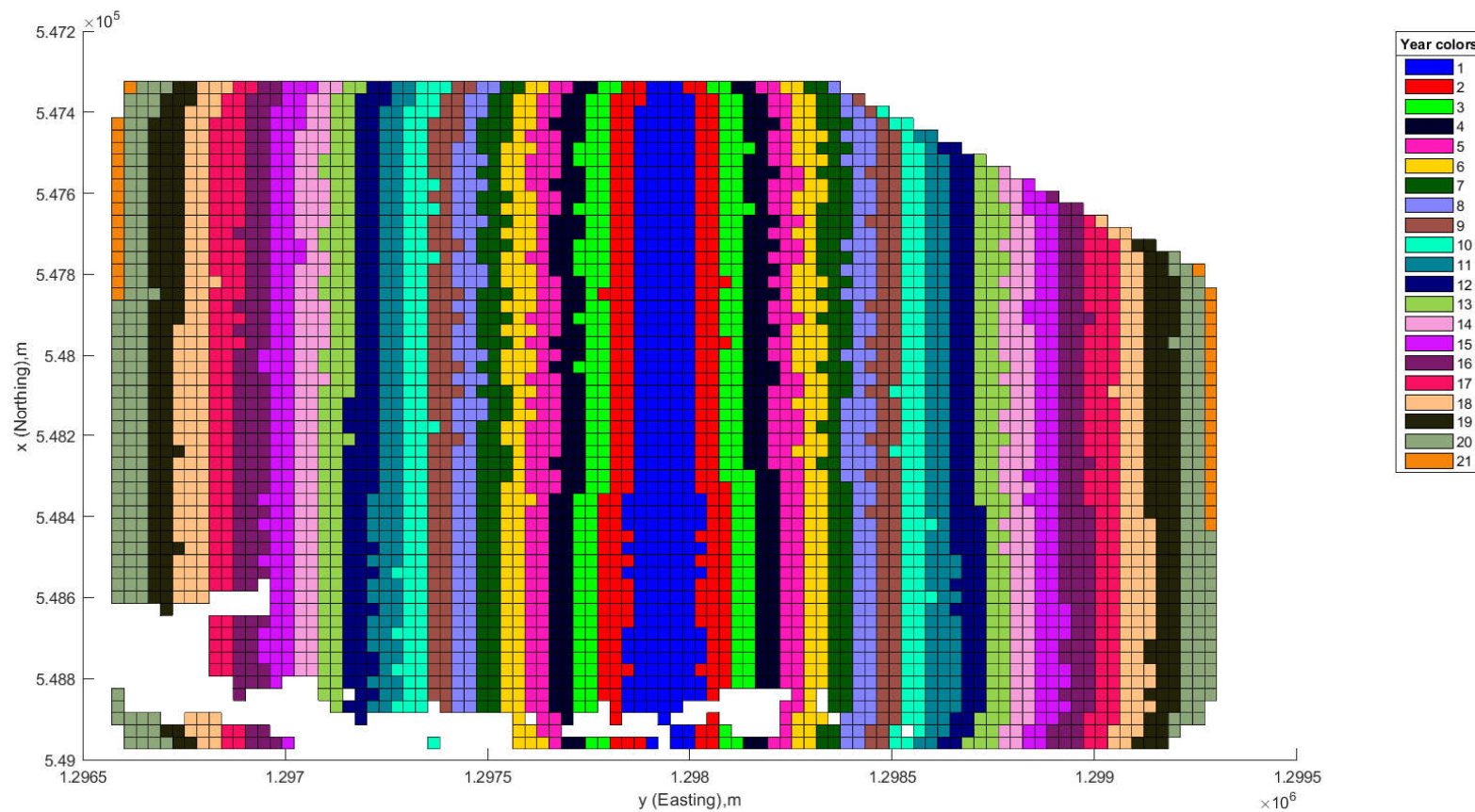
Результат реализации оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет (горизонт +50 м).



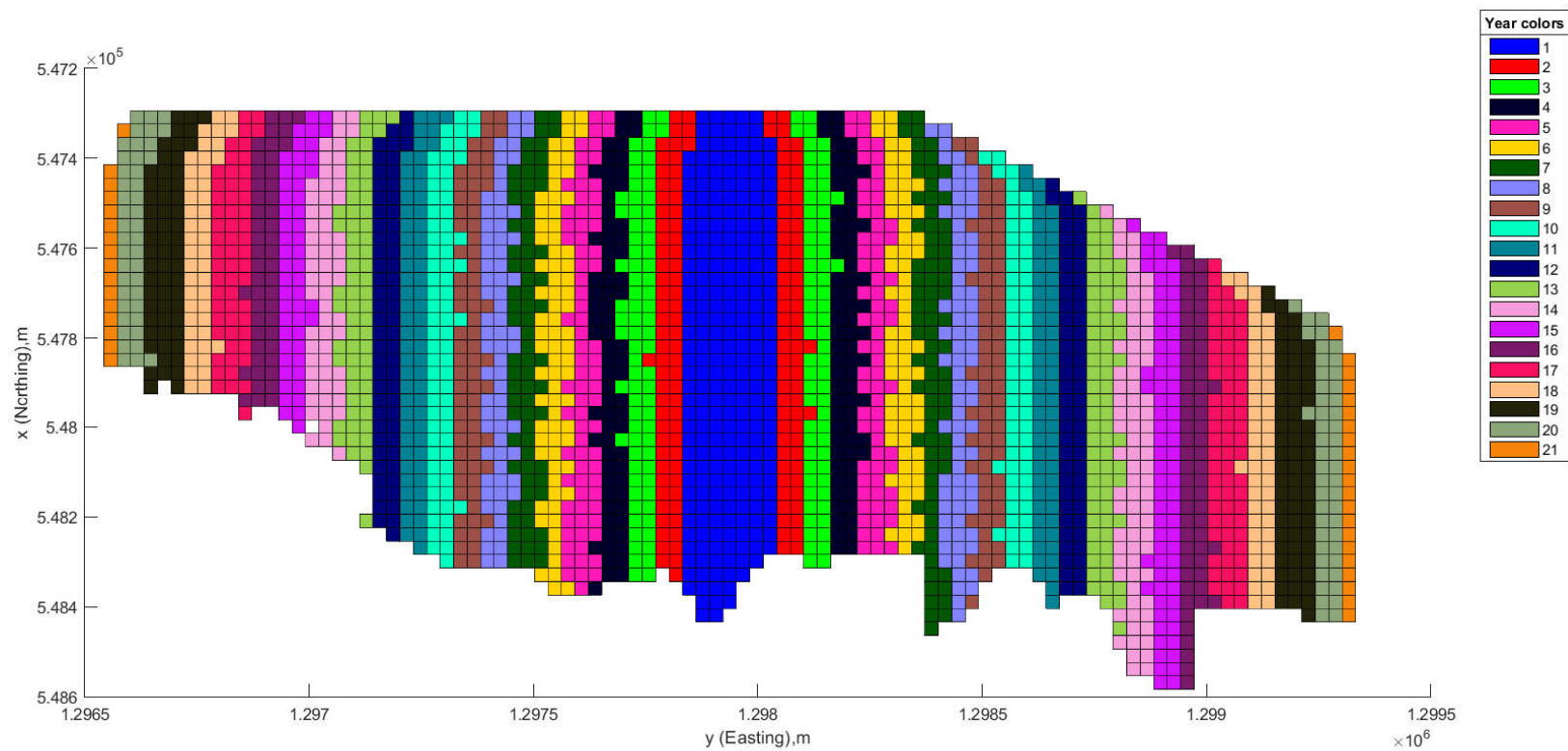
Результат реализации оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет (горизонт +40 м).



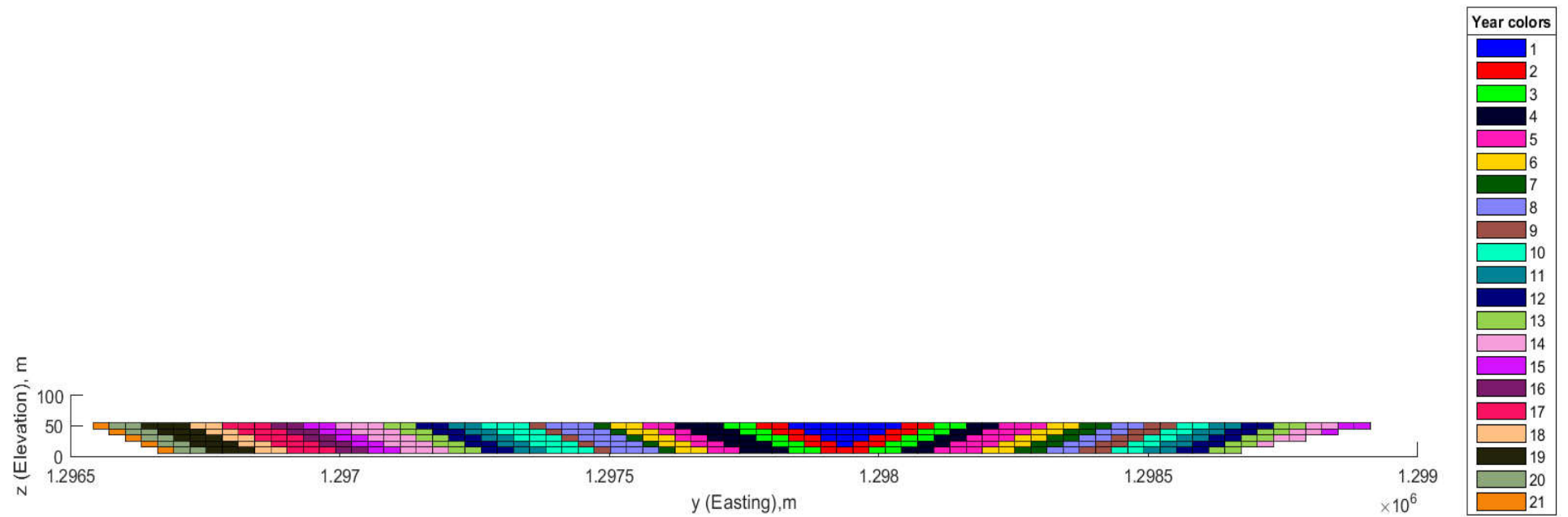
Результат реализации оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет (горизонт +30 м).



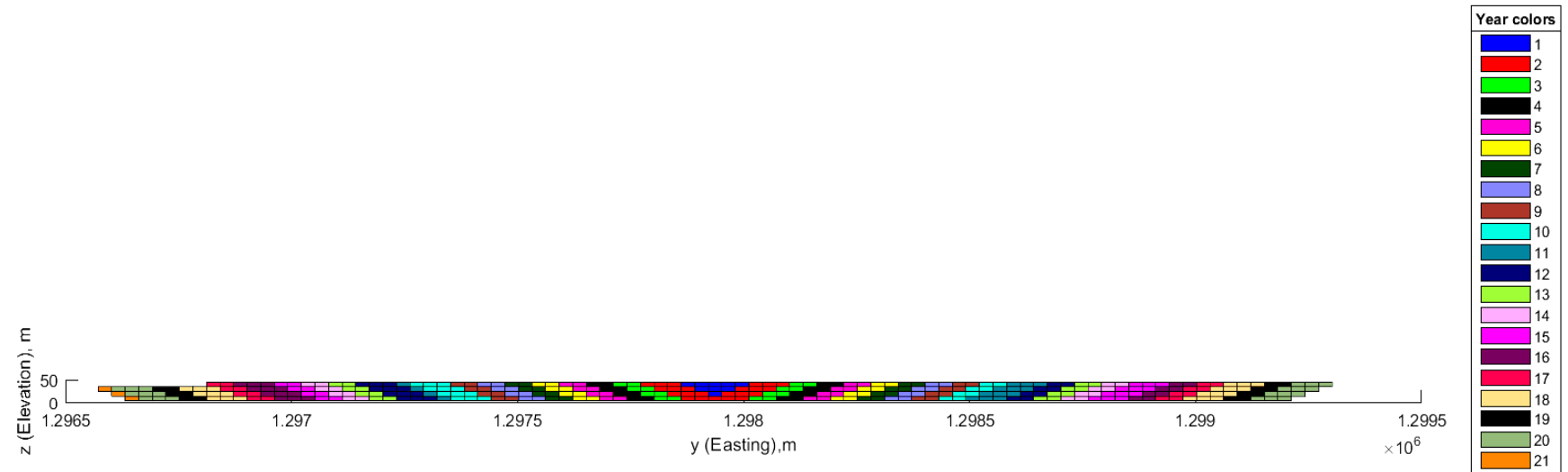
Результат реализации оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет (горизонт +20 м).



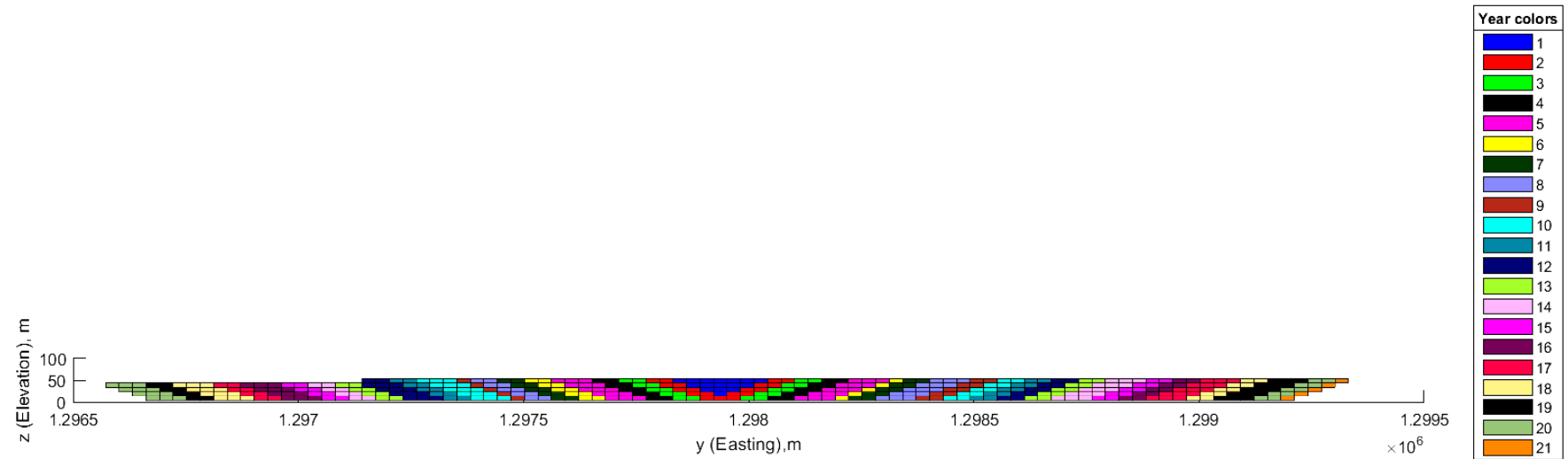
Результат реализации оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет (горизонт +10 м).



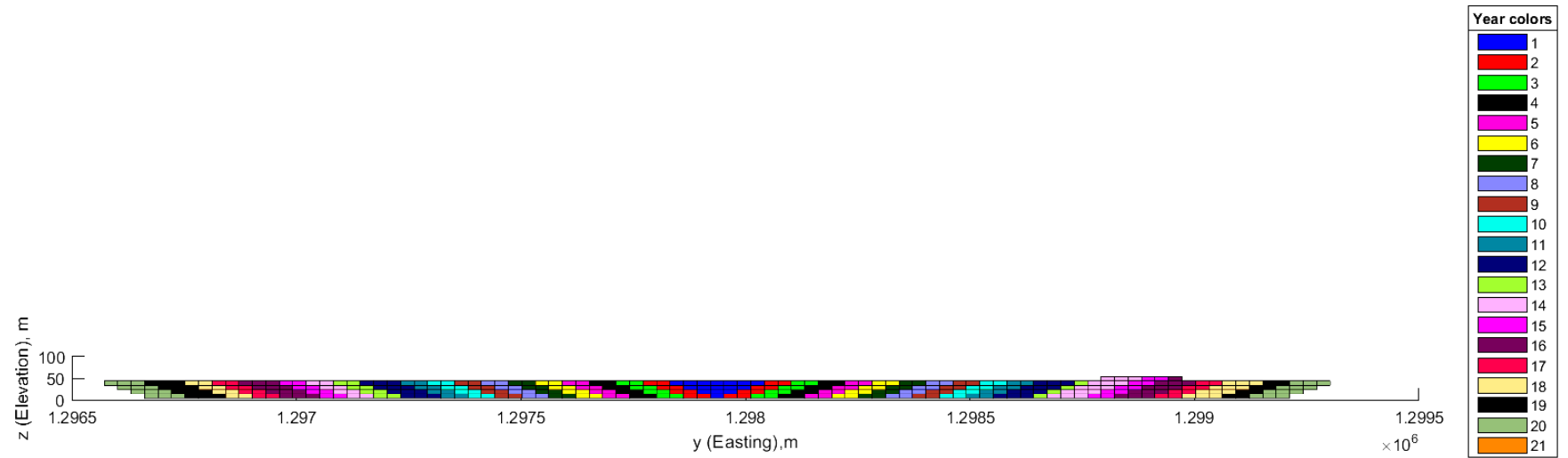
Продольный разрез оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет по оси – x (на $x = 547579$)



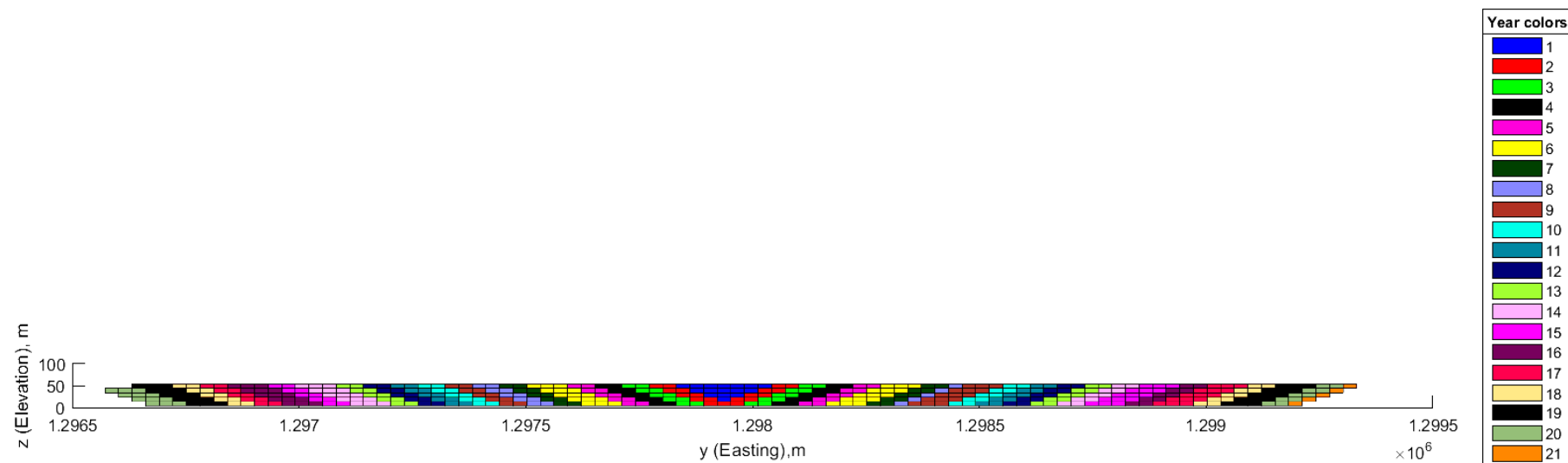
Продольный разрез оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Гьет по оси – x (на $x = 547579$)



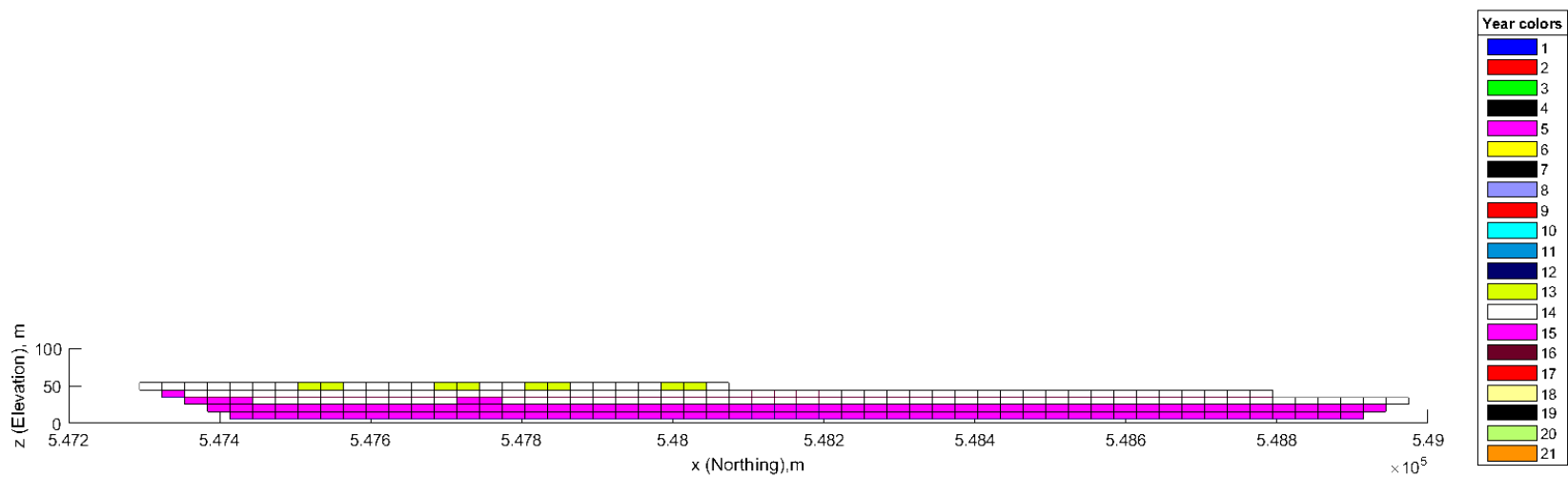
Продольный разрез оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Гьет по оси – x (на $x = 547579$)



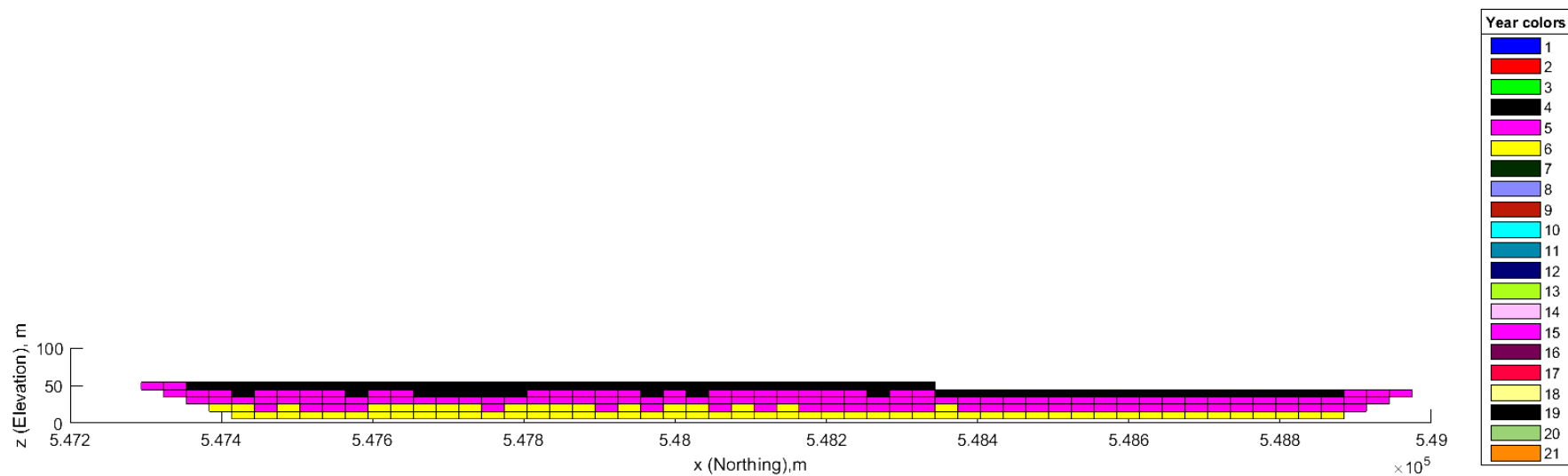
Продольный разрез оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет по оси – x (на $x = 547579$)



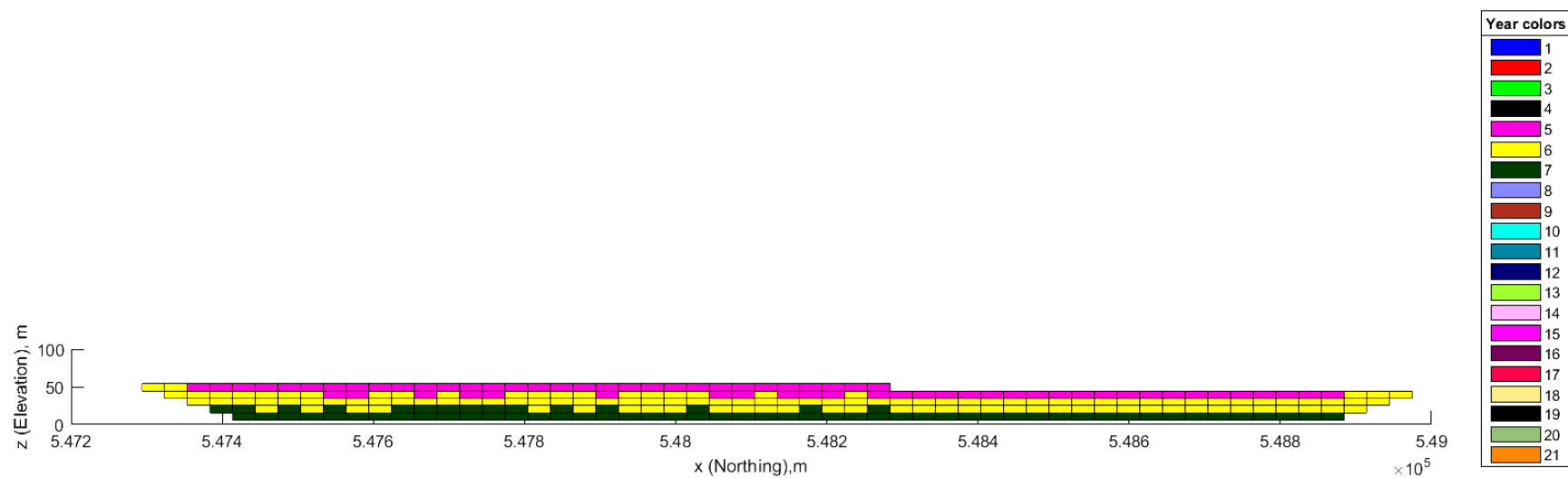
Продольный разрез оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Гьет по оси – x (на $x = 547579$)



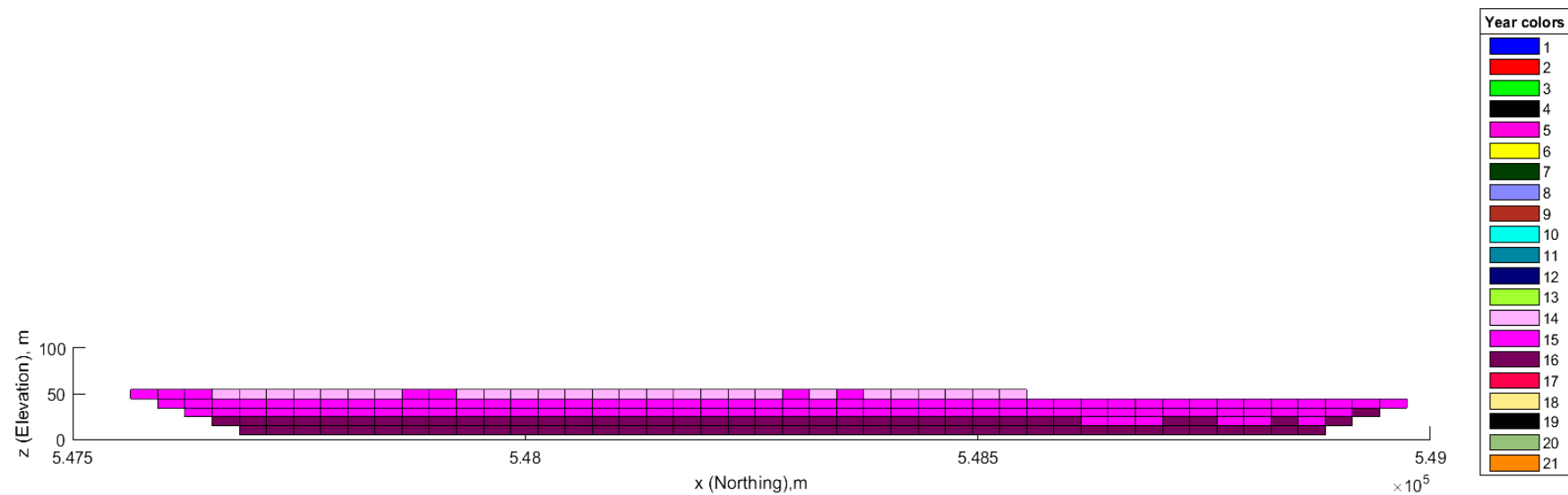
Поперечный разрез оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет по оси – x (на $y = 1299167$)



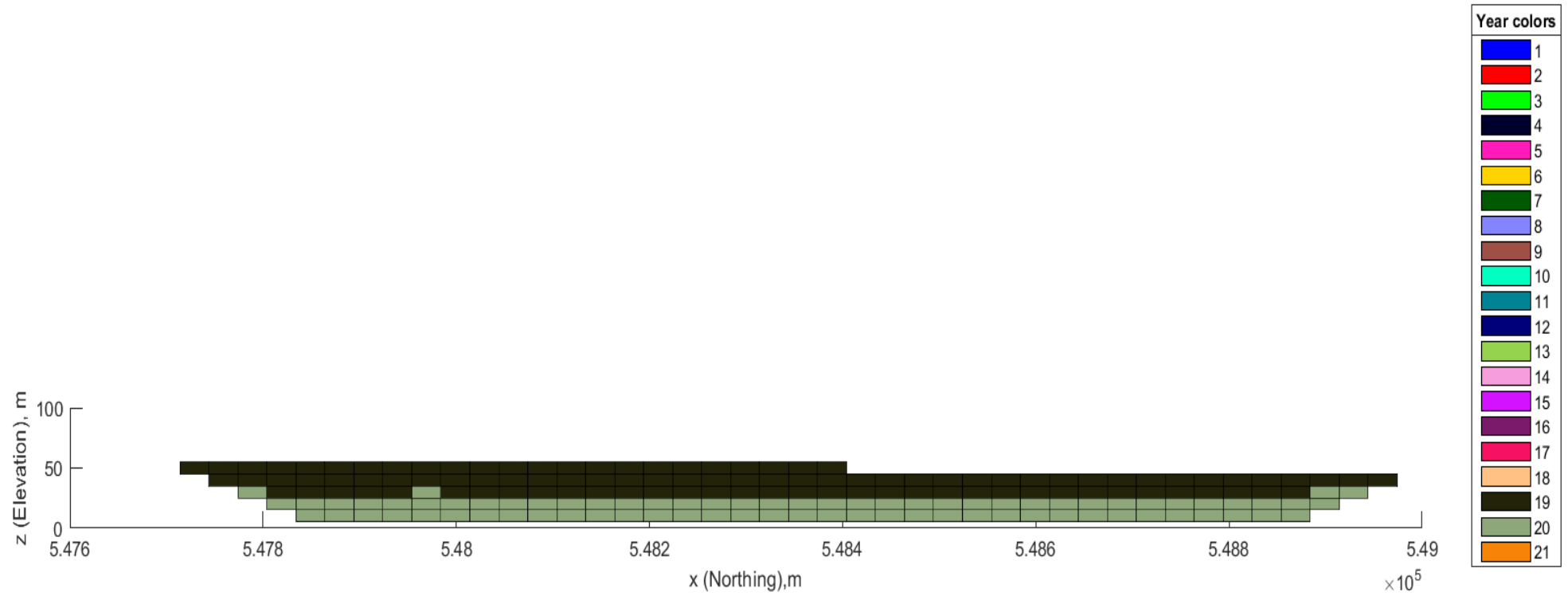
Поперечный разрез оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет по оси – y (на $y = 1299167$)



Поперечный разрез оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет по оси – у (на $y = 1299167$)



Поперечный разрез оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет по оси – y (на $y = 1299167$)



Поперечный разрез оптимального плана развития горных работ для горнотехнических условий карьера по добыче известняка Та Тьет по оси – y (на $y = 1299167$)

Приложение 2

Приведены данные по количеству сырья, извлекаемого из карьера и объём
необходимых добавок по годам отработки

Блок_IDs	Год										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3777	3765	3737	3537	3057	3045	3017	3005	2977	2963	2935
2	3779	3767	3739	3699	3059	3047	3019	3007	2979	2965	2936
3	3801	3773	3761	3725	3507	3053	3041	3013	3001	2966	2937
4	3803	3775	3763	3727	3511	3055	3043	3015	3003	2967	2938
5	3804	3776	3764	3733	3512	3056	3044	3016	3004	2973	2939
6	3805	3778	3766	3735	3513	3058	3046	3018	3006	2975	2961
7	3806	3815	3843	3736	3514	3475	3427	3353	3187	2976	2964
8	3807	3841	3853	3738	3515	3487	3431	3355	3191	2978	3103
9	3813	3844	3856	3855	3527	3491	3432	3377	3192	3115	3107
10	3816	3845	3857	3875	3531	3495	3433	3379	3193	3137	3109
11	3817	3846	3858	3885	3533	3499	3434	3395	3194	3139	3110
12	3818	3847	3859	3886	3534	3500	3435	3407	3195	3153	3111
13	3819	3955	3907	3887	3535	3501	3445	3411	3205	3155	3112
14	3991	3967	3911	3891	3536	3502	3447	3415	3207	3165	3113
15	3993	3971	3912	3895	3538	3503	3449	3419	3209	3166	3114
16	3994	3975	3913	3899	3539	3504	3450	3420	3210	3167	3125
17	3995	3979	3914	3900	3663	3505	3451	3421	3211	3169	3127
18	4011	3980	3915	3901	3667	3506	3453	3422	3213	3170	3129
19	4015	3981	3931	3902	3669	3508	3454	3423	3214	3171	3130
20	4016	3982	3935	3903	3670	3509	3455	3424	3215	3175	3131
21	4017	3983	3936	3904	3671	3510	3456	3425	3216	3177	3133
22	4018	3984	3937	3905	3672	3519	3457	3426	3217	3178	3134
23	4019	3985	3938	3906	3673	3523	3458	3428	3218	3179	3135
24	4147	3986	3939	3908	3674	3524	3459	3429	3219	3180	3136
25	4151	3987	3947	3909	3675	3525	3467	3430	3341	3181	3138
26	4152	3988	3953	3910	3685	3526	3473	3439	3343	3182	3145
27	4153	3989	3959	3917	3687	3528	3477	3443	3345	3183	3147
28	4154	3990	3963	3918	3689	3529	3478	3444	3346	3184	3157
29	4155	3992	3964	3919	3690	3530	3479	3446	3347	3185	3158
30	4171	3999	3965	3923	3691	3532	3481	3448	3349	3186	3159
31	4175	4003	3966	3924	3693	3593	3482	3452	3350	3188	3161
32	4176	4004	3968	3925	3694	3595	3483	3465	3351	3189	3162
33	4177	4005	3969	3926	3695	3617	3484	3476	3352	3190	3163
34	4178	4006	3970	3927	3696	3619	3485	3480	3354	3197	3164
35	4179	4007	3972	3928	3697	3629	3486	3549	3365	3198	3168
36	4187	4008	3973	3929	3698	3630	3488	3550	3369	3199	3172
37	4199	4009	3974	3930	3721	3631	3489	3551	3370	3201	3173
38	4203	4010	3976	3932	3723	3633	3490	3553	3371	3202	3174
39	4213	4012	3977	3933	3724	3634	3492	3554	3375	3203	3176
40	4214	4013	3978	3934	3726	3635	3493	3555	3376	3204	3196
41	4215	4014	3996	3945	3867	3645	3494	3565	3378	3206	3200
42	4216	4111	3997	3956	3873	3646	3496	3566	3387	3208	3261
43	4217	4115	3998	3957	3879	3647	3497	3567	3393	3212	3263
44	4218	4127	4000	3958	3881	3649	3498	3569	3397	3273	3265

продолжение приложения 2

45	4219	4131	4001	3960	3882	3650	3516	3570	3398	3275	3266
46	4220	4135	4002	3961	3883	3651	3517	3571	3399	3297	3267
47	4221	4139	4061	3962	3884	3653	3518	3573	3401	3299	3269
48	4222	4140	4063	4031	3888	3654	3520	3574	3402	3309	3270
49	4223	4141	4065	4035	3889	3655	3521	3575	3403	3310	3271
50	4224	4142	4066	4047	3890	3657	3522	3577	3404	3311	3272
51	4225	4143	4067	4049	3892	3658	3581	3578	3405	3313	3274
52	4227	4144	4069	4050	3893	3659	3585	3579	3406	3314	3285
53	4228	4145	4070	4051	3894	3660	3586	3580	3408	3315	3287
54	4229	4146	4071	4055	3896	3661	3587	3582	3409	3325	3289
55	4231	4148	4072	4059	3897	3662	3591	3583	3410	3326	3290
56	4232	4149	4073	4060	3898	3664	3592	3584	3412	3327	3291
57	4233	4150	4074	4062	3916	3665	3594	3588	3413	3329	3293
58	4234	4159	4075	4064	3920	3666	3605	3589	3414	3330	3294
59	4235	4163	4091	4068	3921	3668	3609	3590	3416	3331	3295
60	4236	4164	4095	4079	3922	3677	3610	3597	3417	3333	3296
61	4237	4165	4096	4081	4023	3678	3611	3598	3418	3334	3298
62	4238	4166	4097	4082	4025	3679	3615	3599	3436	3335	3301
63	4239	4167	4098	4083	4026	3681	3616	3601	3437	3337	3302
64	4240	4168	4099	4084	4027	3682	3618	3602	3438	3338	3303
65	4241	4169	4101	4085	4028	3683	3621	3603	3440	3339	3305
66	4242	4170	4102	4086	4029	3684	3622	3604	3441	3340	3306
67	4243	4172	4103	4087	4030	3686	3623	3606	3442	3342	3307
68	4244	4173	4105	4088	4032	3688	3627	3607	3541	3344	3308
69	4245	4174	4106	4089	4033	3692	3628	3608	3542	3348	3312
70	4246	4185	4107	4090	4034	3865	3632	3612	3543	3357	3317
71	4247	4193	4108	4092	4037	3876	3637	3613	3545	3358	3318
72	4248	4195	4109	4093	4038	3877	3638	3614	3546	3359	3319
73	4249	4196	4110	4094	4039	3878	3639	3620	3547	3361	3321
74	4251	4197	4112	4100	4041	3880	3643	3624	3548	3362	3322
75	4252	4198	4113	4104	4042	4020	3644	3625	3552	3363	3323
76	4253	4200	4114	4116	4043	4021	3648	3626	3557	3364	3324
77	4255	4201	4119	4117	4044	4022	3652	3636	3558	3366	3328
78	4256	4202	4123	4118	4045	4024	3656	3640	3559	3367	3332
79	4257	4204	4124	4120	4046	4036	3676	3641	3563	3368	3336
80	4258	4205	4125	4121	4048	4040	3680	3642	3564	3372	3356
81	4259	4207	4126	4122	4052	4875	4861	4633	3568	3373	3360
82	4300	4208	4128	4273	4053	4899	4863	4635	3572	3374	4541
83	4302	4209	4129	4275	4054	4911	4865	4657	3576	3385	4543
84	4324	4211	4130	4278	4056	4913	4866	4659	3596	3396	4545
85	4326	4212	4132	4282	4057	4914	4867	4795	3600	3400	4546
86	4343	4226	4133	4284	4058	4915	4869	4817	4621	3540	4547
87	4347	4230	4134	4285	4076	4927	4870	4819	4625	3544	4549
88	4359	4250	4136	4286	4077	4929	4871	4829	4626	3556	4550
89	4363	4254	4137	4287	4078	4930	4872	4830	4627	3560	4551
90	4372	4292	4138	4288	4080	4931	4873	4831	4631	3561	4552
91	4373	4293	4156	4289	4290	4935	4874	4833	4632	3562	4554
92	4374	4295	4157	4291	4430	4937	4887	4834	4634	4553	4565
93	4375	4296	4158	4306	4434	4938	4891	4835	4645	4555	4567
94	4376	4297	4160	4310	4450	4939	4893	4845	4647	4577	4569
95	4377	4299	4161	4330	4947	4940	4894	4846	4649	4579	4570
96	4378	4301	4162	4334	4951	4941	4895	4847	4650	4589	4571

продолжение приложения 2

97	4379	4303	4206	4426	4952	4942	4896	4849	4651	4590	4573
98	4380	4312	4210	4428	4953	4943	4897	4850	4653	4591	4574
99	4381	4314	4265	4431	4954	4944	4898	4851	4654	4593	4575
100	4382	4316	4267	4432	4955	4945	4901	4853	4655	4594	4576
101	4383	4317	4276	4433	4971	4946	4902	4854	4656	4595	4578
102	4384	4319	4277	4435	4975	4948	4903	4855	4658	4605	4581
103	4385	4320	4279	4438	4976	4949	4905	4857	4781	4606	4582
104	4387	4321	4280	4442	4978	4950	4906	4858	4785	4607	4583
105	4388	4323	4281	4444	5103	4959	4907	4859	4786	4609	4585
106	4389	4325	4283	4445	5107	4961	4908	4860	4787	4610	4586
107	4391	4327	4294	4446	5109	4962	4909	4862	4791	4611	4587
108	4392	4336	4298	4447	5110	4963	4910	4864	4792	4613	4588
109	4393	4338	4304	4448	5111	4964	4912	4868	4793	4614	4592
110	4394	4340	4305	4449	5112	4965	4919	4877	4794	4615	4597
111	4395	4341	4307	4451	5114	4966	4921	4878	4805	4617	4598
112	4396	4342	4308	4470	5131	4967	4922	4879	4807	4618	4599
113	4397	4344	4309	4490	5135	4968	4923	4881	4809	4619	4601
114	4398	4345	4311	4494	5136	4969	4924	4882	4810	4620	4602
115	4399	4346	4313	4977	5138	4970	4925	4883	4811	4622	4603
116	4400	4348	4315	4979	5139	4972	4926	4884	4813	4623	4604
117	4401	4349	4318	5113	5587	4973	4928	4885	4814	4624	4608
118	4402	4351	4322	5115	5591	4974	4932	4886	4815	4628	4612
119	4403	4352	4328	5137	5592	5035	4933	4888	4816	4629	4616
120	4404	4353	4329	5753	5593	5057	4934	4889	4818	4630	4636
121	4405	4355	4331	5777	5594	5059	4936	4890	4821	4637	4640
122	4406	4356	4332	5791	5595	5071	4956	4892	4822	4638	4701
123	4407	4357	4333	5795	5605	5073	4957	4900	4823	4639	4703
124	4408	4358	4335	5805	5609	5074	4958	4904	4827	4641	4705
125	4409	4360	4337	5806	5610	5075	4960	4916	4828	4642	4706
126	4411	4361	4339	5807	5611	5085	5021	4917	4832	4643	4707
127	4412	4362	4350	5809	5615	5086	5023	4918	4837	4644	4709
128	4413	4364	4354	5810	5616	5087	5025	4920	4838	4646	4710
129	4415	4365	4366	5811	5617	5089	5026	4991	4839	4648	4711
130	4416	4367	4370	5815	5618	5090	5027	4993	4841	4652	4712
131	4417	4368	4420	5819	5619	5091	5029	4994	4842	4713	4714
132	4418	4369	4421	5820	5741	5095	5030	4995	4843	4715	4725
133	4419	4371	4422	5821	5745	5097	5031	5005	4844	4737	4727
134	4460	4386	4423	5822	5746	5098	5032	5006	4848	4739	4729
135	4462	4390	4424	5824	5747	5099	5033	5007	4852	4749	4730
136	4484	4410	4425	5825	5751	5100	5034	5009	4856	4750	4731
137	4486	4414	4427	5826	5752	5101	5051	5010	4876	4751	4733
138	5907	4452	4429	5828	5754	5102	5055	5011	4880	4753	4734
139	5911	4453	4436	5837	5755	5104	5056	5015	4981	4754	4735
140	5912	4455	4437	5838	5767	5105	5058	5017	4982	4755	4736
141	5913	4456	4439	5839	5771	5106	5061	5018	4983	4765	4738
142	5914	4457	4440	5841	5773	5108	5062	5019	4987	4766	4741
143	5915	4459	4441	5842	5774	5117	5063	5020	4988	4767	4742
144	5931	4461	4443	5843	5775	5118	5065	5022	4989	4769	4743
145	5935	4463	4454	5844	5776	5119	5066	5024	4990	4770	4745
146	5936	4472	4458	5845	5778	5121	5067	5028	4992	4771	4746
147	5937	4474	4464	5846	5779	5122	5068	5037	4997	4773	4747
148	5938	4476	4465	5847	5783	5123	5069	5038	4998	4774	4748

продолжение приложения 2

149	5939	4477	4466	5848	5787	5124	5070	5039	4999	4775	4752
150	6067	4479	4467	5849	5788	5125	5072	5041	5001	4777	4757
151	6071	4480	4468	5850	5789	5126	5079	5042	5002	4778	4758
152	6072	4481	4469	5852	5790	5127	5083	5043	5003	4779	4759
153	6073	4483	4471	5853	5792	5128	5084	5044	5004	4780	4761
154	6074	4485	4473	5854	5793	5129	5088	5045	5008	4782	4762
155	6075	4487	4475	5860	5794	5130	5092	5046	5012	4783	4763
156	6091	4496	4478	5861	5799	5132	5093	5047	5013	4784	4764
157	6095	4498	4482	5862	5803	5133	5094	5048	5014	4788	4768
158	6096	5871	4488	5864	5804	5134	5096	5049	5016	4789	4772
159	6097	5875	4489	5876	5808	5515	5116	5050	5036	4790	4776
160	6098	5887	4491	5877	5812	5539	5120	5052	5040	4797	4796
161	6099	5891	4492	5878	5813	5551	5501	5053	5261	4798	4800
162	6103	5895	4493	5880	5814	5553	5503	5054	5263	4799	5181
163	6107	5899	4495	5881	5816	5554	5505	5060	5265	4801	5183
164	6119	5900	4497	5882	5817	5555	5506	5064	5266	4802	5185
165	6123	5901	4499	5949	5818	5567	5507	5076	5267	4803	5186
166	6132	5902	5823	5950	5836	5569	5509	5077	5269	4804	5187
167	6133	5903	5827	5951	5840	5570	5510	5078	5270	4806	5189
168	6134	5904	5829	5953	5943	5571	5511	5080	5271	4808	5190
169	6135	5905	5830	5954	5945	5575	5512	5081	5272	4812	5191
170	6136	5906	5831	5955	5946	5577	5513	5082	5273	4820	5192
171	6137	5908	5832	5965	5947	5578	5514	5275	5274	4824	5194
172	6138	5909	5833	5966	5948	5579	5525	5299	5285	4825	5205
173	6139	5910	5834	5967	5952	5580	5527	5433	5287	4826	5207
174	6140	5919	5835	5971	5959	5581	5529	5435	5289	4836	5209
175	6141	5923	5851	5973	5963	5582	5530	5459	5290	4840	5210
176	6142	5924	5855	5974	5964	5583	5531	5471	5291	4980	5211
177	6143	5925	5856	5975	5968	5584	5533	5473	5293	4984	5213
178	6144	5926	5857	5977	5969	5585	5534	5474	5294	4985	5214
179	6145	5927	5858	5978	5970	5586	5535	5475	5295	4986	5215
180	6147	5928	5859	5979	5972	5588	5536	5487	5296	4996	5216
181	6148	5929	5863	5980	5976	5589	5537	5489	5297	5000	5218
182	6149	5930	5865	5982	5996	5590	5538	5490	5298	5193	5221
183	6151	5932	5866	5984	6000	5599	5541	5491	5421	5195	5222
184	6152	5933	5867	5988	6001	5601	5542	5495	5423	5217	5223
185	6153	5934	5868	5997	6002	5602	5543	5497	5425	5219	5225
186	6154	6031	5869	5998	6190	5603	5545	5498	5426	5229	5226
187	6155	6035	5870	5999	6194	5604	5546	5499	5427	5230	5227
188	6156	6047	5872	6003	6210	5606	5547	5500	5429	5231	5228
189	6157	6051	5873	6004	6354	5607	5548	5502	5430	5233	5232
190	6158	6055	5874	6006	6370	5608	5549	5504	5431	5234	5237
191	6159	6059	5879	6007	6423	5612	5550	5508	5432	5235	5238
192	6160	6060	5883	6008	6427	5613	5552	5519	5434	5245	5239
193	6161	6061	5884	6012	6428	5614	5557	5521	5445	5246	5241
194	6162	6062	5885	6013	6429	5675	5558	5522	5447	5247	5242
195	6163	6063	5886	6014	6430	5697	5559	5523	5449	5249	5243
196	6164	6064	5888	6020	6432	5699	5561	5524	5450	5250	5244
197	6165	6065	5889	6024	6433	5711	5562	5526	5451	5251	5248
198	6166	6066	5890	6036	6434	5713	5563	5528	5453	5253	5252
199	6167	6068	5892	6040	6437	5714	5564	5532	5454	5254	5256
200	6168	6069	5893	6041	6438	5715	5565	5540	5455	5255	5276

продолжение приложения 2

201	6169	6070	5894	6042	6439	5725	5566	5544	5456	5257	5280
202	6171	6079	5896	6182	6443	5726	5568	5556	5457	5258	5341
203	6172	6083	5897	6188	6444	5727	5572	5560	5458	5259	5343
204	6173	6084	5898	6189	6445	5729	5573	5629	5461	5260	5345
205	6175	6085	5916	6191	6446	5730	5574	5630	5462	5262	5346
206	6176	6086	5917	6192	6448	5731	5576	5631	5463	5264	5347
207	6177	6087	5918	6195	6449	5735	5596	5633	5465	5268	5349
208	6178	6088	5920	6198	6450	5737	5597	5634	5466	5277	5350
209	6179	6089	5921	6202	6452	5738	5598	5635	5467	5278	5351
210	6220	6090	5922	6204	6453	5739	5600	5647	5468	5279	5352
211	6222	6092	5981	6205	6454	5740	5661	5649	5469	5281	5354
212	6244	6093	5983	6206	6456	5742	5665	5650	5470	5282	5365
213	6246	6094	5985	6207	6457	5743	5666	5651	5472	5283	5367
214	6263	6100	5986	6208	6458	5744	5667	5653	5477	5284	5369
215	6267	6101	5987	6209	6476	5748	5671	5654	5478	5286	5370
216	6279	6102	5989	6211	6477	5749	5672	5655	5479	5288	5371
217	6283	6104	5990	6226	6478	5750	5673	5657	5481	5292	5373
218	6292	6105	5991	6250	6480	5757	5674	5658	5482	5353	5374
219	6293	6106	5992	6254	6481	5758	5685	5659	5483	5355	5375
220	6294	6108	5993	6342	6482	5759	5689	5660	5484	5377	5376
221	6295	6109	5994	6346	6581	5761	5690	5662	5485	5379	5378
222	6296	6111	5995	6348	6582	5762	5691	5663	5486	5389	5381
223	6297	6112	6005	6349	6583	5763	5695	5664	5488	5390	5382
224	6298	6113	6009	6350	6587	5764	5696	5668	5492	5391	5383
225	6299	6115	6010	6351	6588	5765	5698	5669	5493	5393	5385
226	6300	6116	6011	6352	6592	5766	5701	5670	5494	5394	5386
227	6301	6117	6015	6353	6593	5768	5702	5679	5496	5395	5387
228	6302	6118	6016	6355	6594	5769	5703	5681	5516	5405	5388
229	6303	6120	6017	6358	6599	5770	5707	5682	5517	5406	5392
230	6304	6121	6018	6362	6601	5772	5708	5683	5518	5407	5397
231	6305	6122	6019	6364	6602	5780	5709	5684	5520	5409	5398
232	6307	6124	6021	6365	6603	5781	5710	5686	5621	5410	5399
233	6308	6125	6022	6366	6604	5782	5712	5687	5622	5411	5401
234	6309	6127	6023	6367	6608	5784	5717	5688	5623	5413	5402
235	6311	6128	6025	6368	6609	5785	5718	5692	5625	5414	5403
236	6312	6129	6026	6369	6610	5786	5719	5693	5626	5415	5404
237	6313	6131	6027	6371	6612	5796	5723	5694	5627	5417	5408
238	6314	6146	6028	6386	6616	5797	5724	5700	5628	5418	5412
239	6315	6150	6029	6390	6617	5798	5728	5704	5632	5419	5416
240	6316	6170	6030	6410	6618	5800	5732	5705	5637	5420	5436
241	6317	6174	6032	6414	6636	5801	5733	5706	5638	5422	5440
242	6318	6212	6033	6431	6640	5802	5734	5716	5639	5424	9724
243	6319	6213	6034	6435	6641	5940	5736	5720	5641	5428	9726
244	6320	6215	6037	6447	6642	5941	5756	5721	5642	5437	9728
245	6321	6216	6038	6451	6834	5942	5760	5722	5643	5438	9729
246	6322	6217	6039	6455	6846	5944	10038	9818	5644	5439	9730
247	6323	6219	6043	6459	6990	5956	10042	9840	5645	5441	9732
248	6324	6221	6044	6460	6994	5957	10043	9842	5646	5442	9733
249	6325	6223	6045	6461	10120	5958	10044	9972	5648	5443	9734
250	6326	6232	6046	6462	10124	5960	10048	9994	5652	5444	9735
251	6327	6234	6048	6463	10126	5961	10049	9996	5656	5446	9737
252	6328	6236	6049	6464	10127	5962	10050	10008	5676	5448	9748

продолжение приложения 2

253	6329	6237	6050	6465	10128	6420	10051	10010	5677	5452	9750
254	6331	6239	6052	6466	10129	6421	10052	10011	5678	5460	9752
255	6332	6240	6053	6468	10130	6422	10064	10012	5680	5464	9753
256	6333	6241	6054	6469	10131	6424	10068	10022	9804	5476	9754
257	6335	6243	6056	6470	10132	6425	10070	10023	9806	5480	9756
258	6336	6245	6057	6479	10144	6426	10071	10024	9808	5620	9757
259	6337	6247	6058	6483	10148	6436	10072	10026	9809	5624	9758
260	6338	6256	6076	6484	10150	6440	10073	10027	9810	5636	9759
261	6339	6258	6077	6486	10151	6441	10074	10028	9812	5640	9761
262	6380	6260	6078	6487	10152	6442	10075	10032	9813	9736	9764
263	6382	6261	6080	6488	10153	6580	10078	10034	9814	9738	9765
264	6404	6262	6081	6492	10154	6584	10079	10035	9815	9760	9766
265	6406	6264	6082	6493	10155	6585	10080	10036	9816	9762	9768
266	6547	6265	6110	6494	10156	6586	10084	10037	9817	9772	9769
267	6551	6266	6114	6500	10278	6596	10085	10039	9828	9773	9770
268	6552	6268	6126	6501	10280	6597	10086	10040	9832	9774	9771
269	6553	6269	6130	6502	10282	6598	10087	10041	9833	9776	9775
270	6554	6271	6180	6504	10283	6600	10089	10045	9834	9777	9780
271	6555	6272	6181	6505	10284	10076	10090	10046	9838	9778	9781
272	6571	6273	6183	6506	10286	10088	10091	10047	9839	9788	9782
273	6575	6275	6184	6516	10287	10092	10096	10054	9841	9789	9784
274	6576	6276	6185	6520	10288	10104	10098	10055	9958	9790	9785
275	6577	6277	6186	6521	10289	10106	10099	10056	9960	9792	9786
276	6578	6278	6187	6522	10290	10107	10100	10058	9962	9793	9787
277	6579	6280	6193	6589	10291	10108	10101	10059	9963	9794	9791
278	6707	6281	6196	6590	10292	10112	10102	10060	9964	9796	9795
279	6711	6282	6197	6591	10302	10116	10103	10061	9966	9797	9799
280	6712	6284	6199	6595	10304	10117	10105	10062	9967	9798	9819
281	6713	6285	6200	6605	10306	10118	10109	10063	9968	9800	9823
282	6714	6287	6201	6606	10307	10119	10110	10065	9969	9801	9884
283	6715	6288	6203	6607	10308	10121	10111	10066	9970	9802	9886
284	6731	6289	6214	6611	10310	10122	10113	10067	9971	9803	9888
285	6735	6290	6218	6613	10311	10123	10114	10069	9982	9805	9889
286	6736	6291	6224	6614	10312	10125	10115	10077	9984	9807	9890
287	6737	6306	6225	6615	10313	10136	10133	10081	9986	9811	9892
288	6738	6310	6227	6619	10315	10138	10134	10082	9987	9820	9893
289	6739	6330	6228	6620	10316	10139	10135	10083	9988	9821	9894
290	6743	6334	6229	6621	10679	10140	10137	10093	9990	9822	9895
291	6747	6361	6230	6622	10683	10141	10198	10094	9991	9824	9897
292	6759	6372	6231	6623	10684	10142	10200	10095	9992	9825	9908
293	6763	6373	6233	6624	10685	10143	10202	10097	9993	9826	9909
294	6772	6375	6235	6625	10689	10145	10203	10168	9995	9827	9910
295	6773	6376	6238	6626	10690	10146	10204	10170	9998	9829	9912
296	6774	6377	6242	6628	10691	10147	10206	10171	9999	9830	9913
297	6775	6379	6248	6629	10692	10149	10207	10172	10000	9831	9914
298	6776	6381	6249	6630	10703	10210	10208	10182	10002	9835	9915
299	6777	6383	6251	6637	10704	10246	10209	10183	10003	9836	9918
300	6778	6392	6252	6638	10705	10247	10211	10184	10004	9837	9919
301	6779	6394	6253	6639	10707	10248	10212	10186	10005	9896	9920
302	6780	6396	6255	6643	10708	10252	10222	10187	10006	9898	9922
303	6781	6397	6257	6644	10709	10264	10224	10188	10007	9916	9923
304	6782	6399	6259	6646	10815	10268	10226	10192	10009	9926	9924

продолжение приложения 2

305	6783	6400	6270	6647	10816	10270	10227	10194	10014	9927	9925
306	6784	6401	6274	6648	10817	10271	10228	10195	10015	9928	9929
307	6785	6402	6286	6652	10819	10272	10230	10196	10016	9930	9934
308	6787	6403	6340	6653	10820	10276	10231	10197	10020	9931	9935
309	6788	6405	6341	6654	10821	10277	10232	10199	10021	9932	9936
310	6789	6407	6343	6660	10831	10279	10233	10201	10025	9942	9938
311	6791	6413	6344	6661	10832	10281	10234	10205	10029	9943	9939
312	6792	6416	6345	6662	10833	10285	10235	10214	10030	9944	9940
313	6793	6418	6347	6664	10835	10296	10236	10215	10031	9946	9941
314	6794	6419	6356	6665	10836	10300	10238	10216	10033	9947	9945
315	6795	6473	6357	6666	10837	10301	10239	10218	10053	9948	9949
316	6796	6509	6359	6676	10841	10303	10240	10219	10057	9950	9953
317	6797	6510	6360	6680	10843	10305	10242	10220	10158	9951	9973
318	6798	6511	6363	6681	10844	10309	10243	10221	10159	9952	9977
319	6799	6515	6374	6682	10845	10621	10244	10223	10160	9954	10332
320	6800	6527	6378	6822	10846	10647	10245	10225	10162	9955	10344
321	6801	6531	6384	6826	10847	10648	10249	10229	10163	9956	10348
322	6802	6533	6385	6828	10848	10649	10250	10237	10164	9957	10356
323	6803	6534	6387	6829	10850	10651	10251	10241	10165	9959	10358
324	6804	6535	6388	6830	10851	10652	10254	10253	10166	9961	10359
325	6805	6539	6389	6831	10852	10653	10255	10257	10167	9965	10360
326	6806	6540	6391	6832	10857	10663	10256	10582	10169	9974	10361
327	6807	6541	6393	6833	10859	10664	10258	10583	10174	9975	10362
328	6808	6542	6395	6835	10860	10665	10259	10584	10175	9976	10363
329	6809	6543	6398	6838	10861	10667	10260	10586	10176	9978	10364
330	6811	6544	6408	6842	10862	10668	10261	10587	10178	9979	10368
331	6812	6545	6409	6844	10863	10669	10262	10588	10179	9980	10372
332	6813	6546	6411	6845	10864	10671	10263	10598	10180	9981	10373
333	6815	6548	6412	6847	10866	10672	10265	10599	10181	9983	10374
334	6816	6549	6415	6848	10867	10673	10266	10600	10185	9985	10375
335	6817	6550	6417	6849	10868	10675	10267	10602	10189	9989	10376
336	6818	6559	6467	6850	10870	10676	10269	10603	10190	9997	10377
337	6819	6563	6471	6851	10871	10677	10273	10604	10191	10001	10378
338	6860	6564	6472	6866	10872	10678	10274	10606	10193	10013	10379
339	6862	6565	6474	6870	10874	10680	10275	10607	10213	10017	10380
340	6884	6566	6475	6890	10875	10681	10293	10608	10217	10018	10382
341	6886	6567	6485	6894	10876	10682	10294	10610	10422	10019	10383
342	6903	6568	6489	6982	10894	10686	10295	10611	10423	10157	10384
343	6907	6569	6490	6986	10895	10687	10297	10612	10424	10161	10385
344	6919	6570	6491	6988	10896	10688	10298	10613	10426	10173	10386
345	6923	6572	6495	6989	10898	10695	10299	10617	10427	10177	10387
346	6932	6573	6496	6991	10899	10696	10614	10623	10428	10390	10388
347	6933	6574	6497	6992	10900	10697	10615	10624	10438	10391	10389
348	6934	6671	6498	6993	10999	10699	10616	10625	10439	10392	10393
349	6935	6675	6499	6995	11000	10700	10618	10627	10440	10394	10397
350	6936	6687	6503	6998	11001	10701	10619	10628	10442	10395	10398
351	6937	6691	6507	7002	11003	10702	10620	10629	10443	10396	10399
352	6938	6695	6508	7004	11004	10706	10631	10630	10444	10406	10400
353	6939	6699	6512	7005	11005	10783	10632	10634	10550	10407	10401
354	6940	6700	6513	7006	11006	10784	10633	10638	10551	10408	10402
355	6941	6701	6514	7007	11007	10785	10635	10642	10552	10410	10403
356	6942	6702	6517	7008	11008	10787	10636	10654	10554	10411	10404

продолжение приложения 2

357	6943	6703	6518	7009	11010	10788	10637	10658	10555	10412	10405
358	6944	6704	6519	7010	11011	10789	10639	10719	10556	10414	10409
359	6945	6705	6523	7011	11012	10799	10640	10720	10566	10415	10413
360	6947	6706	6524	7026	11015	10800	10641	10721	10567	10416	10417
361	6948	6708	6525	7030	11016	10801	10643	10723	10568	10418	10429
362	6949	6709	6526	7050	11017	10803	10644	10724	10570	10419	10433
363	6951	6710	6528	7054	11019	10804	10645	10725	10571	10420	10456
364	6952	6719	6529	10314	11020	10805	10646	10735	10572	10421	10472
365	6953	6723	6530	10693	11021	10807	10650	10736	10574	10425	10480
366	6954	6724	6532	10849	11022	10808	10655	10737	10575	10430	10485
367	6955	6725	6536	10853	11026	10809	10656	10739	10576	10431	10486
368	6956	6726	6537	10865	11027	10811	10657	10740	10578	10432	10487
369	6957	6727	6538	10869	11028	10812	10659	10741	10579	10434	10488
370	6958	6728	6556	10873	11030	10813	10660	10743	10580	10435	10490
371	6959	6729	6557	10877	11031	10814	10661	10744	10581	10436	10491
372	6960	6730	6558	10878	11032	10818	10662	10745	10585	10437	10492
373	6961	6732	6560	10879	11034	10823	10666	10747	10590	10441	10496
374	6962	6733	6561	10880	11035	10824	10670	10748	10591	10508	10501
375	6963	6734	6562	10881	11036	10825	10674	10749	10592	10518	10502
376	6964	6740	6627	10882	11054	10827	10694	10750	10594	10519	10503
377	6965	6741	6631	10883	11058	10828	10698	10754	10595	10520	10504
378	6966	6742	6632	10884	11059	10829	10751	10759	10596	10522	10506
379	6967	6744	6633	10886	11060	10830	10752	10760	10597	10523	10507
380	6968	6745	6634	10887	11248	10834	10753	10761	10601	10524	10509
381	6969	6746	6635	10888	11252	10838	10755	10763	10605	10532	10510
382	6971	6748	6645	10897	11264	10839	10756	10764	10609	10534	10511
383	6972	6749	6649	10901	11268	10840	10757	10765	10622	10535	10512
384	6973	6751	6650	10902	11408	10842	10767	10766	10626	10536	10514
385	6975	6752	6651	10903	11412	10854	10768	10770	10711	10537	10515
386	6976	6753	6655	10904	11424	10855	10769	10774	10712	10538	10516
387	6977	6755	6656	10905	11476	10856	10771	10778	10713	10539	10517
388	6978	6756	6657	10906	11477	10858	10772	10790	10715	10540	10521
389	6979	6757	6658	10907	11478	10998	10773	10794	10716	10542	10525
390	7020	6758	6659	10908	11482	11002	10775	12271	10717	10543	10526
391	7022	6760	6663	10910	11483	11014	10776	12272	10718	10544	10527
392	7044	6761	6667	10911	11484	11018	10777	12273	10722	10546	10528
393	7046	6762	6668	10912	11485	11475	10779	12275	10727	10547	10530
394	10965	6764	6669	10918	11487	11479	10780	12276	10728	10548	10531
395	10969	6765	6670	10919	11492	11480	10781	12277	10729	10549	10533
396	10970	6767	6672	10920	11493	11481	10782	12287	10731	10553	10541
397	10971	6768	6673	10922	11494	11491	10786	12288	10732	10558	10545
398	10972	6769	6674	10923	11496	11495	10791	12289	10733	10559	10557
399	10973	6771	6677	10924	11497	11614	10792	12291	10734	10560	12017
400	10989	6786	6678	10934	11498	11618	10793	12292	10738	10561	12021
401	10993	6790	6679	10935	11499	11630	10795	12293	10742	10562	12037
402	10994	6810	6683	10936	11503	11634	10796	12295	10746	10563	12041
403	10995	6814	6684	10938	11507	12335	10797	12296	10758	10564	12045
404	10996	6852	6685	10939	11508	12336	10798	12297	10762	10565	12046
405	10997	6853	6686	10940	11509	12337	10802	12299	12111	10569	12047
406	11125	6855	6688	11009	11511	12339	10806	12300	12112	10573	12048
407	11129	6856	6689	11013	11527	12340	10810	12301	12113	10577	12049
408	11130	6857	6690	11023	11531	12341	10822	12302	12115	10589	12050

продолжение приложения 2

409	11131	6859	6692	11024	11615	12351	10826	12306	12116	10593	12051
410	11132	6861	6693	11025	11616	12352	12303	12311	12117	10710	12052
411	11133	6863	6694	11029	11617	12353	12304	12312	12127	10714	12053
412	11149	6872	6696	11033	11619	12355	12305	12313	12128	10726	12061
413	11153	6874	6697	11037	11620	12356	12307	12315	12129	10730	12063
414	11154	6876	6698	11038	11621	12357	12308	12316	12131	12079	12064
415	11155	6877	6716	11039	11622	12359	12309	12317	12132	12080	12065
416	11156	6879	6717	11040	11626	12360	12319	12318	12133	12081	12066
417	11157	6880	6718	11041	11631	12361	12320	12322	12239	12083	12067
418	11161	6881	6720	11042	11632	12363	12321	12326	12240	12084	12068
419	11165	6883	6721	11043	11633	12364	12323	12330	12241	12085	12069
420	11177	6885	6722	11044	11635	12365	12324	12342	12243	12095	12070
421	11181	6887	6750	11046	11636	12366	12325	12346	12244	12096	12071
422	11190	6896	6754	11047	11637	12370	12327	12399	12245	12097	12072
423	11191	6898	6766	11048	11638	12375	12328	12400	12255	12099	12073
424	11192	6900	6770	11055	11642	12376	12329	12401	12256	12100	12074
425	11193	6901	6820	11056	11646	12377	12331	12403	12257	12101	12075
426	11194	6902	6821	11057	11650	12379	12332	12404	12259	12103	12076
427	11195	6904	6823	11061	11662	12380	12333	12405	12260	12104	12077
428	11196	6905	6824	11062	11666	12381	12334	12415	12261	12105	12078
429	11197	6906	6825	11063	12367	12382	12338	12416	12263	12107	12082
430	11198	6908	6827	11064	12368	12386	12343	12417	12264	12108	12087
431	11199	6909	6836	11065	12369	12463	12344	12419	12265	12109	12088
432	11200	6910	6837	11066	12371	12464	12345	12420	12267	12110	12089
433	11201	6911	6839	11067	12372	12465	12347	12421	12268	12114	12090
434	11202	6912	6840	11068	12373	12467	12348	12423	12269	12119	12091
435	11203	6913	6841	11070	12383	12468	12349	12424	12270	12120	12092
436	11205	6915	6843	11071	12384	12469	12350	12425	12274	12121	12093
437	11206	6916	6854	11072	12385	12479	12354	12427	12279	12123	12094
438	11207	6917	6858	11078	12387	12480	12358	12428	12280	12124	12098
439	11209	6918	6864	11079	12388	12481	12362	12429	12281	12125	12102
440	11210	6920	6865	11080	12389	12483	12374	12430	12283	12126	12106
441	11211	6921	6867	11082	12495	12484	12378	12434	12284	12130	12118
442	11212	6922	6868	11083	12496	12485	12431	12439	12285	12177	12122
443	11213	6924	6869	11084	12497	12487	12432	12440	12286	12197	12145
444	11214	6925	6871	11094	12499	12488	12433	12441	12290	12201	12149
445	11215	6927	6873	11095	12500	12489	12435	12443	12294	12206	12169
446	11216	6928	6875	11096	12501	12491	12436	12444	12298	12207	12173
447	11217	6929	6878	11098	12511	12492	12437	12445	12310	12208	12174
448	11218	6931	6882	11099	12512	12493	12447	12446	12314	12209	12175
449	11219	6946	6888	11100	12513	12494	12448	12450	12391	12211	12176
450	11220	6950	6889	11240	12515	12498	12449	12454	12392	12212	12178
451	11221	6970	6891	11244	12516	12503	12451	12458	12393	12213	12179
452	11222	6974	6892	11246	12517	12504	12452	12470	12395	12221	12180
453	11223	6981	6893	11247	12788	12505	12453	12474	12396	12223	12181
454	11224	7012	6895	11249	12789	12507	12455	12696	12397	12224	12191
455	11225	7013	6897	11250	12790	12508	12456	12697	12398	12225	12192
456	11226	7014	6899	11251	12792	12509	12457	12698	12402	12226	12193
457	11227	7015	6914	11253	12793	12510	12459	12700	12407	12227	12195
458	11229	7016	6926	11256	12794	12514	12460	12701	12408	12228	12196
459	11230	7017	6930	11260	12803	12756	12461	12702	12409	12229	12198
460	11231	7019	6980	11262	12804	12757	12462	12710	12411	12230	12199

продолжение приложения 2

461	11233	7021	6983	11263	12805	12758	12466	12712	12412	12231	12200
462	11234	7023	6984	11265	12807	12760	12471	12713	12413	12232	12202
463	11235	7025	6985	11266	12808	12761	12472	12714	12414	12233	12203
464	11236	7032	6987	11267	12858	12762	12473	12715	12418	12235	12204
465	11237	7033	6996	11269	12864	12772	12475	12716	12422	12236	12205
466	11278	7034	6997	11284	12865	12773	12476	12717	12426	12237	12210
467	11280	7036	6999	11288	12866	12774	12477	12718	12438	12238	12215
468	11302	7037	7000	11308	12868	12776	12478	12720	12442	12242	12216
469	11304	7039	7001	11312	12869	12778	12482	12721	12620	12247	12217
470	11321	7040	7003	11400	12870	12780	12486	12722	12621	12248	12219
471	11325	7041	7018	11404	12871	12781	12490	12724	12622	12249	12220
472	11337	7043	7024	11406	12875	12782	12502	12725	12624	12250	12222
473	11341	7045	7027	11407	12880	12784	12506	12726	12625	12251	12234
474	11350	7047	7028	11409	12881	12785	12728	12727	12626	12252	12246
475	11351	7056	7029	11410	12882	12786	12729	12731	12634	12253	12529
476	11352	7058	7031	11411	12884	12787	12730	12736	12635	12254	12545
477	11353	10929	7035	11413	12885	12791	12732	12737	12637	12258	12549
478	11354	10933	7038	11416	12886	12796	12733	12738	12683	12262	12553
479	11355	10945	7042	11422	12887	12797	12734	12739	12688	12266	12558
480	11356	10949	7048	11423	12891	12798	12742	12740	12689	12278	12559
481	11357	10953	7049	11425	12895	12800	12743	12741	12690	12282	12560
482	11358	10957	7051	11426	12899	12801	12744	12745	12692	12390	12561
483	11359	10958	7052	11428	12911	12802	12746	12747	12693	12394	12563
484	11360	10959	7053	11429	12915	12806	12748	12751	12694	12406	12564
485	11361	10960	7055	11444	12992	12851	12749	12763	12695	12410	12565
486	11362	10961	7057	11448	12993	12854	12750	12767	12699	12576	12569
487	11363	10962	7059	11466	12994	12855	12752	12818	12704	12588	12573
488	11365	10963	10885	11486	12996	12856	12753	12820	12705	12589	12574
489	11366	10964	10889	11488	12997	12857	12754	12826	12706	12590	12575
490	11367	10966	10890	11489	12998	12860	12755	12829	12708	12592	12577
491	11369	10967	10891	11490	12999	12862	12759	12831	12709	12593	12578
492	11370	10968	10892	11500	13003	12863	12764	12832	12711	12594	12579
493	11371	10977	10893	11501	13008	12867	12765	13804	12719	12598	12580
494	11372	10981	10909	11502	13009	12879	12766	13817	12723	12603	12581
495	11373	10982	10913	11504	13010	12883	12768	13818	12735	12604	12582
496	11374	10983	10914	11505	13012	12991	12770	13912	12810	12605	12584
497	11375	10984	10915	11506	13013	12995	12771	13914	12812	12606	12585
498	11376	10985	10916	11510	13014	13007	12779	13921	12825	12608	12586
499	11377	10986	10917	11512	13015	13011	12783	13923	12827	12609	12587
500	11378	10987	10921	11513	13019	13375	12795	13925	12828	12610	12591
501	11379	10988	10925	11514	13023	13379	12799	13926	14085	12612	12595
502	11380	10990	10926	11515	13027	13391	12830	13927	14158	12613	12596
503	11381	10991	10927	11516	13039	13764	12834	13928	14159	12614	12597
504	11382	10992	10928	11517	13043	13790	12849	13929	14161	12616	12599
505	11383	11089	10930	11518	13376	13793	12850	13930	14162	12617	12600
506	11384	11093	10931	11519	13377	13794	12852	13945	14168	12618	12601
507	11385	11105	10932	11521	13378	13795	13792	13949	14174	12619	12602
508	11386	11109	10937	11528	13380	13796	13802	13973	14177	12623	12611
509	11387	11113	10941	11529	13381	13832	13805	14065	14188	12627	12615
510	11389	11117	10942	11530	13382	13834	13806	14067	14191	12628	12631
511	11390	11118	10943	11532	13383	13837	13807	14069	14192	12629	12659
512	11391	11119	10944	11533	13387	13841	13808	14070	14194	12630	12661

продолжение приложения 2

513	11393	11120	10946	11534	13392	13843	13845	14071	14207	12632	12663
514	11394	11121	10947	11535	13393	13844	13904	14072	14210	12633	12665
515	11395	11122	10948	11539	13394	13846	13906	14073	14211	12636	12678
516	11396	11123	10950	11543	13396	13847	13915	14074	14213	12673	12680
517	11397	11124	10951	11544	13398	13848	13916	14083	14214	12679	14251
518	11438	11126	10952	11545	13399	13849	13917	14086	14250	12681	14262
519	11440	11127	10954	11547	13404	13850	13918	14087	14253	12682	14264
520	11462	11128	10955	11559	13407	13865	13919	14089	14255	12685	14266
521	11587	11137	10956	11563	13411	13869	13922	14090	14256	12686	14268
522	11589	11141	10974	11623	13423	13889	13924	14109	14269	12687	14352
523	11590	11142	10975	11624	13427	13893	13933	14156	14271	12691	14353
524	11591	11143	10976	11625	13428	13920	13937	14160	14272	12703	14355
525	11592	11144	10978	11627	13429	13931	13943	14172	14273	12707	14356
526	11593	11145	10979	11628	13513	13932	13944	14175	14275	14170	14362
527	11594	11146	10980	11629	13514	13934	13946	14176	14276	14190	14365
528	11595	11147	11045	11639	13515	13935	13947	14178	14278	14209	14367
529	11605	11148	11049	11640	13517	13936	13948	14180	14282	14243	14368
530	11606	11150	11050	11641	13752	13938	13950	14182	14285	14244	14369
531	11607	11151	11051	11643	13762	13940	13952	14193	14286	14246	14371
532	11609	11152	11052	11644	13765	13942	13954	14195	14287	14248	14372
533	11610	11158	11053	11645	13766	13951	13957	14197	14288	14249	14374
534	11611	11159	11069	11647	13767	13953	13967	14198	14289	14252	14378
535	11612	11160	11073	11648	13768	13955	13968	14199	14291	14254	14393
536	11613	11162	11074	11649	13824	13956	13969	14200	14292	14265	14396
537	11721	11163	11075	11651	13826	13958	13970	14201	14294	14267	14397
538	11723	11164	11076	11652	13835	13959	13971	14202	14298	14277	14399
539	11724	11166	11077	11653	13838	13960	13974	14206	14313	14279	14400
540	11725	11167	11081	11654	13839	13961	13976	14208	14315	14280	14417
541	11737	11169	11085	11658	13840	13962	13989	14212	14316	14281	14419
542	11739	11170	11086	11663	13842	13964	14005	14215	14317	14283	14420
543	11740	11171	11087	11664	13853	13966	14059	14216	14319	14284	14421
544	11741	11173	11088	11665	13857	13972	14060	14217	14320	14293	14423
545	11745	11174	11090	11667	13863	13975	14061	14218	14327	14295	14424
546	11747	11175	11091	11668	13864	13977	14062	14270	14337	14296	14437
547	11748	11176	11092	11669	13866	13978	14063	14274	14338	14297	14476
548	11749	11178	11097	11670	13867	13981	14066	14290	14339	14299	14479
549	11755	11179	11101	11674	13868	13985	14068	14301	14340	14300	14481
550	11759	11180	11102	11678	13870	13987	14075	14303	14341	14350	14482
551	11760	11182	11103	11682	13872	13988	14076	14304	14343	14354	14496
552	11761	11183	11104	11694	13874	13990	14077	14305	14344	14366	14500
553	11763	11185	11106	11698	13881	13991	14078	14306	14346	14370	14503
554	11764	11186	11107	11822	13887	13992	14079	14307	14382	14381	14504
555	11765	11187	11108	11824	13890	13993	14081	14308	14386	14383	14505
556	11767	11189	11110	11825	13891	13994	14082	14312	14389	14384	14506
557	11771	11204	11111	11826	13892	14003	14084	14314	14390	14385	14979
558	11774	11208	11112	11828	13894	14006	14088	14318	14391	14387	14981
559	11775	11228	11114	11829	13898	14007	14093	14321	14392	14388	14982
560	11776	11232	11115	11838	13939	14009	14103	14322	14406	14394	14983
561	11777	11270	11116	11840	13941	14010	14104	14323	14410	14398	14985
562	11778	11271	11134	11841	13963	14025	14105	14324	14413	14401	14986
563	11779	11273	11135	11842	13965	14029	14106	14325	14414	14402	14988
564	11780	11274	11136	11844	13979	14064	14107	14328	14415	14403	14992

продолжение приложения 2

565	11781	11275	11138	11845	13980	14080	14110	14329	14416	14404	14995
566	11782	11277	11139	11950	13982	14091	14112	14331	14685	14405	14997
567	11783	11279	11140	11952	13983	14092	14117	14332	14899	14407	14998
568	11784	11281	11168	11953	13984	14094	14127	14342	14901	14408	14999
569	11785	11290	11172	11954	13986	14095	14128	14345	14902	14409	15001
570	11786	11292	11184	11956	13995	14096	14129	14347	14903	14411	15002
571	11787	11294	11188	11957	13997	14097	14130	14348	14905	14412	15004
572	11789	11295	11238	11966	13998	14098	14131	14667	14906	14418	15008
573	11790	11297	11239	11968	13999	14100	14133	14669	14908	14422	15023
574	11791	11298	11241	11969	14000	14102	14134	14670	14912	14425	15025
575	11792	11299	11242	11970	14001	14108	14136	14671	14915	14426	15026
576	11793	11301	11243	11972	14002	14111	14179	14673	14916	14427	15027
577	11794	11303	11245	11973	14004	14113	14181	14674	14917	14428	15029
578	11795	11305	11254	12872	14008	14114	14196	14683	14918	14907	15030
579	11796	11314	11255	12873	14013	14115	14203	14686	14919	14909	15047
580	11797	11316	11257	12874	14017	14118	14204	14687	14921	14910	15049
581	11798	11318	11258	12876	14023	14119	14205	14689	14922	14911	15050
582	11799	11319	11259	12877	14024	14121	14302	14690	14924	14913	15051
583	11800	11320	11261	12878	14026	14122	14309	14821	14928	14914	15053
584	11801	11322	11272	12888	14027	14132	14310	14827	14943	14923	15054
585	11802	11323	11276	12889	14028	14135	14311	14828	14945	14925	15139
586	11803	11324	11282	12890	14030	14137	14326	14829	14946	14926	15141
587	11804	11326	11283	12892	14032	14138	14330	14830	14947	14927	15142
588	11805	11327	11285	12893	14034	14581	14333	14831	14949	14929	15143
589	11806	11329	11286	12894	14041	14585	14334	14833	14950	14930	15145
590	11807	11330	11287	12896	14047	14587	14335	14834	14957	14980	15146
591	11808	11331	11289	12897	14049	14588	14336	14837	14967	14984	15148
592	11809	11333	11291	12898	14050	14589	14593	14843	14968	14996	15152
593	11810	11334	11293	12900	14051	14590	14605	14844	14969	15000	15155
594	11811	11335	11296	12901	14052	14591	14609	14845	14970	15011	15157
595	11812	11336	11300	12902	14053	14592	14659	14846	14971	15013	15158
596	11813	11338	11306	12903	14054	14594	14661	14847	14973	15014	15159
597	11851	11339	11307	12907	14058	14601	14662	14849	14974	15015	15161
598	11863	11340	11309	12912	14099	14603	14663	14850	14976	15017	15162
599	11867	11342	11310	12913	14101	14606	14664	14865	15012	15018	15164
600	11881	11343	11311	12914	14116	14607	14665	14889	15016	15024	15168
601	11883	11345	11313	12916	14120	14608	14666	14900	15019	15028	15183
602	11884	11346	11315	12917	14123	14610	14668	14904	15020	15031	15185
603	11885	11347	11317	12918	14124	14625	14672	14920	15021	15032	15186
604	11891	11349	11328	12919	14125	14629	14675	14931	15022	15033	15187
605	11897	11364	11332	12923	14126	14653	14676	14933	15036	15034	15189
606	11899	11368	11344	12927	14579	14660	14677	14934	15040	15035	15190
607	11900	11388	11348	12931	14580	14691	14678	14935	15043	15037	15207
608	11901	11392	11398	12943	14582	14692	14679	14937	15044	15038	15209
609	11907	11430	11399	12947	14583	14693	14680	14938	15045	15039	15210
610	11910	11431	11401	13000	14584	14694	14681	14944	15046	15041	15211
611	11911	11433	11402	13001	14586	14695	14682	14948	15059	15042	15213
612	11912	11434	11403	13002	14595	14696	14684	14951	15061	15048	15214
613	11913	11435	11405	13004	14597	14698	14688	14952	15062	15052	15619
614	11914	11437	11414	13005	14598	14700	14697	14953	15063	15055	15621
615	11915	11439	11415	13006	14599	14702	14703	14954	15065	15056	15622
616	11916	11441	11417	13016	14600	14704	14705	14955	15066	15057	15623

продолжение приложения 2

617	11917	11450	11418	13017	14602	14711	14706	14958	15068	15058	15625
618	11918	11452	11419	13018	14604	14712	14707	14959	15072	15067	15626
619	11919	11454	11420	13020	14613	14713	14708	14961	15075	15069	15628
620	11921	11455	11421	13021	14617	14715	14709	14962	15077	15070	15632
621	11922	11457	11427	13022	14623	14718	14710	14972	15078	15071	15635
622	11923	11458	11432	13024	14624	14719	14714	14975	15079	15073	15637
623	11924	11459	11436	13025	14626	14720	14717	14977	15081	15074	15638
624	11925	11461	11442	13026	14627	14722	14721	14978	15082	15083	15639
625	11926	11463	11443	13028	14628	14726	14727	15060	15084	15085	15641
626	11927	11472	11445	13029	14630	14735	14728	15064	15088	15086	15642
627	11928	11554	11446	13030	14632	14737	14729	15076	15103	15087	15644
628	11929	11556	11447	13031	14634	14747	14730	15080	15105	15089	15648
629	11930	11557	11449	13035	14641	14750	14731	15091	15106	15090	15663
630	11931	11558	11451	13040	14647	14751	14732	15092	15107	15140	15665
631	11932	11568	11453	13041	14649	14754	14733	15093	15109	15144	15666
632	11933	11569	11456	13042	14650	14757	14734	15094	15110	15156	15667
633	11934	11570	11460	13044	14651	14761	14736	15095	15127	15160	15669
634	11935	11572	11464	13045	14652	14763	14738	15097	15129	15171	15670
635	11937	11573	11465	13046	14654	14764	14749	15098	15130	15173	15687
636	11938	11574	11467	13047	14658	14766	14753	15100	15131	15174	15689
637	11939	11578	11468	13051	14699	14767	14765	15104	15133	15175	15690
638	11940	11580	11469	13055	14701	14768	14819	15108	15134	15177	15691
639	11941	11581	11470	13059	14716	14769	14820	15111	15172	15178	15693
640	11979	11582	11471	13071	14723	14770	14822	15112	15176	15184	15694
641	11995	11583	11473	13075	14724	14809	14823	15113	15179	15188	15779
642	12970	11584	11474	13191	14725	14813	14824	15114	15180	15191	15781
643	12974	11585	11520	13193	14739	14840	14825	15115	15181	15192	15782
644	12986	11586	11522	13194	14741	14851	14826	15116	15182	15193	15783
645	12990	11588	11523	13195	14742	14854	14832	15117	15196	15194	15785
646	13096	11597	11524	13197	14743	14855	14835	15118	15200	15195	15786
647	13097	11598	11525	13198	14744	14858	14836	15119	15203	15197	15788
648	13098	11599	11526	13207	14745	14871	14838	15121	15204	15198	15792
649	13100	11601	11536	13209	14746	14873	14839	15122	15205	15199	15795
650	13101	11602	11537	13210	14748	14875	14841	15124	15206	15201	15797
651	13102	11603	11538	13211	14752	14876	14842	15128	15313	15202	15798
652	13112	11604	11540	13213	14755	14878	14848	15132	15469	15208	15799
653	13113	11608	11541	13214	14758	14879	14853	15135	15485	15212	15801
654	13114	11687	11542	13319	14759	14880	14857	15136	15539	15215	15802
655	13118	11688	11546	13321	14760	14881	14863	15137	15541	15216	15804
656	13122	11689	11548	13322	14762	14882	14864	15138	15542	15217	15808
657	13126	11691	11549	13323	14777	14884	14866	15301	15543	15218	15823
658	13138	11692	11550	13325	14783	14886	14867	15307	15544	15547	15825
659	13142	11693	11551	13326	14785	14892	14868	15308	15545	15549	15826
660	13151	11703	11552	13335	14786	14895	14869	15309	15546	15550	15827
661	13152	11704	11553	13337	14787	14897	14870	15310	15548	15551	15829
662	13153	11705	11555	13338	14788	14898	14872	15311	15552	15553	15830
663	13154	11707	11560	13339	14789	15221	14874	15314	15555	15554	15847
664	13155	11708	11561	13341	14790	15225	14877	15323	15557	15563	15849
665	13156	11709	11562	13342	14794	15227	14887	15325	15558	15565	15850
666	13157	11711	11564	13384	14801	15228	14888	15326	15559	15566	15851
667	13158	11712	11565	13385	14807	15230	14890	15327	15561	15567	15853
668	13159	11713	11566	13386	14810	15231	14891	15329	15562	15569	15854

продолжение приложения 2

669	13160	11715	11567	13388	14811	15232	14893	15330	15564	15570	15892
670	13162	11716	11571	13389	14812	15233	14894	15345	15568	15620	15896
671	13163	11717	11575	13390	14814	15234	14896	15465	15577	15624	15899
672	13164	11718	11576	13400	14818	15241	14932	15467	15583	15636	15900
673	13166	11719	11577	13401	14852	15243	14936	15470	15585	15640	15901
674	13167	11720	11579	13402	14856	15246	14939	15471	15586	15651	15902
675	13168	11722	11596	13406	14859	15247	14940	15472	15587	15653	15916
676	13169	11727	11600	13408	14860	15248	14941	15473	15588	15654	15920
677	13170	11728	11655	13409	14861	15249	14942	15474	15589	15655	15923
678	13171	11729	11656	13410	14862	15250	14956	15483	15590	15657	15924
679	13172	11731	11657	13412	14883	15265	14960	15486	15594	15658	15925
680	13173	11732	11659	13413	14885	15269	14963	15487	15607	15664	15926
681	13174	11733	11660	13414	15219	15293	14964	15489	15609	15668	16052
682	13175	11734	11661	13415	15222	15304	14965	15490	15610	15671	16056
683	13176	11735	11671	13419	15223	15320	14966	15509	15611	15672	16059
684	13178	11736	11672	13424	15224	15331	15096	15540	15613	15673	16060
685	13179	11738	11673	13425	15226	15332	15099	15556	15614	15674	16061
686	13180	11742	11675	13426	15235	15334	15101	15560	15652	15675	16062
687	13182	11743	11676	13430	15236	15335	15102	15571	15656	15677	16076
688	13248	11744	11677	13431	15237	15336	15120	15572	15659	15678	16080
689	13249	11746	11679	13435	15238	15337	15123	15573	15660	15679	16083
690	13250	11750	11680	13437	15239	15338	15125	15574	15661	15681	16084
691	13252	11751	11681	13441	15242	15340	15126	15575	15662	15682	16085
692	13253	11752	11683	13453	15244	15342	15229	15578	15676	15688	16086
693	13254	11753	11684	13519	15257	15348	15245	15580	15680	15692	16502
694	13256	11754	11685	13520	15263	15351	15299	15584	15683	15695	16506
695	13260	11756	11686	13523	15266	15353	15300	15591	15684	15696	16509
696	13264	11757	11690	13622	15267	15354	15302	15592	15685	15697	16510
697	13265	11758	11695	13624	15268	15355	15303	15593	15686	15698	16511
698	13266	11762	11696	13625	15270	15358	15305	15595	15699	15707	16512
699	13270	11766	11697	13626	15274	15359	15306	15597	15700	15709	16526
700	13272	11768	11699	13628	15277	15360	15312	15598	15701	15710	16530
701	13279	11769	11700	13629	15287	15361	15315	15599	15702	15711	16533
702	13280	11770	11701	13638	15288	15362	15316	15601	15703	15713	16534
703	13281	11772	11702	13640	15289	15366	15317	15602	15705	15714	16535
704	13282	11773	11706	13641	15290	15372	15318	15608	15706	15723	16536
705	13283	11788	11710	13645	15291	15375	15319	15612	15708	15725	16662
706	13284	11815	11714	13750	15294	15377	15321	15615	15712	15726	16666
707	13285	11819	11726	13753	15296	15378	15322	15616	15715	15727	16669
708	13286	11831	11730	13754	15339	15381	15324	15617	15716	15729	16670
709	13287	11835	11814	13755	15341	15385	15328	15618	15717	15730	16671
710	13288	11846	11816	13756	15356	15387	15333	15704	15718	15780	16672
711	13289	11847	11817	13836	15363	15388	15343	15720	15719	15784	16686
712	13290	11848	11818	13851	15364	15389	15344	15731	15721	15796	16690
713	13291	11849	11820	13852	15365	15390	15346	15734	15722	15800	16693
714	13292	11850	11821	13854	15379	15391	15347	15735	15724	15811	16694
715	13293	11852	11823	13855	15380	15392	15349	15736	15728	15813	16695
716	13294	11853	11827	13856	15382	15393	15350	15737	15733	15814	16696
717	13295	11855	11830	13858	15383	15394	15352	15738	15743	15815	18052
718	13296	11859	11832	13860	15384	15397	15357	15742	15744	15817	18054
719	13297	11862	11833	13862	15386	15403	15367	15748	15745	15818	18055
720	13298	11864	11834	13871	15395	15404	15368	15751	15746	15824	18056

продолжение приложения 2

721	13299	11865	11836	13873	15398	15406	15369	15753	15747	15828	18058
722	13300	11866	11837	13875	15399	15407	15370	15754	15749	15831	18059
723	13301	11868	11839	13876	15401	15409	15371	15755	15750	15832	18061
724	13302	11869	11843	13877	15402	15410	15373	15758	15752	15833	18065
725	13303	11871	11854	13878	15408	15425	15374	15759	15757	15834	18068
726	13304	11875	11856	13879	15413	15429	15376	15761	15767	15835	18070
727	13305	11878	11857	13880	15417	15449	15405	15762	15768	15837	18071
728	13306	11879	11858	13882	15423	15460	15459	15772	15769	15838	18072
729	13307	11880	11860	13884	15424	15464	15461	15775	15770	15839	18074
730	13308	11882	11861	13886	15426	15480	15462	15777	15771	15841	18075
731	13310	11886	11870	13888	15427	15491	15463	15778	15773	15842	18077
732	13344	11887	11872	13895	15428	15492	15466	17745	15774	15848	18081
733	13348	11888	11873	13896	15430	15493	15468	17747	15776	15852	18096
734	13360	11889	11874	13897	15432	15494	15475	17750	15812	15855	18098
735	13478	11890	11876	13996	15434	15495	15476	17751	15816	15856	18099
736	13479	11892	11877	14011	15447	15496	15477	17752	15819	15857	18100
737	13480	11893	11942	14014	15450	15497	15478	17753	15820	15858	18102
738	13482	11894	11944	14015	15451	15498	15479	17754	15821	17974	18103
739	13483	11895	11945	14016	15453	15500	15481	17757	15822	17980	18120
740	13484	11896	11946	14018	15454	15502	15482	17761	15836	17981	18122
741	13492	11898	11948	14022	15499	15504	15484	17763	15840	17982	18123
742	13493	11902	11949	14031	15501	15508	15488	17764	15843	17983	18124
743	13494	11903	11951	14033	15520	15511	15503	17765	15844	17984	18126
744	13496	11904	11955	14035	15523	15512	15505	17766	15845	17986	18127
745	13555	11905	11958	14036	15525	15513	15506	17767	15846	17987	18212
746	13556	11906	11960	14037	15526	15514	15507	17768	17749	17996	18214
747	13557	11908	11961	14038	17659	15515	15510	17769	17906	17998	18215
748	13559	11909	11962	14039	17660	15516	15517	17770	17926	17999	18216
749	13560	11920	11964	14040	17661	15518	15527	17789	17972	18000	18218
750	13561	11936	11965	14042	17662	15519	15528	17809	17973	18002	18219
751	13563	11943	11967	14044	17663	15521	15529	17813	17975	18003	18221
752	13567	11947	11971	14046	17664	15522	15530	17898	17976	18018	18225
753	13571	11959	11982	14048	17666	15524	15531	17902	17978	18053	18228
754	13572	11963	11984	14055	17668	15532	15533	17904	17979	18057	18230
755	13573	11974	11985	14056	17675	15535	15534	17905	17985	18069	18231
756	13575	11975	11986	14057	17676	15537	15536	17907	17988	18073	18232
757	13576	11976	11988	14596	17677	15538	15576	17908	17990	18084	18234
758	13577	11977	11989	14611	17678	17665	15579	17909	17991	18085	18235
759	13579	11978	11998	14612	17679	17667	15581	17910	17992	18086	18237
760	13583	11980	12000	14614	17680	17669	15582	17911	17994	18087	18241
761	13586	11981	12001	14615	17681	17670	15596	17914	17995	18088	18256
762	13587	11983	12002	14618	17682	17671	15600	17918	17997	18090	18258
763	13588	11987	12004	14620	17684	17672	15603	17920	18001	18091	18259
764	13589	11990	12005	14631	17688	17673	15604	17921	18006	18093	18260
765	13590	11991	12904	14633	17693	17674	15605	17922	18016	18097	18262
766	13591	11992	12905	14635	17697	17683	15606	17923	18017	18101	18263
767	13592	11993	12906	14636	17703	17685	15732	17924	18019	18104	18280
768	13593	11994	12908	14637	17704	17686	15739	17925	18020	18105	18282
769	13594	11996	12909	14638	17705	17687	15740	17927	18022	18106	18283
770	13595	11997	12910	14639	17706	17690	15741	17942	18023	18107	18284
771	13596	11999	12920	14640	17707	17709	15756	17946	18025	18108	18286
772	13597	12003	12921	14642	17708	17740	15760	17964	18040	18110	18287

продолжение приложения 2

773	13598	12936	12922	14644	17710	17744	15763	17968	18042	18111	18627
774	13599	12937	12924	14646	17712	17756	15764	17977	18043	18112	18629
775	13600	12938	12925	14648	17714	17771	15765	17989	18044	18114	18630
776	13601	12940	12926	14655	17717	17773	15766	17993	18046	18115	18631
777	13602	12941	12928	14656	17721	17774	17689	18004	18047	18121	18633
778	13603	12942	12929	14657	17727	17775	17739	18007	18089	18125	18634
779	13604	12952	12930	14740	17728	17776	17741	18008	18092	18128	18636
780	13605	12953	12932	14756	17729	17777	17742	18009	18094	18129	18640
781	13606	12954	12933	14771	17730	17778	17743	18010	18095	18130	18643
782	13607	12956	12934	14772	17731	17782	17746	18011	18109	18131	18645
783	13608	12957	12935	14773	17732	17784	17748	18015	18113	18138	18646
784	13609	12958	12939	14774	17733	17788	17755	18021	18116	18140	18649
785	13610	12960	12944	14775	17734	17791	17758	18024	18117	18142	18652
786	13611	12961	12945	14776	17736	17792	17759	18026	18118	18143	18656
787	13612	12962	12946	14778	17738	17793	17760	18027	18119	18144	18668
788	13613	12964	12948	14780	17772	17794	17762	18028	18132	18145	18670
789	13647	12965	12949	14782	17779	17795	17783	18029	18133	18146	18671
790	13651	12966	12950	14784	17780	17797	17785	18030	18134	18147	18672
791	13672	12967	12951	14791	17781	17798	17786	18031	18135	18156	18674
792	13685	12968	12955	14792	17796	17799	17787	18032	18136	18158	18675
793	13686	12969	12959	14793	17800	17802	17790	18033	18139	18159	18684
794	13688	12971	12963	14795	17803	17808	17801	18034	18141	18160	18686
795	13689	12972	12975	14796	17804	17815	17807	18035	18148	18162	18687
796	13690	12973	12979	14797	17805	17816	17810	18037	18150	18163	18690
797	13691	12976	13032	14798	17806	17817	17811	18039	18151	18182	18757
798	13693	12977	13033	14799	17819	17825	17812	18041	18152	18213	18759
799	13695	12978	13034	14800	17820	17827	17814	18045	18153	18217	18760
800	13697	12980	13036	14802	17821	17829	17818	18048	18154	18229	18761
801	0	12981	13037	14804	17822	17830	17845	18049	18155	18233	18763
802	0	12982	13038	14806	17823	17831	17896	18050	18157	18244	18764
803	0	12983	13048	14808	17824	17832	17899	18051	18161	18246	18766
804	0	12984	13049	14815	17826	17833	17900	18137	18166	18247	18770
805	0	12985	13050	14816	17828	17834	17903	18149	18176	18248	18773
806	0	12987	13052	14817	17835	17843	17912	18164	18177	18249	18775
807	0	12988	13053	15220	17836	17846	17913	18165	18178	18250	18776
808	0	12989	13054	15240	17837	17847	17915	18167	18179	18251	18777
809	0	13064	13056	15251	17838	17849	17916	18168	18180	18255	18779
810	0	13065	13057	15252	17839	17850	17919	18169	18183	18257	18780
811	0	13066	13058	15253	17841	17869	17940	18170	18185	18261	18781
812	0	13068	13060	15254	17842	17897	17943	18171	18194	18264	18782
813	0	13069	13061	15255	17844	17901	17944	18173	18200	18265	18784
814	0	13070	13062	15256	17848	17917	17947	18175	18202	18266	18785
815	0	13080	13063	15258	17853	17928	17954	18181	18203	18267	18786
816	0	13081	13067	15260	17857	17930	17962	18184	18204	18268	18788
817	0	13082	13072	15262	17863	17931	17963	18186	18205	18270	18797
818	0	13084	13073	15264	17864	17932	17965	18187	18206	18271	18799
819	0	13085	13074	15271	17865	17933	17966	18188	18207	18272	18800
820	0	13086	13076	15272	17866	17934	17969	18189	18211	18274	18801
821	0	13088	13077	15273	17867	17935	17971	18190	18245	18275	18803
822	0	13089	13078	15275	17868	17939	18005	18191	18252	18281	18804
823	0	13090	13079	15276	17870	17941	18012	18192	18253	18285	18813
824	0	13092	13083	15278	17872	17945	18013	18193	18254	18288	18815

продолжение приложения 2

825	0	13093	13087	15279	17874	17948	18014	18195	18269	18289	18816
826	0	13094	13091	15280	17877	17949	18036	18197	18273	18290	18817
827	0	13095	13103	15281	17886	17950	18038	18199	18276	18291	18819
828	0	13099	13107	15282	17887	17951	18172	18201	18277	18556	18820
829	0	13104	13183	15284	17888	17952	18174	18208	18278	18558	18854
830	0	13105	13185	15286	17889	17955	18196	18209	18279	18559	18858
831	0	13106	13186	15292	17890	17956	18198	18210	18382	18560	18861
832	0	13108	13187	15295	17892	17958	18356	18364	18548	18562	18862
833	0	13109	13189	15297	17893	17959	18358	18366	18550	18563	18863
834	0	13110	13190	15298	17895	17967	18359	18367	18551	18572	18864
835	0	13111	13192	15396	17929	17970	18360	18368	18552	18574	18878
836	0	13115	13196	15400	17936	18300	18362	18370	18554	18575	18882
837	0	13116	13199	15411	17937	18302	18363	18371	18555	18576	18885
838	0	13117	13201	15412	17938	18303	18365	18380	18557	18578	18886
839	0	13119	13202	15414	17953	18304	18369	18383	18561	18579	18887
840	0	13120	13203	15415	17957	18306	18372	18384	18564	18628	18888
841	0	13121	13205	15416	17960	18307	18374	18386	18565	18632	19014
842	0	13123	13206	15418	17961	18316	18375	18387	18566	18644	19018
843	0	13124	13208	15420	18292	18318	18376	18492	18567	18647	19021
844	0	13125	13212	15422	18294	18319	18378	18494	18568	18648	19022
845	0	13127	13223	15431	18295	18320	18379	18495	18570	18650	19023
846	0	13128	13225	15433	18296	18322	18381	18496	18571	18659	19024
847	0	13129	13226	15435	18298	18323	18385	18498	18573	18661	19038
848	0	13130	13227	15436	18299	18357	18396	18499	18577	18662	19042
849	0	13131	13229	15437	18301	18361	18398	18508	18592	18663	19045
850	0	13132	13230	15438	18305	18373	18399	18510	18594	18665	19046
851	0	13133	13239	15439	18308	18377	18400	18511	18595	18666	19047
852	0	13134	13241	15440	18310	18388	18402	18512	18596	18669	19048
853	0	13135	13242	15441	18311	18390	18403	18514	18598	18673	19494
854	0	13136	13243	15442	18312	18391	18412	18515	18599	18676	19498
855	0	13137	13245	15444	18314	18392	18414	18549	18606	18678	19501
856	0	13139	13246	15446	18315	18394	18415	18553	18616	18679	19502
857	0	13140	13311	15448	18317	18395	18416	18569	18617	18680	19503
858	0	13141	13313	15452	18321	18397	18418	18580	18618	18682	19517
859	0	13143	13314	15455	18332	18401	18419	18582	18619	18683	19521
860	0	13144	13315	15456	18334	18404	18484	18583	18620	18685	19524
861	0	13145	13317	15457	18335	18406	18486	18584	18622	18688	19643
862	0	13146	13318	15458	18336	18407	18487	18586	18623	18689	19647
863	0	13147	13320	17691	18338	18408	18488	18587	18625	18691	19658
864	0	13148	13324	17692	18339	18410	18490	18593	18660	18700	19659
865	0	13149	13327	17694	18348	18411	18491	18597	18664	18702	19661
866	0	13150	13329	17695	18350	18413	18493	18600	18667	18703	19662
867	0	13161	13330	17696	18351	18417	18497	18601	18677	18704	19663
868	0	13165	13331	17698	18352	18428	18500	18602	18681	18706	19665
869	0	13177	13333	17700	18354	18430	18502	18603	18692	18707	20364
870	0	13181	13334	17702	18355	18431	18503	18604	18694	18716	20366
871	0	13184	13336	17711	18389	18432	18504	18607	18695	18718	20367
872	0	13188	13340	17713	18393	18434	18506	18608	18696	18719	20370
873	0	13200	13351	17715	18405	18435	18507	18610	18698	18720	20373
874	0	13204	13353	17716	18409	18444	18509	18611	18699	18722	20376
875	0	13215	13354	17718	18420	18446	18513	18621	18701	18723	20377
876	0	13216	13355	17719	18422	18447	18524	18624	18705	18758	20379

продолжение приложения 2

877	0	13217	13357	17720	18423	18448	18526	18626	18708	18762	20380
878	0	13218	13358	17722	18424	18450	18527	18693	18710	18774	20382
879	0	13219	13367	17724	18426	18451	18528	18697	18711	18778	20383
880	0	13220	13369	17726	18427	18485	18530	18709	18712	18789	20384
881	0	13221	13370	17735	18429	18489	18531	18713	18714	18791	20386
882	0	13222	13371	17737	18433	18501	18540	18724	18715	18792	20387
883	0	13224	13373	17840	18436	18505	18542	18726	18717	18793	20389
884	0	13228	13374	17851	18438	18516	18543	18727	18721	18795	20392
885	0	13231	13416	17852	18439	18518	18544	18728	18733	18796	20393
886	0	13232	13417	17854	18440	18519	18546	18730	18735	18798	20395
887	0	13233	13418	17855	18442	18520	18547	18731	18736	18802	20404
888	0	13234	13420	17856	18443	18522	18581	18734	18737	18805	20406
889	0	13235	13421	17858	18445	18523	18585	18738	18739	18807	20407
890	0	13236	13422	17860	18449	18525	18588	18741	18740	18808	20410
891	0	13237	13432	17862	18460	18529	18589	18743	18749	18809	20420
892	0	13238	13433	17871	18462	18532	18590	18744	18751	18811	20422
893	0	13240	13434	17873	18463	18534	18591	18745	18752	18812	20423
894	0	13244	13436	17875	18464	18535	18605	18747	18753	18814	20424
895	0	13247	13438	17876	18466	18536	18609	18748	18755	18818	20426
896	0	13251	13439	17878	18467	18538	18612	18750	18756	20308	20427
897	0	13255	13440	17879	18476	18539	18613	18754	18790	20310	20492
898	0	13257	13442	17881	18478	18541	18614	20116	18794	20311	20494
899	0	13258	13443	17882	18479	18545	18615	20118	18806	20312	20495
900	0	13259	13444	17884	18480	20052	18725	20119	18810	20314	20496
901	0	13261	13445	17891	18482	20054	18729	20120	20300	20315	20498
902	0	13262	13449	17894	18483	20055	18732	20122	20302	20324	20499
903	0	13263	13454	18293	18517	20056	18742	20123	20303	20326	20500
904	0	13267	13455	18297	18521	20058	18746	20132	20304	20327	20501
905	0	13268	13456	18309	18533	20059	20108	20134	20306	20328	20503
906	0	13269	13458	18313	18537	20068	20110	20135	20307	20330	20504
907	0	13271	13460	18324	20044	20070	20111	20136	20309	20331	20505
908	0	13273	13461	18326	20046	20071	20112	20138	20313	20365	20507
909	0	13274	13469	18327	20047	20072	20114	20139	20316	20368	20508
910	0	13275	13473	18328	20048	20074	20115	20244	20318	20369	20510
911	0	13276	13485	18330	20050	20075	20117	20246	20319	20371	20511
912	0	13277	13488	18331	20051	20109	20121	20247	20320	20381	20512
913	0	13278	13521	18333	20053	20113	20124	20248	20322	20385	20514
914	0	13309	13525	18337	20057	20125	20126	20250	20323	20396	20515
915	0	13312	13542	18340	20060	20129	20127	20251	20325	20398	20516
916	0	13316	13543	18342	20062	20140	20128	20260	20329	20399	20517
917	0	13328	13545	18343	20063	20142	20130	20262	20340	20400	20519
918	0	13332	13614	18344	20064	20143	20131	20263	20342	20402	20520
919	0	13343	13616	18346	20066	20144	20133	20264	20343	20403	20521
920	0	13345	13617	18347	20067	20146	20137	20266	20344	20405	20523
921	0	13346	13618	18349	20069	20147	20148	20267	20346	20408	20532
922	0	13347	13620	18353	20073	20149	20150	20301	20347	20409	20534
923	0	13349	13621	18421	20084	20153	20151	20305	20356	20411	20535
924	0	13350	13623	18425	20086	20156	20152	20317	20358	20412	20536
925	0	13352	13627	18437	20087	20158	20154	20321	20359	20414	20538
926	0	13356	13630	18441	20088	20159	20155	20332	20360	20415	20539
927	0	13359	13632	18452	20090	20160	20164	20334	20362	20416	20548
928	0	13361	13633	18454	20091	20162	20166	20335	20363	20418	20550

продолжение приложения 2

929	0	13362	13637	18455	20100	20163	20167	20336	20397	20419	20551
930	0	13363	13639	18456	20102	20165	20168	20338	20401	20421	20552
931	0	13364	13643	18458	20103	20169	20170	20339	20413	20425	20554
932	0	13365	13654	18459	20104	20180	20171	20341	20417	20436	20555
933	0	13366	13656	18461	20106	20182	20236	20345	20428	20438	20796
934	0	13368	13657	18465	20107	20183	20238	20348	20430	20439	20798
935	0	13372	13658	18468	20141	20184	20239	20350	20431	20440	20799
936	0	13446	13659	18470	20145	20186	20240	20351	20432	20442	20800
937	0	13447	13665	18471	20157	20187	20242	20352	20434	20443	20802
938	0	13448	13666	18472	20161	20196	20243	20354	20435	20452	20803
939	0	13450	13667	18474	20172	20198	20245	20355	20437	20454	20804
940	0	13451	13668	18475	20174	20199	20249	20357	20441	20455	20805
941	0	13452	13716	18477	20175	20200	20252	20361	20444	20456	20807
942	0	13462	13722	18481	20176	20202	20254	20429	20446	20458	20808
943	0	13463	13723	20045	20178	20203	20255	20433	20447	20459	20809
944	0	13464	13724	20049	20179	20237	20256	20445	20448	20493	20811
945	0	13466	13726	20061	20181	20241	20258	20449	20450	20497	20812
946	0	13468	13728	20065	20185	20253	20259	20460	20451	20509	20814
947	0	13470	13859	20076	20188	20257	20261	20462	20453	20513	20815
948	0	13471	13861	20078	20190	20268	20265	20463	20457	20524	20819
949	0	13472	13883	20079	20191	20270	20276	20464	20468	20526	20820
950	0	13474	13885	20080	20192	20271	20278	20466	20470	20527	20821
951	0	13475	14012	20082	20194	20272	20279	20467	20471	20528	20823
952	0	13476	14019	20083	20195	20274	20280	20469	20472	20530	20825
953	0	13477	14020	20085	20197	20275	20282	20473	20474	20531	20836
954	0	13481	14021	20089	20201	20277	20283	20476	20475	20533	20838
955	0	13486	14043	20092	20212	20281	20292	20478	20484	20537	20839
956	0	13487	14045	20094	20214	20284	20294	20479	20486	20540	20840
957	0	13489	14616	20095	20215	20286	20295	20480	20487	20542	20842
958	0	13490	14619	20096	20216	20287	20296	20482	20488	20543	20843
959	0	13491	14621	20098	20218	20288	20298	20483	20490	20544	20852
960	0	13495	14622	20099	20219	20290	20299	20485	20491	20546	20854
961	0	13547	14643	20101	20228	20291	20333	20489	20525	20547	20855
962	0	13548	14645	20105	20230	20293	20337	20618	20529	20549	20856
963	0	13549	14779	20173	20231	20297	20349	20620	20541	20553	20858
964	0	13551	14781	20177	20232	20564	20353	20621	20545	20740	20859
965	0	13553	14803	20189	20234	20566	20461	20622	20732	20742	20915
966	0	13554	14805	20193	20235	20567	20465	20624	20734	20743	20917
967	0	13558	15259	20204	20269	20568	20477	20625	20735	20744	20918
968	0	13562	15261	20206	20273	20570	20481	20634	20736	20746	20920
969	0	13564	15283	20207	20285	20571	20610	20636	20738	20747	20922
970	0	13565	15285	20208	20289	20580	20612	20637	20739	20756	20956
971	0	13566	15419	20210	20556	20582	20613	20639	20741	20758	20959
972	0	13568	15421	20211	20558	20583	20614	20641	20745	20759	20960
973	0	13569	15443	20213	20559	20585	20616	20670	20748	20763	20962
974	0	13570	15445	20217	20560	20587	20617	20726	20750	20797	20972
975	0	13578	17699	20220	20562	20608	20619	20733	20751	20801	20975
976	0	13580	17701	20222	20563	20611	20623	20737	20755	20813	20976
977	0	13581	17723	20223	20565	20615	20626	20749	20757	20817	20978
978	0	13585	17725	20224	20569	20627	20628	20753	20761	20828	21083
979	0	13615	17859	20226	20572	20631	20629	20764	20772	20830	21084
980	0	13619	17861	20227	20574	20642	20633	20766	20774	20831	21086

продолжение приложения 2

981	0	13631	17880	20229	20575	20644	20635	20767	20775	20832	21087
982	0	13635	17883	20233	20579	20645	20650	20768	20776	20834	21088
983	0	13646	17885	20557	20581	20646	20652	20770	20778	20835	21090
984	0	13648	18325	20561	20594	20648	20653	20771	20779	20837	21099
985	0	13649	18329	20573	20596	20649	20654	20773	20788	20841	21100
986	0	13650	18341	20577	20597	20651	20655	20777	20790	20844	21102
987	0	13652	18345	20588	20598	20657	20656	20780	20791	20846	21103
988	0	13653	18453	20590	20599	20659	20665	20782	20792	20847	21104
989	0	13655	18457	20591	20604	20660	20666	20783	20794	20848	21106
990	0	13660	18469	20592	20605	20661	20667	20784	20795	20850	21470
991	0	13661	18473	20593	20606	20662	20668	20785	20829	20851	21471
992	0	13662	20077	20595	20607	20663	20718	20786	20833	20853	21473
993	0	13663	20081	20600	20609	20664	20724	20787	20845	20857	21474
994	0	13664	20093	20601	20643	20669	20725	20789	20849	20886	21475
995	0	13692	20097	20602	20647	20694	20727	20793	20878	20908	21477
996	0	13714	20205	20603	20658	20716	20729	20876	20884	20909	21486
997	0	13715	20209	20687	20693	20717	20731	20877	20885	20910	21487
998	0	13717	20221	20688	20695	20719	20765	20879	20887	20912	21489
999	0	13719	20225	20690	20697	20721	20769	20881	20889	20914	21491
1000	0	13721	20589	20692	20699	20723	20781	20883	20891	20916	21583

Приложение 3

Приведены данные по количеству сырья, извлекаемого из карьера и необходимых добавок по годам отработки

Блок_IDs	Год									
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	964	506	494	458	428	416	386	184	56	54
2	966	507	495	464	430	418	388	186	58	57
3	988	508	496	466	452	424	389	202	64	128
4	990	509	497	467	454	426	390	206	66	130
5	1124	510	498	468	455	427	412	207	67	156
6	1126	952	504	469	456	429	414	208	68	157
7	1148	954	884	470	457	588	415	209	69	160
8	1150	956	886	492	638	590	417	210	70	161
9	2117	957	906	846	642	606	554	318	146	188
10	2119	958	908	858	643	616	558	322	158	189
11	2141	960	909	862	644	617	560	323	162	192
12	2143	961	910	870	645	618	561	324	166	193
13	2277	962	924	872	646	620	562	325	170	250
14	2279	963	926	873	662	621	563	326	171	252
15	2301	965	934	874	666	622	564	342	172	268
16	2303	976	936	876	667	626	565	346	173	270
17	2721	978	937	877	668	630	566	347	174	280
18	2723	980	938	878	669	631	576	348	175	281
19	2745	981	939	879	670	632	578	349	176	284
20	2747	982	940	880	798	633	580	350	177	285
21	2873	984	941	881	802	634	581	374	178	296
22	2875	985	942	882	803	635	582	375	179	297
23	2897	986	944	883	804	636	584	376	180	300
24	2899	987	945	885	805	637	585	377	181	301
25	2923	989	946	890	806	639	586	378	182	304
26	2925	1086	948	894	822	640	587	384	183	305
27	2926	1098	949	895	826	641	589	387	185	308
28	2927	1110	950	896	827	648	596	524	190	309
29	2933	1112	951	897	828	649	598	526	194	328
30	3073	1113	953	898	829	650	604	530	195	329
31	3075	1114	955	899	830	652	608	534	196	332
32	3085	1116	959	900	838	653	609	535	197	333
33	3086	1117	968	901	844	654	610	536	198	1190
34	3087	1118	969	902	850	655	612	537	199	1192
35	3089	1119	970	903	854	656	613	538	200	1208
36	3090	1120	971	904	855	657	614	539	201	1210
37	3091	1121	972	905	856	658	615	540	203	1220
38	3093	1122	973	907	857	659	619	541	204	1221
39	3094	1123	974	916	859	660	623	542	205	1224
40	3095	1125	975	918	860	661	624	544	282	1225
41	3097	1130	977	927	861	663	625	545	286	1236
42	3098	1135	979	928	863	664	627	546	298	1237
43	3099	1136	983	929	864	665	628	548	302	1240
44	3100	1138	1038	930	865	724	629	549	306	1241
45	3101	1139	1042	931	866	726	647	550	310	1244
46	3102	1140	1043	932	867	748	651	551	311	1245

продолжение приложения 3

47	3104	1141	1044	933	868	750	712	552	312	1248
48	3105	1142	1045	935	869	760	714	553	313	1249
49	3106	1144	1046	943	871	761	716	555	314	1268
50	3108	1145	1062	947	875	762	717	556	315	1269
51	3117	1146	1066	967	887	764	718	557	316	1272
52	3118	1147	1067	1002	888	765	720	559	317	1273
53	3119	1149	1068	1006	889	766	721	567	319	1330
54	3121	2095	1069	1018	891	776	722	568	320	1332
55	3122	2105	1070	1022	892	777	723	569	321	1348
56	3123	2107	1074	1026	893	778	725	570	330	1350
57	3124	2109	1078	1030	994	780	736	571	334	1360
58	3126	2110	1079	1031	998	781	738	572	335	1361
59	3128	2111	1080	1032	999	782	740	573	336	1364
60	3132	2113	1081	1033	1000	784	741	574	337	1365
61	3156	2114	1082	1034	1001	785	742	575	338	1376
62	3160	2115	1083	1035	1003	786	744	577	339	1377
63	3229	2116	1084	1036	1004	788	745	579	340	1380
64	3230	2118	1085	1037	1005	789	746	583	341	1381
65	3231	2127	1090	1039	1010	790	747	607	343	1384
66	3233	2129	1094	1040	1014	791	749	611	344	1385
67	3234	2130	1095	1041	1015	792	752	674	345	1388
68	3235	2131	1096	1050	1016	793	753	678	372	1389
69	3245	2133	1097	1054	1017	794	754	679	516	1408
70	3246	2134	1099	1055	1019	795	756	680	518	1409
71	3247	2135	1100	1056	1020	796	757	681	527	1412
72	3249	2136	1101	1057	1021	797	758	682	528	1413
73	3250	2137	1102	1058	1023	799	759	683	529	1468
74	3251	2138	1103	1059	1024	800	763	684	531	1490
75	3253	2139	1104	1060	1025	801	768	685	532	1491
76	3254	2140	1105	1061	1027	808	769	686	533	1514
77	3255	2142	1106	1063	1028	809	770	690	543	1515
78	3257	2235	1107	1064	1029	810	772	694	547	8596
79	3258	2255	1108	1065	1047	812	773	695	671	8600
80	3259	2259	1109	1071	1048	813	774	696	672	8601
81	3260	2264	1111	1072	1049	814	775	697	673	8605
82	3262	2265	1115	1073	1051	815	779	698	675	8625
83	3264	2267	1127	1075	1052	816	783	699	676	8627
84	3268	2268	1128	1076	1053	817	787	700	677	8672
85	3277	2269	1129	1077	1791	818	807	701	687	8676
86	3278	2270	1131	1087	1795	819	811	702	688	8677
87	3279	2271	1132	1088	1796	820	1705	703	689	8681
88	3281	2273	1133	1089	1797	821	1707	704	691	8688
89	3282	2274	1134	1091	1798	823	1709	705	692	8692
90	3283	2275	1137	1092	1799	824	1710	706	693	8693
91	3284	2276	1143	1093	1811	825	1711	707	1222	8697
92	3286	2278	2031	1995	1815	836	1713	708	1226	8701
93	3288	2287	2035	1999	1817	847	1714	709	1238	8703
94	3292	2289	2036	2011	1818	848	1715	710	1242	8709
95	3300	2290	2037	2015	1819	849	1716	711	1246	8711
96	3304	2291	2038	2019	1820	851	1718	713	1250	8770
97	3316	2293	2039	2023	1821	852	1729	715	1251	8775
98	3320	2294	2055	2024	1822	853	1731	719	1252	8799

продолжение приложения 3

99	4509	2295	2059	2025	1823	991	1733	727	1253	17228
100	4510	2296	2060	2026	1951	992	1734	728	1254	17245
101	4511	2297	2061	2027	1955	993	1735	729	1255	17269
102	4513	2298	2062	2028	1956	995	1737	730	1256	17273
103	4514	2299	2063	2029	1957	996	1738	731	1257	17285
104	4515	2300	2067	2030	1958	997	1739	732	1259	17289
105	4525	2302	2071	2032	1959	1007	1740	733	1260	17340
106	4526	2679	2072	2033	1975	1008	1742	734	1261	17344
107	4527	2703	2073	2034	1979	1009	1745	735	1270	17356
108	4529	2708	2074	2043	1980	1011	1746	737	1274	17360
109	4530	2709	2075	2047	1981	1012	1747	739	1275	17373
110	4531	2711	2076	2048	1982	1013	1749	743	1276	17377
111	4533	2712	2077	2049	1983	1717	1750	751	1277	17384
112	4534	2713	2078	2050	1987	1719	1751	755	1278	17388
113	4535	2714	2079	2051	1991	1741	1752	767	1279	17392
114	4537	2715	2083	2052	1992	1743	1756	771	1280	17394
115	4538	2717	2087	2053	1993	1753	1761	1258	1281	17397
116	4539	2718	2088	2054	1994	1754	1762	1262	1283	17401
117	4540	2719	2089	2056	1996	1755	1763	1263	1284	17408
118	4542	2720	2090	2057	1997	1757	1765	1264	1285	17412
119	4544	2722	2091	2058	1998	1758	1766	1265	1362	17416
120	4548	2733	2092	2064	2003	1759	1767	1266	1366	17418
121	4557	2735	2093	2065	2005	1769	1768	1282	1378	17429
122	4558	2737	2094	2066	2006	1770	1772	1286	1382	17433
123	4559	2738	2096	2068	2007	1771	1776	1287	1386	17445
124	4561	2739	2097	2069	2008	1773	1780	1288	1390	17449
125	4562	2741	2098	2070	2009	1774	1800	1289	1391	17500
126	4563	2742	2099	2080	2010	1775	1804	1290	1392	17504
127	4564	2743	2100	2081	2012	1777	1865	1398	1393	17516
128	4566	2744	2101	2082	2013	1778	1867	1402	1394	17520
129	4568	2746	2102	2084	2014	1779	1869	1403	1395	17533
130	4572	2835	2103	2085	2016	1781	1870	1404	1396	17537
131	4580	2847	2104	2086	2017	1782	1871	1405	1397	17544
132	4584	2859	2106	2155	2018	1783	1873	1406	1399	17548
133	4596	2861	2108	2159	2020	1784	1874	1422	1400	17552
134	4600	2862	2112	2171	2021	1785	1875	1426	1401	17554
135	4669	2863	2120	2175	2022	1786	1876	1427	1410	17557
136	4670	2865	2121	2179	2040	1787	1878	1428	1414	17561
137	4671	2866	2122	2183	2041	1788	1889	1429	1415	17568
138	4673	2867	2123	2184	2042	1789	1891	1430	1416	17572
139	4674	2868	2124	2185	2044	1790	1893	1530	1417	17576
140	4675	2869	2125	2186	2045	1792	1894	1532	1418	17578
141	4685	2870	2126	2187	2046	1793	1895	1533	1419	21832
142	4686	2871	2128	2188	2147	1794	1897	1534	1420	21836
143	4687	2872	2132	2189	2151	1801	1898	1546	1421	21848
144	4689	2874	2197	2190	2152	1802	1899	1550	1423	21852
145	4690	2879	2199	2191	2153	1803	1900	1551	1424	21903
146	4691	2884	2215	2192	2154	1805	1902	1643	1425	21907
147	4693	2885	2219	2193	2156	1806	1903	1647	1492	21919
148	4694	2887	2220	2194	2157	1807	1905	1659	1494	21923
149	4695	2888	2221	2195	2158	1808	1906	1663	1495	21936
150	4697	2889	2222	2196	2163	1809	1907	1667	1496	21940

продолжение приложения 3

151	4698	2890	2223	2198	2167	1810	1909	1671	1506	21947
152	4699	2891	2233	2203	2168	1812	1910	1672	1507	21951
153	4700	2893	2234	2207	2169	1813	1911	1673	1508	21955
154	4702	2894	2237	2208	2170	1814	1912	1674	1510	21957
155	4704	2895	2238	2209	2172	1816	1916	1675	1511	21960
156	4708	2896	2239	2210	2173	1877	1921	1676	1512	21964
157	4717	2898	2243	2211	2174	1879	1922	1677	1516	21971
158	4718	2921	2247	2212	2176	1901	1923	1678	1518	21975
159	4719	2924	2248	2213	2177	1913	1925	1679	1519	21979
160	4721	3065	2249	2214	2178	1914	1926	1683	1520	21981
161	4722	3067	2250	2216	2180	1915	1927	1687	1521	21992
162	4723	3077	2251	2217	2181	1917	1928	1688	1522	21996
163	4724	3078	2252	2218	2182	1918	1932	1689	1523	22008
164	4726	3079	2253	2224	2200	1919	1933	1690	1524	22012
165	4728	3081	2254	2225	2201	1929	1934	1691	1525	22063
166	4732	3082	2257	2226	2202	1930	1936	1692	1526	22067
167	4740	3083	2258	2227	2204	1931	1940	1693	1527	22079
168	4744	3084	2261	2228	2205	1935	1960	1694	1528	22083
169	4756	3088	2262	2229	2206	1937	1964	1695	1529	22096
170	4760	3092	2263	2230	2423	1938	1965	1696	1531	22100
171	5149	3096	2266	2231	2427	1939	1966	1697	1536	22107
172	5150	3116	2272	2232	2429	1941	2335	1698	1537	22111
173	5151	3120	2280	2236	2430	1942	2345	1699	1538	22115
174	5153	3221	2281	2240	2431	1943	2347	1700	1540	22117
175	5154	3222	2282	2241	2432	1944	2349	1701	1541	22120
176	5155	3223	2283	2242	2433	1945	2350	1702	1542	22124
177	5165	3224	2284	2244	2434	1946	2351	1703	1543	22131
178	5166	3225	2285	2245	2435	1947	2353	1704	1544	22135
179	5167	3226	2286	2246	2446	1948	2354	1706	1545	22139
180	5169	3227	2288	2256	2450	1949	2355	1708	1547	22141
181	5170	3228	2292	2260	2452	1950	2356	1712	1548	22232
182	5171	3232	2635	2599	2453	1952	2358	1720	1549	22236
183	5173	3236	2639	2603	2454	1953	2367	1721	1609	22248
184	5174	3237	2640	2615	2455	1954	2369	1722	1610	22252
185	5175	3238	2641	2619	2456	1961	2371	1723	1611	22299
186	5177	3239	2642	2623	2457	1962	2372	1724	1613	22303
187	5178	3241	2643	2627	2458	1963	2373	1725	1614	22315
188	5179	3242	2659	2628	2567	1967	2374	1726	1615	22319
189	5180	3243	2663	2629	2569	1968	2375	1727	1625	22332
190	5182	3244	2664	2630	2570	1969	2376	1728	1626	22336
191	5184	3248	2665	2631	2571	1970	2377	1730	1627	22343
192	5188	3252	2666	2632	2581	1971	2378	1732	1629	22347
193	5197	3256	2667	2633	2582	1972	2381	1736	1630	22351
194	5198	3276	2671	2634	2583	1973	2382	1744	1631	22353
195	5199	3280	2675	2636	2585	1974	2383	1748	1633	22356
196	5201	4501	2676	2637	2586	1976	2385	1760	1634	22360
197	5202	4502	2677	2638	2587	1977	2386	1764	1635	22367
198	5203	4503	2678	2647	2591	1978	2387	1827	1637	22371
199	5204	4505	2680	2651	2593	1984	2388	1831	1638	22375
200	5206	4506	2681	2652	2594	1985	2392	1832	1639	22377
201	5208	4507	2682	2653	2595	1986	2397	1833	1640	0
202	5212	4508	2683	2654	2596	1988	2398	1834	1641	0

продолжение приложения 3

203	5220	4512	2687	2655	2597	1989	2399	1835	1642	0
204	5224	4517	2691	2656	2598	1990	2400	1836	1644	0
205	5236	4518	2692	2657	2600	2000	2401	1837	1645	0
206	5240	4519	2693	2658	2601	2001	2402	1838	1646	0
207	5309	4520	2694	2660	2602	2002	2403	1839	1649	0
208	5310	4521	2695	2661	2607	2004	2404	1843	1650	0
209	5311	4522	2696	2662	2609	2144	2408	1847	1651	0
210	5313	4523	2697	2668	2610	2145	2412	1848	1653	0
211	5314	4524	2698	2669	2611	2146	2416	1849	1654	0
212	5315	4528	2699	2670	2612	2148	2436	1850	1655	0
213	5325	4532	2700	2672	2613	2149	2440	1851	1656	0
214	5326	4536	2701	2673	2614	2150	2470	1852	1657	0
215	5327	4556	2702	2674	2616	2160	2474	1853	1658	0
216	5329	4560	2704	2684	2617	2161	2486	1854	1660	0
217	5330	4660	2705	2685	2618	2162	2490	1855	1661	0
218	5331	4661	2706	2686	2620	2164	2494	1856	1662	0
219	5333	4662	2707	2688	2621	2165	2498	1857	1664	0
220	5334	4663	2710	2689	2622	2166	2499	1858	1665	0
221	5335	4665	2716	2690	2624	2357	2500	1859	1666	0
222	5337	4666	2724	2759	2625	2359	2501	1860	1668	0
223	5338	4667	2725	2761	2626	2379	2502	1861	1669	0
224	5339	4668	2726	2762	2644	2389	2503	1862	1670	0
225	5340	4672	2727	2763	2645	2390	2504	1863	1680	0
226	5342	4677	2728	2773	2646	2391	2505	1864	1681	0
227	5344	4678	2729	2774	2648	2393	2506	1866	1682	0
228	5348	4679	2730	2775	2649	2394	2510	1868	1684	0
229	5357	4680	2731	2779	2650	2395	2514	1872	1685	0
230	5358	4681	2732	2783	2751	2405	2515	1880	1686	0
231	5359	4682	2734	2785	2753	2406	2516	1881	1824	0
232	5361	4683	2736	2786	2754	2407	2517	1882	1825	0
233	5362	4684	2740	2787	2755	2409	2518	1883	1826	0
234	5363	4688	2794	2788	2756	2410	2519	1884	1828	0
235	5364	4692	2798	2789	2757	2411	2520	1885	1829	0
236	5366	4696	2799	2790	2758	2413	2521	1886	1830	0
237	5368	4716	2800	2791	2760	2414	2522	1887	1840	0
238	5372	4720	2801	2792	2765	2415	2523	1888	1841	0
239	5380	5140	2813	2793	2766	2417	2524	1890	1842	0
240	5384	5141	2817	2795	2767	2418	2525	1892	1844	0
241	5396	5142	2818	2796	2769	2419	2526	1896	1845	0
242	5400	5143	2819	2797	2770	2420	2527	1904	1846	0
243	7874	5145	2823	2803	2771	2421	2528	1908	2304	0
244	7876	5146	2827	2804	2772	2422	2529	1920	2305	0
245	7877	5147	2828	2805	2776	2424	2530	1924	2306	0
246	7889	5148	2829	2809	2777	2425	2531	2311	2307	0
247	7893	5152	2830	2810	2778	2426	2535	2313	2308	0
248	7894	5157	2831	2811	2780	2428	2539	2314	2309	0
249	7895	5158	2832	2812	2781	2437	2540	2315	2310	0
250	8007	5159	2833	2814	2782	2438	2541	2316	2312	0
251	8009	5161	2834	2815	2784	2439	2542	2317	2320	0
252	8021	5162	2839	2816	2802	2441	2543	2318	2321	0
253	8025	5163	2843	2820	2806	2442	2544	2319	2322	0
254	8389	5164	2844	2821	2807	2443	2545	2323	2324	0

продолжение приложения 3

255	8393	5168	2845	2822	2808	2444	2546	2327	2325	0
256	8405	5172	2846	2824	7612	2445	2547	2328	2326	0
257	8409	5176	2848	2825	7613	2447	2551	2329	2336	0
258	8517	5196	2849	2826	7614	2448	2555	2330	2459	0
259	8521	5200	2850	2836	7616	2449	2559	2331	2460	0
260	8533	5301	2851	2837	7617	2451	2572	2332	2461	0
261	8537	5302	2852	2838	7618	2532	2576	2333	2463	0
262	9211	5303	2853	2840	7628	2533	7518	2334	2464	0
263	9215	5304	2854	2841	7629	2534	7522	2337	2465	0
264	9227	5305	2855	2842	7630	2536	7534	2338	2475	0
265	9231	5306	2856	7774	7632	2537	7538	2339	2476	0
266	9339	5307	2857	7778	7633	2538	7542	2340	2477	0
267	9343	5308	2858	7790	7634	2548	7546	2341	2479	0
268	9355	5312	2860	7794	7740	2549	7547	2342	2480	0
269	9359	5316	2864	7798	7741	2550	7548	2343	2481	0
270	9617	5317	2876	7802	7742	2552	7549	2344	7117	0
271	9628	5318	2877	7803	7744	2553	7550	2346	7118	0
272	9690	5319	2878	7804	7745	2554	7551	2348	7119	0
273	9692	5321	2880	7805	7746	2556	7552	2352	7121	0
274	9693	5322	2881	7807	7756	2557	7553	2360	7122	0
275	9694	5323	2882	7808	7757	2558	7554	2361	7123	0
276	9695	5324	2883	7809	7758	2560	7558	2362	7133	0
277	9696	5328	2886	7814	7760	2561	7562	2363	7134	0
278	9697	5332	2892	7818	7761	2562	7563	2364	7135	0
279	9698	5336	3076	7819	7762	2563	7564	2365	7137	0
280	9702	5356	3080	7820	7764	2564	7565	2366	7138	0
281	9706	5360	3220	7821	7765	2565	7566	2368	7139	0
282	9707	7838	3240	7823	7766	2566	7567	2370	7141	0
283	9708	7842	4500	7824	7768	2568	7568	2380	7142	0
284	9709	7854	4504	7825	7769	2573	7569	2384	7143	0
285	9710	7858	4516	7827	7770	2574	7570	2396	7145	0
286	9711	7862	4664	7828	7771	2575	7571	2462	7146	0
287	9712	7866	4676	7829	7772	2577	7572	2466	7147	0
288	9713	7867	5144	7831	7773	2578	7573	2467	7148	0
289	9714	7868	5156	7832	7775	2579	7574	2468	7149	0
290	9716	7869	5160	7833	7776	2580	7575	2469	7150	0
291	9717	7870	5300	7843	7777	2584	7576	2471	7152	0
292	9718	7871	5320	7844	7780	2588	7577	2472	7153	0
293	9719	7872	7806	7845	7781	2589	7578	2473	7154	0
294	9720	7873	7810	7847	7782	2590	7579	2478	7157	0
295	9721	7875	7822	7848	7784	2592	7583	2482	7158	0
296	9722	7881	7826	7849	7785	2604	7587	2483	7159	0
297	9723	7885	7830	7907	7786	2605	7588	2484	7161	0
298	9725	7886	7834	7911	7787	2606	7589	2485	7162	0
299	9727	7887	7835	7923	7788	2608	7590	2487	7163	0
300	9731	7888	7836	7927	7789	2748	7591	2488	7164	0
301	9739	7890	7837	7931	7791	2749	7592	2489	7165	0
302	9740	7891	7839	7935	7792	2750	7593	2491	7166	0
303	9741	7892	7840	7936	7793	2752	7594	2492	7168	0
304	9742	7971	7841	7937	7795	2764	7595	2493	7169	0
305	9743	7975	7846	7938	7796	2768	7599	2495	7170	0
306	9744	7987	7850	7940	7797	7580	7603	2496	7229	0

продолжение приложения 3

307	9745	7991	7851	7941	7799	7581	7607	2497	7230	0
308	9746	7995	7852	7942	7800	7582	7619	2507	7231	0
309	9747	7999	7853	7947	7801	7584	7623	2508	7233	0
310	9749	8000	7855	7951	7811	7585	7646	2509	7234	0
311	9751	8001	7856	7952	7812	7586	7662	2511	7235	0
312	9755	8002	7857	7953	7813	7596	7666	2512	7245	0
313	9763	8003	7859	7954	7815	7597	7670	2513	7246	0
314	9767	8004	7860	7956	7816	7598	7675	7151	7247	0
315	9779	8005	7861	7957	7817	7600	7676	7155	7249	0
316	9783	8006	7863	7958	7897	7601	7677	7167	7250	0
317	9850	8008	7864	7960	7898	7602	7678	7171	7251	0
318	9852	8013	7865	7961	7899	7604	7680	7263	7253	0
319	9853	8017	7878	7962	7901	7605	7681	7267	7254	0
320	9854	8018	7879	7964	7902	7606	7682	7279	7255	0
321	9855	8019	7880	7965	7903	7608	7686	7283	7257	0
322	9856	8020	7882	7966	7904	7609	7690	7375	7258	0
323	9857	8022	7883	7976	7905	7610	7691	7379	7259	0
324	9858	8023	7884	7977	7906	7611	7692	7391	7260	0
325	9862	8024	7939	7978	7908	7615	7693	7395	7261	0
326	9866	8357	7943	7980	7909	7620	7694	7486	7262	0
327	9867	8361	7955	7981	7910	7621	7695	7490	7264	0
328	9868	8373	7959	7982	7913	7622	7696	7502	7265	0
329	9869	8377	7963	8293	7914	7624	7697	7506	7266	0
330	9870	8381	7967	8295	7915	7625	7698	7510	7269	0
331	9871	8385	7968	8296	7917	7626	7699	7514	7270	0
332	9872	8386	7969	8297	7918	7627	7700	7515	7271	0
333	9873	8387	7970	8309	7919	7631	7701	7516	7273	0
334	9874	8388	7972	8311	7920	7708	7702	7517	7274	0
335	9876	8390	7973	8312	7921	7709	7704	7519	7275	0
336	9877	8391	7974	8313	7922	7710	7705	7520	7276	0
337	9878	8392	7979	8317	7924	7712	7706	7521	7277	0
338	9879	8397	7983	8319	7925	7713	7707	7526	7278	0
339	9880	8401	7984	8320	7926	7714	7711	7530	7280	0
340	9881	8402	7985	8321	7928	7724	7715	7531	7281	0
341	9882	8403	7986	8322	7929	7725	7716	7532	7282	0
342	9883	8404	7988	8323	7930	7726	7717	7533	7341	0
343	9885	8406	7989	8324	7932	7728	7718	7535	7342	0
344	9887	8407	7990	8326	7933	7729	7719	7536	7343	0
345	9891	8408	7992	8327	7934	7730	7720	7537	7345	0
346	9899	8485	7993	8328	7944	7732	7721	7539	7346	0
347	9900	8489	7994	8333	7945	7733	7722	7540	7347	0
348	9901	8501	7996	8335	7946	7734	7723	7541	7357	0
349	9902	8505	7997	8336	7948	7736	7727	7543	7358	0
350	9903	8509	7998	8337	7949	7737	7731	7544	7359	0
351	9904	8513	8010	8338	7950	7738	7735	7545	7361	0
352	9905	8514	8011	8339	8131	7739	7747	7555	7362	0
353	9906	8515	8012	8340	8132	7743	7751	7556	7363	0
354	9907	8516	8014	8342	8133	7748	8037	7557	7365	0
355	9911	8518	8015	8343	8135	7749	8041	7559	7366	0
356	9917	8519	8016	8344	8136	7750	8053	7560	7367	0
357	9921	8520	8325	8346	8137	7752	8057	7561	7369	0
358	9933	8525	8329	8347	8147	7753	8061	7638	7370	0

продолжение приложения 3

359	9937	8529	8341	8348	8148	7754	8065	7642	7371	0
360	10320	8530	8345	8350	8149	7755	8066	7643	7372	0
361	10324	8531	8349	8351	8151	7759	8067	7644	7373	0
362	10325	8532	8353	8352	8152	7763	8068	7645	7374	0
363	10326	8534	8354	8362	8153	7767	8069	7647	7376	0
364	10327	8535	8355	8363	8259	7779	8070	7648	7377	0
365	10328	8536	8356	8364	8260	7783	8071	7649	7378	0
366	10329	9179	8358	8366	8261	7896	8072	7650	7381	0
367	10330	9183	8359	8367	8263	7900	8073	7654	7382	0
368	10331	9195	8360	8368	8264	7912	8077	7658	7383	0
369	10336	9199	8365	8421	8265	7916	8081	7659	7385	0
370	10340	9203	8369	8425	8275	8099	8082	7660	7386	0
371	10341	9207	8370	8435	8276	8100	8083	7661	7387	0
372	10342	9208	8371	8436	8277	8101	8084	7663	7388	0
373	10343	9209	8372	8437	8279	8103	8085	7664	7389	0
374	10345	9210	8374	8441	8280	8104	8086	7665	7390	0
375	10346	9212	8375	8445	8281	8105	8087	7667	7392	0
376	10347	9213	8376	8449	8283	8115	8088	7668	7393	0
377	10349	9214	8378	8450	8284	8116	8089	7669	7394	0
378	10350	9219	8379	8451	8285	8117	8090	7671	7452	0
379	10351	9223	8380	8452	8287	8119	8091	7672	7453	0
380	10352	9224	8382	8454	8288	8120	8092	7673	7454	0
381	10353	9225	8383	8455	8289	8121	8093	7674	7456	0
382	10354	9226	8384	8456	8290	8123	8094	7679	7457	0
383	10355	9228	8394	8459	8291	8124	8095	7683	7458	0
384	10357	9229	8395	8460	8292	8125	8096	7684	7468	0
385	10365	9230	8396	8461	8294	8127	8097	7685	7469	0
386	10366	9307	8398	8465	8299	8128	8098	7687	7470	0
387	10367	9311	8399	8466	8300	8129	8102	7688	7472	0
388	10369	9323	8400	8467	8301	8130	8106	7689	7473	0
389	10370	9327	8453	8468	8303	8134	8107	7703	7474	0
390	10371	9331	8457	8470	8304	8139	8108	8029	7476	0
391	10381	9335	8469	8471	8305	8140	8109	8033	7477	0
392	10448	9336	8473	8472	8306	8141	8110	8034	7478	0
393	10452	9337	8477	8474	8307	8143	8111	8035	7480	0
394	10453	9338	8481	8475	8308	8144	8112	8036	7481	0
395	10454	9340	8482	8476	8310	8145	8113	8038	7482	0
396	10455	9341	8483	8478	8314	8146	8114	8039	7483	0
397	10457	9342	8484	8479	8315	8150	8118	8040	7484	0
398	10458	9347	8486	8480	8316	8227	8122	8045	7485	0
399	10459	9351	8487	8490	8318	8228	8126	8049	7487	0
400	10460	9352	8488	8491	8330	8229	8138	8050	7488	0
401	10464	9353	8493	8492	8331	8231	8142	8051	7489	0
402	10468	9354	8497	8494	8332	8232	8165	8052	7492	0
403	10469	9356	8498	8495	8334	8233	8181	8054	7493	0
404	10470	9357	8499	8496	8411	8243	8185	8055	7494	0
405	10471	9358	8500	9116	8412	8244	8189	8056	7496	0
406	10473	9587	8502	9117	8413	8245	8194	8058	7497	0
407	10474	9591	8503	9118	8415	8247	8195	8059	7498	0
408	10475	9603	8504	9120	8416	8248	8196	8060	7499	0
409	10476	9607	8506	9121	8417	8249	8197	8062	7500	0
410	10477	9610	8507	9122	8418	8251	8199	8063	7501	0

продолжение приложения 3

411	10478	9613	8508	9132	8419	8252	8200	8064	7503	0
412	10479	9614	8510	9133	8420	8253	8201	8074	7504	0
413	10481	9615	8511	9134	8422	8255	8205	8075	7505	0
414	10482	9616	8512	9138	8423	8256	8209	8076	7507	0
415	10483	9618	8522	9140	8424	8257	8210	8078	7508	0
416	10484	9619	8523	9141	8427	8258	8211	8079	7509	0
417	10489	9620	8524	9143	8428	8262	8212	8080	7511	0
418	10493	9625	8526	9144	8429	8267	8213	8157	7512	0
419	10494	9626	8527	9145	8431	8268	8214	8161	7513	0
420	10495	9627	8528	9146	8432	8269	8215	8162	7523	0
421	10497	9629	9148	9147	8433	8271	8216	8163	7524	0
422	10498	9630	9152	9149	8434	8272	8217	8164	7525	0
423	10499	9670	9163	9150	8438	8273	8218	8166	7527	0
424	10500	9679	9167	9151	8439	8274	8219	8167	7528	0
425	10505	9680	9171	9154	8440	8278	8220	8168	7529	0
426	10513	9682	9175	9155	8442	8282	8221	8169	7635	0
427	10529	9683	9176	9159	8443	8286	8223	8173	7636	0
428	12009	9684	9177	9160	8444	8298	8224	8177	7637	0
429	12013	9685	9178	9161	8446	8302	8225	8178	7639	0
430	12014	9686	9180	9162	8447	8410	8226	8179	7640	0
431	12015	9687	9181	9164	8448	8414	8230	8180	7641	0
432	12016	9688	9182	9165	8458	8426	8234	8182	7651	0
433	12018	9689	9187	9166	8462	8430	8235	8183	7652	0
434	12019	9691	9191	9168	8463	8948	8236	8184	7653	0
435	12020	9699	9192	9169	8464	8949	8237	8186	7655	0
436	12025	9700	9193	9170	8978	8950	8238	8187	7656	0
437	12029	9701	9194	9172	8979	8952	8239	8188	7657	0
438	12030	9703	9196	9173	8980	8953	8240	8190	8026	0
439	12031	9704	9197	9174	8982	8954	8241	8191	8027	0
440	12032	9705	9198	9184	8990	8964	8242	8192	8028	0
441	12033	9715	9200	9185	8992	8965	8246	8193	8030	0
442	12034	9843	9201	9186	8993	8966	8250	8198	8031	0
443	12035	9844	9202	9188	8994	8968	8254	8202	8032	0
444	12036	9845	9204	9189	9084	8969	8266	8203	8042	0
445	12038	9846	9205	9190	9085	8970	8270	8204	8043	0
446	12039	9847	9206	9241	9086	8972	8893	8206	8044	0
447	12040	9848	9216	9242	9088	8973	8897	8207	8046	0
448	12042	9849	9217	9243	9089	8974	8909	8208	8047	0
449	12043	9851	9218	9245	9090	8976	8913	8222	8048	0
450	12044	9859	9220	9246	9100	8977	8917	8620	8154	0
451	12054	9860	9221	9247	9101	8981	8921	8624	8155	0
452	12055	9861	9222	9257	9102	8984	8922	8885	8156	0
453	12056	9863	9275	9258	9104	8986	8923	8889	8158	0
454	12057	9864	9279	9259	9105	8987	8924	8890	8159	0
455	12058	9865	9291	9263	9106	8988	8925	8891	8160	0
456	12059	9875	9295	9265	9108	8989	8926	8892	8170	0
457	12060	10317	9299	9266	9109	8991	8927	8894	8171	0
458	12062	10318	9303	9267	9110	9052	8928	8895	8172	0
459	12086	10319	9304	9269	9112	9053	8929	8896	8174	0
460	12137	10321	9305	9270	9113	9054	8935	8901	8175	0
461	12141	10322	9306	9271	9114	9056	8936	8905	8176	0
462	12142	10323	9308	9272	9115	9057	8937	8906	8586	0

продолжение приложения 3

463	12143	10333	9309	9273	9119	9058	8938	8907	8587	0
464	12144	10334	9310	9274	9124	9068	8939	8908	8588	0
465	12146	10335	9315	9276	9125	9069	8940	8910	8590	0
466	12147	10337	9319	9277	9126	9070	8941	8911	8591	0
467	12148	10338	9320	9278	9128	9072	8942	8912	8592	0
468	12153	10339	9321	9281	9129	9073	8943	8914	8602	0
469	12157	10445	9322	9282	9130	9074	8944	8915	8603	0
470	12158	10446	9324	9283	9131	9076	8945	8916	8604	0
471	12159	10447	9325	9287	9135	9077	8946	8918	8606	0
472	12160	10449	9326	9288	9136	9078	8947	8919	8607	0
473	12161	10450	9328	9289	9137	9080	8951	8920	8608	0
474	12162	10451	9329	9290	9139	9081	8955	8930	8610	0
475	12163	10461	9330	9292	9142	9082	8956	8931	8611	0
476	12164	10462	9332	9293	9153	9083	8957	8932	8612	0
477	12165	10463	9333	9294	9156	9087	8958	8933	8614	0
478	12166	10465	9334	9296	9157	9092	8959	8934	8615	0
479	12167	10466	9344	9297	9158	9093	8960	8998	8616	0
480	12168	10467	9345	9298	9233	9094	8961	9002	8617	0
481	12170	12006	9346	9300	9234	9096	8962	9003	8618	0
482	12171	12007	9348	9301	9235	9097	8963	9004	8619	0
483	12172	12008	9349	9302	9237	9098	8967	9005	8621	0
484	12182	12010	9350	9312	9238	9099	8971	9007	8622	0
485	12183	12011	9579	9313	9239	9103	8975	9008	8623	0
486	12184	12012	9583	9314	9240	9107	8983	9009	8626	0
487	12185	12022	9584	9316	9244	9111	8985	9014	8628	0
488	12186	12023	9585	9317	9249	9123	9006	9018	8629	0
489	12187	12024	9586	9318	9250	9127	9010	9019	8630	0
490	12188	12026	9588	9537	9251	9232	9022	9020	8631	0
491	12189	12027	9589	9539	9253	9236	9026	9021	8632	0
492	12190	12028	9590	9540	9254	9248	9031	9023	8678	0
493	12194	12134	9595	9541	9255	9252	9032	9024	8679	0
494	12214	12135	9599	9551	9256	9419	9033	9025	8680	0
495	12218	12136	9600	9552	9260	9420	9034	9027	8682	0
496	12521	12138	9601	9553	9261	9421	9039	9028	8683	0
497	12525	12139	9602	9555	9262	9423	9040	9029	8684	0
498	12526	12140	9604	9556	9264	9424	9041	9030	8694	0
499	12527	12150	9605	9557	9268	9425	9042	9035	8695	0
500	12528	12151	9606	9561	9280	9435	9043	9036	8696	0
501	12530	12152	9608	9563	9284	9436	9044	9037	8698	0
502	12531	12154	9609	9564	9285	9437	9045	9038	8699	0
503	12532	12155	9611	9565	9286	9441	9046	9363	8700	0
504	12533	12156	9612	9566	9447	9443	9047	9367	8702	0
505	12537	12518	9621	9567	9448	9445	9048	9368	8704	0
506	12541	12519	9622	9569	9449	9446	9049	9369	8705	0
507	12542	12520	9623	9571	9451	9450	9050	9370	8706	0
508	12543	12522	9624	9572	9452	9454	9051	9372	8707	0
509	12544	12523	9662	9573	9459	9458	9055	9373	8708	0
510	12546	12524	9668	9574	9461	9460	9059	9374	8710	0
511	12547	12534	9675	9575	9521	9513	9060	9379	8712	0
512	12548	12535	9676	9576	9525	9517	9061	9384	8713	0
513	12550	12536	9677	9577	9527	9518	9062	9385	8714	0
514	12551	12538	9678	9578	9528	9519	9063	9386	8715	0

продолжение приложения 3

515	12552	12539	9681	9580	9529	9520	9064	9389	8716	0
516	12554	12540	14470	9581	9531	9523	9065	9392	8776	0
517	12555	12639	14544	9582	9532	9526	9066	9393	8777	0
518	12556	12656	14548	9592	9533	9530	9067	9394	8778	0
519	12557	14458	14549	9593	9534	9542	9071	9395	8780	0
520	12562	14459	14551	9594	9535	16201	9075	9400	8781	0
521	12566	14461	14552	9596	9536	16208	9079	9401	8782	0
522	12567	14462	14562	9597	9538	16210	9091	9403	8792	0
523	12568	14468	14565	9598	9543	16249	9095	9479	8793	0
524	12570	14490	14567	9642	9544	16253	9371	9480	8794	0
525	12571	14492	14568	9654	9545	16284	9375	9481	8796	0
526	12572	14507	15867	9655	9547	16286	9387	9485	8798	0
527	12583	14509	15869	9657	9549	16289	9391	9486	8800	0
528	12641	14510	15870	9658	9550	16290	9396	9491	8802	0
529	12647	14511	15873	9660	9558	16292	9397	16404	8803	0
530	12649	14513	15885	14564	9559	16294	9398	16413	8804	0
531	12654	14514	15889	14566	9560	16296	9399	16415	8805	0
532	12655	14543	15940	14577	9562	16307	9404	16416	8806	0
533	12657	14546	15944	14578	9568	16311	9405	16417	8807	0
534	12658	14550	15955	15942	9570	16315	9406	16419	8809	0
535	12660	14553	15956	15943	9647	16317	9407	16420	8810	0
536	14364	14554	15958	15945	9648	16318	9408	16435	8812	0
537	14373	14555	15959	15946	9649	16319	9409	16877	8813	0
538	14375	14556	15960	15952	9651	16320	9410	16879	8814	0
539	14376	15859	15962	15954	9653	16321	9411	16880	8815	0
540	14377	15861	15971	15957	15965	16322	9412	16881	8816	0
541	14379	15862	15973	15961	15969	16323	9413	16883	8817	0
542	14380	15863	15974	15963	16109	16324	9414	16884	8818	0
543	14395	15865	15977	15964	16113	16327	9415	16893	8819	0
544	14438	15866	15984	15966	16125	16331	9416	16895	8820	0
545	14456	15868	15988	15967	16129	16333	9417	16896	8869	0
546	14460	15871	15991	15968	16196	16334	9418	16897	8873	0
547	14472	15872	15992	15970	16198	16335	9422	16899	8874	0
548	14474	15874	15994	15983	16199	16336	9426	16900	8875	0
549	14475	15875	15997	15985	16200	16337	9427	17037	8876	0
550	14477	15877	16001	15986	16202	16338	9428	17039	8877	0
551	14478	15878	16007	15987	16214	16339	9429	17040	8879	0
552	14480	15879	16008	15989	16217	16340	9431	17041	8881	0
553	14488	15881	16010	15990	16228	16355	9433	17043	8882	0
554	14491	15882	16011	16009	16230	16359	9434	17044	8883	0
555	14493	15883	16012	16013	16231	16379	9439	17053	8884	0
556	14494	15884	16014	16101	16232	16383	9442	17055	8886	0
557	14495	15886	16016	16105	16234	16390	9444	17056	8887	0
558	14497	15887	16018	16107	16237	16394	9453	17057	8888	0
559	14498	15888	16027	16108	16241	16406	9455	17059	8898	0
560	14499	15890	16029	16110	16247	16410	9456	17060	8899	0
561	14501	15903	16030	16111	16248	16421	9457	17118	8900	0
562	14502	15905	16033	16112	16250	16422	9487	17136	8902	0
563	14508	15906	16045	16114	16251	16423	9488	17139	8903	0
564	14512	15907	16047	16117	16252	16424	9489	17140	8904	0
565	14515	15909	16049	16121	16254	16425	9493	17142	8995	0
566	14516	15910	16050	16123	16256	16426	9510	17152	8996	0

продолжение приложения 3

567	14517	15927	16099	16124	16258	16427	9511	17154	8997	0
568	14518	15929	16100	16126	16283	16428	9512	17155	8999	0
569	14987	15930	16102	16127	16293	16430	9515	17157	9000	0
570	14989	15931	16103	16128	16295	16432	16288	17158	9001	0
571	14990	15933	16104	16130	16309	16434	16291	17160	9011	0
572	14991	15934	16106	16145	16310	16438	16302	17168	9012	0
573	14993	15972	16115	16149	16312	16441	16304	17171	9013	0
574	14994	15975	16116	16169	16313	16442	16305	17173	9015	0
575	15003	15976	16118	16173	16314	16443	16306	17174	9016	0
576	15005	15978	16119	16212	16316	16444	16308	17175	9017	0
577	15006	15979	16120	16215	16325	16445	16392	17177	9360	0
578	15007	15980	16122	16216	16326	16446	16393	17178	9361	0
579	15009	15981	16131	16218	16328	16447	16395	17179	9362	0
580	15010	15982	16133	16219	16329	16448	16396	17181	9364	0
581	15147	15993	16134	16220	16330	16449	16402	17182	9365	0
582	15149	15995	16137	16221	16332	16450	16405	17188	9366	0
583	15150	15996	16143	16222	16343	16451	16407	17191	9376	0
584	15151	15998	16144	16233	16347	16452	16408	17192	9377	0
585	15153	15999	16146	16235	16353	16454	16409	17194	9378	0
586	15154	16000	16147	16236	16354	16456	16411	17195	9381	0
587	15163	16002	16148	16238	16356	16458	16412	17196	9383	0
588	15165	16003	16150	16239	16357	16462	16414	17197	9402	0
589	15166	16004	16151	16240	16358	16465	16418	17198	9478	0
590	15167	16005	16152	16242	16360	16466	16433	17235	9483	0
591	15169	16006	16154	16244	16362	16467	16436	17259	17138	0
592	15170	16015	16157	16246	16364	16468	16437	17260	17141	0
593	15627	16017	16159	16255	16367	16791	16439	17262	17148	0
594	15629	16019	16161	16257	16371	16795	16440	17263	17150	0
595	15630	16021	16162	16341	16377	16797	16457	17264	17170	0
596	15631	16022	16167	16342	16378	16798	16459	17266	17172	0
597	15633	16023	16168	16344	16380	16799	16460	17275	17187	0
598	15634	16025	16170	16345	16381	16800	16461	17276	17189	0
599	15643	16026	16171	16346	16382	16801	16463	17278	17190	0
600	15645	16028	16172	16348	16384	16802	16464	17279	17193	0
601	15646	16031	16174	16350	16386	16803	16869	17280	17223	0
602	15647	16032	16176	16352	16388	16804	16871	17282	17224	0
603	15649	16034	16177	16361	16429	16811	16872	17291	17226	0
604	15650	16035	16178	16363	16431	16813	16873	17293	17229	0
605	15787	16037	16243	16365	16453	16815	16875	17294	17230	0
606	15789	16038	16245	16366	16455	16816	16876	17295	17232	0
607	15790	16039	16349	16368	16559	16817	16878	17297	17233	0
608	15791	16041	16351	16369	16563	16818	16882	17298	17234	0
609	15793	16042	16373	16370	16575	16819	16885	17303	17236	0
610	15794	16043	16375	16372	16579	16820	16887	17304	17247	0
611	15803	16044	16479	16374	16719	16835	16888	17306	17261	0
612	15805	16046	16481	16376	16723	16839	16889	17307	17265	0
613	15806	16048	16483	16385	16735	16863	16891	17308	17267	0
614	15807	16063	16484	16387	16739	16870	16892	17310	17268	0
615	15809	16065	16493	16551	16789	16874	16894	17311	17270	0
616	15810	16066	16495	16553	16790	16886	16898	17312	17271	0
617	15860	16067	16496	16555	16792	16890	16913	17313	17272	0
618	15864	16069	16497	16556	16793	16901	16915	17314	17274	0

продолжение приложения 3

619	15876	16070	16499	16557	16794	16902	16916	17315	17277	0
620	15880	16087	16500	16558	16796	16903	16917	17317	17281	0
621	15891	16089	16549	16560	16805	16904	16919	17318	17283	0
622	15893	16090	16550	16561	16806	16905	16920	17319	17284	0
623	15894	16091	16552	16562	16807	16906	16937	17321	17286	0
624	15895	16093	16554	16564	16808	16907	16939	17322	17287	0
625	15897	16094	16566	16565	16809	16908	16940	17327	17288	0
626	15898	16132	16569	16567	16810	16910	16941	17328	17290	0
627	15904	16135	16570	16568	16812	16912	16943	17330	17305	0
628	15908	16136	16572	16571	16814	16914	16944	17331	17309	0
629	15911	16138	16583	16573	16823	16918	17029	17332	17329	0
630	15912	16139	16585	16574	16827	16921	17031	17334	17333	0
631	15913	16140	16587	16576	16833	16922	17032	17335	17371	0
632	15914	16141	16588	16577	16834	16923	17033	17336	17372	0
633	15915	16142	16593	16578	16836	16924	17035	17337	17374	0
634	15917	16153	16594	16580	16837	16925	17036	17338	17375	0
635	15918	16155	16596	16595	16838	16927	17038	17379	17376	0
636	15919	16156	16598	16597	16840	16928	17042	17381	17378	0
637	15921	16158	16602	16599	16842	16929	17045	17403	17380	0
638	15922	16160	16603	16600	16844	16930	17047	17405	17382	0
639	15928	16163	16604	16617	16847	16931	17048	17420	17391	0
640	15932	16164	16605	16619	16851	16932	17049	17423	17393	0
641	15935	16165	16607	16620	16857	16936	17051	17424	17395	0
642	15936	16166	16608	16623	16858	16938	17052	17426	17396	0
643	15937	16175	16609	16711	16859	16942	17054	17435	17398	0
644	15938	16469	16611	16715	16860	16945	17058	17436	17399	0
645	16020	16471	16612	16717	16861	16946	17073	17438	17400	0
646	16024	16472	16618	16718	16862	16947	17075	17439	17402	0
647	16036	16473	16621	16720	16864	16948	17076	17440	17404	0
648	16040	16475	16622	16721	16866	16951	17077	17442	17406	0
649	16051	16476	16624	16722	16868	16955	17079	17451	17415	0
650	16053	16477	16625	16724	16909	16957	17080	17453	17417	0
651	16054	16478	16626	16727	16911	16958	17097	17454	17419	0
652	16055	16480	16627	16731	16926	16959	17099	17455	17421	0
653	16057	16482	16628	16733	16933	16960	17100	17457	17422	0
654	16058	16485	16637	16734	16934	16961	17101	17458	17425	0
655	16064	16487	16639	16736	16935	16962	17103	17464	17427	0
656	16068	16488	16640	16737	16949	16963	17104	17467	17428	0
657	16071	16489	16641	16738	16950	16964	17117	17468	17430	0
658	16072	16491	16643	16740	16952	16967	17156	17470	17431	0
659	16073	16492	16644	16755	16953	16971	17159	17471	17432	0
660	16074	16494	16655	16759	16954	16973	17161	17472	17434	0
661	16075	16498	16657	16779	16956	16974	17162	17473	17437	0
662	16077	16513	16659	16783	16965	16975	17176	17474	17441	0
663	16078	16515	16660	16821	16966	16976	17180	17475	17443	0
664	16079	16516	16709	16822	16968	16977	17183	17477	17444	0
665	16081	16517	16710	16824	16969	16978	17184	17478	17446	0
666	16082	16519	16712	16825	16970	16979	17185	17479	17447	0
667	16088	16520	16713	16826	16972	16980	17186	17481	17448	0
668	16092	16537	16714	16828	16983	16995	17292	17482	17450	0
669	16095	16539	16716	16830	16987	16999	17296	17487	17463	0
670	16096	16540	16725	16831	16993	17019	17299	17488	17465	0

продолжение приложения 3

671	16097	16541	16726	16832	16994	17023	17300	17490	17466	0
672	16098	16543	16728	16841	16996	17030	17301	17491	17469	0
673	16470	16544	16729	16843	16997	17034	17302	17492	17489	0
674	16474	16581	16730	16845	16998	17046	17316	17494	17493	0
675	16486	16582	16732	16846	17000	17050	17320	17495	17531	0
676	16490	16584	16741	16848	17002	17061	17323	17496	17532	0
677	16501	16586	16743	16849	17004	17062	17324	17497	17534	0
678	16503	16589	16744	16850	17007	17063	17325	17498	17535	0
679	16504	16590	16745	16852	17011	17064	17326	17541	17536	0
680	16505	16591	16747	16853	17017	17065	17452	17563	17538	0
681	16507	16592	16748	16854	17018	17066	17456	17565	17539	0
682	16508	16601	16753	16856	17020	17067	17459	19229	17540	0
683	16514	16606	16754	16865	17021	17068	17460	19231	17542	0
684	16518	16610	16756	16867	17022	17070	17461	19232	17551	0
685	16521	16613	16757	16981	17024	17072	17462	19233	17553	0
686	16522	16614	16758	16982	17026	17074	17476	19235	17555	0
687	16523	16615	16760	16984	17028	17078	17480	19236	17556	0
688	16524	16616	16761	16985	17069	17081	17483	19245	17558	0
689	16525	16629	16762	16986	17071	17082	17484	19247	17559	0
690	16527	16631	16763	16988	17093	17083	17485	19248	17560	0
691	16528	16632	16764	16990	17095	17084	17486	19249	17562	0
692	16529	16633	16767	16992	18911	17085	19151	19251	17564	0
693	16531	16635	16769	17001	18915	17086	19221	19252	17566	0
694	16532	16636	16771	17003	18927	17087	19222	19389	17575	0
695	16538	16638	16772	17005	18931	17088	19223	19391	17577	0
696	16542	16642	16777	17006	19071	17089	19224	19392	21824	0
697	16545	16645	16778	17008	19075	17090	19225	19393	21828	0
698	16546	16647	16780	17009	19087	17091	19227	19395	21830	0
699	16547	16648	16781	17010	19091	17092	19228	19396	21831	0
700	16548	16649	16782	17012	19141	17094	19230	19405	21833	0
701	16630	16651	16784	17014	19142	17096	19234	19407	21834	0
702	16634	16652	16786	17016	19144	17098	19237	19408	21835	0
703	16646	16653	16787	17025	19145	17102	19239	19409	21837	0
704	16650	16654	16788	17027	19146	17105	19240	19411	21840	0
705	16661	16656	16829	18903	19148	17106	19241	19412	21844	0
706	16663	16658	16855	18907	19157	17107	19243	19832	21846	0
707	16664	16673	16989	18909	19158	17108	19244	19834	21847	0
708	16665	16675	16991	18910	19160	19143	19246	19835	21849	0
709	16667	16676	17013	18912	19161	19147	19250	19836	21850	0
710	16668	16677	17015	18913	19162	19149	19255	19838	21851	0
711	16674	16679	18831	18914	19164	19150	19265	19839	21853	0
712	16678	16680	18835	18916	19175	19152	19266	19848	21868	0
713	16681	16697	18845	18919	19179	19153	19267	19850	21872	0
714	16682	16699	18847	18923	19185	19154	19268	19851	21892	0
715	16683	16700	18848	18925	19186	19155	19269	19854	21896	0
716	16684	16701	18849	18926	19188	19156	19271	19990	21934	0
717	16685	16703	18851	18928	19189	19159	19272	19994	21935	0
718	16687	16704	18852	18929	19190	19163	19274	20006	21937	0
719	16688	16742	18901	18930	19192	19165	19289	20010	21938	0
720	16689	16746	18902	18932	19194	19166	19291	21256	21939	0
721	16691	16749	18904	18947	19196	19167	19292	21260	21941	0
722	16692	16750	18905	18951	19199	19168	19293	21272	21943	0
723	16698	16751	18906	18971	19203	19169	19295	21276	21945	0

продолжение приложения 3

724	16702	16752	18908	18975	19209	19170	19296	21384	21954	0
725	16705	16765	18917	19063	19210	19171	19381	21386	21956	0
726	16706	16766	18918	19067	19212	19172	19383	21388	21958	0
727	16707	16768	18920	19069	19213	19187	19384	21389	21959	0
728	16708	16770	18921	19070	19214	19191	19385	21398	21961	0
729	18060	16773	18922	19072	19216	19211	19387	21400	21962	0
730	18062	16774	18924	19073	19218	19215	19388	21401	21963	0
731	18063	16775	18935	19074	19220	19226	19390	21404	21965	0
732	18064	16776	18939	19076	19261	19238	19394	21704	21967	0
733	18066	16785	18945	19079	19263	19242	19397	21706	21969	0
734	18067	18821	18946	19081	19285	19253	19399	21708	21978	0
735	18076	18823	18948	19083	19287	19254	19400	21709	21980	0
736	18078	18824	18949	19084	19301	19256	19401	21720	21984	0
737	18079	18825	18950	19085	19302	19257	19403	21725	21988	0
738	18080	18827	18952	19086	19304	19258	19404	21822	21990	0
739	18082	18828	18954	19088	19305	19259	19406	21823	21991	0
740	18083	18829	18956	19089	19306	19260	19410	21825	21993	0
741	18220	18830	18957	19090	19308	19262	19425	21826	21994	0
742	18222	18832	18959	19092	19317	19264	19427	21827	21995	0
743	18223	18833	18960	19107	19318	19270	19428	21829	21997	0
744	18224	18834	18961	19111	19319	19273	19429	21838	22000	0
745	18226	18836	18963	19131	19320	19275	19431	21839	22004	0
746	18227	18837	18964	19133	19321	19276	19432	21841	22006	0
747	18236	18839	18969	19135	19322	19277	19449	21842	22007	0
748	18238	18840	18970	19136	19324	19278	19451	21843	22009	0
749	18239	18841	18972	19173	19326	19279	19452	21845	22010	0
750	18240	18843	18973	19174	19335	19280	19453	21854	22011	0
751	18242	18844	18974	19176	19339	19281	19455	21856	22013	0
752	18243	18846	18976	19177	19345	19282	19456	21857	22028	0
753	18635	18850	18977	19178	19346	19283	19824	21858	22032	0
754	18637	18865	18978	19180	19348	19284	19826	21860	22052	0
755	18638	18867	18979	19182	19349	19286	19827	21861	22056	0
756	18639	18868	18980	19184	19350	19288	19828	21866	22094	0
757	18641	18869	18991	19193	19352	19290	19830	21867	22095	0
758	18642	18871	18993	19195	19354	19294	19831	21869	22097	0
759	18651	18872	18995	19197	19356	19297	19833	21870	22098	0
760	18653	18889	18996	19198	19359	19298	19837	21871	22099	0
761	18654	18891	19005	19200	19363	19299	19840	21873	22101	0
762	18655	18892	19007	19201	19369	19300	19842	21874	22103	0
763	18657	18893	19008	19202	19370	19303	19843	21875	22105	0
764	18658	18895	19009	19204	19371	19307	19844	21876	22114	0
765	18765	18896	19011	19206	19372	19309	19846	21877	22116	0
766	18767	18933	19012	19208	19373	19310	19847	21878	22118	0
767	18768	18934	19061	19217	19374	19311	19849	21880	22119	0
768	18769	18936	19062	19219	19376	19312	19852	21881	22121	0
769	18771	18937	19064	19333	19378	19313	19853	21882	22122	0
770	18772	18938	19065	19334	19380	19314	19855	21884	22123	0
771	18783	18940	19066	19336	19421	19315	19868	21885	22125	0
772	18787	18941	19068	19337	19423	19316	19870	21890	22127	0
773	18822	18942	19077	19338	19438	19323	19871	21891	22129	0
774	18826	18943	19078	19340	19445	19325	19872	21893	22138	0
775	18838	18944	19080	19342	19446	19327	19874	21894	22140	0
776	18842	18953	19082	19344	19447	19328	19875	21895	22224	0

продолжение приложения 3

777	18853	18955	19095	19353	19543	19329	19890	21897	22228	0
778	18855	18958	19097	19355	19547	19330	19892	21898	22230	0
779	18856	18962	19099	19357	19559	19331	19893	21899	22231	0
780	18857	18965	19100	19358	19563	19332	19894	21900	22233	0
781	18859	18966	19105	19360	19684	19347	19896	21901	22234	0
782	18860	18967	19106	19361	19688	19351	19897	21942	22235	0
783	18866	18968	19108	19362	19700	19375	19980	21944	22237	0
784	18870	18981	19109	19364	19704	19382	19982	21966	22240	0
785	18873	18983	19110	19366	19744	19386	19983	21968	22244	0
786	18874	18984	19112	19367	19745	19398	19984	21982	22246	0
787	18875	18985	19114	19368	19747	19402	19986	21983	22247	0
788	18876	18987	19115	19377	19748	19413	19987	21985	22249	0
789	18877	18988	19116	19379	19749	19414	19988	21986	22250	0
790	18879	18989	19117	19535	19751	19415	19989	21987	22251	0
791	18880	18990	19119	19537	19760	19416	19991	21989	22253	0
792	18881	18992	19120	19539	19761	19417	19992	21998	22268	0
793	18883	18994	19121	19540	19762	19418	19993	21999	22272	0
794	18884	18997	19123	19541	19763	19419	19995	22001	22290	0
795	18890	18999	19124	19542	19764	19420	19996	22002	22294	0
796	18894	19000	19129	19544	19765	19422	19998	22003	22330	0
797	18897	19001	19130	19545	19766	19424	19999	22005	22331	0
798	18898	19003	19132	19546	19767	19426	20000	22014	22333	0
799	18899	19004	19134	19548	19769	19430	20002	22016	22334	0
800	18900	19006	19137	19551	19773	19433	20003	22017	22335	0
801	18982	19010	19138	19555	19778	19434	20004	22018	22337	0
802	18986	19025	19139	19557	19782	19435	20005	22020	22339	0
803	18998	19027	19140	19558	19788	19436	20007	22021	22341	0
804	19002	19028	19181	19560	19789	19437	20008	22026	22350	0
805	19013	19029	19183	19561	19791	19439	20009	22027	22352	0
806	19015	19031	19205	19562	19792	19440	20011	22029	22354	0
807	19016	19032	19207	19564	19793	19441	20020	22030	22355	0
808	19017	19049	19341	19579	19795	19442	20022	22031	22357	0
809	19019	19051	19343	19581	19797	19443	20023	22033	22358	0
810	19020	19052	19365	19583	19799	19444	20024	22034	22359	0
811	19026	19053	19469	19584	19802	19448	20026	22035	22361	0
812	19030	19055	19471	19600	19806	19450	20027	22036	22363	0
813	19033	19056	19472	19604	19812	19454	20036	22037	22365	0
814	19034	19093	19475	19676	19813	19457	20038	22038	22374	0
815	19035	19094	19487	19680	19814	19458	20039	22040	22376	0
816	19036	19096	19489	19682	19815	19459	20040	22041	22380	0
817	19037	19098	19491	19683	19816	19460	20042	22042	22384	0
818	19039	19101	19492	19685	19817	19746	20043	22044	22386	0
819	19040	19102	19533	19686	19818	19750	21246	22045	22387	0
820	19041	19103	19534	19687	19819	19752	21248	22050	22388	0
821	19043	19104	19536	19689	19821	19753	21249	22051	22389	0
822	19044	19113	19538	19692	19823	19754	21250	22053	22390	0
823	19050	19118	19549	19696	19864	19755	21252	22054	22391	0
824	19054	19122	19550	19698	19866	19756	21253	22055	22392	0
825	19057	19125	19552	19699	19881	19757	21254	22057	22393	0
826	19058	19126	19553	19701	19885	19758	21255	22058	22396	0
827	19059	19127	19554	19702	19888	19759	21257	22059	22400	0
828	19060	19128	19556	19703	19889	19768	21258	22060	22402	0
829	19462	19461	19565	19705	19900	19770	21259	22061	22403	0

продолжение приложения 3

830	19466	19463	19567	19716	19901	19771	21261	22102	22404	0
831	19477	19464	19568	19720	19902	19772	21262	22104	22405	0
832	19478	19465	19571	19736	19903	19774	21264	22126	22406	0
833	19480	19467	19577	19740	19904	19775	21265	22128	22407	0
834	19481	19468	19578	19776	19905	19790	21266	22222	22408	0
835	19482	19470	19580	19777	19906	19794	21268	22223	22409	0
836	19484	19473	19582	19779	19907	19825	21269	22225	22420	0
837	19493	19474	19585	19780	19909	19829	21270	22226	22424	0
838	19495	19476	19586	19781	19913	19841	21271	22227	22436	0
839	19496	19479	19588	19783	19916	19845	21273	22229	22440	0
840	19497	19483	19591	19785	19917	19856	21274	22238	22443	0
841	19499	19485	19593	19786	19918	19857	21275	22239	22447	0
842	19500	19486	19595	19787	19919	19858	21277	22241	22459	0
843	19505	19488	19596	19796	19920	19859	21286	22242	22463	0
844	19509	19490	19598	19798	19921	19860	21288	22243	22474	0
845	19512	19504	19599	19800	19922	19861	21289	22245	22475	0
846	19513	19506	19601	19801	19923	19862	21290	22254	22476	0
847	19514	19507	19602	19803	19925	19863	21292	22256	22477	0
848	19515	19508	19603	19804	19929	19865	21293	22257	22478	0
849	19516	19510	19605	19805	19934	19867	21302	22258	22479	0
850	19518	19511	19607	19807	19938	19869	21304	22260	22480	0
851	19519	19527	19608	19809	19944	19873	21305	22261	22481	0
852	19520	19531	19609	19811	19945	19876	21306	22266	22483	0
853	19522	19566	19620	19820	19946	19877	21308	22267	22487	0
854	19523	19569	19622	19822	19947	19878	21309	22269	22490	0
855	19525	19570	19624	19932	19948	19879	21374	22270	22491	0
856	19526	19572	19625	19933	19949	19880	21376	22271	22492	0
857	19528	19573	19636	19935	19950	19882	21377	22273	22493	0
858	19529	19574	19640	19936	19951	19883	21378	22274	22494	0
859	19530	19575	19674	19937	19953	19884	21380	22275	22495	0
860	19532	19576	19675	19939	19955	19886	21381	22276	22496	0
861	19610	19587	19677	19941	19958	19887	21382	22277	22497	0
862	19611	19589	19678	19943	19962	19891	21383	22278	22499	0
863	19613	19590	19679	19952	19968	19895	21385	22280	22503	0
864	19614	19592	19681	19954	19969	19898	21387	22281	22582	0
865	19615	19594	19690	19956	19970	19899	21390	22284	22586	0
866	19617	19597	19691	19957	19971	19908	21392	22288	22588	0
867	19626	19606	19693	19959	19972	19910	21393	22289	22589	0
868	19627	19612	19694	19960	19973	19911	21394	22291	22590	0
869	19629	19616	19695	19961	19974	19912	21396	22292	22591	0
870	19630	19618	19697	19963	19975	19914	21397	22293	22592	0
871	19631	19619	19708	19965	19977	19915	21399	22295	22593	0
872	19633	19621	19710	19967	19979	19924	21402	22296	22594	0
873	19642	19623	19712	19976	20013	19926	21403	22297	22595	0
874	19644	19628	19713	19978	20017	19927	21405	22338	22598	0
875	19645	19632	19714	20989	20029	19928	21414	22340	22602	0
876	19646	19634	19715	20993	20033	19930	21416	22362	22604	0
877	19648	19635	19717	20995	20997	19931	21417	22364	22605	0
878	19649	19637	19718	20996	21001	19981	21418	22378	22606	0
879	19650	19638	19719	20998	21129	19985	21420	22379	22607	0
880	19651	19639	19721	20999	21141	19997	21421	22381	22608	0
881	19653	19641	19723	21000	21179	20001	21430	22382	22609	0
882	19654	19652	19724	21002	21180	20012	21432	22383	22610	0

продолжение приложения 3

883	19655	19656	19725	21005	21181	20014	21433	22385	22611	0
884	19657	19668	19728	21009	21182	20015	21434	22394	22622	0
885	19660	19672	19732	21011	21183	20016	21436	22395	22626	0
886	19664	19706	19734	21012	21184	20018	21437	22397	22638	0
887	19666	19707	19735	21013	21185	20019	21694	22398	22642	0
888	19667	19709	19737	21014	21186	20021	21696	22399	22645	0
889	19669	19711	19738	21015	21188	20025	21697	22401	22649	0
890	19670	19722	19739	21016	21192	20028	21698	22412	22661	0
891	19671	19726	19741	21017	21195	20030	21700	22416	22665	0
892	19673	19727	19742	21018	21197	20031	21701	22418	22676	0
893	20372	19729	19743	21029	21198	20032	21702	22419	22677	0
894	20374	19730	19784	21033	21199	20034	21703	22421	22678	0
895	20375	19731	19808	21045	21201	20035	21705	22422	22679	0
896	20378	19733	19810	21049	21202	20037	21707	22423	22680	0
897	20388	20925	19940	21117	21204	20041	21710	22425	22681	0
898	20390	20929	19942	21121	21208	21187	21712	22428	22682	0
899	20391	20931	19964	21123	21213	21189	21713	22432	22683	0
900	20394	20932	19966	21124	21217	21190	21717	22434	22685	0
901	20502	20934	20933	21125	21220	21191	21718	22435	22689	0
902	20506	20935	20937	21126	21221	21193	21719	22437	22692	0
903	20518	20936	20949	21127	21222	21194	21721	22438	22693	0
904	20522	20938	20953	21128	21223	21203	21723	22439	22694	0
905	20806	20941	20987	21130	21224	21205	21734	22441	22695	0
906	20810	20945	20988	21133	21225	21206	21736	22580	22696	0
907	20822	20947	20990	21137	21226	21207	21737	22581	22697	0
908	20827	20948	20991	21139	21227	21209	21738	22583	22698	0
909	20923	20950	20992	21140	21229	21210	21740	22584	22699	0
910	20924	20951	20994	21142	21238	21247	21741	22585	22701	0
911	20926	20952	21003	21143	21240	21251	21750	22587	22705	0
912	20927	20954	21004	21144	21241	21263	21752	22596	22710	0
913	20928	20965	21006	21145	21242	21267	21753	22597	22714	0
914	20930	20969	21007	21146	21244	21278	21754	22599	22716	0
915	20939	20981	21008	21157	21245	21280	21756	22600	22717	0
916	20940	20985	21010	21161	21279	21281	21757	22601	22718	0
917	20942	21019	21021	21173	21283	21282	21808	22603	22719	0
918	20943	21020	21025	21177	21295	21284	21814	22614	22720	0
919	20944	21022	21027	21196	21299	21285	21815	22618	22721	0
920	20946	21023	21028	21200	21310	21287	21816	22620	22722	0
921	20955	21024	21030	21211	21312	21291	21817	22621	22723	0
922	20957	21026	21031	21212	21313	21294	21819	22623	22726	0
923	20958	21035	21032	21214	21314	21296	21821	22624	22730	0
924	20961	21036	21034	21215	21315	21297	21855	22625	22732	0
925	20963	21038	21037	21216	21316	21298	21859	22627	22733	0
926	20964	21039	21041	21218	21317	21300	21862	22630	22734	0
927	20966	21040	21043	21219	21319	21301	21863	22634	22735	0
928	20967	21042	21044	21228	21323	21303	21864	22636	22736	0
929	20968	21053	21046	21230	21326	21307	21865	22637	22737	0
930	20970	21057	21047	21231	21327	21318	21879	22639	22738	0
931	20971	21059	21048	21232	21328	21320	21883	22640	22739	0
932	20973	21060	21050	21233	21329	21321	21886	22641	22750	0
933	20974	21062	21061	21234	21330	21322	21887	22643	22754	0
934	20977	21063	21065	21235	21332	21324	21888	22708	22766	0
935	20979	21064	21077	21236	21333	21325	21889	22709	22770	0

продолжение приложения 3

936	20980	21066	21081	21237	21335	21334	22015	22711	22773	0
937	20982	21069	21115	21239	21339	21336	22019	22712	22777	0
938	20983	21073	21116	21243	21348	21337	22022	22713	22789	0
939	20984	21075	21118	21311	21350	21338	22023	22715	22793	0
940	20986	21076	21119	21331	21352	21340	22024	22724	22804	0
941	21051	21078	21120	21342	21353	21341	22025	22725	22805	0
942	21052	21079	21122	21343	21354	21375	22039	22727	22806	0
943	21054	21080	21131	21344	21355	21379	22043	22728	22807	0
944	21055	21082	21132	21345	21356	21391	22046	22729	22808	0
945	21056	21093	21134	21346	21357	21395	22047	22731	22809	0
946	21058	21097	21135	21347	21360	21406	22048	22742	22810	0
947	21067	21109	21136	21349	21366	21408	22049	22744	22811	0
948	21068	21113	21138	21351	21367	21409	22255	22746	22813	0
949	21070	21147	21149	21358	21368	21410	22259	22747	22817	0
950	21071	21148	21153	21359	21369	21412	22262	22748	22820	0
951	21072	21150	21155	21361	21370	21413	22263	22749	22821	0
952	21074	21151	21156	21362	21372	21415	22264	22751	22822	0
953	21085	21152	21158	21363	21373	21419	22265	22752	22823	0
954	21089	21154	21159	21364	21407	21422	22279	22753	22824	0
955	21091	21163	21160	21365	21411	21424	22282	22755	22825	0
956	21092	21164	21162	21371	21423	21425	22283	22756	22826	0
957	21094	21166	21165	21504	21427	21426	22285	22758	22827	0
958	21095	21167	21169	21508	21516	21428	22286	22759	22829	0
959	21096	21168	21171	21510	21630	21429	22287	22762	22833	0
960	21098	21170	21172	21511	21632	21431	22410	22764	22902	0
961	21101	21440	21174	21512	21633	21435	22411	22765	22906	0
962	21105	21444	21175	21513	21634	21638	22413	22767	22908	0
963	21107	21446	21176	21514	21635	21640	22414	22768	22909	0
964	21108	21447	21178	21515	21636	21641	22415	22769	22910	0
965	21110	21449	21448	21517	21637	21642	22417	22771	22911	0
966	21111	21450	21452	21520	21639	21644	22426	22900	22912	0
967	21112	21451	21464	21526	21643	21645	22427	22901	22913	0
968	21114	21453	21502	21527	21646	21654	22429	22903	22914	0
969	21438	21456	21503	21528	21648	21656	22430	22904	22915	0
970	21439	21461	21505	21529	21649	21657	22431	22905	22918	0
971	21441	21462	21506	21531	21651	21659	22433	22907	22923	0
972	21442	21463	21507	21533	21653	21661	22612	22916	22924	0
973	21443	21465	21509	21544	21655	21692	22613	22917	22925	0
974	21445	21467	21518	21548	21668	21695	22615	22919	22927	0
975	21454	21469	21519	21560	21670	21699	22616	22921	22929	0
976	21455	21480	21521	21564	21672	21711	22617	22934	22942	0
977	21457	21484	21523	21622	21673	21715	22619	22936	22946	0
978	21459	21496	21525	21624	21674	21726	22628	22938	22958	0
979	21472	21498	21536	21625	21675	21728	22629	22939	22960	0
980	21476	21500	21540	21629	21676	21729	22631	22940	22962	0
981	21478	21501	21542	21631	21677	21730	22632	22941	22963	0
982	21479	21534	21543	21647	21684	21732	22633	22943	22965	0
983	21481	21535	21545	21662	21686	21733	22635	22944	22969	0
984	21482	21537	21546	21663	21688	21735	22740	22945	22990	0
985	21483	21538	21547	21664	21689	21739	22741	22947	22991	0
986	21485	21539	21549	21665	21690	21742	22743	22950	22992	0
987	21488	21541	21552	21666	21691	21744	22745	22952	22993	0
988	21490	21550	21556	21667	21693	21745	22757	22954	22994	0

продолжение приложения 3

989	21492	21551	21558	21669	21727	21746	22760	22955	22995	0
990	21493	21553	21559	21671	21731	21747	22761	22956	22996	0
991	21494	21554	21561	21678	21743	21748	22763	22957	22997	0
992	21495	21555	21562	21679	21774	21749	22932	22959	22999	0
993	21497	21557	21563	21680	21776	21751	22933	22961	23003	0
994	21499	21590	21565	21681	21777	21755	22935	23030	23006	0
995	21582	21592	21614	21682	21781	21784	22937	23032	23007	0
996	21584	21593	21616	21683	21782	21806	22948	23033	23009	0
997	21585	21595	21617	21685	21783	21807	22949	23035	23011	0
998	21587	21597	21621	21687	21785	21809	22951	23037	23013	0
999	21589	21615	21623	21775	21787	21811	22953	23039	23038	0
1000	21591	21619	21627	21779	21789	21813	23031	23043	23041	0