

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*На правах рукописи*



Бобров Сергей Анатольевич

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ  
МОЩНЫХ ПОЛОГОЗАЛЕГАЮЩИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ**

Специальность  
25.00.22 - «Геотехнология  
(подземная, открытая и строительная)»

**ДИССЕРТАЦИЯ**  
на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель  
доктор технических наук,  
профессор В.Е. Кисляков

Красноярск, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОХРАНЫ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КАБа .....	10
1.1 Состояние земельных ресурсов .....	10
1.2 Динамика использования земель на разрезах «СУЭК Красноярск» .....	16
Вывод.....	28
2 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ К РАЗРАБОТКЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВСКРЫШНЫХ, ДОБЫЧНЫХ И РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ РАБОТ .....	29
Выводы .....	36
3 ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ МОЩНЫХ ПОЛОГОЗАЛЕГАЮЩИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ.....	38
3.1 Главные параметры разреза и принципы их установления.....	38
3.2 Связь между способом вскрытия, системой разработки и схемой комплексной механизации.....	48
3.2.1 Оценка уровня, степени нарушений и размеров площадей восстановлений земель остаточных горных выработок .....	51
3.3 Обоснование режима нарушения и восстановления земель - режим управления техногенным рельефом (РУТР) .....	78
3.4 Основные принцип и признаки классификации систем открытой разработки месторождений полезных ископаемых .....	80
3.5 Основные показатели использования земель .....	95
3.6 Построение графиков горно-геометрического анализа.....	102
3.6.1 Регулирование режима вскрышных, добычных и рекультивационных работ .....	120
4 ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОРНЫХ РАБОТ НА РАЗРЕЗЕ «БЕРЕЗОВСКИЙ-1» .....	126
5 ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАРИАНТОВ ПРИ ВОВЛЕЧЕНИИ В РАЗРАБОТКУ ПОЛЕ № 3 РАЗРЕЗА «БЕРЕЗОВСКИЙ - 1».....	145
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	171

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность работы.

Исполнение действий по охране земельных ресурсов обычно осуществляется после обоснования направления развития горных работ, схемы вскрытия, системы разработки, режима горных работ и т.д. Это становится причиной того, что уже после принятой технологии горных работ, в сущности, обуславливаются размеры нарушенных земель.

Одной из главных причин недостаточной скорости и своевременности проведения рекультивационных работ и, как следствие, высоких затрат на их выполнение являются отдельный и второстепенный подход к обоснованию рекультивационных работ при открытой разработке мощных пологозалегающих угольных пластов.

При разработке мощных пологозалегающих угольных пластов, когда приёмная емкость отвальной заходки в несколько раз превышает объем вскрышной заходки, при отсыпке внутренних отвалов до уровня дневной поверхности, происходит отставание отвальной зоны от рабочей зоны. Вследствие этого, происходит увеличение нарушаемых и уменьшение восстанавливаемых земель, а так же образуется возрастающий разрыв во времени между нарушенными и восстановленными землями. В результате этого несвоевременно осуществляется восстановление нарушенных земель, что негативным образом влияет на окружающую среду.

В числе важных решений является целесообразность открытой разработки месторождений, определяемая главными параметрами разреза, к которым относятся: параметры рабочей зоны (длина, ширина и глубина); производственная мощность и промышленные запасы; срок существования предприятия; параметры вскрывающих выработок, а так же установление начального положения и направления развития горных работ, календарное распределение размеров площадей нарушений и восстановлений, объемов вскрышных, добычных и рекультивационных работ по годам за весь срок существования разреза.

Технология разработки месторождения – это совокупность способов и приемов, взаимосвязанных с одной стороны процессов горных работ с другой рекультивации нарушенных земель. Поэтому необходимо рассматривать технологию разработки как единое целое, взаимосвязанное в процессах вскрышных, добычных и рекультивационных работ. В связи с этим, для обоснования технологии разработки необходимо проводить исследования механизмов взаимосвязи между процессами горных и рекультивационных работ в зависимости от природно-геологических условий разработки месторождений полезных ископаемых. При этом оценка эффективности воспроизводства земельных ресурсов при открытой разработке будет производиться, прежде всего, по показателям размеров площадей нарушений и восстановлений земель, которые определяют режим горных работ как режим нарушения и восстановления земель или режим управления техногенным рельефом (РУТР). Отдавая главенствующую роль режиму горных работ при решении задачи рационального использования земельных ресурсов, необходимо устанавливать методику обоснований рациональных направлений развития горных работ. То есть принимать такое направление развития горных работ, при котором возможно наиболее эффективно производить выемку и укладку вскрышных пород в тело отвалов.

Основные процессы горных работ и горнотехнического этапа рекультивации определяют контур рабочей зоны разреза, элементами, которой являются, вскрышные, добычные и рекультивационные работы, устанавливающие технологию открытой разработки. Распределение процессов горнотехнического этапа (например, первичная, вторичная планировка отвала, выполаживание или террасирование откосов отвала) производится на участках земель, равных годовому подвиганию отвального фронта. Процессы горнотехнического этапа проводятся после усадки отвалов. Для этого устанавливается, времена усадки пород отвала. Это позволит в целях своевременности, и повышения качества рекультивационных работ установить рациональные параметры и сроки их проведения.

Сформированные горные выемки, представляющие собой выработанное пространство от вскрывающих капитальных траншей и разрезной траншеи ха-

рактируются как остаточные. В результате этого происходит загрязнение прилегающих к району разработок площадей земель, воздушного и водного бассейнов. Поэтому естественно, что для изоляции и ликвидации вредного воздействия горных работ на ландшафтную систему необходимо стремиться к сокращению времени вредного воздействия за счет своевременного проведения рекультивации, эффективность которой как, следовательно, и всей разработки месторождения будет зависеть от установленного объема рекультивационных работ по восстановлению площадей земель от остаточных горных выработок. Определение объема этих работ позволят с точки зрения рационального использования земельных ресурсов получить прогнозную оценку их размеров.

Определение наиболее эффективного варианта направления развития горных работ в режиме рационального нарушения и восстановления земель, в зависимости от горнотехнических условий разработки, возможно с проведением горно-геометрического анализа месторождения, построения календарного графика вскрышных, добычных и рекультивационных работ и следование ему с целью рационального использования земельных ресурсов.

Для выявления состояния использования земель на разрезах должна производиться оценка земельных отводов горных предприятий, прежде всего, по основным показателям: площади нарушаемых и восстанавливаемых земель; коэффициенту рекультивации; землеемкости добычи; размерам теряемых земель (абсолютных и относительных); степени использования земель. Они служат не только основанием для прогнозирования различных землеустроительных мероприятий, но создадут реальные предпосылки для системного поиска своевременного проведения рекультивационных работ и сокращения нарушений территорий земель при добыче полезных ископаемых открытым способом.

Применение основных показателей использования земельных ресурсов в совокупности с главными параметрами разреза позволят в полной мере объективно подойти к оценке последствий открытой разработки на земельные ресурсы. В этой связи обоснование технологии мощных пологозалегающих угольных пластов по основным показателям использования земельных ресурсов и в сово-

купности с главными параметрами разреза является актуальной научной и важной практической задачей.

**Степень разработанности.** Определение академиком Ржевским В.В. комплекса горных наук, связанных с понятием горной экологии предполагает в частности и рациональное использование земельных ресурсов при выборе направления развития работ и технологии разработки.

Вопросы режима нарушения и восстановления земель освещены в трудах Томакова П.И., Коваленко В.С., Михайлова А.М., Калашникова А.Т.

Основополагающие решения по рекультивации нарушенных земель горными работами изложены в трудах Русского И.И., Красавина А.П., Горлова В.Д., Моториной Л.В., Дороненко Е.П., Полищука А.К., Заудальского И.И и др.

Основоположниками отечественной горной науки глубоко и полно решены поставленные задачи и применены методики в области рационального землепользования, но все же для более объективной оценки последствий открытой разработки на земельные ресурсы необходим методологический подход, который должен обосновывать технологию и рекультивацию одновременно и рассматривать их как единое целое.

Вследствие этого, автором выполнены исследования механизмов взаимосвязи между процессами горных и рекультивационных работ в зависимости от горнотехнических условий разработки месторождений полезных ископаемых. Полученные результаты представлены в научных положениях настоящей работы.

**Цель работы:** обоснование технологии мощных пологозалегающих угольных пластов, обеспечивающей своевременность проведения рекультивационных работ, высокую скорость восстановления нарушенных земель, минимальные сроки и площади изъятия их под горные выработки, а также экономичную разработку полезных ископаемых.

**Идея работы.** Порядок и последовательность вскрышных, добычных и рекультивационных работ устанавливаются на основе горно-геометрического анализа карьерных полей для обоснования технологии с минимальными показателями землепользования и рациональными главными параметрами разреза.

### **Основные задачи исследования.**

Анализ использования земельных ресурсов на горнодобывающих предприятиях региона.

Разработка алгоритма системного анализа рациональных технологий рекультивационных работ.

Исследование связи между способом вскрытия, системой разработки и схемой комплексной механизации.

Установление признаков и параметров для оценки уровня, степени нарушений и размеров площадей восстановлений земель от остаточных выработок.

Установление графических зависимостей извлекаемых запасов и объёмов вскрышных пород от нарушаемых и восстанавливаемых площадей земель, при открытой разработке мощных пологозалегающих угольных пластов.

Определение критериев для оценки экономической эффективности вариантов развития горных работ при проведении горно-геометрического анализа карьерных полей.

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

В работе использованы научный анализ и обобщение передовых достижений науки и техники в области рационального использования земельных ресурсов. Статистическая обработка основных показателей использования земельных ресурсов, математическое моделирование для определения размеров площадей восстановления земель от остаточных горных выработок, графические и технико-экономические методы.

### **Защищаемые научные положения.**

1. Элементы рабочей зоны разреза при открытой разработке мощных пологозалегающих угольных пластов необходимо устанавливать во взаимосвязи между процессами горных и рекультивационных работ для обоснования технологии при рациональном использовании земельных ресурсов.

2. Положение вскрывающих выработок, система разработки и схема комплексной механизации с учетом календарного распределения площадей нарушенных и восстановленных земель определяют рациональные параметры контура рабочей зоны разреза.

3. Последовательность эффективной отработки запасов мощных полого-залегających угольных пластов целесообразно определить на основе выявленных закономерностей изменения: площадей нарушаемых и восстанавливаемых земель; коэффициента рекультивации; землеемкости добычи; абсолютных и относительных потерь земель; степени использования земель в совокупности с главными параметрами разреза.

**Обоснованность и достоверность** научных результатов, выводов и рекомендаций подтверждено применением современных методов исследований, аналитическими методами расчётов на основе общепринятых в горных науках определений и понятий, апробированных в производственных, научных и проектных организациях.

**Научная новизна работы:**

- выявлена закономерность формирования рабочей зоны разреза определяющая взаимосвязь в технологии открытой разработки процессов горных и рекультивационных работ;
- определены способы регулирования режима вскрышных, добычных и рекультивационных работ;
- определены признаки классификации систем открытой разработки;
- разработаны закономерности определения срока существования горнодобывающих предприятий с учетом проведения горнотехнического и биологического этапов рекультивации.

**Теоретическая и практическая значимость работы:**

- методика конструирования элементов рабочей зоны разреза;
- методика проведения горно-геометрического анализа карьерных полей с установлением основных показателей использования земельных ресурсов;
- методика определения срока существования горнодобывающих предприятий;
- новый способ открытой разработки месторождений полезных ископаемых (патент РФ на изобретение № 2213224), основанный на порядке и очередности отработки смежных блоков.



**Реализация работы.** Результаты исследований внедрены Комитетом по землеустройству и земельным ресурсам Красноярского края при составлении экспериментального проекта по теме: «Восстановление земель, нарушенных в результате горнодобывающей деятельности» в рамках краевой целевой программы «Развитие земельной реформы в Красноярском крае на период 2000-2002 годы». Метод горно-геометрического анализа разрезовских полей принят в проектах на разрезах: «Гарутинский» Боровско-Соболевского бурогоугольного месторождения (2005 г) и «Карабульский» Карабульского каменноугольного месторождения (2006 г). Технологические схемы горных работ, разработанные автором, внедрены в проекте: «Исследование вариантов оптимального развития горных работ в филиале ОАО «СУЭК–Красноярск» разрез «Березовский-1» для увеличения производственной мощности до 25 млн. т угля в год» (2008 г).

**Апробация работы.** Содержание диссертационной работы и её отдельные положения представлены в материалах следующих конференций: «Современные проблемы науки и образования» г. Москва, 2004 г; «Инновационные технологии» г Паттайа (Таиланд), 2005 г; «Современные технологии освоения минеральных ресурсов» г. Красноярск, 2007-2010, 2013 г.г; «Игошинские чтения» г. Иркутск, 2013 г.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 16 работ, в том числе в изданиях рекомендованных списком ВАК – 5 работ. Получен 1 патент на изобретение.

**Объём и структура работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, изложена на 181 странице машинописного текста, включая 68 рисунков, 27 таблиц и список использованной литературы из 53 наименований.

# 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОХРАНЫ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КАБА

## 1.1 Состояние земельных ресурсов

Наибольшее и наименьшее количество нарушенных сельскохозяйственных угодий 2100 и 981 га из них 90,4 и 100% - пашни соответственно в Назаровском и Шарыповском административных районах. При этом общее количество восстановленной пашни составляет всего лишь 14,9 %, а в указанных районах не восстановлено ни одного гектара пашни (табл. 1.1). Увеличение доли восстановленных земель до 64,1 % под лес и снижение её до 8,1 % для кормовых угодий показывает изменение приоритетности восстановления нарушенных земель. Приоритет в пользу леса и кормовых угодий продиктован прежде всего более жесткими требованиями к восстановленному рельефу для пашни и, следовательно, высокими затратам горнотехнического этапа рекультивационных работ. Так, стоимость 1 га пашни составляет - 211 млн. рублей, под лес - 13 млн. руб., естественное зарастание – 2,6 млн. руб. Биологический этап рекультивации 1 га пашни составляет 5,6 млн. руб за га (данные Комитета по земельным ресурсам и землеустройству по Красноярскому краю). Следует отметить в этом случае, что при стремлении недропользователей восстанавливать нарушенные горными выработками земли под лес и кормовые угодья приводит к увеличению продолжительности биологического этапа рекультивации под указанные угодья, что существенно задерживает срок сдачи земель прежним землепользователям и землевладельцам. Например, длительность периода биологического этапа для земель под пашню составляет с нанесением плодородного слоя почвы (ПСП) 4-6 лет, а для кормовых угодий (сенокос, пастбище) с нанесением ПСП – 2-8 лет, без ПСП – 6-10 лет. Период лесохозяйственной рекультивации принимается равный периоду развития лесных культур до смыкания крон, что в регионе разработки месторождений КАБа при посадке на рекультивированных землях, например, сосны составит не менее 18-25 и более лет [23]. В связи с этим, при проектировании и планировании развития горных работ не-

обходимо устанавливать оптимальный вариант (варианты) направления рекультивации.

В балансе нарушенных и восстановленных земель угольных разрезов КАБа по данным Комитета по земельным ресурсам и землеустройству по Красноярскому краю так же наблюдается изменение структуры сельскохозяйственных угодий. Так, при нарушении сельскохозяйственных угодий восстановлению земель подлежит только 31,2 и 24 %, в том числе под пашню, лес и кормовые угодья соответственно 13,2; 3,8 и 14,2 % на 1995 г (табл. 1.2) и 7,7; 7,7 и 8,6 % на 2000 г (табл. 1.3). При этом на разрезе «Березовский» вообще не планировалось восстановление земель под сельскохозяйственные угодья. За указанный период существенно растет доля «прочих» рекультивированных земель, достигая 348 га (68,8 %) и 79,5 га (76 %) земельного фонда.

Показатели состояния использования земельных ресурсов, предоставленные ОАО «СУЭК-Красноярск» отображают наметившуюся положительную тенденцию во всей структуре восстановленных земель для сельскохозяйственных угодий при увеличении в 2,5 раза рекультивированных площадей на разрезах «Бородинский» и «Назаровский» (табл. 1.4). Однако можно увидеть, что возрастающий разрыв во времени между нарушением и восстановлением земель.

Таблица 1.1 - Земельный баланс территории формирования КАБа\* по состоянию на 2006 г.

Административные районы	Нарушено, га				Общая площадь	Восстановлено, га				Строительство и др. цели, га	Землевание, га	Создание искусственных водоемов, га	Прочее, га
	Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые		Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые				
Рыбинский	1759,9/100	1759,9/100	-/-	-/-	876,7/100	827,3/94,4	236,4/27	560,4/63,9	30,5/3,5	0,0/0,0	-/-	4,4/0,5	45/5,1
Назаровский	2100/100	1899/90,4	-/-	201/9,6	447,3/100	297,7/66,6	-/-	200,8/44,9	96,9/21,7	98/21,9	-/-	0,6/0,1	51/11,4
Шарыповский	981/100	981/100	-/-	-/-	256,1/100	251,1/98	-/-	251,1/98	-/-	-/-	-/-	2/0,8	3/1,2
Итого:	4840,9/100	4639,9/95,8	-/-	201/4,2	1580,1/100	1376,1/87,1	236,4/14,9	1012,3/64,1	127,4/8,1	98/6,2	-/-	5/0,3	99/6,4

Примечание: числитель – тыс. га; знаменатель - % от общей доли;

\* по данным ОАО «СУЭК-Красноярск» и Комитета по земельным ресурсам и землеустройству по Красноярскому краю.

Таблица 1.2 - Земельный баланс разрезом КАБа\* по состоянию на 1995 г.

Административные районы	Нарушено, га				Общая площадь	Восстановлено, га				Землевание, га	Создание искусственных водоемов, га	Прочее, га
	Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые		Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые			
Рыбинский (р-з Бородинский)	1571/100	1571/100	-/-	-/-	381/100	58/15,2	58/15,2	-/-	-/-	-/-	-/-	323/84,8
Назаровский (р-з Назаровский)	1919/100	1919/100	-/-	-/-	120/100	100/83,3	9/7,5	19/15,8	72/60	-/-	-/-	20/16,7
Шарыповский (р-з Березовский)	737/100	737/100	-/-	-/-	5/100	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	5/-
Итого:	4227/100	4227/100	-/-	-/-	506/100	158/31,2	67/13,2	19/3,8	72/14,2	-/-	-/-	348/68,8

Примечание: числитель – тыс. га; знаменатель - % от общей доли;

\* по данным Комитета по земельным ресурсам и землеустройству по Красноярскому краю.

Таблица 1.3 - Земельный баланс разрезов КАБа\* по состоянию на 2000 г.

Административные районы	Нарушено, га				Общая площадь	Восстановлено, га				Землевание, га	Создание искусственных водоёмов, га	Прочее, га
	Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые		Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые			
Рыбинский (р-з Бородинский)	1519/100	1519/100	-/-	-/-	40/100	8/20	8/20	-/-	-/-	-/-	-/-	32/80
Назаровский (р-з Назаровский)	1796/100	1796/100	-/-	-/-	64,5/100	17/26,4	-/-	8/12,4	9/14	-/-	-/-	47,5/73,6
Шарыповский (р-з Березовский)	737/100	737/100	-/-	-/-	-/100	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Итого:	4052/100	4052/100	-/-	-/-	104,5/100	25/24	8/7,7	8/7,7	9/8,6	-/-	-/-	79,5/76

Примечание: числитель – тыс. га; знаменатель - % от общей доли;

\* по данным Комитета по земельным ресурсам и землеустройству по Красноярскому краю.

Таблица 1.4 - Земельный баланс разрезов КАБа\* по состоянию на 2006 г.

Административные районы	Нарушено, га				Общая площадь	Восстановлено, га				Строительство и др. цели, га	Землевание, га	Создание искусственных водоёмов, га
	Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые		Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые			
Рыбинский (разрез Бородинский)	22/100	-/-	22/100	-/-	142,2/100	138,5/97,4	45,1/31,7	66,9/47,0	26,5/18,6	0,0/0,0	0,0/0,0	3,7/2,6
Назаровский (разрез Назаровский)	51,0/100	0,0/0,0	0,0/0,0	51,0/100	46,3/100	45,7/98,7	0,0/0,0	12,8/27,6	32,9/71,1	0,0/0,0	0,0/0,0	0,6/1,3
Шарыповский (разрез Березовский)	0,0/100	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/100	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0
Итого:	73,0/100	0,0/0,0	22/30,1	51,0/69,9	188,5/100	184,2/97,7	45,1/23,9	79,7/42,3	59,4/31,5	0,0/0,0	0,0/0,0	4,3/2,3

Примечание: числитель – тыс. га; знаменатель - % от общей доли;

\* по данным ОАО «СУЭК-Красноярск».

## 1.2 Динамика использования земель на разрезах

### «СУЭК Красноярск»

За 2001-2006 годы открытыми разработками на разрезах «СУЭК-Красноярск» было нарушено 246,9 га земель сельскохозяйственных угодий, а восстановлено в 5,8 раза больше (1434,1 га). За указанный срок объем добычи на разрезах «Бородинский» «Назаровский» и «Березовский» составил соответственно 114499, 29236 и 35046 тыс. т (табл. 1.5). Для сравнения отметим, что открытыми разработками на 1.01.1986 - 1987 г г нарушения земель приходились на пашни (60 % - разрез «Бородинский № 1», 78 % разрез «Назаровский»). При этом разрезами «Березовский - № 1», «Назаровский» и «Бородинский-1» на 1.01.1987 г. открытыми разработками было нарушено сельскохозяйственных угодий (пашня, лес, кормовые) соответственно 344,4, 2717 и 1667,6 га (табл. 1.6). Большая часть изымаемых земель при открытой добыче угля приходится на карьер - от 54,2 % для разреза «Бородинский № 1» до 86 % для разреза «Назаровский». При этом карьерные выемки занимают 69,4 % площади горного отвода для разреза «Бородинский № 1», а для разреза «Назаровский» - 56,4 %, т.е. на начало 1987 г. рекультивировано было 30,6 % нарушаемой площади горного отвода (разрез «Бородинский № 1») и 43,6 % на разрезе «Назаровский». Такое соотношение площадей между нарушенными (54,2 и 86 %) и рекультивированными (30,6 и 43,6 %) наиболее реалистичнее отображает земельный баланс разрезов КАБа в указанный период разработки.

На примере разрезов КАБа («Бородинский № 1», «Назаровский» и «Березовский № 1») рассмотрим динамику использования земель, характеризующихся основными показателями: размеры нарушаемых ( $S_n$ ) и восстанавливаемых ( $S_b$ ) земель, коэффициент рекультивации ( $K_p$ ), текущая землеемкость добычи угля ( $P$ ), размеры теряемых земель ( $\Pi$ ), степень использования земель ( $K_n$ ). Их изменение по годам разработки показано на рис. 1.1-1.20.



Таблица 1.5 - Земельный баланс разрезов КАБа\*

Год	Объемы добычи угля, тыс. т	Нарушено, га			Восстановлено, га				Складирование ПСП, м <sup>3</sup>	Использовано ПСП, м <sup>3</sup>	Снято ПСП, м <sup>3</sup>	Землевание, га	Создание водоемов, га
		Пашня	Лес	Кормовые угодья	Пашня	Лес	Кормовые угодья	Строительство и др. цели					
Бородинский разрез													
2001	20049		5,0		10,5	5,0	0,0	0,0	44320,0	41870,0	20000,0	0,0	0,0
2002	17735		4,4		30,0	202,4	0,0	0,0	13770,0	116207,0	17560,0	0,0	0,0
2003	21183		1,0		138,8	155,0	0,0	0,0	279740,0	352912,0	4000,0	0,0	0,0
2004	18581		0,2		0,0	0,0	0,0	0,0	333540,0	0,0	800,0	0,0	0,0
2005	17533		9,3		0,0	129,1	0,0	0,0	0,0	186850,0	33470,0	0,0	0,7
2006	19418		22,0		45,1	66,9	26,5	0,0	96870,0	0,0	76950,0	0,0	3,7
итого	114499		41,9		224,4	558,4	26,5	0,0	768240,0	697839,0	152780,0	0,0	4,4
Назаровский разрез													
2001	6433	0,0	0,0	150	0,0	10,0	18,0	28,0	370,0	150000,0	520000,0	0,0	0,0
2002	5276	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2500,0	0,0	0,0	0,0
2003	4904	2,0	0,0	0,0	0,0	170,0	35,0	70,0	0,0	175000,0	7500,0	0,0	0,0
2004	3849	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10000,0	10000,0	0,0	0,0
2005	5002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2006	3762	0,0	0,0	51,0	0,0	12,8	32,9	0,0	0,0	189000,0	178000,0	0,0	0,6
итого	29236	4,0	0,0	201,0	0,0	192,8	85,9	98,0	370,0	526500,0	715500,0	0,0	0,6
Березовский разрез													
2001	8824	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	5526	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	5939	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	4851	0,0	0,0	0,0	0,0	86,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
2005	4828	0,0	0,0	0,0	0,0	141,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2006	5078	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
итого	35046	0,0	0,0	0,0	0,0	248,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0

Примечание: \* по данным ОАО «СУЭК-Красноярск».

Таблица 1.6 - Земельный баланс разрезов КАБа \*

Показатели	«Бородинский № 1»		«Назаровский»		«Березовский № 1»	
	Земельный отвод, га	Нарушено земель, га	Земельный отвод, га	Нарушено земель, га	Земельный отвод, га **	Нарушено земель, га
Всего земель:	2965,8	1740,6	2720	2521	2348,3	367,6
В т. ч. пашни	1767,6	1099,6	2132	2078	402,0	293,1
кормовые	748,4	307	533	396	171,0	12,3
лесные	345,7	261,0	52	44	1392,0	39,0
водные	-	-	-	-	4,0	-
прочие	104,1	73,0	3	3	379,3	23,2
Из общего объема под карьером:	1495,4	1369,0	2622,0	2189,0	378,9	275,3
в т. ч. внутренние отвалы	475,1	475,1	1144	1018	-	31,6
внешними отвалами	658,0	340,4	90	64	34,9	14,0
промышленными зданиями	174	-	209	129	32,9	35,6
железнодорожными путями	356,6	85,0	33	33	-	-
автодорогами	78,0	-	73	53	33,7	33,7
ЛЭП	-	-	24	24	9	9,0
населенными пунктами	-	-	-	-	-	-

Примечание: \* по данным управления рекультивации ПО «Красноярскуголь» (на 1. 01. 1987 г.); \*\* по состоянию на 1.01.1986 г.

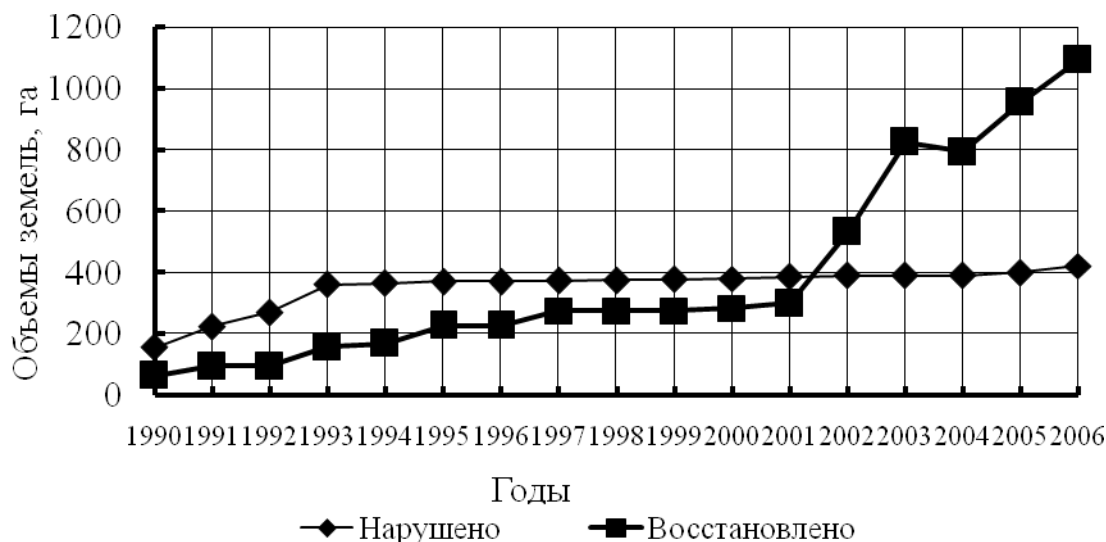


Рисунок 1.1 – Динамика изменения нарушаемых и восстанавливаемых площадей земель на разрезе «Бородинский»

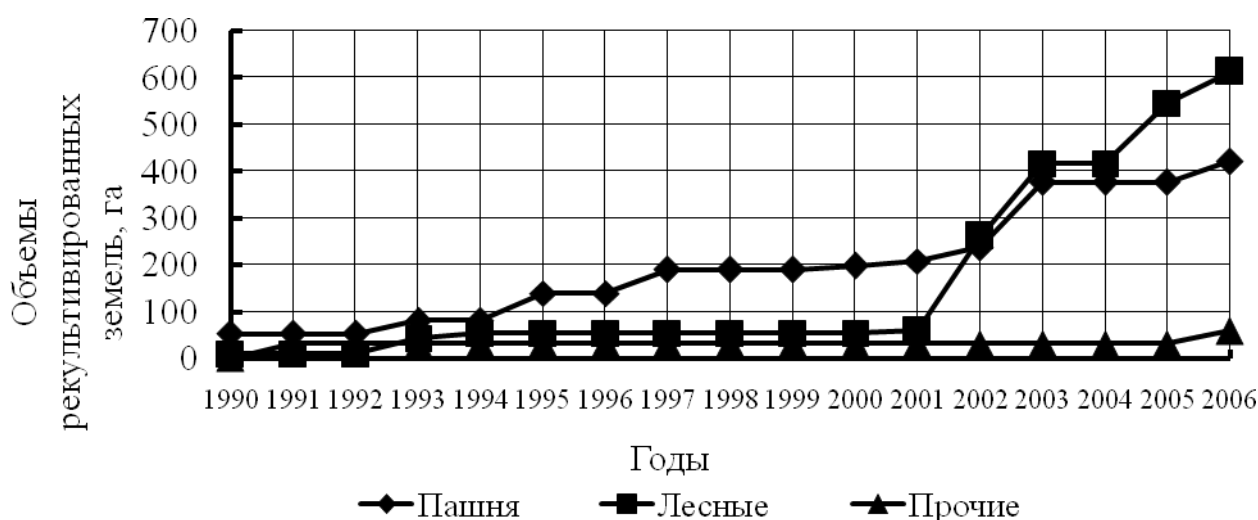


Рисунок 1.2 – Динамика изменения рекультивированных площадей земель на разрезе «Бородинский»

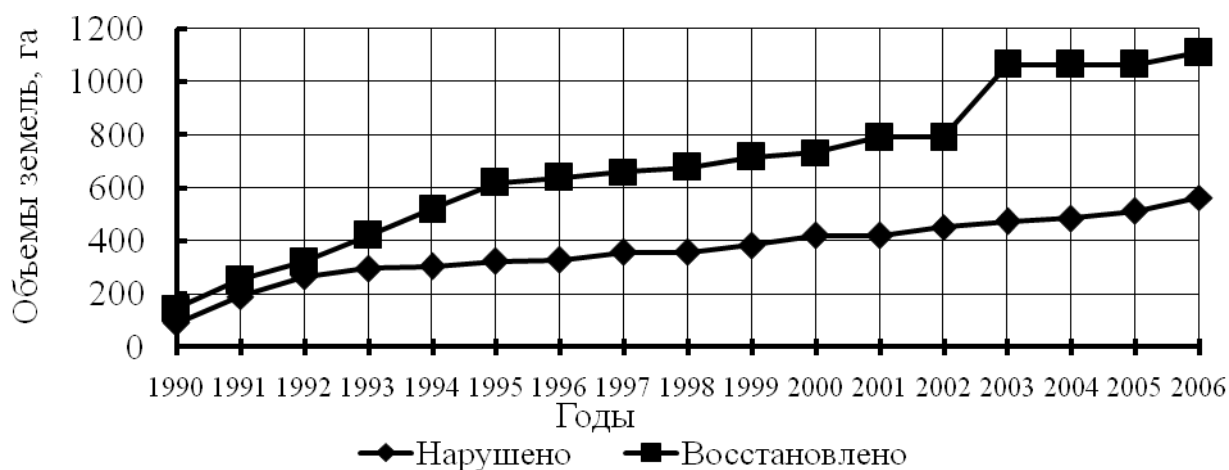


Рисунок 1.3 – Динамика изменения размеров нарушаемых и восстанавливаемых земель на разрезе «Назаровский»

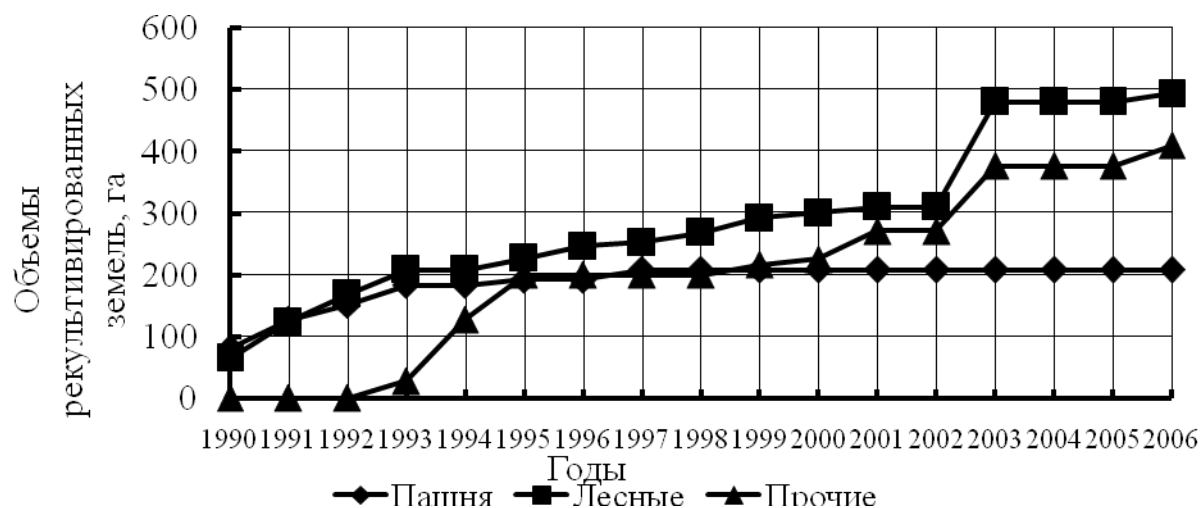


Рисунок 1.4 – Динамика изменения размеров рекультивированных земель на разрезе «Назаровский»

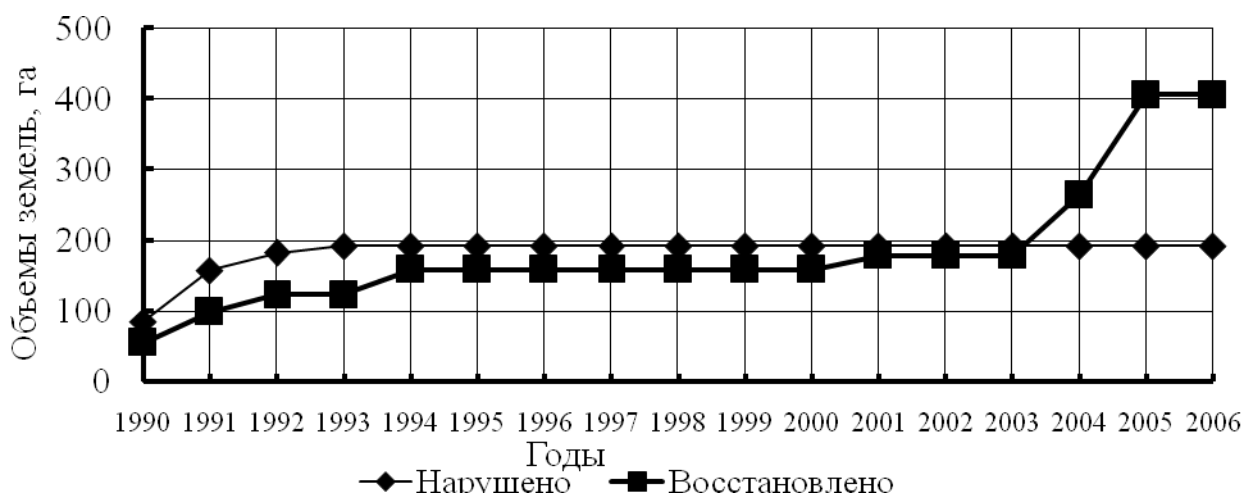


Рисунок 1.5 – Динамика изменения размеров нарушаемых и восстанавливаемых земель на разрезе «Березовский»

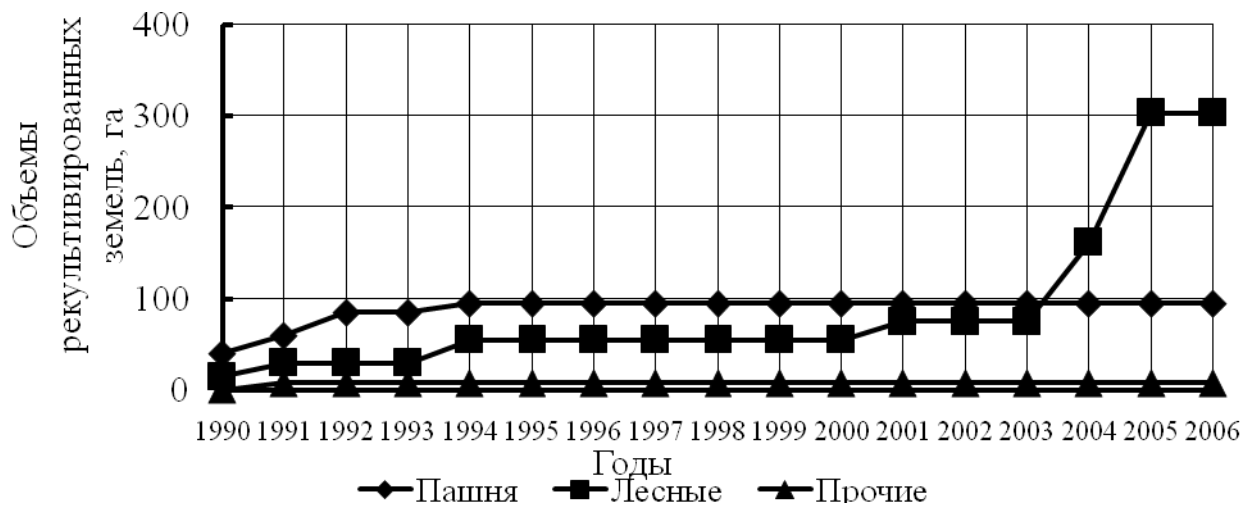


Рисунок 1.6 – Динамика изменения размеров в рекультивированных земель на разрезе «Березовский»

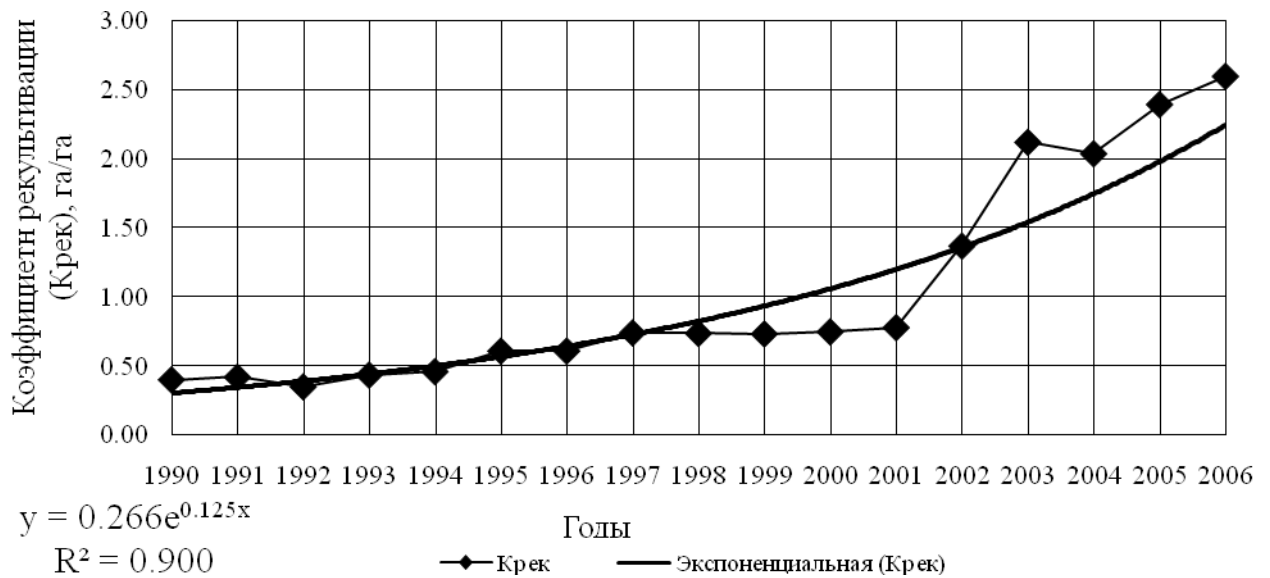


Рисунок 1.7 – Динамика изменения коэффициента рекультивации на разрезе «Бородинский»

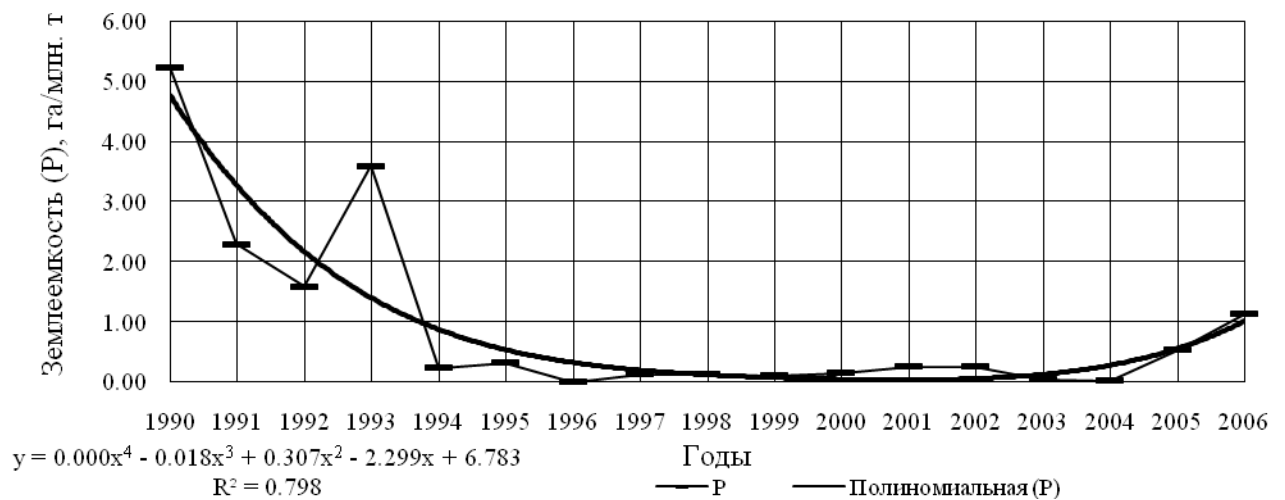


Рисунок 1.8 – Динамика изменения землеёмкости добычи на разрезе «Бородинский»

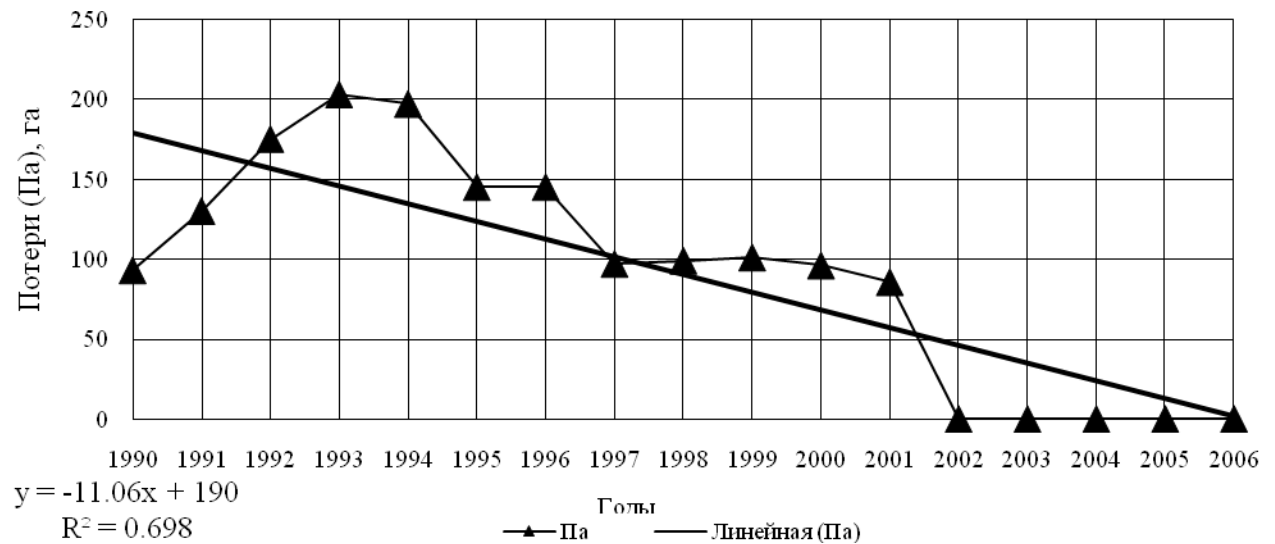


Рисунок 1.9 – Динамика изменения абсолютных потерь земель на разрезе «Бородинский»

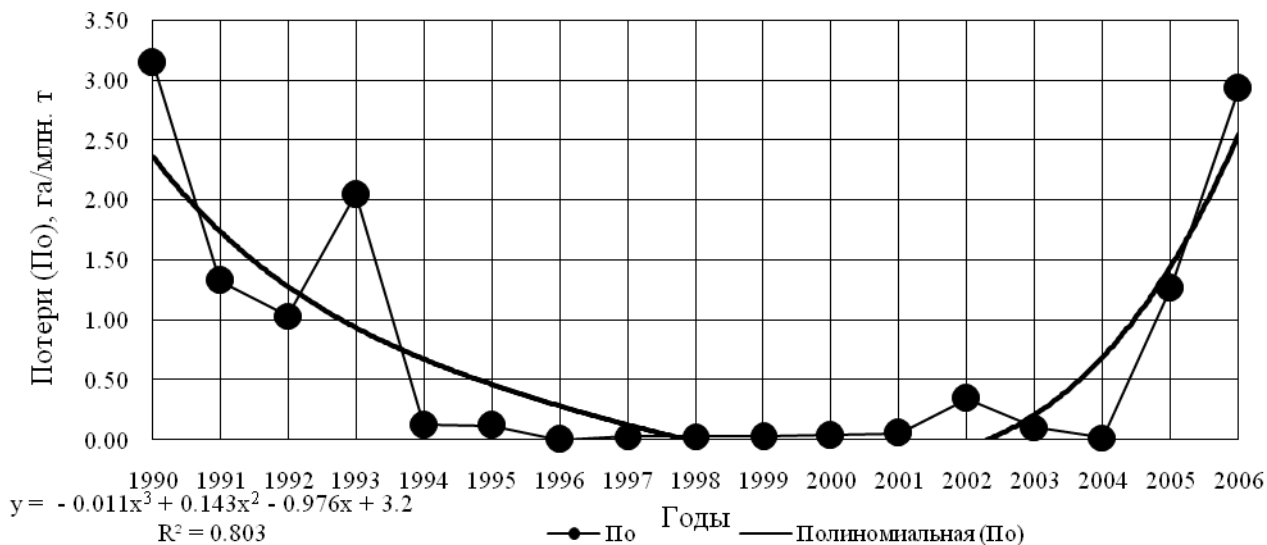


Рисунок 1.10 – Динамика изменения относительных потерь земель на разрезе «Бородинский»

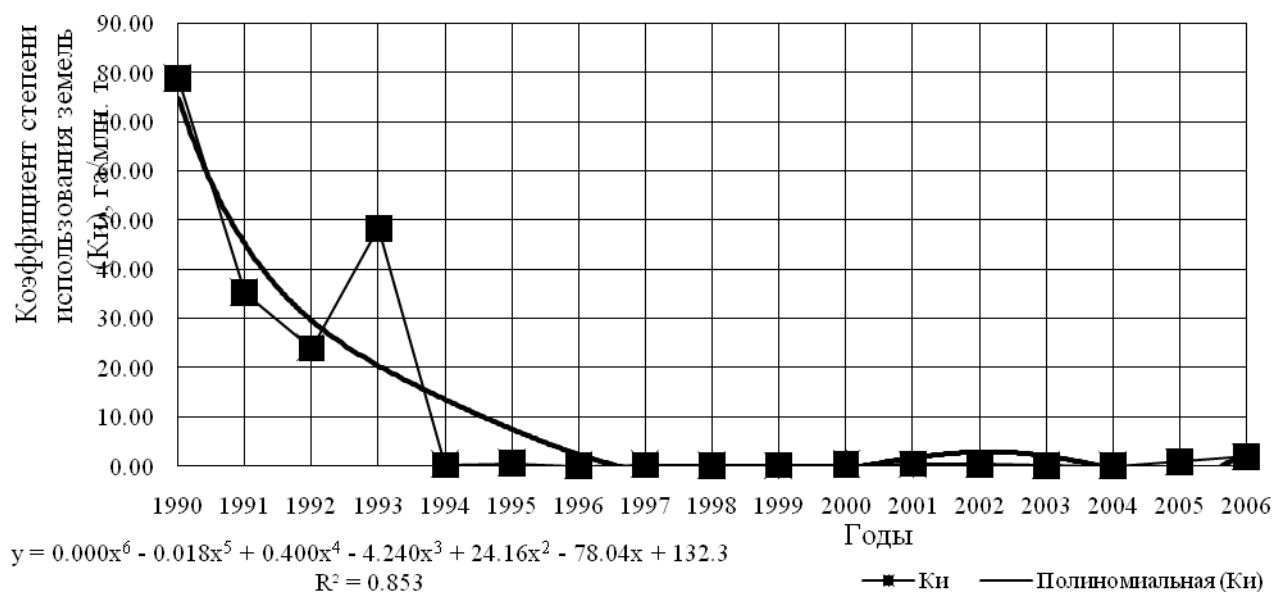


Рисунок 1.11 – Динамика изменения коэффициента степени использования земель на разрезе «Бородинский»

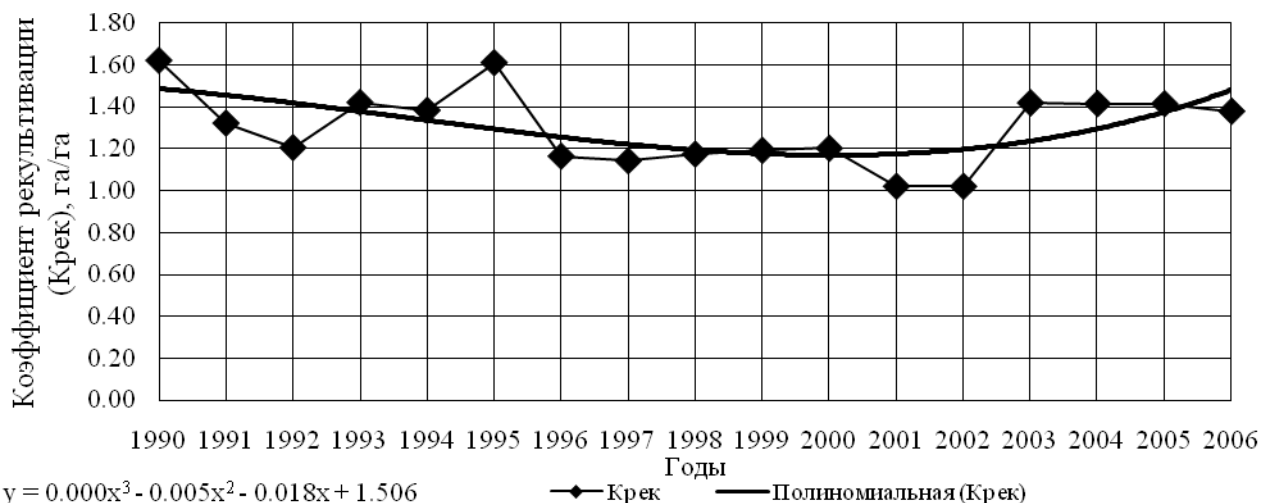


Рисунок 1.12 – Динамика изменения коэффициента рекультивации на разрезе «Назаровский»

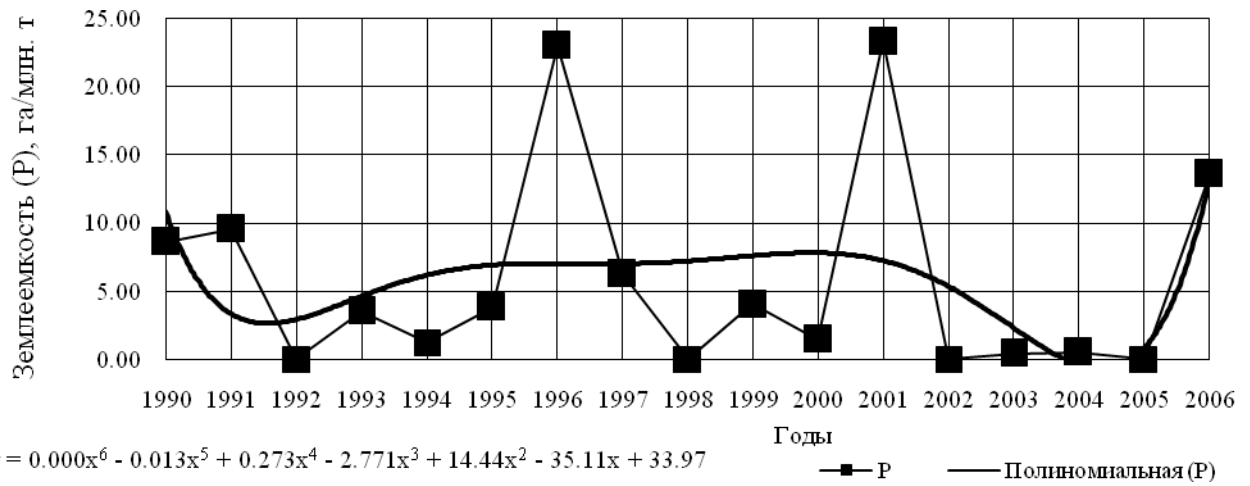


Рисунок 1.13 – Динамика изменения землеёмкости добычи на разрезе «Назаровский»

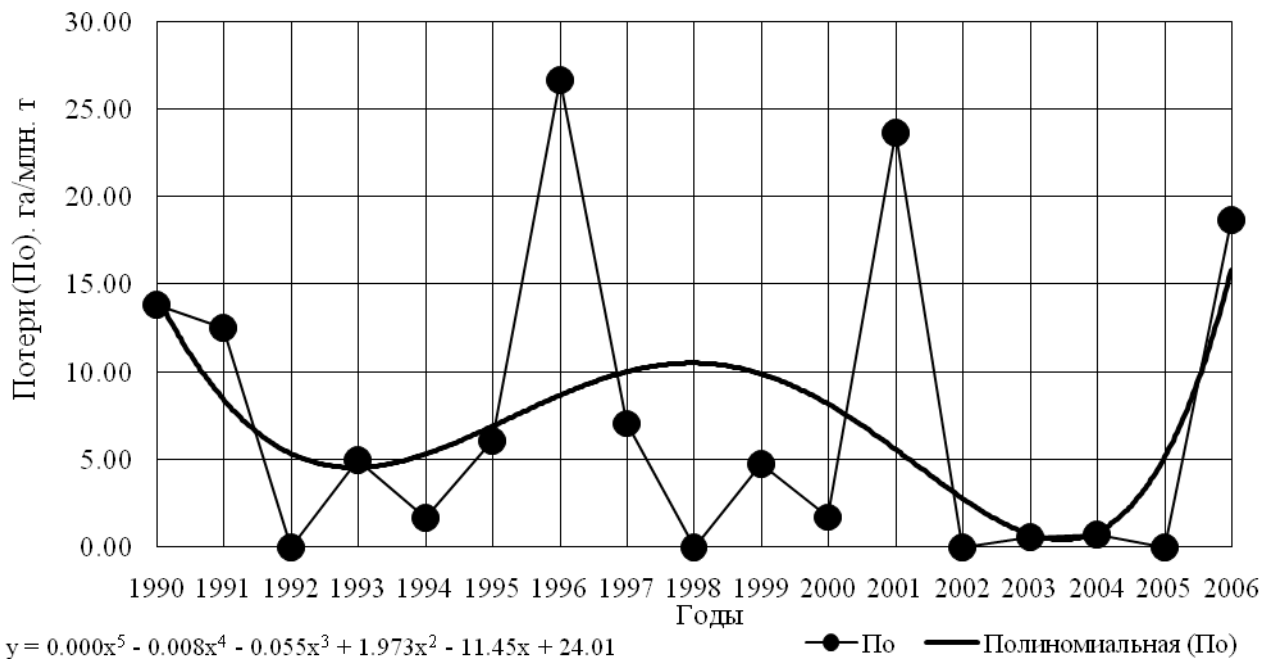


Рисунок 1.14 – Динамика изменения относительных потерь земель на разрезе «Назаровский»

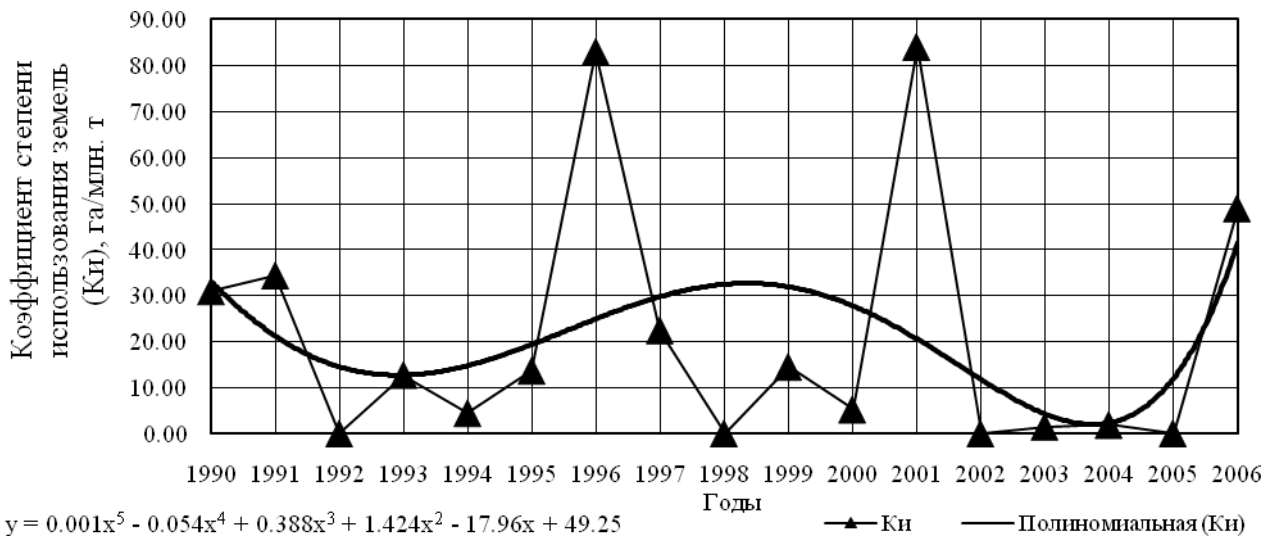


Рисунок 1.15 – Динамическое изменение коэффициента степени использования земель на разрезе «Назаровский»

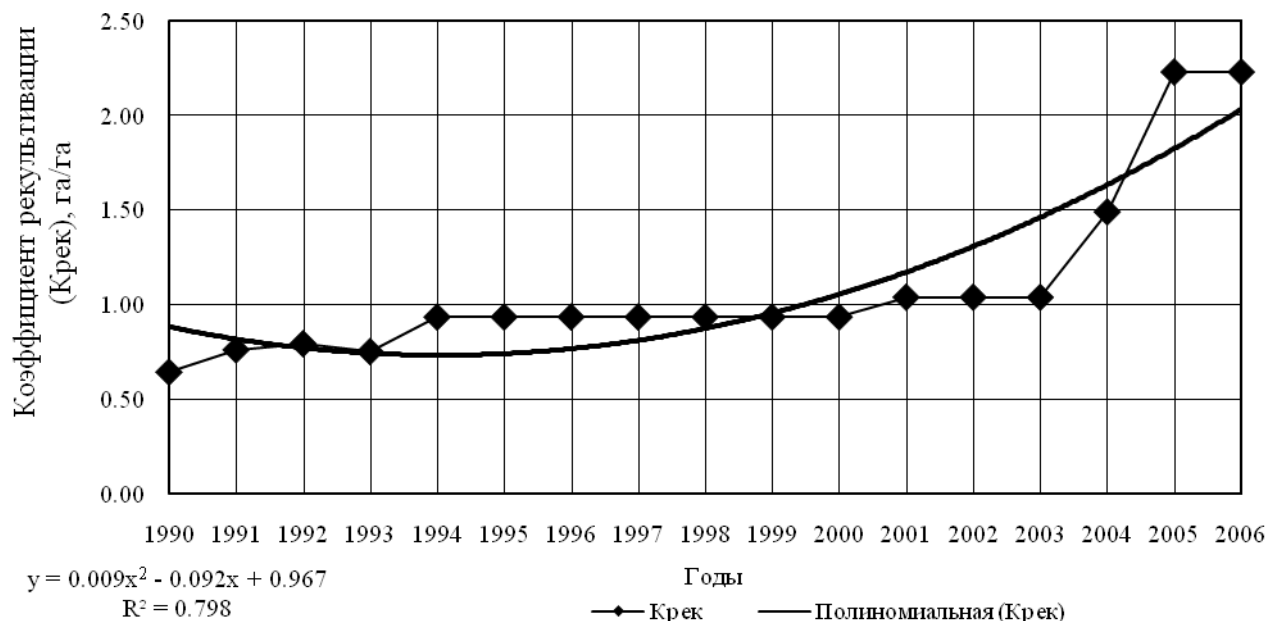
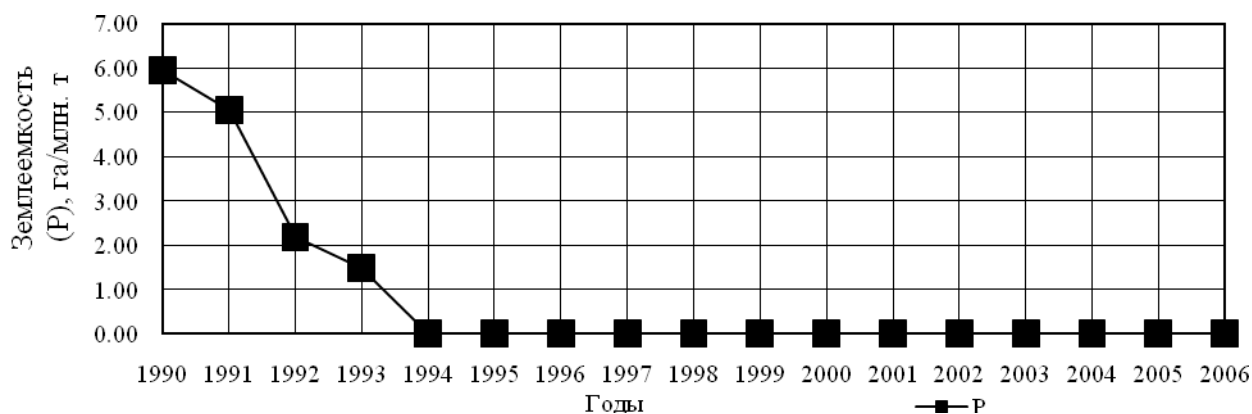


Рисунок 1.16 – Динамика изменения коэффициента рекультивации на разрезе «Березовский»

а)



б)

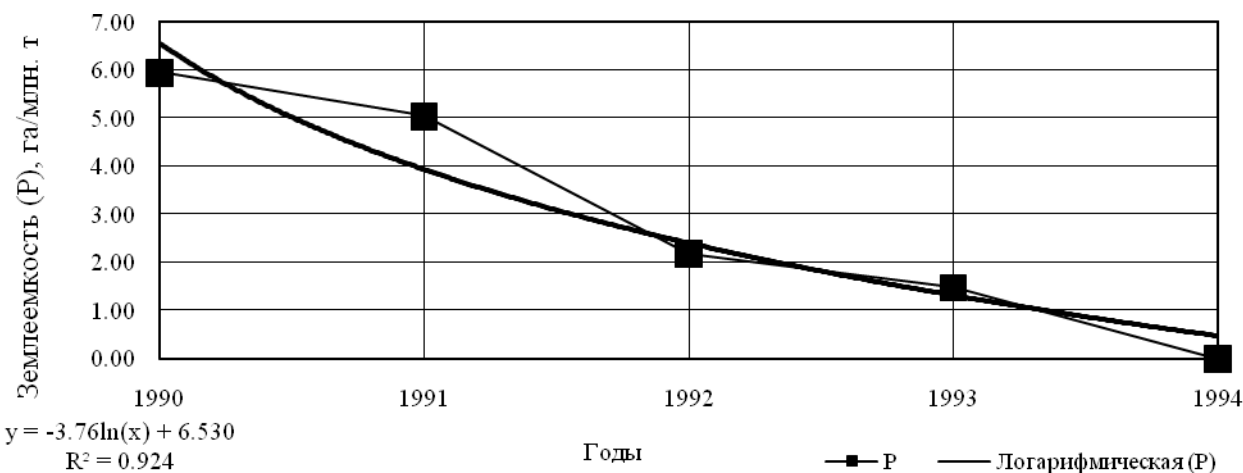


Рисунок 1.17 – а) Динамика изменения землеёмкости добычи на разрезе «Березовский»; б) Динамика изменения землеёмкости добычи на разрезе «Березовский»



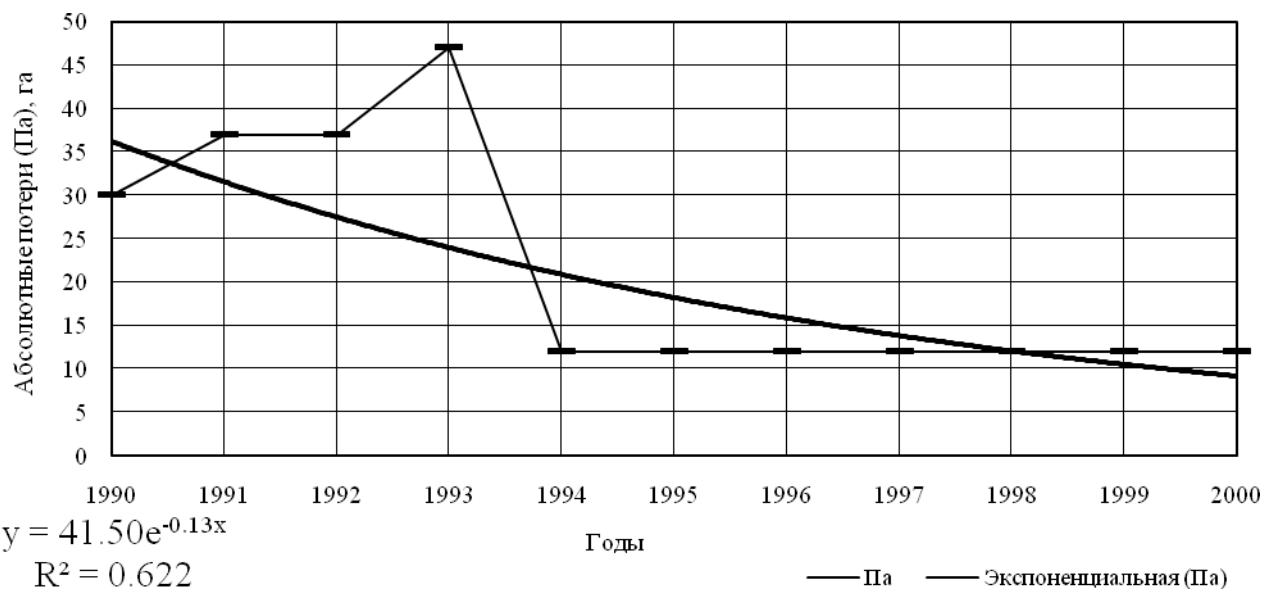
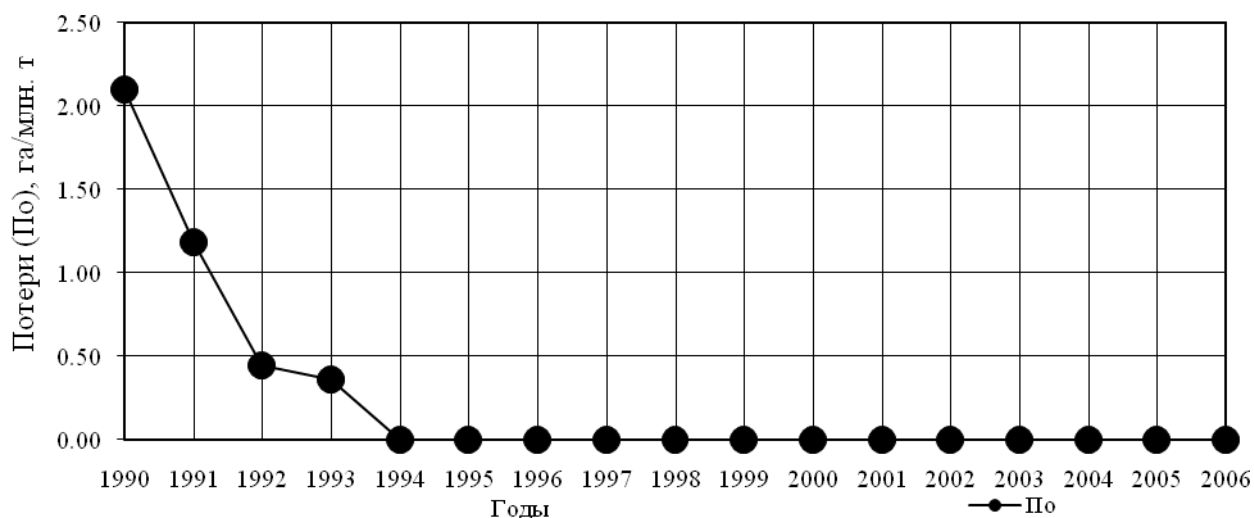


Рисунок 1.18 – Динамика изменения абсолютных потерь земель на разрезе «Березовский»

а)



б)

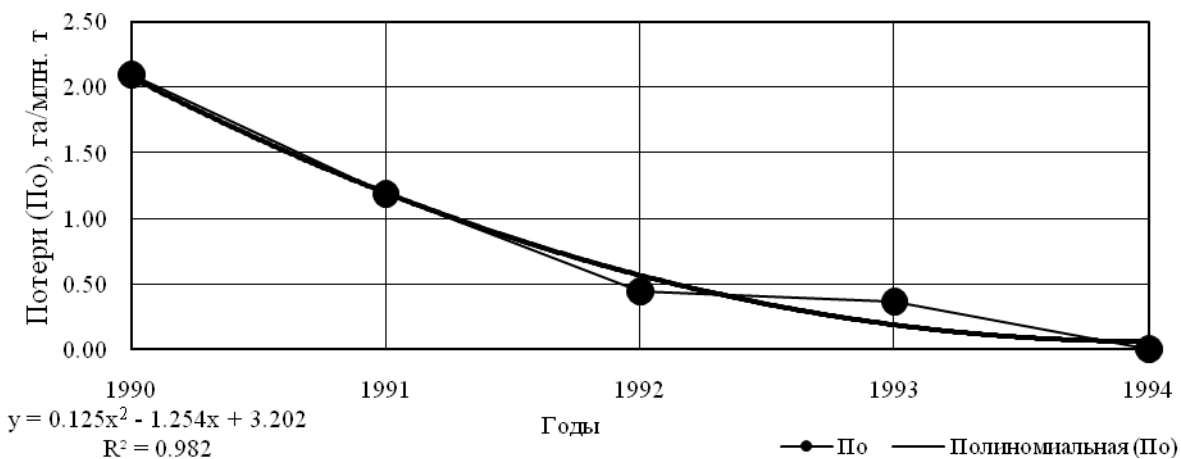
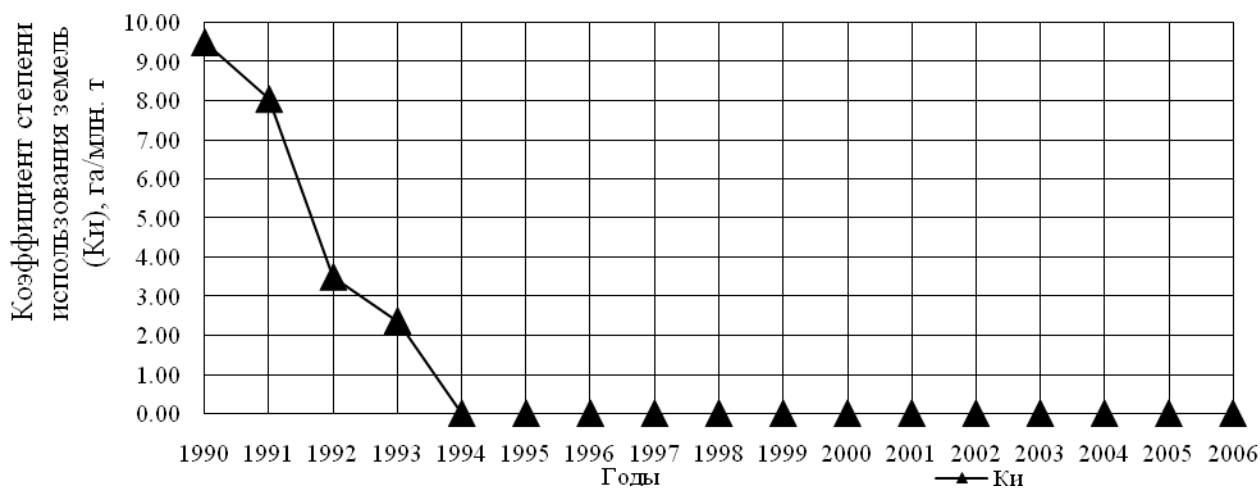


Рисунок 1.19 – а) Динамика изменения относительных потерь земель на разрезе «Березовский»; б) Динамика относительных потерь земель на разрезе «Березовский»

а)



б)

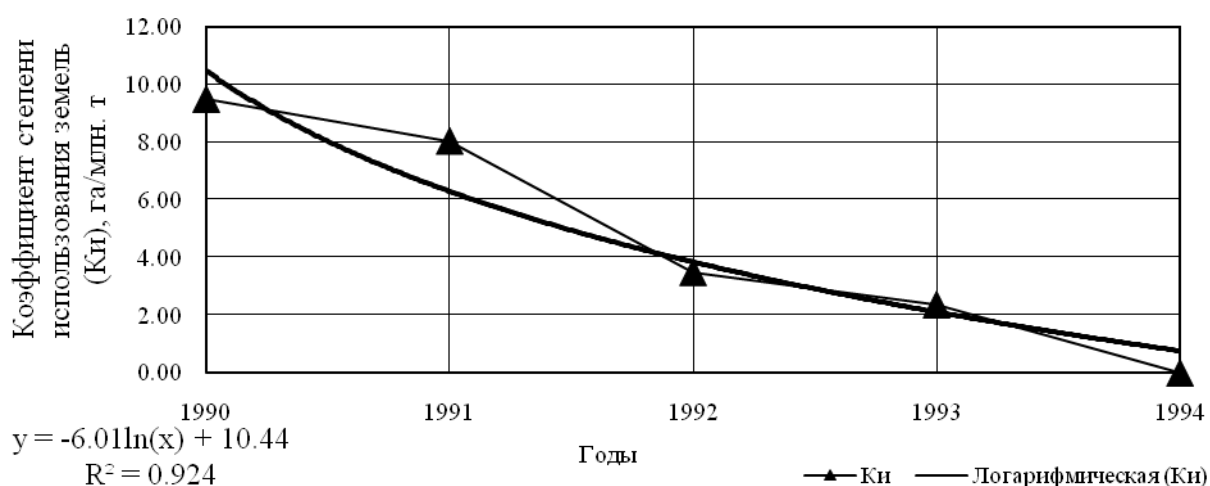


Рисунок 1.20 – а) Динамика коэффициента степени использования земель на разрезе «Березовский»; б) Динамика изменения коэффициента степени использования земель на разрезе «Березовский»

Путем статистического оценивания показателей использования земель получены линии тренда, описываемые уравнениями регрессии, графики которых показаны на рис. 1.1-1.6, 1.17 (б), 1.18, 1.19 (б), 1.20 (б). Эти данные характеризуют тенденции изменения основных показателей использования земель во времени.

По данным комитета по земельным ресурсам и землеустройству Красноярского края и ОАО «СУЭК-Красноярск», размеры нарушенных земель за 1990-2006 г.г. составили на разрезях: «Бородинский» - 420,9 га; «Назаровский» - 734 га; «Березовский № 1» - 192 га. Восстановлено земель за указанный период 1092, 1011,7, 428,1 га, а с учетом нарушения на конец 2000 г составили на

разрезах: «Бородинский» - 1516 га, «Назаровский» - 734 га, «Березовский № 1» - 1786 га. Не рекультивировано земель соответственно на разрезах «Бородинский», «Назаровский», «Березовский № 1» 844,9, 459,3, 1549,9 га. В этом случае коэффициент рекультивации на разрезах «Бородинский», «Назаровский», «Березовский № 1» соответственно составит 0,56, 0,69, 0,22 га/га. При этом на разрезе «Березовский № 1» наибольшая задолженность 1786 га не рекультивированных земель.

Наибольшее отчуждение земель происходило на разрезе «Назаровский». Например, прирост нарушаемых земель на разрезе «Назаровский» в 4,8 раза больше, чем на разрезе «Бородинский».

Наибольшее внимание рекультивации нарушенных земель уделяется на разрезе «Бородинский», где прирост коэффициента рекультивации (без учета нарушений на конец 2000 г.) на 84,5 % и 27,8 % больше прироста, чем соответствующие показатели на разрезах «Назаровский» и «Березовский № 1».

Землеемкость горных работ на разрезах КАБа за указанный период (без учета нарушений на конец 2000 г.) имеет тенденцию к уменьшению на всех разрезах. Это, прежде всего, связано с существенным уменьшением объема добычи в ОАО «СУЭК-Красноярск». Снижение землеемкости на разрезе «Березовский № 1» связано с выводом мощностей транспортно-отвальной технологии, где, как известно, без проведения вскрышных работ отрабатываются целики угля, которые являлись рабочими площадками вскрышного транспортно-отвального комплекса. Так, по разрезу «Бородинский» землеемкость уменьшилась с 5,23 га до 1,13 га, достигая своего нулевого значения в 1996 г.

Наибольшая амплитуда изменения землеемкости соответствует горным работам на разрезе «Назаровский». Так, в 2001 г. для добычи 1 млн. т. угля было нарушено 23,28 га. Тогда как в 1992, 1998, 2002 и 2005 г. не было нарушено ни одного гектара. По разрезу «Березовский № 1» землеемкость добычи 1 млн. т. угля за период с 1990 по 1994 г. снизилась с 5,94 га до нулевого значения. При общей тенденции снижения землеемкости снижаются также и потери земель.

В связи с минимальной землеемкостью горных работ на разрезе «Бородинский» и своевременностью проведения рекультивационных работ, размеры теряемых земель, приходящиеся на 1 млн. т. добытого угля, уменьшаются. Относительная величина теряемых земель так же снижается, но при этом количество теряемых земель в 2006 г. для добычи 1 млн. т. угля достигает 2,93 га, что на 6,7% меньше, чем в начале рассматриваемого периода времени.

Разрез «Назаровский» теряет в 2006 году 18,69 га в виду наибольшего значения землеемкости добычи 1 млн. т. угля и имеющей тенденцию высокой степени её амплитуды и увеличения, несвоевременной рекультивации нарушенных земель.

Наиболее эффективно используются земли на разрезе «Березовский № 1». Так, размеры земель, отчуждаемых под горное предприятие, имеют тенденцию к ежегодному снижению в 1990 г с 9,51 га до нулевого значения в 1994-2006 гг.

Наибольшая амплитуда изменения размеров земель, занимаемых предприятием, наблюдается на разрезе «Назаровский». Так, в 1992 и 1998 г г размеры занятых земель с нулевого значения увеличиваются соответственно до 82,72 и 83,81 га.

На разрезе «Бородинский» имеет место наибольшее значение темпа ежегодного уменьшения размеров земель. Так, в 1990 г размер земель под горным предприятием с 78,68 га снижался в 2006 г до 2,01 га.

**Вывод.** Приведенные данные фактического состояния и использования земель на разрезах КАБа показали, что при современных темпах добычи угля необходимо устанавливать основные показатели использования земель, которые позволят объективно подойти к оценке последствий открытой разработки на земельные ресурсы.

## **2 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ К РАЗРАБОТКЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВСКРЫШНЫХ, ДОБЫЧНЫХ И РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ РАБОТ**

Одной из главных причин недостаточной скорости и своевременности проведения рекультивационных работ и, как следствие, высоких затрат на их выполнение, увеличения размеров теряемых земель являются отдельный и второстепенный подход к обоснованию рекультивационных работ. Исполнение действий по охране земельных ресурсов обычно осуществляется после обоснования направления развития горных работ, схемы вскрытия, системы разработки, режима горных работ и т.д. Это становится причиной того, что уже после принятой технологии горных работ, в сущности, обуславливаются размеры нарушенных земель, которые не всегда бывают благоприятными для природной среды района ведения горных работ. Как показывает практика открытых разработок, часть из нарушенных земель навсегда исключается из всех видов землепользования, а часть технологически чрезвычайно трудоемко восстановить. Вследствие этого, происходят потери земельных ресурсов. Следовательно, влияние горного производства на земельные ресурсы и мероприятия по их изоляции и ликвидации необходимо учитывать при планировании развития горных работ и рассматривать горные работы как единое целое, взаимосвязанное в процессах горного производства вскрышных, добычных и рекультивационных работ. Поэтому для обоснования технологии разработки необходимо проводить исследования механизмов взаимосвязи между процессами горных и рекультивационных работ в зависимости от природно-геологических условий разработки месторождений полезных ископаемых.

Условия (рис. 2.1) влияющие, на характер и степень нарушения земель показывают, что управляющими факторами являются схема и место заложения относительно контуров разреза вскрывающих выработок, их параметры (по структуре нарушенных земель - остаточные), параметры рабочей зоны разреза,

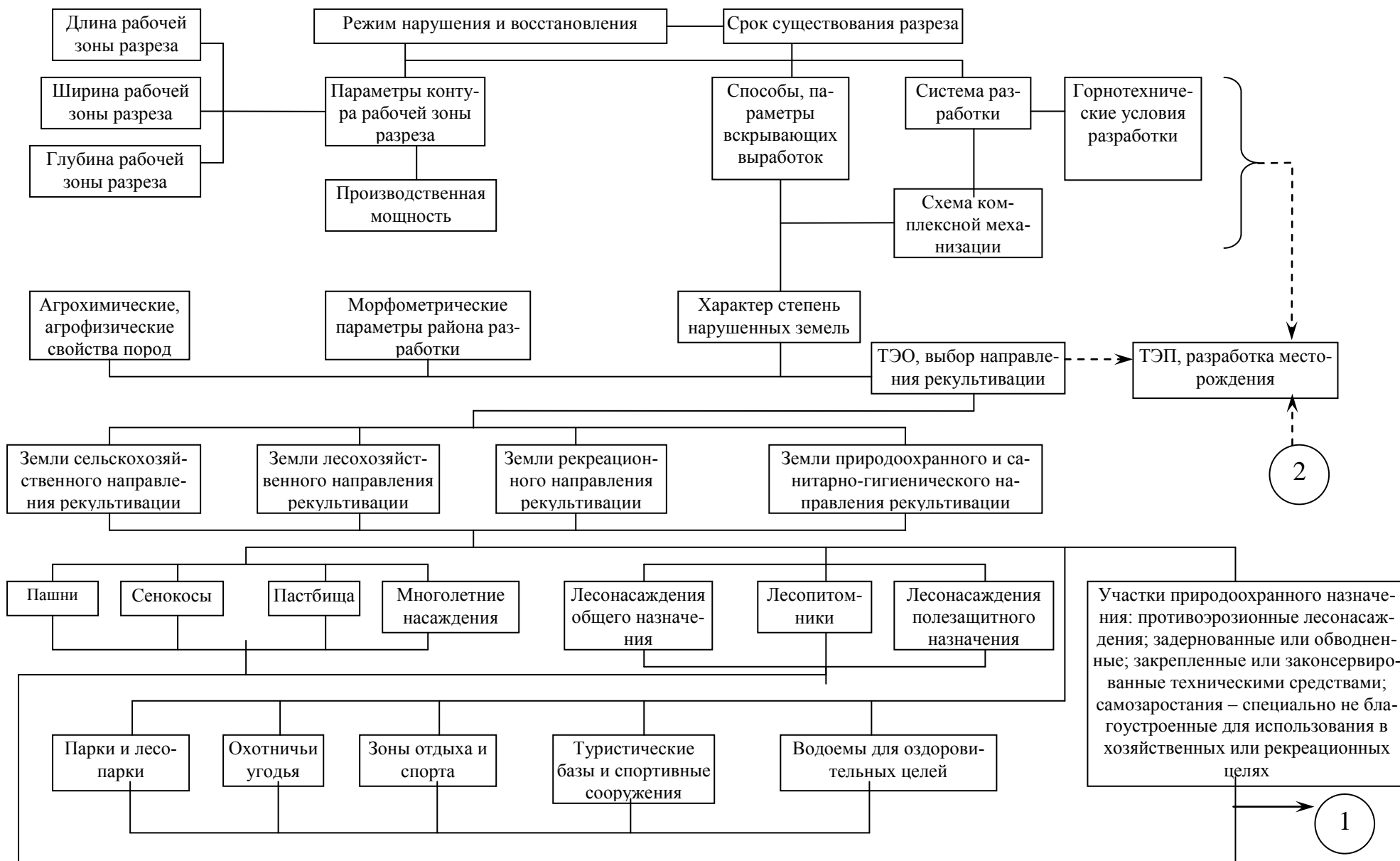
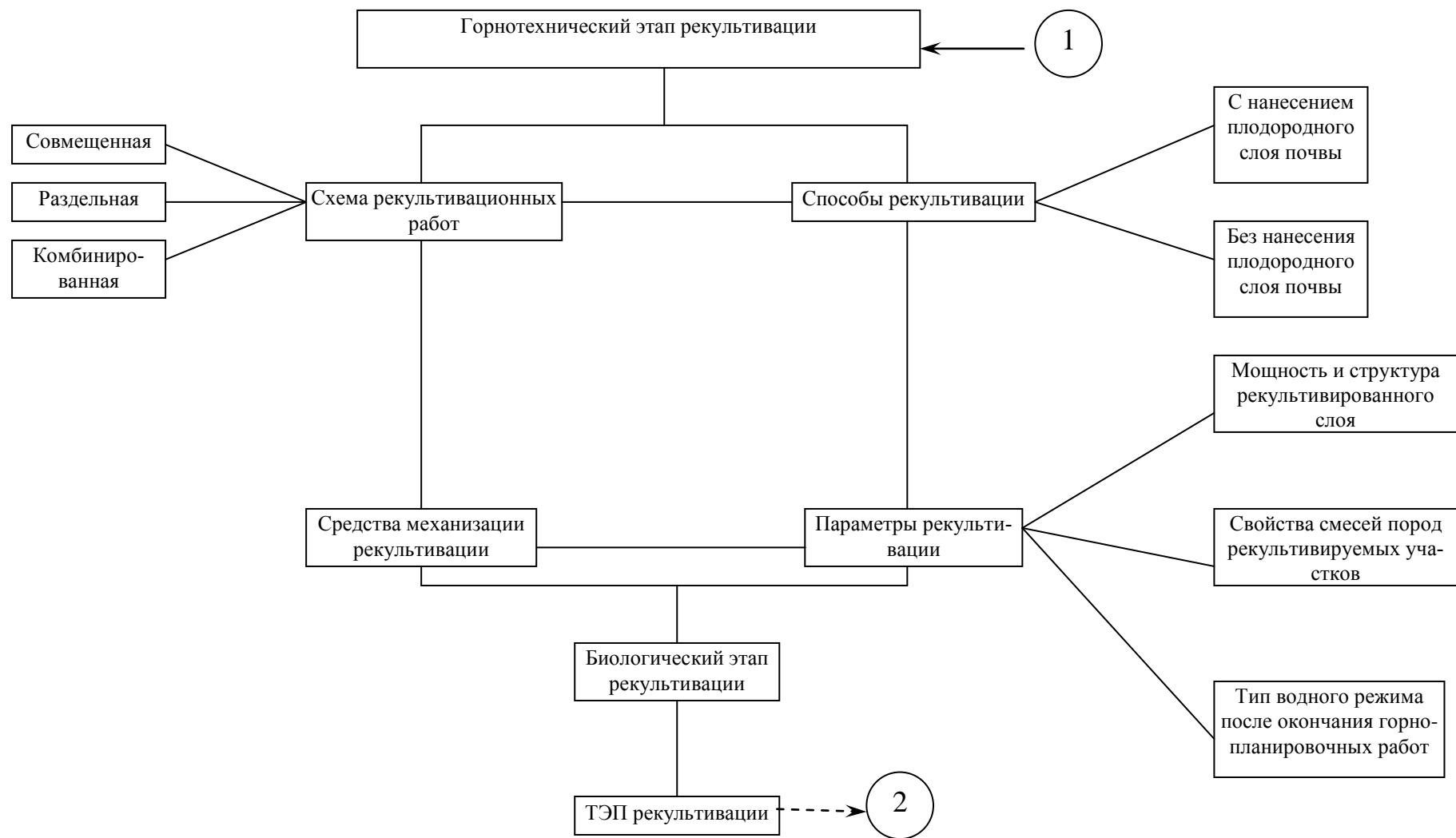


Рис. 2.1 – Блок схема технологий восстановления земель



Продолжение рисунка 2.1

система разработки и схемы механизации. Они, в свою очередь, взаимосвязаны, влияют друг на друга и, кроме того, зависят от режима нарушения и восстановления земель и срока существования разреза с учетом проведения рекультивационных работ, а также от горнотехнических условий разработки.

С другой стороны, характер и степень нарушения определяются площадями нарушений и рекультивационными работами и в первооснове зависят от регулируемого распределения объемов вскрышных, добычных и восстановительных работ (режима нарушения и восстановления).

Предприятия при открытой разработке полезных ископаемых обязаны после окончания работ за свой счет привести нарушаемые земли и занимаемые земельные участки в состояние, пригодное для дальнейшего использования их по назначению [1]. Поэтому при проектировании рекультивационных работ возникает необходимость в обоснованном выборе направлений рекультивации земель.

Направление рекультивации выбирается в соответствии с требованиями дальнейшего рационального использования нарушенных земель в сельском, лесном, водном или другом виде хозяйственной деятельности. С учетом характера нарушения земель, направление рекультивации может быть выбрано в соответствии с требованиями [24].

При выборе оптимального варианта направления, наряду с характеристикой техногенного рельефа, весьма важную роль играют морфометрические параметры района разработок, а так же агрофизические и агрохимические свойства пород.

От принятого направления рекультивации зависят способы рекультивационных работ, которые определяются видом горнотехнических работ, нарушающих почвенно-растительный слой при открытом способе добычи, а также региональными особенностями района разработки месторождения.

Способ рекультивации нарушенных земель определяется тем, как производится их восстановление - с нанесением плодородного слоя или без него. При этом от категории пригодности пород, природных почвенных условий, принятого направления последующего использования восстановленных земель поверхность отвалов формируется по следующей схеме:



1. при сельскохозяйственном направлении:
  - плодородные породы + потенциально-плодородные;
  - плодородные породы + потенциально-плодородные +экранирующий слой.
2. при лесохозяйственном направлении:
  - потенциально-плодородные породы или потенциально-плодородные +экранирующий слой.

Мощность рекультивационного слоя должна быть после усадки - 0,8-1,5 м.

Мощность корнеобитаемого слоя: для пашни - 1,0 м (в т.ч. плодородный слой почвы 0,3 м); сенокосов - 0,7 м (в т.ч. плодородный слой почвы 0,2 м); многолетних насаждений - 1,0 м; лесных насаждений: хозяйственного назначения - 2,0 м; озелененных - 1,5м.

Мощность экранирующего слоя ориентированно: для глин (уплотненных) - 0,4-0,5 м; песков - 0,5-1,0 м, супесей - 1,0-1,5 и суглинков - 1,5-3,0 м.

Мощность и структура рекультивационного слоя должны определяться также и от типа водного режима, который сложится после окончания горно-планировочных и мелиоративных работ. Так, при непромывном режиме уменьшается мощность экранирующего слоя (до 0,2-0,3 м); при выпотном режиме - увеличивается (или создается капилляропрерывающий слой).

Принятые направления и способ рекультивации, в свою очередь, определяют возможную схему горнотехнического производства рекультивационных работ: совмещенную, раздельную и комбинированную [24].

При рассмотрении вопроса выбора способов и средств механизации рекультивационных работ следует иметь в виду, что работы по восстановлению земель осуществляются в два последовательных и взаимосвязанных этапа - технический и биологический, имеющих принципиальное различие в средствах, способах и принципах восстановительных работ.

К совмещенным схемам относятся схемы, при которых горнотехнический этап выполняется основным технологическим процессом ведения горных работ. Опыт показывает, что, несмотря на некоторое усложнение технологий и

организации работ, при совмещенных схемах достигается наибольшая эколого-экономическая эффективность, как горного производства, так и рекультивационных работ.

К раздельным схемам горнотехнической рекультивации относятся те, при которых рекультивационные работы выполняются независимо от основного технологического процесса ведения горных работ. Причинами обособленного производства рекультивационных работ является, в этом случае применение различных технологий и средств механизации вскрышных, добычных и отвальных работ. Например, применение гидромеханизации и транспортной технологии на разработке вскрышных уступов, а, следовательно, несоответствие технологических параметров разработки требованиям биологического этапа к установленному направлению рекультивации и несовместимость во времени и пространстве горных работ и работ по рекультивации.

Комбинированные схемы представляют собой различные сочетания элементов совмещенной и раздельной схем. В этих схемах некоторая часть работ или объемов выполняется по совмещенной, а другая часть – по раздельной схеме. Например, селективная разработка и укладка пригодных вскрышных пород в верхнюю часть отвала основным горно-транспортным оборудованием по транспортно-отвальной технологии с последующей планировкой поверхности отвала бульдозером (вспомогательное оборудование) позволяют выбрать сельскохозяйственное направление рекультивации, и при этом большая часть объемов вскрышных работ выполняется высокопроизводительным горно-транспортным оборудованием в процессе ведения вскрышных работ.

Комбинированные схемы горнотехнического этапа рекультивации позволяют определять оптимальные варианты режима нарушения и восстановления земель для достижения наилучших экономико-технологических показателей работы горнодобывающего предприятия.

В горнодобывающей отрасли предпринимаются попытки увязать основной процесс добычи полезных ископаемых с рекультивацией нарушенных земель. Однако реализация этого решения на практике, в т.ч. создание технологий ведения вскрышных работ с учетом одновременной рекультивации, услож-

няется множеством факторов, например, требованиями по снятию, сохранению, транспортированию и нанесению почвенного слоя.

Выбранные на основании направления рекультивации схемы и способы определяют в дальнейшем средства механизации (машины, механизмы, их марка, модель) и структуру по процессам, а также технологию и параметры рекультивационных работ. В зависимости от организации рекультивационных работ, их объема, определяют технико-экономические показатели рекультивации (среднегодовые площади рекультивируемых земель, удельные капитальные вложения, годовые и удельные эксплуатационные расходы и др.). Поскольку приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для использования в сельском, лесном и других хозяйствах, происходит за счет предприятий, осуществляющих нарушение почвенного покрова, то и, естественно, затраты ландшафтно-восстановительных работ повлекут за собой изменение технико-экономических показателей разработки месторождения, которые, в свою очередь, зависят от направления развития горных и отвальных работ, схемы вскрытия, системы разработки, режима горных работ, а также схемы комплексной механизации.

Вместе с тем необходимо отметить, что срок существования разреза зависит от объемов и производительности оборудования на вскрышных, добычных и рекультивационных работах. В значительной степени он зависит от времени проведения работ горнотехнического этапа восстановления нарушенных земель, включающий горно-планировочные работы, выколаживание и террасирование откосов, снятие, транспортирование и нанесение ПСП, валовую или селективную выемку и укладку в отвалы потенциально плодородных, малопригодных и непригодных пород, а также работы по герметизации залежи. При этом время проведения горно-планировочных работ определяется с учетом усадки пород в зависимости от физико-механических их свойств. Состав работ горнотехнического этапа, обеспечивающий подготовку земель для последующего целевого биологического освоения и использования в предпринимательской деятельности, устанавливается в зависимости от выбранного направления рекультивации с учетом природно-геологических условий разработки.

В работе [25] говорится, что современная практика рекультивации нарушенных земель на разрезах базируется в основном на детальном анализе технологических схем ведения горных работ и отвалообразования с учетом возможности создания благоприятных условий для формирования корнеобитаемого слоя и произрастания ценных сельскохозяйственных и древесно-кустарниковых культур. В этой работе просматривается второстепенный подход при решении задач по рациональному использованию земельных ресурсов, который заключается в методологическом подходе, связанный с классификацией только схем технической и биологической рекультивации земель. По этой классификации главный признак отражает только принцип связи с системой разработки схемы технической рекультивации земель с учетом вида последующего их освоения. При этом системы разработки определяются по способу производства и транспортирования вскрышных пород, которые в зависимости от выбранного направления использования земель обеспечивают или не удовлетворяют требованиям направления рекультивации. Такой подход определяет порядок и последовательность выполнения открытых горных работ (общепринятое понятие системы разработки), но не обеспечивает такой направленности технологии ведения горных работ, которая должна представлять технологию разработки как единое целое, взаимосвязанное в процессах вскрышных, добычных и рекультивационных работ.

**Выводы.** Системный анализ позволил наметить два основных направления повышения эффективности использования земельных ресурсов:

- обоснование рационального режима нарушения и восстановления земель, обеспечивающего своевременность и высокую скорость восстановления нарушенных земель, минимальные сроки изъятия их под горные выработки, создание горизонтов техногенных ландшафтов в отвалах, не отличающихся от свойств первичных геологических образований, а также безопасную, экономичную разработку полезных ископаемых при заданной производственной мощности предприятия;

- обоснование параметров вскрышных, добычных и рекультивационных работ, а также определение главных классификационных признаков систем открытой разработки, объединяющих технологию и рекультивацию.

### 3 ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ МОЩНЫХ ПОЛОГОЗАЛЕГАЮЩИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

#### 3.1 Главные параметры разреза и принципы их установления

Проектирование и планирование развития горных работ на разрезах связано с необходимостью одновременного широкого учета большого числа факторов, влияние которых на параметры и показатели технологии разработки имеют различный характер (рис. 3.1). При этом учет принципа биоэкологической и социально-экономической направленности ведения горных работ становится важной научной задачей.



Рисунок 3.1 – Взаимосвязь факторов, определяющих главные параметры рабочей зоны разреза

Как видно из выше представленного рисунка срок службы горного предприятия устанавливается в зависимости от: горнотехнических условий и морфометрических параметров техногенного рельефа, которые выполняют функцию ограничений; параметров вскрывающих выработок и схем комплексной механизации, которые обеспечивают мощность транспортных потоков; параметров контура рабочей зоны разреза (длина, ширина, глубина) predeterminedенных промышленными запасами и обеспечивающие необходимую производственную мощность параметры вскрывных, добычных и рекультивационных работ, которые в конечном итоге и определяют срок существования разреза [2].

Совокупность взаимосвязанных вскрывных, добычных и отвальных уступов - разрез (рабочая зона) обуславливается параметрами. В свою очередь, параметры характеризуют контур рабочей зоны разреза и режим нарушения и восстановления земель, которые взаимно влияют друг на друга. По структуре нарушаемых площадей земель вскрывающие выработки относятся к остаточным горным выработкам и имеют технологическую связь между системой разработки и способами вскрытия, что также в свою очередь predeterminedеняют степень воздействия на окружающую среду. С другой стороны главные параметры рабочей зоны разреза – длина, ширина и глубина формирования predeterminedеняют характер воздействия на природную среду (земля, вода, воздух) в районе горных работ.

Таким образом, к главным параметрам разреза, влияющим на природную среду, относятся: параметры рабочей зоны (длина, ширина и глубина), производственная мощность и срок существования разреза.

Указанные параметры predeterminedеняют тип и количество горнотранспортного оборудования, степень воздействия на окружающую среду, объемы капитальных вложений, эксплуатационных расходов предприятия и затрат на природоохранные мероприятия.

Ввиду того, что на горном предприятии объемы капитальных вложений, эксплуатационных расходов предприятия и затрат на природоохранные мероприятия достигают значительных величин, то определение главных параметров рабочей зоны разреза имеет большое значение. По этой причине ведущие

специалисты в теории и практике открытых разработок придают первостепенное значение определению главных параметров карьера. Так, академики АН СССР Мельников Н.В. и Ржевский В.В., чл.-корр. АН СССР Трубецкой К.Н., проф.: Арсентьев А.И., Веницкий К.Е., Реентович Э.И., Симаков В.А., Симкин Б.Д., Хохряков В.С., Юматов Б.П. и др. создали теорию и разработали практические методы оптимального проектирования производственной мощности карьера, неоднократно анализировали опыт проектирования, строительства и реконструкции карьеров. Вопросам режима горных работ и границ карьера посвящены работы Мустафиной А.М., Секисова Г.В., Аксенова В.П., Анистратова Ю.И., Белякова Ю. И., Близнюкова В.Г., Бунина Ж.В., Новожилова М.Г., Полищука А.К., Тартаковского Б.Н., Томакова П.И. и др. Существуют следующие принципы при определении параметров карьера для выбора соответствующих показателей и критерий коммерческой эффективности инвестиционных проектов горного производства. Преимущественно в основе принципы определения параметров разреза делят на два типа. К первому типу относятся, те которые определяют и оценивают непосредственно по экономическим показателям, например, сопоставления финансовых затрат и результатов. Вторая группа представляет принципы определения параметров по коэффициентам вскрыши, параметрам оборудования, системам вскрытия и разработки месторождений, схемам комплексной механизации. Рассмотрим наиболее распространенные принципы определения параметров разрезов на горизонтальных и слабонаклонных месторождениях.

При разработке месторождений значительных размеров в плане важной задачей является оконтуривание карьерных полей. Различают конечные, перспективные и промежуточные контуры рабочей зоны карьера.

Конечными называют контуры, по которым (согласно проекту) должны быть погашены открытые горные работы. Их определяют с высокой степенью точности. Перспективные - контуры (параметры), до которых предполагается развитие открытых горных работ в перспективе. Их определяют приближенно и в процессе разработки корректируют. Промежуточными являются контуры,



которые согласно проекту должны быть достигнуты к определенному моменту разработки.

Разделение месторождения на карьерные поля осуществляется в зависимости от выбора основного критерия и целевой функции. Последняя должна учитывать фактор снижения себестоимости полезного ископаемого, обусловленной совершенствованием техники и технологии работ, определяемой по формуле проф. Хохрякова В.С. [3].

При определении границ карьеров по экономическим критериям осуществляется сравнение полученных показателей за весь срок существования карьера с плано-допустимыми, определяемыми установленными нормативами и учитывающих потребность в данном виде полезного ископаемого и уровень рентабельности предприятия.

Наиболее общим критерием определения границ карьера по экономическим показателям, как считает проф. А.И. Арсентьев [4], является критерий  $\mu \rightarrow \text{MIN}$ , равный отношению суммы приведенных затрат на разработку месторождения к суммарной стоимости полученной продукции (при условии, что срок существования карьера значительно превышает нормативный срок окупаемости капитальных вложений).

При определении контуров карьера по коэффициенту вскрыши осуществляется сравнение среднего (для горизонтальных месторождений) и контурного (для пологих залежей) коэффициентов вскрыши с граничными коэффициентами. При равенстве указанных коэффициентов конечные контуры карьера считаются установленными. При этом конечная глубина разработки соответствует отметке почвы пласта. Тогда конечные контуры устанавливаются путем отстраивания бортов карьера на момент погашения горных работ под соответствующими углами. Виды карьерных полей по размерам в плане, конечной глубины или высоте рабочей зоны приведены в таблице № 3.1 [26].

При открытой разработке комплексных месторождений, границы открытых разработок определяют сравнением коэффициентов вскрыши с учетом суммарного товарного продукта, получаемого из основного и попутных полезных ископаемых [5, 6].

Под производственной мощностью карьера понимается годовая добыча полезного ископаемого, определяемая на основе способности закрепленных за предприятием средств труда (технологическая совокупность машин, механизмов, оборудования, агрегатов и т.д.), установленного режима работы, эффективной технологии и организации производства, учитывающей передовой опыт. На величину производственной мощности карьера влияет большое число технико-экономических факторов: потребность в полезном ископаемом; отпускная цена на продукцию; себестоимость 1 т. добычи с учетом погашения затрат на вскрышные работы; горно-геологические условия месторождения; промышленные запасы полезного ископаемого в контурах карьерного поля; способ вскрытия и система разработки и т.д. Вследствие значительного количества определяющих факторов, большинство из которых взаимосвязаны, решение задачи по определению оптимальной производственной мощности карьера представляет трудность и требует тщательного выявления и анализа основных факторов.

Таблица 3.1 - Виды карьерных полей [26]

Размеры карьерных полей	Вид открытых разработок	Площадь карьера в плане, тыс. га	Глубина карьера, м	Общий объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Срок существования карьера, лет
Весьма малые	Поверхностный	До 0,04	До 20	До 10	До 10
	Нагорный	До 0,04	До 40		
Малые	Поверхностный	0,04-0,2	До 40	10-100	10-25
	Нагорный и глубинный	0,03-0,15	40-100		
Средние	Поверхностный	0,25-0,6	До 60	100-500	25-30
	Нагорный и глубинный	0,15-0,5	100-200		
Большие	Поверхностный	0,4-2,0	До 80	500-2000	30-60
	Нагорный и глубинный	0,1-1,2	100-150		
Весьма большие	Поверхностный	1,0-4,0	До 120	2000-10000	60-100
	Глубинный	1,0-3,0	200-800		

Факторы, ограничивающие производственную мощность карьера, можно разделить на горнотехнические и экономические показатели. Основными гор-

горнотехническими факторами, определяющими производственную мощность карьера, является: пропускная способность транспортных коммуникаций, количество и производительность добычных экскаваторов, необходимость обеспечения подготовленными запасами в указанном объеме, протяженность добычного фронта. К экономическим факторам, определяющим производственную мощность карьера, относят величину максимальной эффективности капитальных вложений на строительство. В связи с этим правильное определение производительности карьера по полезному ископаемому имеет большое значение, т.к. от нее зависят все технико-экономические показатели работы карьера. Занижение производственной мощности наносит ущерб недропользователю, а ее повышение - вызывает напряженность в работе карьера. Поэтому обоснование оптимальной величины производственной мощности может быть определено лишь на основе экономических факторов с учетом горнотехнических определяемых по широко известным методикам [4, 6].

Необходимо отметить, что наибольший интерес представляют критерии определения параметров карьеров, в которых основные исследуемые факторы взаимосвязаны в наиболее простой технико-экологической форме, позволяющей понять сущность и принять наиболее простой метод расчетов, обеспечивающий достаточную степень точности на стадии проектирования и планирования развития открытых горных работ.

Следует отметить, что в современных условиях, (особенно на месторождениях с большими запасами полезного ископаемого), наибольший экономический эффект достигается при производственной мощности карьера, максимально возможной по горнотехническим факторам и условиям рынков сбыта продукции. Поэтому при проектировании обычно сначала находят ограничивающие факторы и тем самым устанавливают максимально возможную производственную мощность карьера, а затем, принимая несколько вариантов, делают экономическую оценку каждого и находят оптимальное значение.

На месторождениях с большими коэффициентами вскрыши экономическая сущность задачи обоснования оптимальной производственной мощности

карьера (если отвлечься от внешних факторов - потребность в товарной продукции, капиталовложения и др.), сводится к технико-экономической оценке режима ведения горных работ, т.е. соизмерению разновременных затрат и доходов. Поэтому в качестве экономического критерия для установления оптимальной производственной мощности карьера должна быть принята величина максимальной приведенной прибыли.

Оптимальные значения производственной мощности, определяемые по минимальной себестоимости добычи 1 т. полезного ископаемого, приведены в таблице 3.2 [7].

Таблица 3.2 - Оптимальная производственная мощность разреза, млн. т/год [7]

Система разработки	Промышленные запасы, млн. т.			
	25	50	100	200
Транспортная *	4,7	6,7	9,4	13,3
	7,3	10,3	14,5	20,6
Бестранспортная	5,3	7,5	10,6	14,9
Транспортно-отвальная	7,1	10,0	14,2	20,1

Примечание\*. Числитель – с большим коэффициентом вскрыши; знаменатель - с небольшим.

На эффективность открытой разработки не последнее влияние оказывает и срок существования карьера. Его величина зависит от параметров карьерных полей, predetermined промышленных запасами, временем строительства и погашения горных работ, а также интенсивность подвигания добычного и вскрышного фронтов. При ограниченных запасах срок существования карьера связывается с возможностью амортизации основного горного оборудования и сооружений.

При значительных запасах разработка карьера обычно проектируется по этапам, продолжительность которых также связывается со сроками амортизации основных фондов. Определение максимальной приведенной прибыли позволяет наиболее правильно найти продолжительность каждого этапа и обеспе-

чить наиболее целесообразную разработку данного месторождения с максимальным народнохозяйственным эффектом.

Вместе с тем, в большинстве случаев производительность горного предприятия по полезному ископаемому и срок его существования устанавливаются с учетом времени на развитие и затухание добычи и амортизации основных фондов по нормативным документам [9, 10], значения которых приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Технологические нормы производственной мощности карьера и сроки его существования [9, 10]

Производственная мощность предприятия, млн. т/год	Срок существования, лет
Угольный карьер (разрез)	
5-10	35-40
10-15	40-45
15-20	45-50
20-30	50-60
Свыше 30	Более 60
Рудный карьер (рудник)	
Менее 5	15-20
5-10	20-25
10-20	30-35
Более 20	40

Параметры некоторых действующих и проектируемых карьеров с горизонтальным и слабонаклонным залеганием приведены в таблице 3.4.

Следует отметить, что определение параметров карьеров по экономическим показателям является наиболее объективным и достоверным в практике проектирования карьеров, поскольку позволяет сопоставить затраты за длительный период времени с изменением во времени технико-экономических показателей и научно технического прогресса. Однако, по ряду объективных причин, связанных с практикой организации проектирования, эти методы не нашли широкого распространения. Поэтому наибольший интерес представляют критерии определения параметров карьеров, в которых основные исследуемые факторы взаимосвязаны в наиболее простой форме, позволяющей понять сущность

и дать наиболее простой метод расчетов, обеспечивающий достаточную степень точности на стадии предпроектных изысканий.

Вместе с тем, несмотря на глубину и многогранность проблемы определения рациональных параметров разреза по различным критериям, отсутствуют какие-либо методические рекомендации по проектированию границ разработки, производительности карьера по вскрыше и добыче, а так же обеспечивающих ландшафтное оформление техногенного рельефа, снижение потерь земельных ресурсов и повышение эффективности рекультивационных работ. Необходимость обоснования параметров разреза и режима горных работ в новом аспекте возникла лишь в последнее время, когда назрела проблема бережливого отношения к сохранности земельных ресурсов, поскольку все большее значение приобретает социально-правовая оценка нарушаемых, теряемых и рекультивируемых площадей земель при открытых разработках.

Вывод. Несмотря на значимость проблемы определения оптимальных параметров разреза по различным критериям, отсутствуют какие-либо мероприятия, рекомендации по планированию вскрышных, добычных и рекультивационных работ, обеспечивающих снижение потерь земельных ресурсов в районе открытых горных работ.

Таблица 3.4 - Параметры действующих и проектируемых карьеров

Карьеры	Годовая производительность		Размеры карьерного поля, км	Средний коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т	Промышленные запасы, млн. т	Срок существования, лет
	По добыче, млн. т	По вскрыше, млн. м <sup>3</sup>				
Лебединский (КМА)	6,7	12,9	2,3×1,2	1,92	-	-
Михайловский (КМА)	6,9	17,6	6,5×2,5	2,55	-	-
Черноморский № 1 (КБ ЖРК)	2,2	3,2	4,3×1,5	1,42	-	-
Черноморский № 2 (КБ ЖРК)	2,9	1,5	5,2×2,0	0,56	-	-
Бандуровский (ПО «Александряуголь»)	1,3	12,0	3,8×1,9	8,9	17,5	15,0
Грушевский (МГОК)	2,3	20,3	4,0×2,0	15,7	45,0	33,0
Басанский (МГОК)	0,7	17,0	3,0×2,2	33,2	-	33,0
Чкаловский № 1 (ОГОК)	1,4	30,2	6,0×2,3	20,2	-	45,0
Северный (ОГОК)	1,1	24,3	7,5×2,3	20,9	-	44,0
Березовский № 2 (КАБа)	50,0	95,0	5,0×7,5	2,45	2089,0	46,0
Итатский (КАБа)	60,0	30,0	6,8×6,4	2,21	2418,0	45,0
Итатский № 2 (КАБа)	50,0	45,8	5,7×4,0	1,96	2006,8	46,0
Урюпский № 1 (КАБа)	53,0	137,8	5,0×5,0	2,6	1705,1	40,0

### **3.2 Связь между способом вскрытия, системой разработки и схемой комплексной механизации**

Связь между способом вскрытия, системой разработки и схемой комплексной механизации характеризуется только как технологическая и находится в прямой и полной зависимости от режима горных работ, а так же связана с направлением, порядком развития и интенсивностью горных работ [26, 27, 28]. Способы вскрытия определяются видом вскрываемых выработок. Последние устанавливают признаки способа вскрытия.

Способ вскрытия связан также со структурой комплексной механизации, которая в свою очередь определяет наименование системы разработки по признаку перемещения вскрышных пород и полезного ископаемого. Таким образом, всё это указывает на отсутствие таких важных признаков, которые при этом устанавливали механизмы взаимосвязи не только между процессами горных, но и рекультивационных работ [11].

Обоснование рациональных объемов рекультивационных работ и сроков их проведения прямо влияет на экономические показатели природоохранных мероприятий, связанных с рациональным использованием земельных ресурсов, а, следовательно, также в целом и на эффективность разработки месторождений. С другой стороны, объемы рекультивационных работ и сроки их проведения предопределяются размерами площадей нарушений земель, возникшие в результате выемки пород и полезного ископаемого.

Выработанное пространство, не заполненное породами вскрыши при открытой разработке, классифицируется как остаточные горные выработки, а земли, занятые этими выработками, считаются в большинстве случаев потерями земельных ресурсов или, как правило, используются в водном хозяйстве. В целях расширения области использования земельных ресурсов и повышение эффективности природоохранных мероприятий необходимо поверхности остаточных карьерных выработок капитальной и разрезной траншеи засыпать, вылаживать или террасировать для использования этих земель в сельском и лесном хозяйствах.



Для определения размеров площадей восстановлений необходимо знать следующие параметры остаточных выработок, такие как:

- глубина траншеи;
- уклон (подъем);
- угол откоса борта траншеи;
- угол откоса борта карьера (косогора);
- ширина транспортной бермы;
- длина траншеи (капитальной, разрезной);
- ширина подошвы траншеи (капитальной, разрезной);
- высота вскрываемых уступов;
- число вскрываемых уступов;
- количество вскрываемых горизонтов.

Вышеуказанные параметры будут определяться типом и рабочими параметрами технологического оборудования, которые в свою очередь установят производственную мощность предприятия на вскрышных, добычных и рекультивационных работах. С другой стороны объемы на вскрышных, добычных рекультивационных работах определяют количество и структуру комплекса технологического оборудования на этих работах, а также способы взаимодействия между собой отдельных звеньев этих структур.

Производственная мощность и величина обрабатываемых запасов определяют срок существования предприятия, причем срок отработки запасов необходимо устанавливать с учетом времени проведения горнотехнического этапа, обеспечивающего эффективное проведение биологического этапа для целенаправленного использования земель по направлениям рекультивации.

При планировании развития горных работ главенствующим фактором является установление начального положения, направления развития, и календарное распределение размеров площадей нарушений и восстановлений, а также объемов вскрышных, добычных и рекультивационных работ по годам за весь срок существования разреза. Таким образом, совокупность этих факторов при последовательном выполнении и распределении горных работ в рабочей зоне разреза будут являться режимом горных работ. При этом оценка эффек-

тивности открытой разработки будет производиться, прежде всего, по показателям размеров площадей нарушений и восстановлений земель, которые определяют режим горных работ как режим нарушения и восстановления земель или режим управления техногенным рельефом (РУТР).

При решении задачи рационального использования земельных ресурсов режим горных работ тесно связан с типом и количеством технологического оборудования, которые в свою очередь определяют главные параметры разреза (длину, ширину, глубину рабочей зоны разреза). От типов и места расположение вскрывающих выработок, рабочих параметров основного горнотранспортного оборудования будут зависеть высоты и количество уступов (в том числе отвальных), а также и размеры рабочих площадок, что существенным образом повлияет на разнос бортов, то есть на размеры нарушаемых земель.

Отдавая главенствующую роль режиму горных работ при решении задач рационального использования земельных ресурсов, необходимо устанавливать методы (или методологию) обоснований рациональных направлений развития горных работ в зависимости от природных и горнотехнических условий разработки, обеспечивающих экономическую эффективность открытых горных работ. То есть принимать такое направление развития горных работ, при котором возможно наиболее эффективно производить выемку и укладку пригодных для биологической рекультивации вскрывных пород в тело отвалов по селективной, валовой или комбинированной технологии, обеспечивающие создание отвальных горизонтов с самых ранних этапов отвалообразования. При этом сокращается не только время периодов рекультивации, но и срок отработки месторождения в целом.

При этом методе определяются размеры нарушенных и восстановленных земель и объемы вскрывных, добычных и рекультивационных работ с одновременной классификацией свойств залежи в зависимости от угла её падения, а покрывающих пород - от их пригодности для биологической рекультивации.

Режим нарушения и восстановления земель при выборе рационального направления развития горных работ предопределяет систему разработки, кото-

рая должна обеспечивать селективную, валовую или комбинированную технологию разработки и укладки вскрышных пород.

Рациональное использование земельных ресурсов при обосновании режима горных работ (РУТР), вытекающего из выше установленной связи между способом вскрытия, системой разработки и схемой комплексной механизации и производственной мощности, промышленных запасов, параметров рабочей зоны карьера, срока существования предприятия, параметров вскрывающих горных выработок, размеров нарушаемых и восстанавливаемых площадей земель показывает, прежде всего, их значимость в современных условиях при ведении открытых горных работ.

### **3.2.1 Оценка уровня, степени нарушений и размеров площадей восстановления земель остаточных горных выработок**

Для пространственной локализации и нейтрализации вредного воздействия горных работ на окружающую среду необходимо стремиться к сокращению времени вредного воздействия за счет своевременного проведения рекультивации, эффективность которой как, следовательно, и всей разработки месторождения будет зависеть от установленного объема ландшафтно-восстановительных работ. Определение объема этих работ напрямую зависит от способов вскрытия, которые должны определяться признаками и выявлялись бы при этом связи, отображающие их технологическую значимость и позволяющие с точки зрения рационального использования земельных ресурсов оценивать уровень и степень нарушений земель в зависимости от геологических, и горнотехнических факторов.

Для оценки негативных последствий на земельные ресурсы на рисунке 3.2 показаны различные факторы, которые позволяют устанавливать не только эффективность способов вскрытия месторождений, но и произвести оценку способов вскрытия с точки зрения рационального использования земельных ресурсов при открытой разработке. Так, способы вскрытия месторождений определяются видом вскрывающих выработок, которые в свою очередь подразделяются на открытые, подземные и комбинированные выработки. Применение под-

земных выработок вместо траншей при вскрытии разрезов с точки зрения рационального использования земельных ресурсов обусловлено наименьшей землеемкостью, а в некоторых случаях и меньшими капитальными затратами.

Способы вскрытия как открытых, так и подземных работ имеют одни общие факторы, по которым оценивают ландшафтные нарушения земной поверхности от проведения вскрывающих выработок и определяются по значимости в зависимости от:

- времени;
- пространства и границ контура разреза;
- геометрической формы;
- пространственной ориентации залежи полезного ископаемого;
- сочетания количества и вида вскрывающих выработок;
- технологической эффективности вида транспортных потоков.

Признак определения способов вскрытия характеризуется сроком службы вскрывающих выработок, статикой или динамикой своего положения, а также одновременно пространством и границами. По этим признакам устанавливается вид траншей: по сроку строительства - капитальные, по положению во времени - стационарные, полустационарные и нестационарные. Временной признак с точки зрения рационального использования земельных ресурсов в настоящей работе должен отображать начало, продолжительность и завершение времени нарушения земель вскрывающими выработками. Продолжительность времени периодов рекультивационных работ в конечном итоге определит и полный срок службы горного предприятия. Этот признак в совокупности с признаком пространства определит их местоположение в разрезе, которое позволит установить объемы рекультивационных работ.

Признак геометрической формы определяет форму трасс выработок и устанавливает на плане и профиле ось транспортного пути.

Пространственная ориентация - признак, определяющий положение залежи относительно дневной поверхности и (или) своего залегания, а также может устанавливать ориентацию фронта работ с границей карьерного поля.

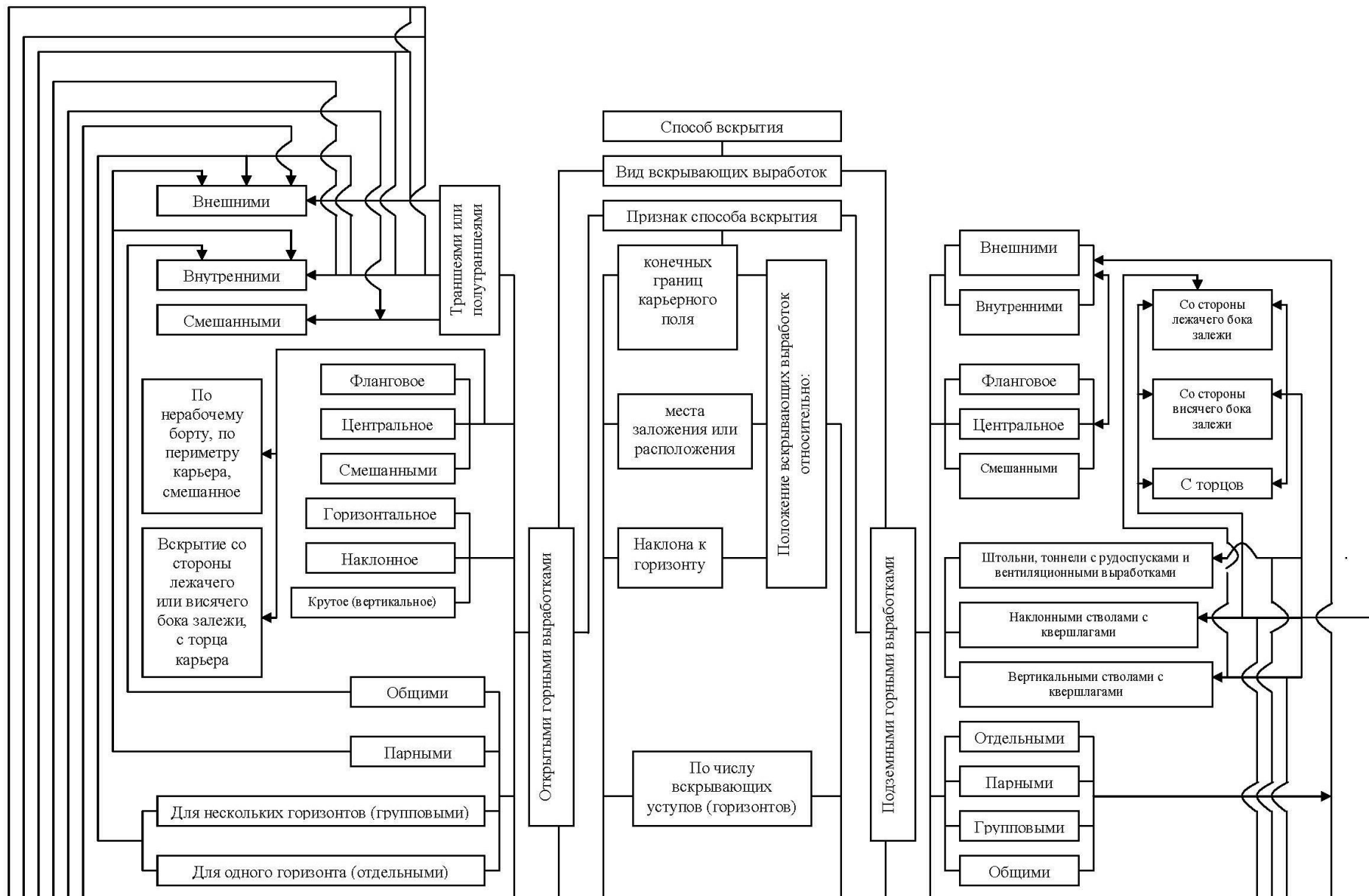


Рисунок 3.2 – Систематизация способов вскрытия месторождений и их основных взаимосвязей для оценки уровня и степени нарушений земель горными выработками

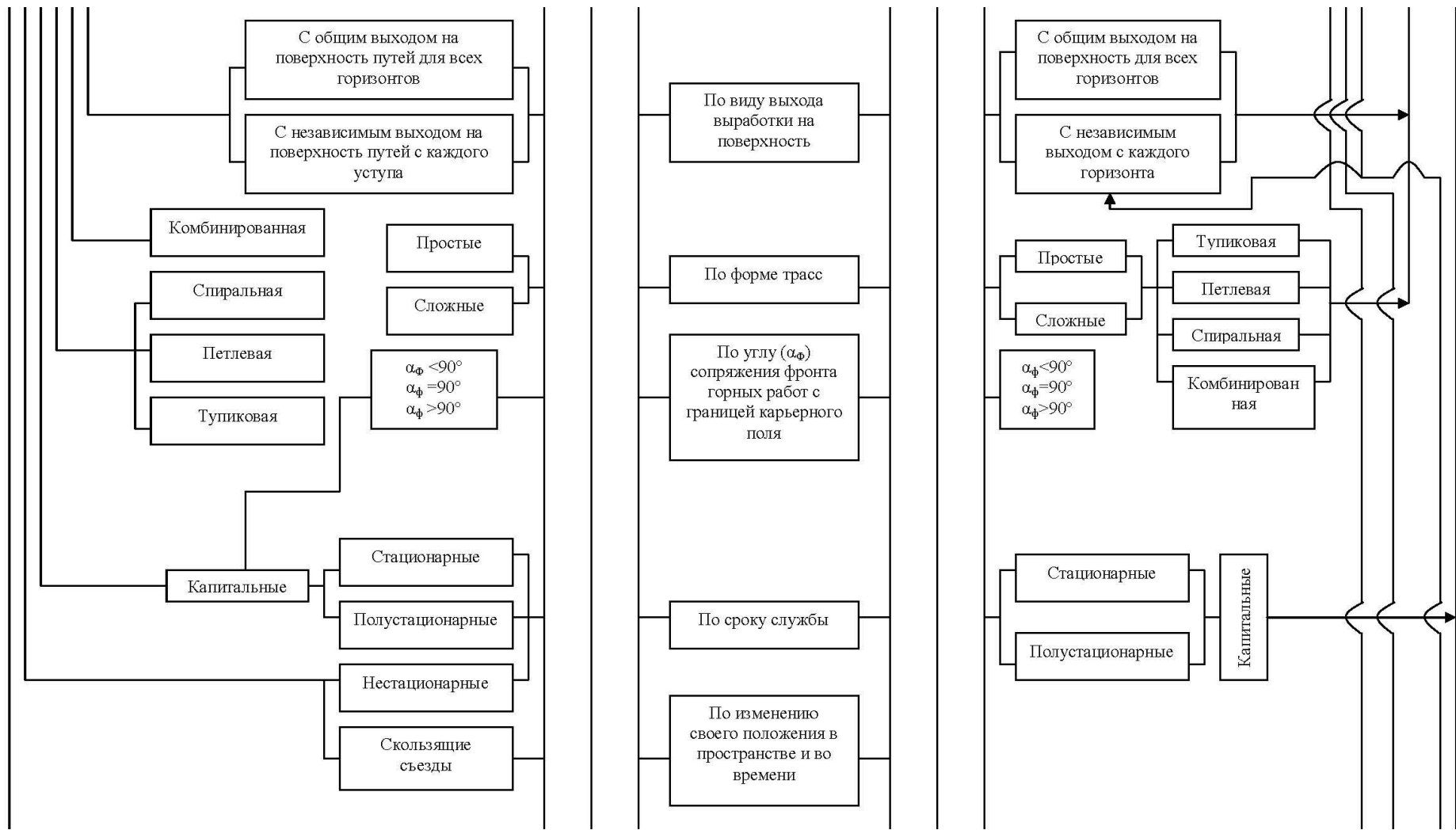


Рисунок 3.2 – Систематизация способов вскрытия месторождений и их основных взаимосвязей для оценки уровня и степени нарушений земель горными выработками

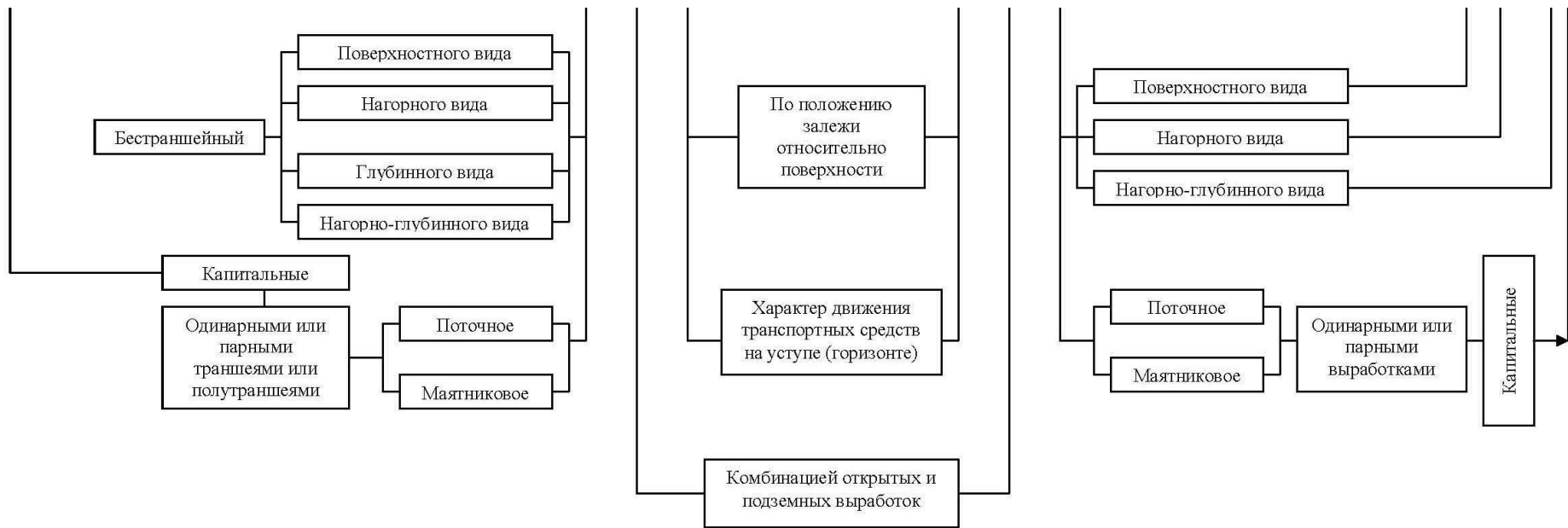


Рисунок 3.2 – Систематизация способов вскрытия месторождений и их основных взаимосвязей для оценки уровня и степени нарушений земель горными выработками

Сочетание количества и вида вскрывающих выработок по этому признаку характеризуют число и способы выхода вскрывающих выработок на поверхность и определяют вид грузопотока в карьере.

Технологическая эффективность вида транспортных потоков определяет поточность и направление движение транспорта.

Предложенная систематизация способов вскрытия месторождений показывает основные взаимосвязи, отображающие их технологическую значимость, которая позволяет устанавливать не только эффективность способов вскрытия месторождений с точки зрения рационального использования земельных ресурсов, но и произвести оценку уровня и степени нарушений земель горными выработками в зависимости от геологических, и горнотехнических факторов при открытой разработке.

Основные взаимосвязи устанавливают в первую очередь уровень нарушений земель, который определяется видом вскрывающих выработок (открытых или подземных).

Уровень размеров восстановлений земель определяется видом применяемого горнотранспортного оборудования.

Степень нарушений и размеров восстановлений земель определяется геологическими и горнотехническими условиями.

В качестве логического примера, раскрывающего связь проблемы рационального использования земельных ресурсов и выбора способов вскрытия, приведем следующее. Например, при выборе варианта системы разработки оказалось, что применение железнодорожного транспорта с тупиковой трассой и маятниковым движением, характеризующейся по признаку технологической эффективности вида транспортного потока с большим грузооборотом наиболее экономически целесообразно. В этом случае применяют двухколейные трассы с двусторонним примыканием, обеспечивающие поточное движение поездов [37]. Применение такого вида трасс приведет к существенному её удлинению, а это в свою очередь вызовет увеличение нарушений и размеров площадей восстановлений земель и, как следствие, объемов рекультивационных работ. Таким образом, следует рассмотреть вариант, например, с применением автомо-



бильного транспорта, так как применение этого вида транспорта существенным образом позволит уменьшить длину трассы вскрывающих выработок и, следовательно, рационально использовать земельные ресурсы.

Зависимость площадей восстановления вскрывающих выработок от влияющих в этом случае факторов приведены на рисунках 3.3-3.10 и 3.11-3.14 (а) соответственно при железнодорожном и автомобильном транспорте.

Во-вторых, например, при выборе типа вскрывающих выработок относительно контуров карьерного поля и по углу ( $\alpha_\phi$ ) сопряжения фронта горных работ с её границами позволит произвести оценку размеров и степени нарушенных земель. Для выработок с внешним и смешанным заложением потребуются больше земель по сравнению с внутренним, а величина угла ( $\alpha_\phi > 90^\circ$ ) может повлиять и на вид карьерного транспорта.

В зависимости от вида площадей восстановлений (табл. 3.5) для оценки размеров площадей остаточных горных выработок приведены аналитические выражения (табл. 3.6). Для определения размеров площадей восстановления земель от остаточных горных выработок в таблице 3.7 приведены параметры карьерного транспорта, возможная мощность грузопотоков и ширина нижнего основания капитальных траншей

Таблица 3.5 - Виды, состав, структура восстанавливаемых площадей земель

Нарушаемые площади земель	Структура изымаемых площадей земель	Элементы восстанавливаемых земель
Земельный отвод	1. Внешние капитальные траншеи, отвалы	1.1. Площадь капитальных траншей по подошве и откосам 1.2. Бермы безопасности (транспортные) по периметру траншеи 1.3 Горизонтальные поверхности, откосы отвалов
Горный отвод	2. Выездная траншея	2.1. Площадь траншеи по подошве и откосам 2.2. Бермы безопасности (транспортные)
	3. Остаточное выработанное пространство (разрезная траншея)	3.1. Площадь по подошве и откосам 3.2. Бермы безопасности (транспортные)

Таблица 3.6 - Расчетные формулы для определения размеров площадей восстановления земель от остаточных горных выработок

Формулы, определяемых площадей восстановления земель, га	№ формулы	Система вскрывающих горных выработок*
$S_{\epsilon.m} = 10^{-4} \cdot \left[ \frac{H}{i_p} \cdot \left( \epsilon + \frac{H}{\sin \alpha} \right) \right]$	3.1	Одиночная траншея: - с вертикальным торцом;
$S_{o.m} = 10^{-4} \cdot \left[ \frac{H}{i_p} \cdot \left( \epsilon + \frac{H}{\sin \alpha} \right) + \frac{H \cdot \epsilon}{\sin \alpha} + \frac{\pi \cdot H^2 \cdot \varphi}{180^0 \cdot \sin^2 \alpha} \right]$	3.2	- с откосом торцевой части;
$S_{обр} = 10^{-4} \cdot \left[ \epsilon \cdot H \cdot \left( \frac{1}{i_p} - \frac{1}{t_g \alpha} \right) \right] + 2 \cdot \left\{ 10^{-4} \cdot \left[ \frac{H^2}{4} \cdot \left( \frac{1}{i_p} - \frac{1}{t_g \alpha} \right) \right] \right\}$	3.3	- с обратным откосом;
$S_{\epsilon mn} = 10^{-4} \cdot \left[ \frac{H \cdot \epsilon}{i_p} \cdot \left( 1 + \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha - \beta)} \right) \right]$	3.4	- с вертикальным торцом на косогоре;
$S_{\epsilon mn} = 10^{-4} \cdot \left[ \frac{H_y}{i_p} \cdot \left( \frac{3H_y}{\sin \alpha} + \frac{\epsilon_m}{2} + \epsilon \right) \right]$	3.5	- с вертикальным торцом и общим выходом на поверхность;
$S_{\epsilon mn} = 10^{-4} \cdot \left\{ \frac{2H_y}{i_p} \cdot \left[ \frac{4 \cdot H_y}{\sin \alpha} + (\epsilon_m + \epsilon) \right] \right\}$	3.6	- то же с независимым выходом на поверхность.
$S_{ром} = 10^{-4} \cdot \left[ L \cdot (\epsilon_p + 2 \cdot \sin \alpha \cdot H) + \frac{\pi \cdot \sin^2 \alpha \cdot H^2 \cdot \varphi}{90^0} \right]$	3.7	Разрезная траншея: - с откосом торцевой части.
$S_{кот} = 10^{-4} \cdot \left\{ H \cdot \left[ \frac{1}{i_p} \cdot \left( \frac{2 \cdot H}{\sin \alpha} + \epsilon_p \right) + \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \left( \frac{\pi \cdot H \cdot \varphi}{90^0 \cdot \sin \alpha} + 2 \cdot \epsilon_p \right) \right] \right\}$	3.8	Одиночная: - крутая траншея с учетом откоса торцевой части;
$S_{отк} = 10^{-4} \cdot \left[ L \cdot (\epsilon_p + \sin \alpha \cdot H) + \frac{\pi \cdot \sin^2 \alpha \cdot H^2 \cdot \varphi}{180^0} \right]$	3.9	- разрезная траншея с неполным профилем, с откосом торцевой части на косогоре.
$S_{\epsilon mn} = 10^{-4} \cdot \left[ \frac{H}{i_p} \cdot \left( \epsilon + \frac{H}{2 \sin \alpha} \right) + \frac{H}{\sin \alpha} \cdot \left( \epsilon + \frac{\pi \cdot H \cdot \varphi}{180^0 \cdot \sin \alpha} \right) \right]$	3.10	Наклонная траншея высотного типа, неполного профиля с откосом торцевой части
$S_{cc} = 10^{-4} \cdot \left[ \frac{H_y}{i_y} \cdot (\epsilon + H_y) \right]$	3.11	Скользкий съезд

$S_{60} = 10^{-4} \cdot \left[ \frac{K_y}{i_p} \cdot \sum_1^n H_y + \left( \epsilon + \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \sum_1^n H_y \right) \right]$	3.12	<i>Внутренних:</i> - общих траншей с вертикальным торцом;
$S_{620} = 10^{-4} \cdot \left[ \sum_1^{n'} H_y \cdot \left( \frac{K_y}{i_p} - \frac{1}{t_g \alpha} \right) \cdot \left( \epsilon + \frac{\sum_1^{n'} H_y}{4} \right) \right]$	3.13	- групповых траншей с обратным откосом;
$S_{608} = 10^{-4} \cdot \left\{ [(n-1) \cdot H_{y1} + (n-2) \cdot H_{y2} + \dots + 1 \cdot H_{y(n-1)}] \cdot \left( \frac{K_y}{i_p} + \frac{1}{\sin \alpha} \right) + \epsilon \right\}$	3.14	- отдельных траншей с вертикальным торцом.
$S_{nap} = 10^{-4} \cdot \left\{ \left[ H_y \cdot \left( \frac{1}{i_{ноп.} + i_{груз.}} \right) \cdot \left( \epsilon + \frac{H_y}{\sin \alpha} \right) \right] \cdot N \right\}$	3.15	<i>Парные траншеи:</i> - при внешнем заложении; - при внутреннем заложении.

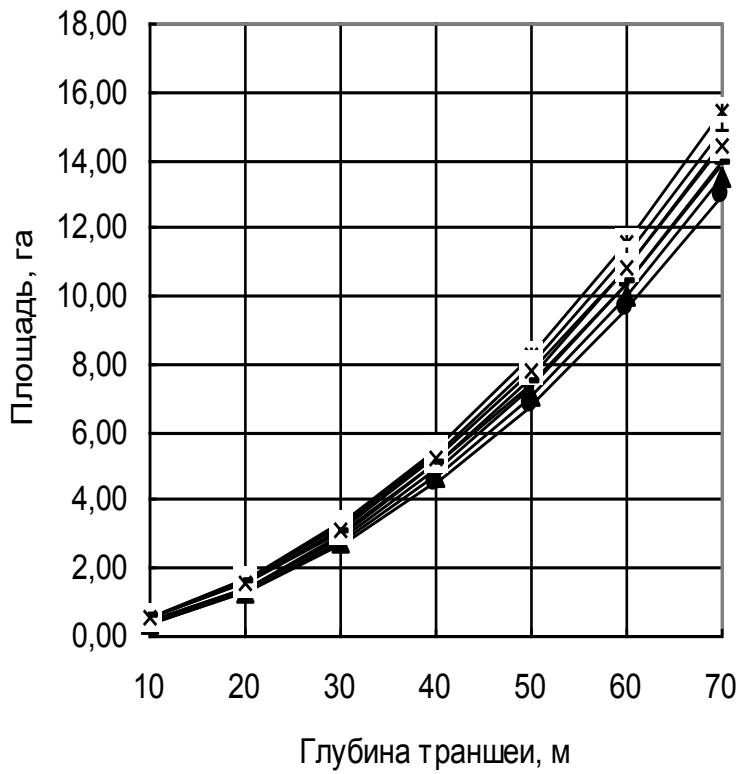
Примечание \* - классификация схем вскрытия, видов и конструкций траншей по академику В.В. Ржевскому [26].

Условные обозначения:  $H$  - глубина траншеи, м;  $i_p$  - уклон (подъем), ‰;  $\epsilon$  - ширина подошвы траншеи, м;  $\alpha$  - угол откоса борта траншеи, град;  $\beta$  - угол откоса борта карьера (косогора), град;  $\epsilon_m$  - ширина транспортной бермы, м;  $L$  - длина разрезной траншеи, м;  $\epsilon_p$  - ширина подошвы разрезной траншеи, м;  $K_y$  - коэффициент удлинения трассы, дол. ед.;  $H_y$  - высота вскрываемых уступов, м;  $n'$  - число, вскрываемых уступов дополнительной группой траншей, шт.;  $n$  - число вскрываемых уступов карьера, один из которых нижний ( $1H_{y(n-1)}$ ) вскрывается основной траншеей, прочие ( $n$ ) вскрываются дополнительными траншеями, шт.;  $N$  - количество вскрываемых горизонтов парными траншеями, шт.;  $i_{ноп.}$ ,  $i_{груз.}$  - уклоны, соответственно для порожняка и груза;  $\varphi = \text{arctg} \left( \frac{4}{\sqrt{2}} \cdot \cos \alpha \right) + \pi \cdot n$  - угол, на которую опирается дуга в торцевой части траншеи, град.;  $n$  - произвольное целое число.

Таблица 3.7- Параметры карьерного транспорта, возможная мощность грузопотоков (по В.С.Хохрякову) и ширина нижнего основания капитальных траншей (по данным Гипроруды), [26, 28, 29]

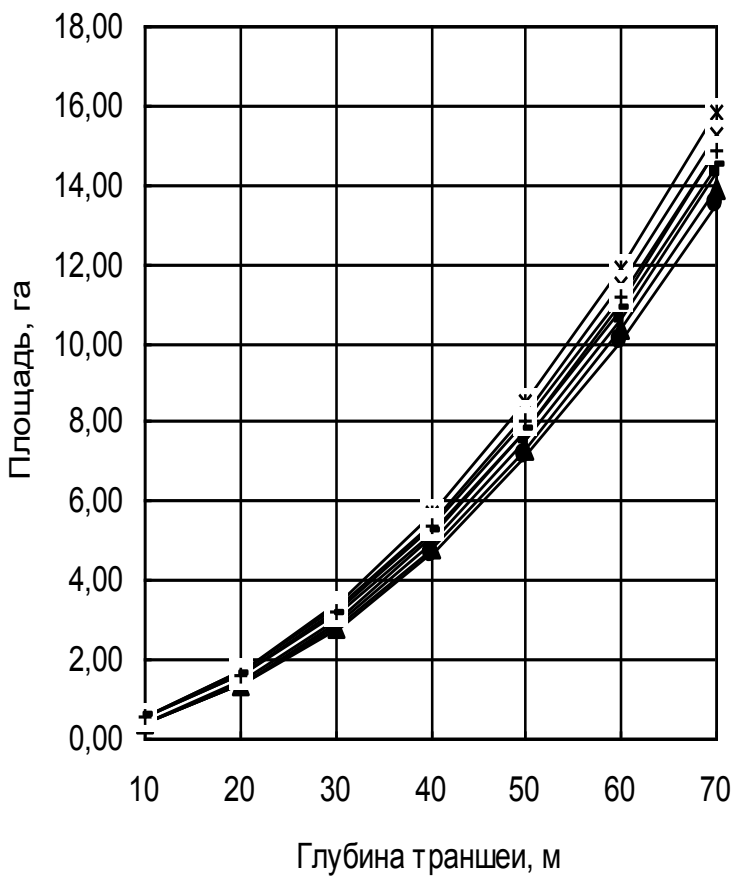
Транспорт	Грузоподъемность (т)	Возможная мощность транспортного потока, млн. т/год	Ширина транспортного средства, м	Ширина подошвы траншеи по СНиП 2.05.7.85, м		Величина подъемов (уклонов) вскрывающих выработок, ‰	
				однополосное	двуполосное	Подъем	Уклон
Автомобильный	27-40	17-22	3,48	10,5	15	60-80	80-120
	65-80	45-50	4,9	12	20		
	120-180	60-80	6,1-7,4	13,5-15	22,5-27		
Железнодорожный				Одноколейный путь	Двухколейный путь		
	400-600	12-15	-	6,5-8,3	-	25-40	25-60
	То же	32-35	-	-	9,5-12,4		
	1000-1200	45-50	-	-	12,0-12,4		

а)



- ◆— Одноколейный путь, угол откоса борта траншеи 60 градусов
- то же, 65 градусов
- ▲— - 70 градусов
- - 80 градусов
- x— Двухколейный путь, угол откоса борта траншеи 60 градусов
- +— то же, 65 градусов
- x— - 70 градусов
- - 80 градусов

б)



- ◆— Одноколейный путь, угол откоса борта траншеи 60 градусов
- то же, 65 градусов
- ▲— - 70 градусов
- - 80 градусов
- x— Двухколейный путь, угол откоса борта траншеи 60 градусов
- +— то же, 65 градусов
- x— - 70 градусов
- - 80 градусов

Рисунок 3.3 – Зависимость площади восстановления земель для одиночной траншеи от её глубины, угла откоса борта при железнодорожном транспорте: а) с вертикальным торцом; б) с откосом торцевой части

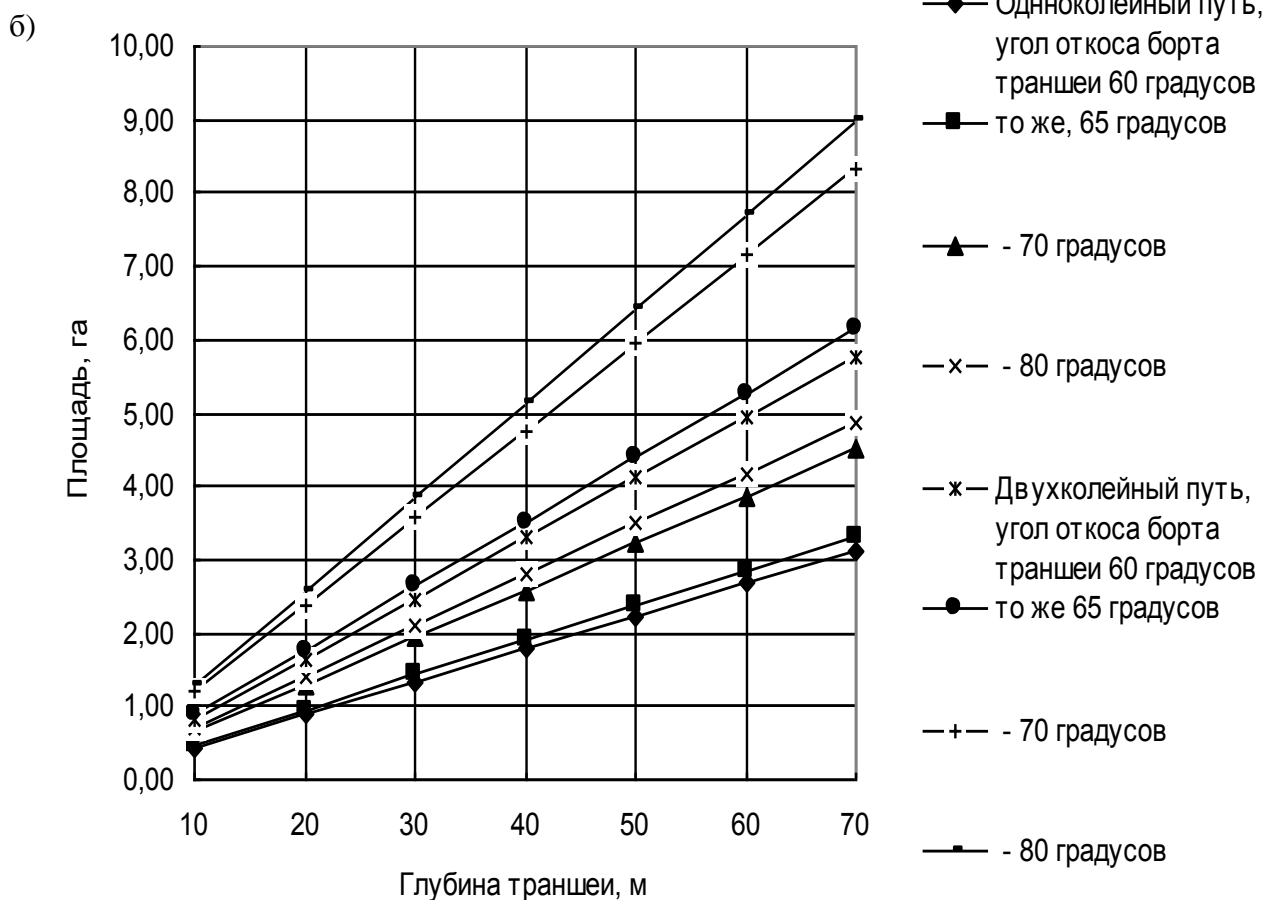
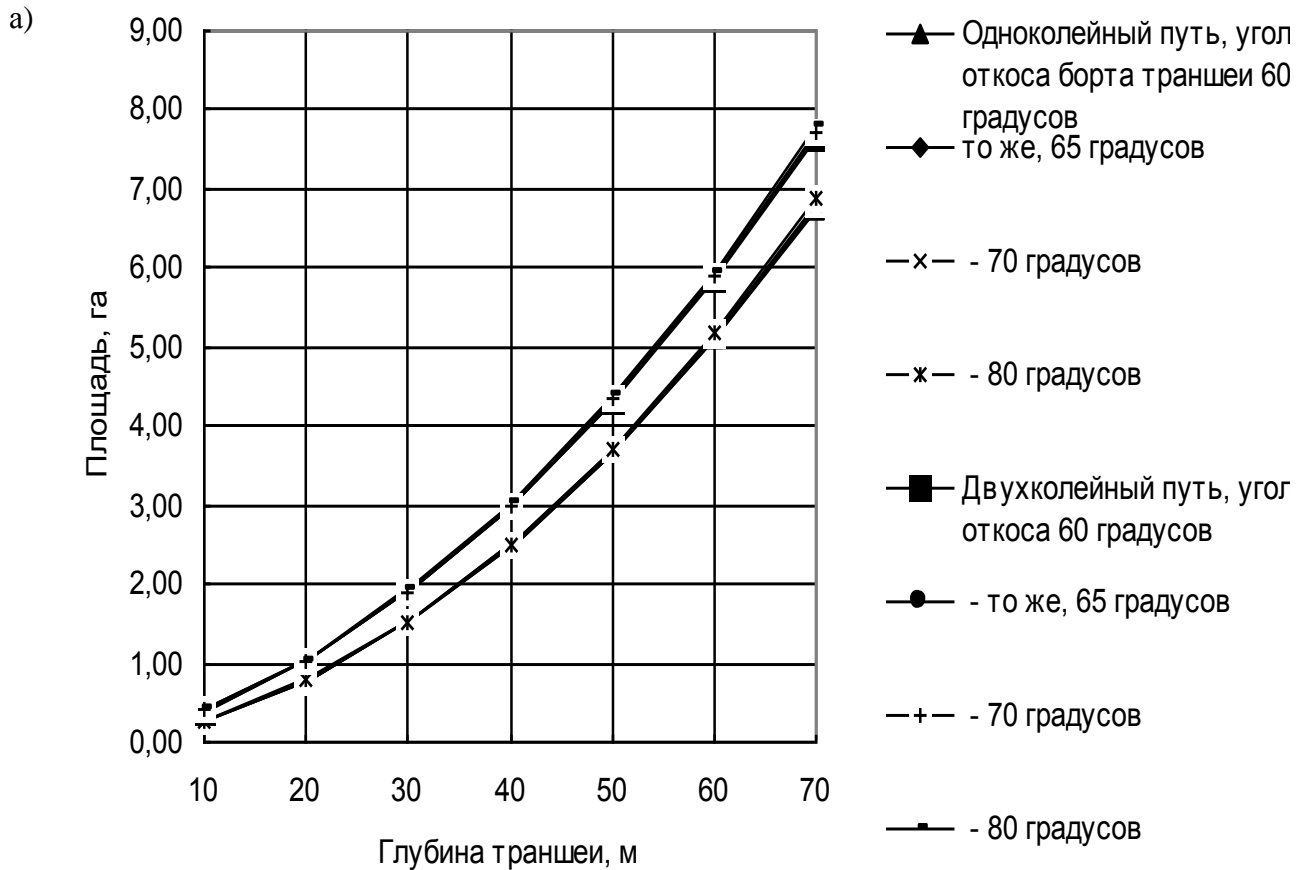
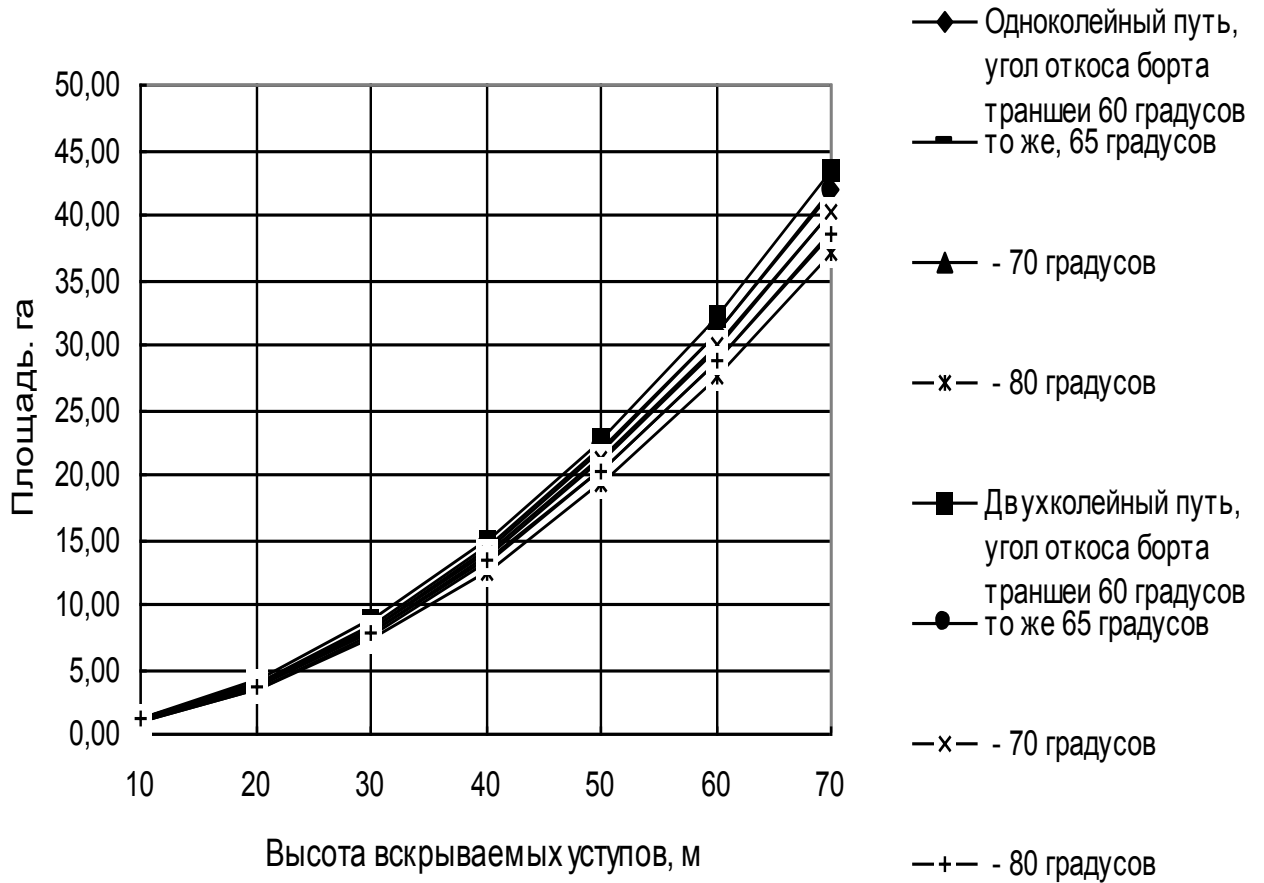


Рисунок 3.4 – Зависимость площади восстановления земель для одиночной траншеи от её глубины, угла откоса борта при железнодорожном транспорте: а) с обратным откосом; б) с вертикальным торцом на косогоре

а)



б)

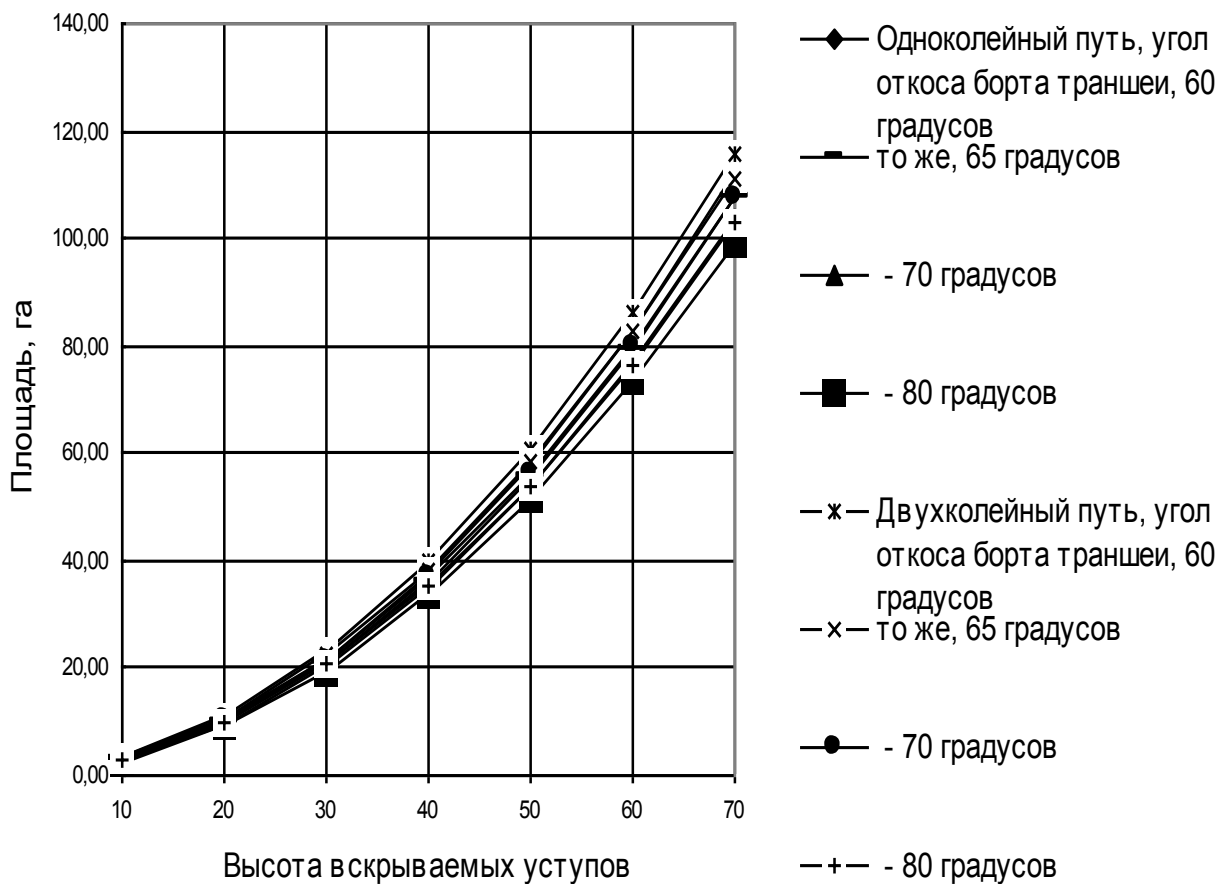
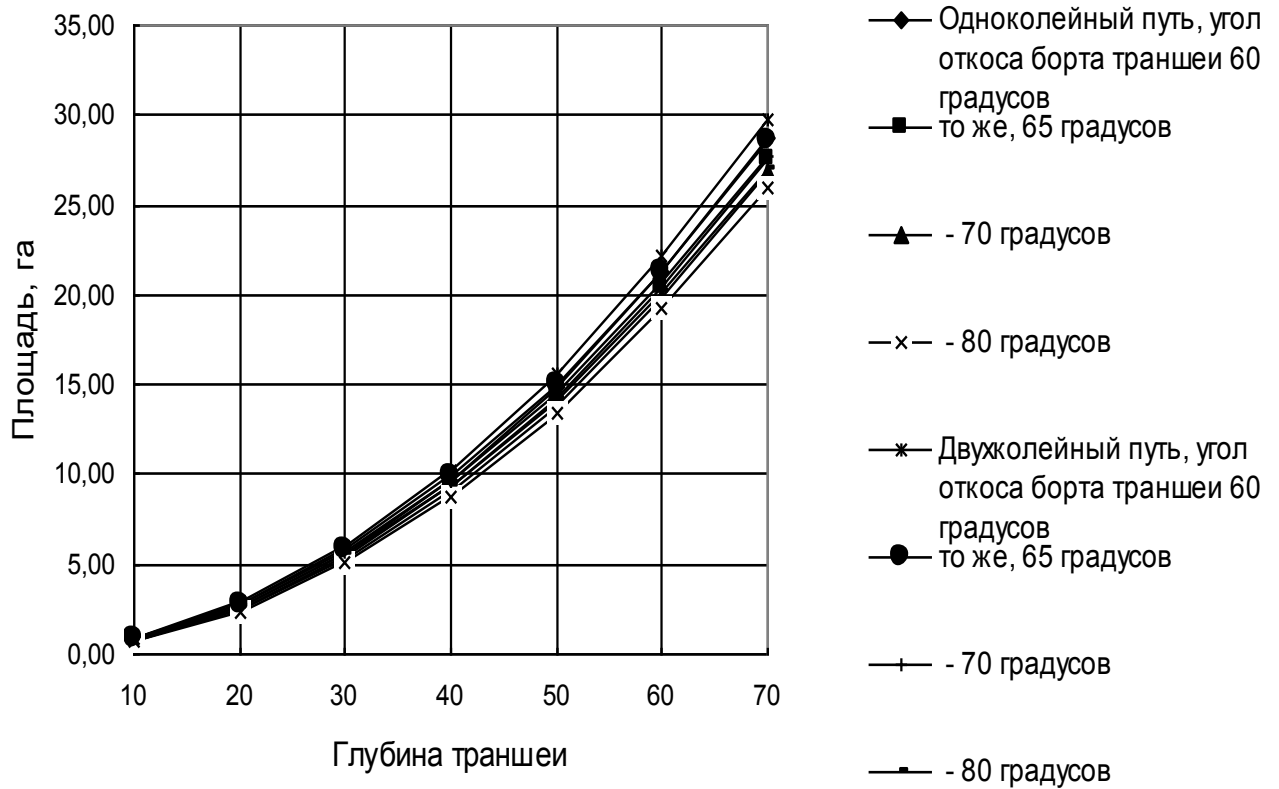


Рисунок 3.5 – Зависимость площади восстановления земель для одиночной траншеи от её глубины, угла откоса борта при железнодорожном транспорте: а) то же с общим выходом на поверхность; б) с независимым выходом на поверхность

а)



б)

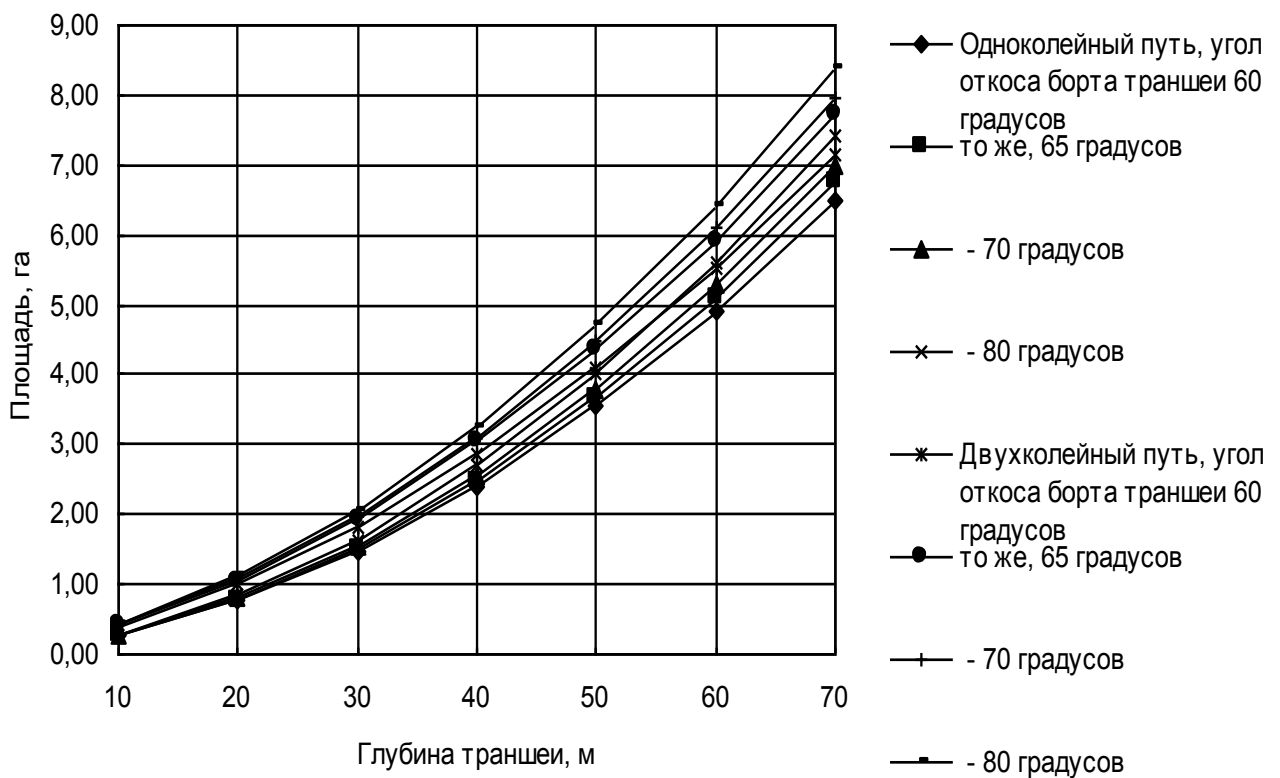
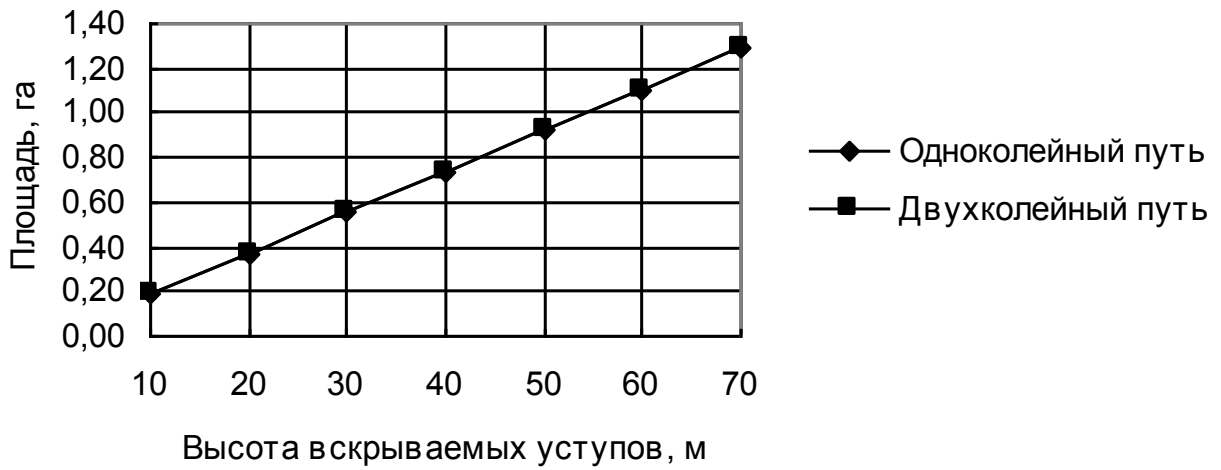


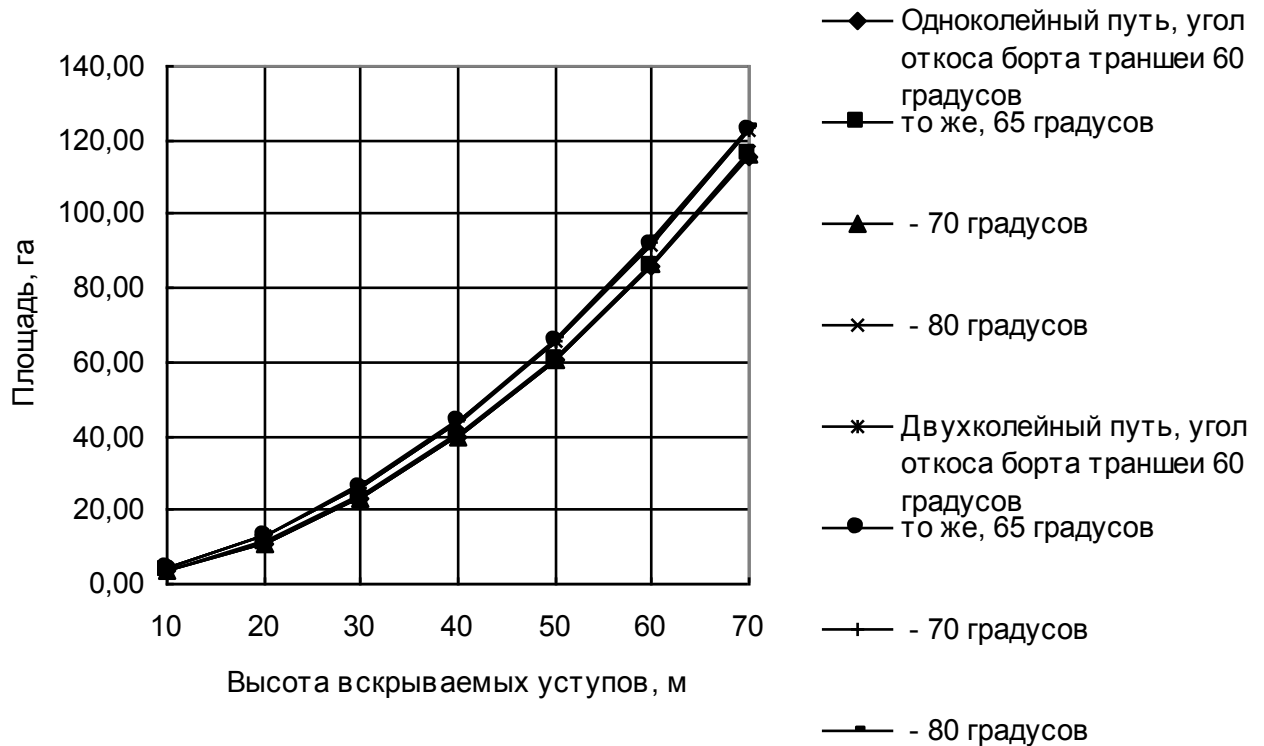
Рисунок 3.6 – Зависимость площади восстановления земель для одиночной траншеи от её глубины, угла откоса борта при железнодорожном транспорте: а) крутая траншея с учетом откоса торцевой части; б) наклонная траншея высотного типа, неполного профиля с откосом торцевой части



а)



б)



в)

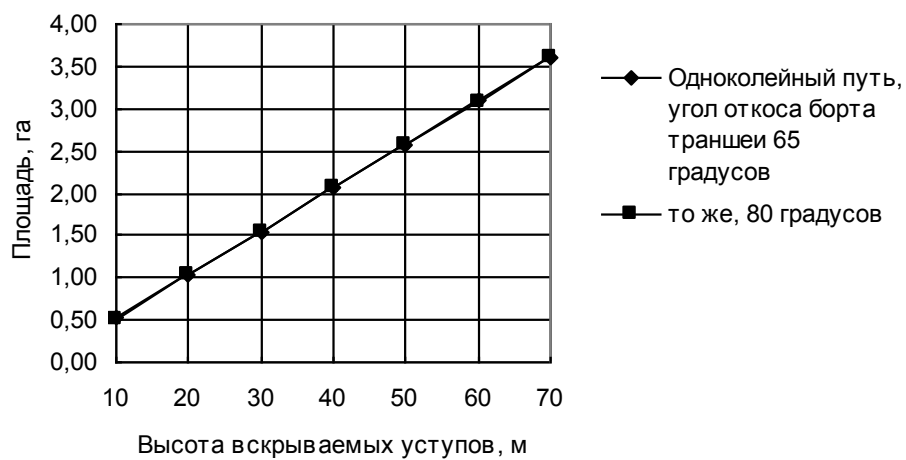


Рисунок 3.7 – Зависимость площади восстановления земель для внутренних траншей от их высоты уступа, угла откоса борта при железнодорожном транспорте: а) общих траншей с вертикальным торцом; б) групповых траншей с обратным откосом; в) отдельных траншей с вертикальным торцом

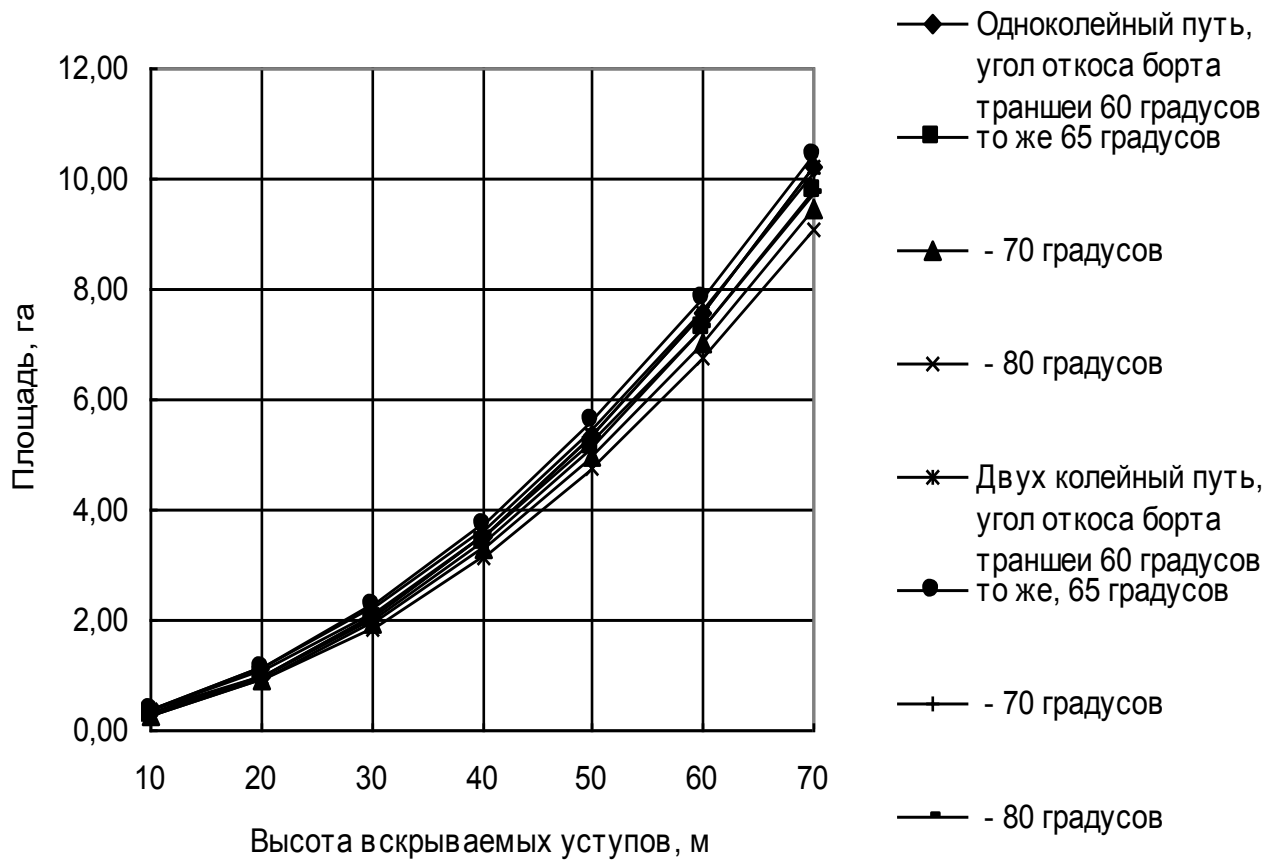


Рисунок 3.8 – Зависимость площади восстановления земель для парных траншей от их высоты уступа, угла откоса борта при железнодорожном транспорте: - при внешнем и внутреннем заложении

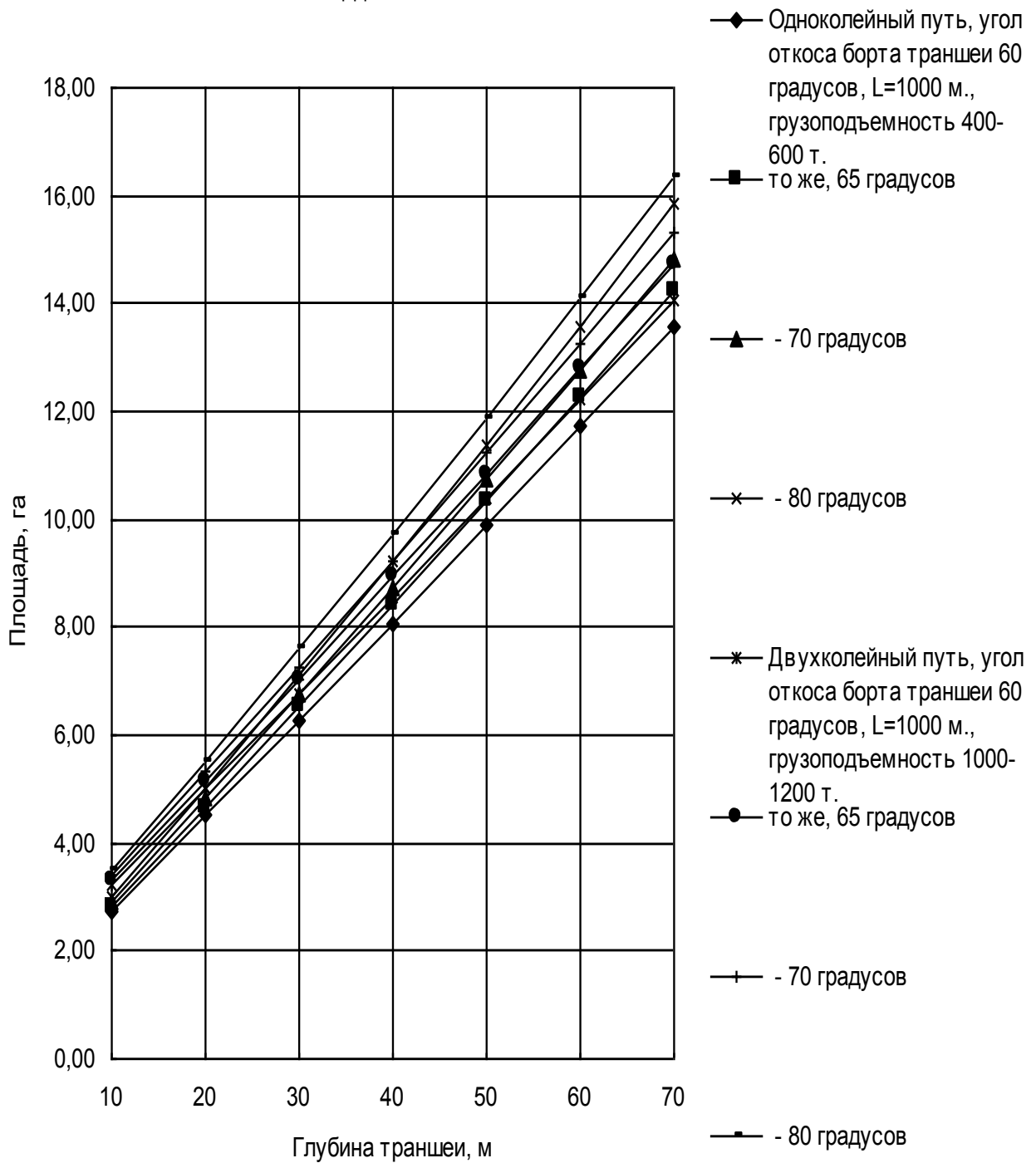


Рисунок 3.9 - Зависимость площади восстановления земель для разрезной траншеи (с откосом торцевой части) от её глубины, длины, угла откоса борта и грузоподъемности железнодорожного транспорта

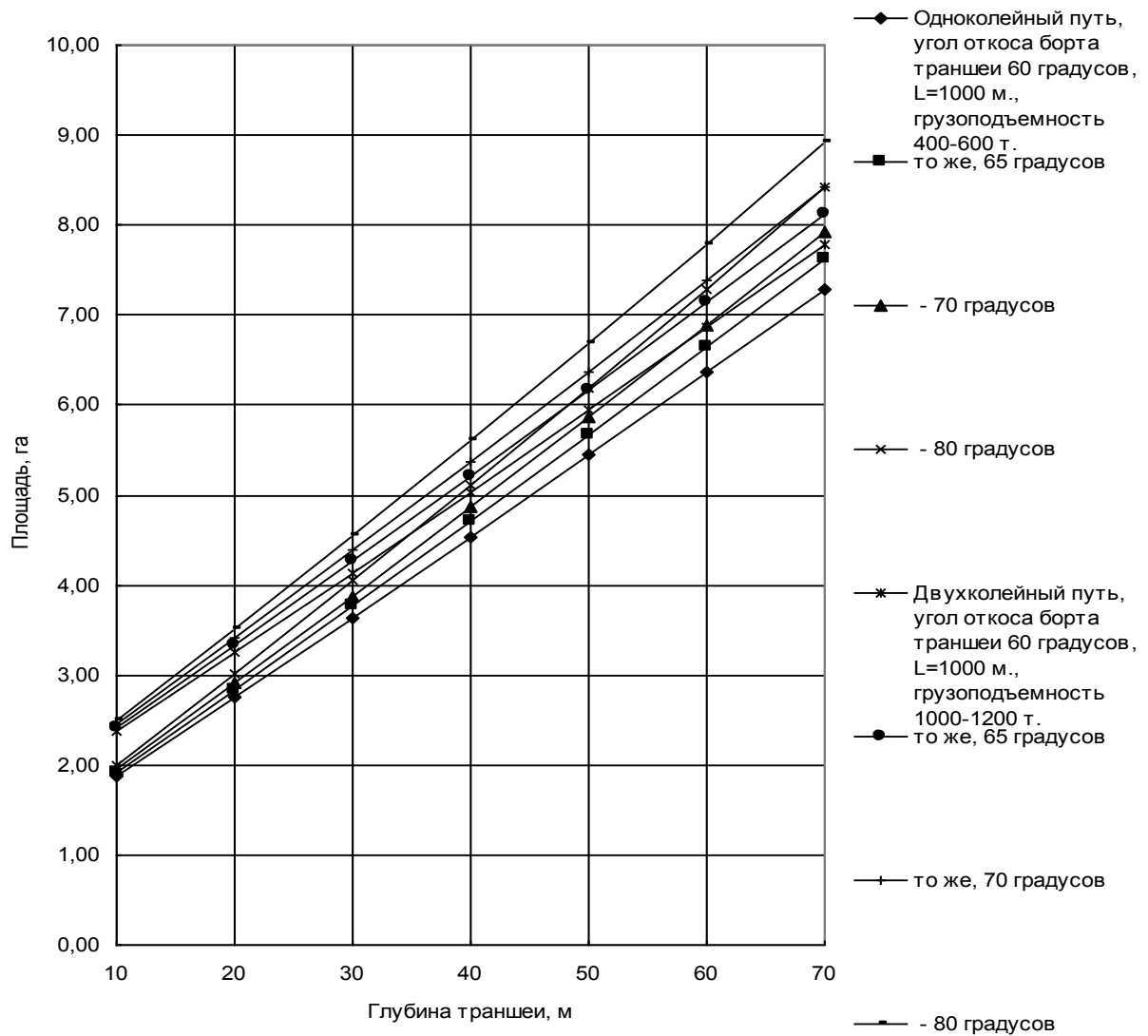


Рисунок 3.10 - Зависимость площади восстановления земель для разрезной траншеи с неполным профилем (с откосом торцевой части на косогоре) от её глубины, длины, угла откоса борта и грузоподъемности железнодорожного транспорта

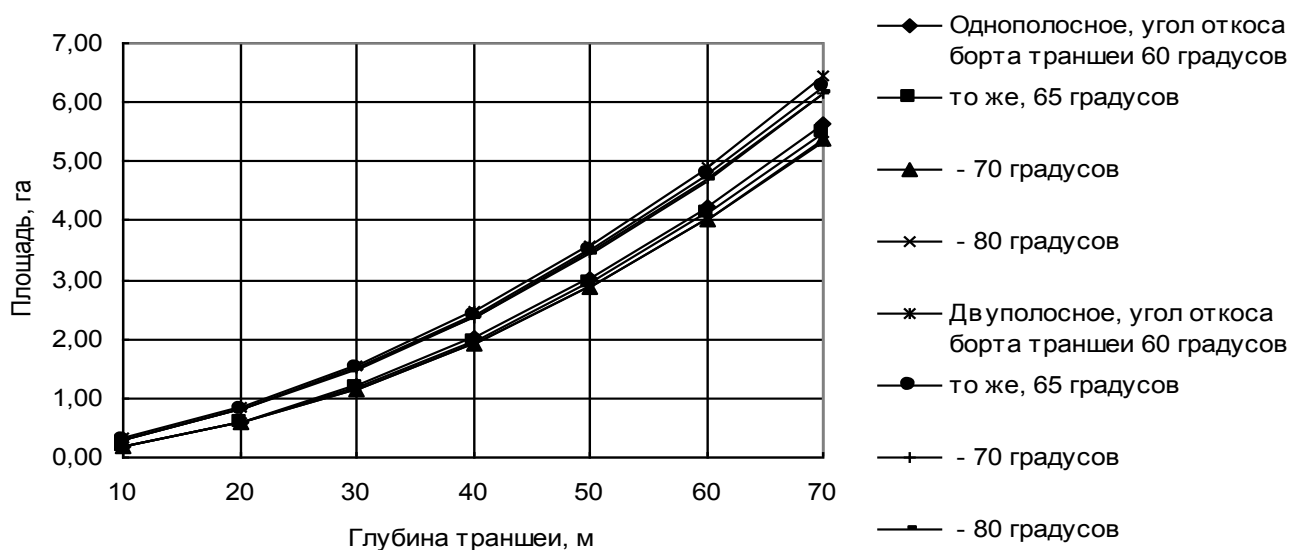


Рисунок 3.11 - Зависимость площади восстановления земель для одиночной траншеи с откосом торцевой части от её глубины, угла откоса борта при автотранспорте

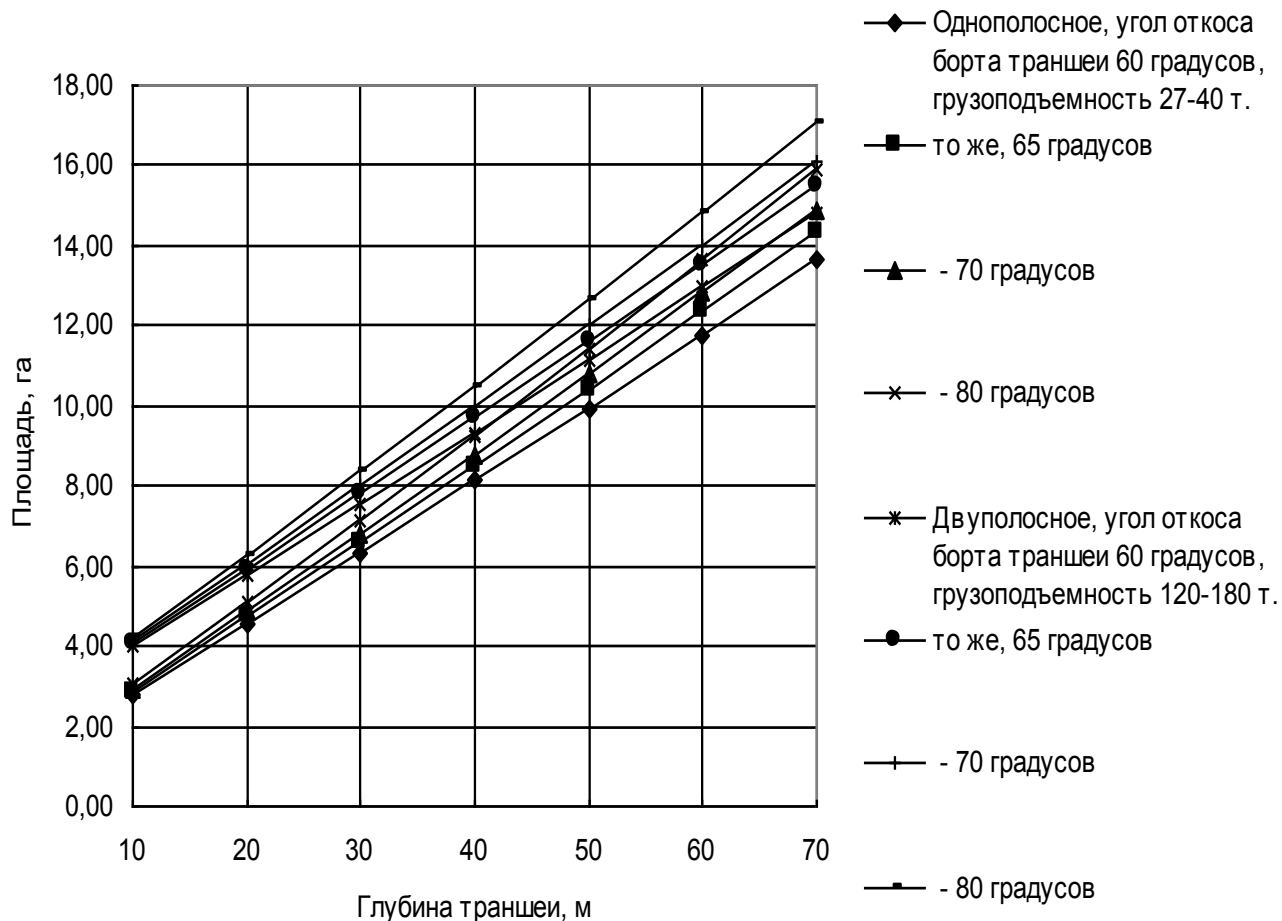


Рисунок 3.12 - Зависимость площади восстановления земель для разрезной траншеи: с откосом торцевой части от её глубины, угла откоса борта и грузоподъемности автотранспорта

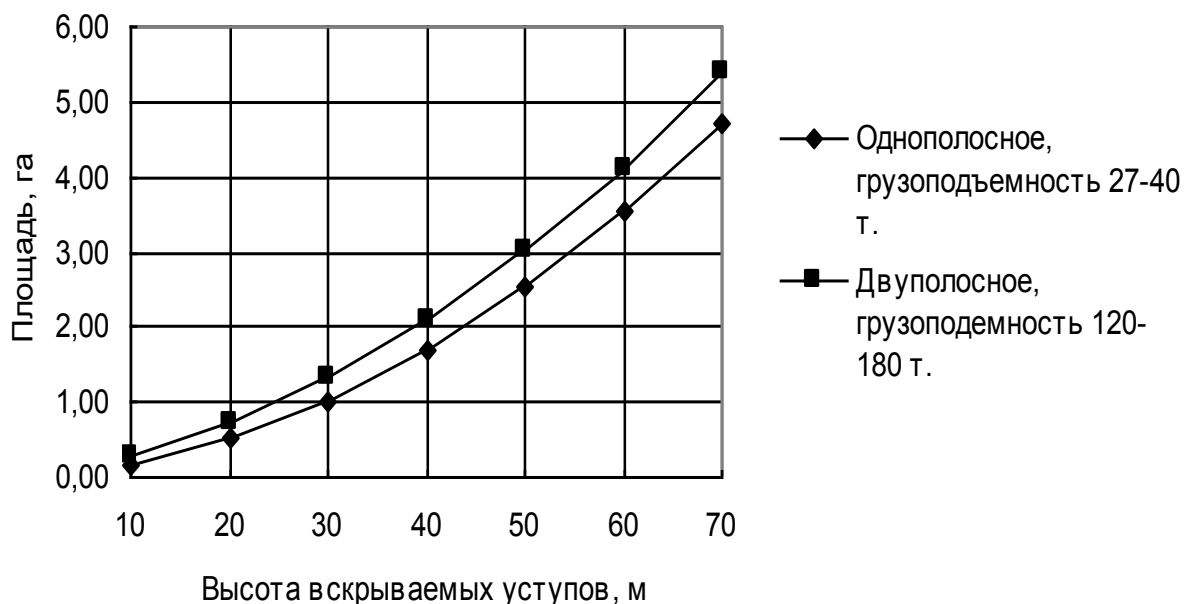
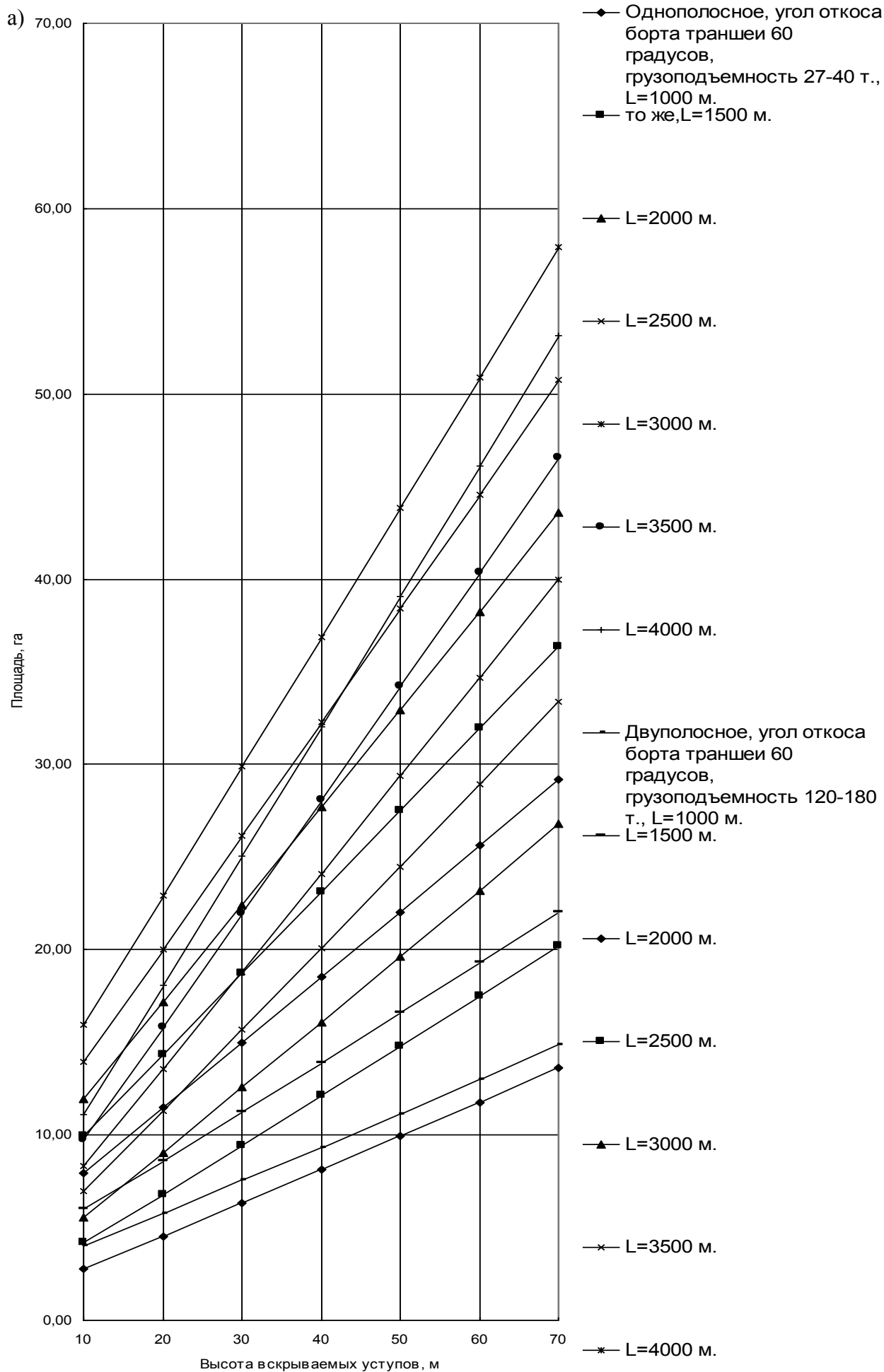


Рисунок 3.13 - Зависимость площади восстановления земель для скользящего съезда от его высоты уступа и грузоподъемности автотранспорта



б)

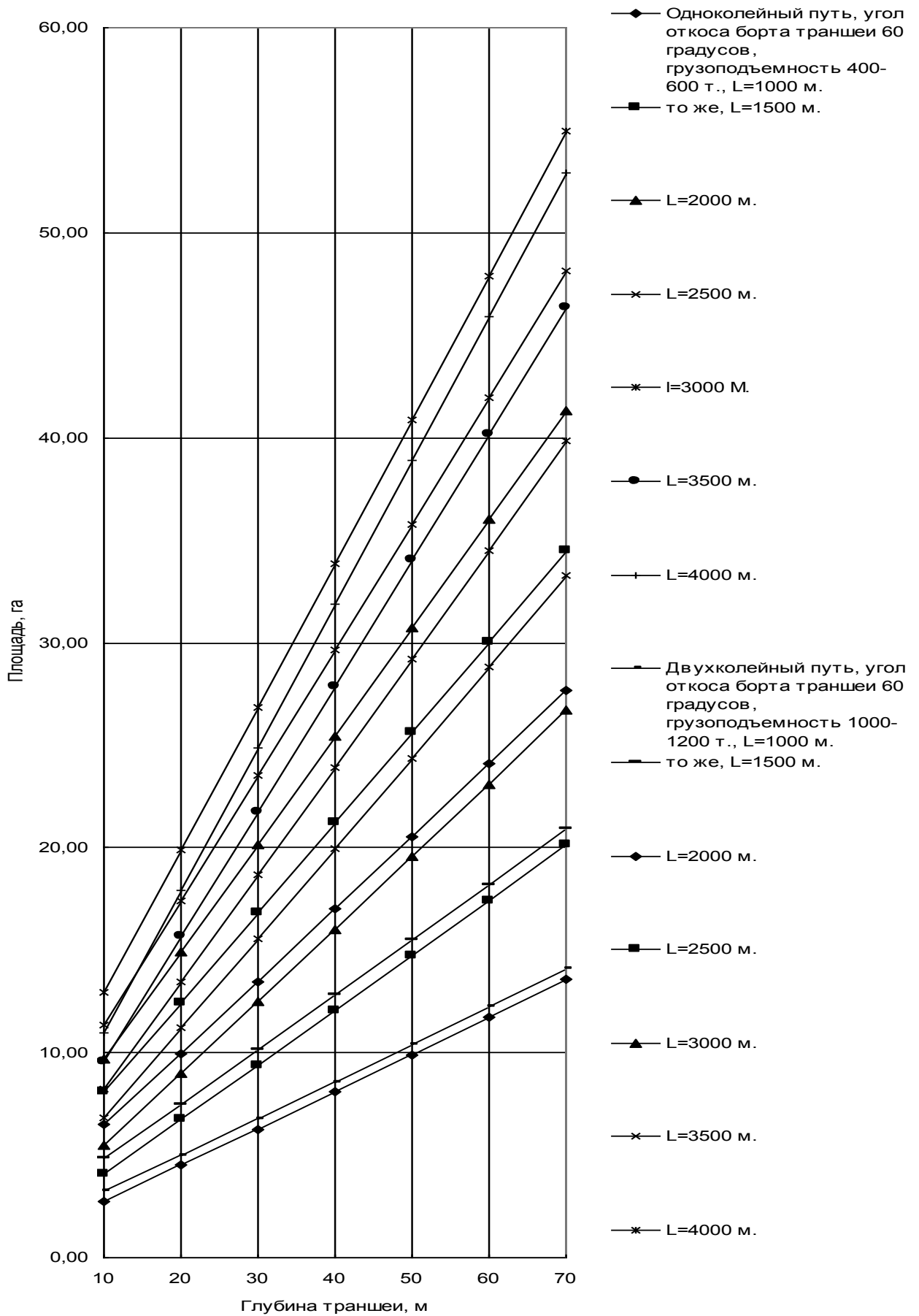


Рисунок 3.14 - Зависимость площади восстановления земель для разрезной траншеи с откосом торцевой части от её глубины, длины и грузоподъемности подвижного состава: а) автомобильный; б) железнодорожный

Приведенные закономерности изменения площадей восстановления земель позволят получить прогнозную оценку их размеров от остаточных горных выработок и сделать следующие выводы.

Модели описывают размеры площадей восстановления земель непрерывными математическими формулами и относятся к линейным (рис. 3.4 (б), 3.9, 3.10, 3.12, 3.14, форм. № 3.4, 3.7, 3.9) и нелинейным (рис. 3.7, 3.8, 3.11, 3.13, форм. 3.1 – 3.3, 3.5, 3.6, 3.8, 3.10 – 3.15) функциям. Линейным функциям свойственны максимальные величины её реакции (площадь восстановления земель) на внешнее воздействие, например, высота уступа, угол откоса, ширина траншеи понизу и т. д. и будут характеризоваться максимальной амплитудой выходной характеристики системы математических уравнений (табл. 3.7). И, следовательно, показывают наибольшую степень изменения размеров площадей восстановления земель, по сравнению с нелинейными функциями. Признаками нелинейности является наличие запаздывания в реагировании системы математических уравнений на внешнее воздействие. Установление общих характеристик объекта, а так же целей и задач, отображающих, соответственно, адекватность математических уравнений исследуемому объекту и практическую значимость исследований, позволили выбрать аппарат линейной и нелинейной алгебры, на основе которого были построены математические модели [30].

Математические уравнения характеризуют структуру системы параметров, влияющих на размеры площадей восстановления земель, и позволяют выявить основные закономерности их взаимосвязей.

Рассмотрим закономерности изменения площадей земель при железнодорожном транспорте. Так, в рассматриваемом диапазоне глубины траншеи, угла откоса  $60^{\circ}$  и ширины её подошвы 6,5 м (одноколейный путь) и 12 м (двухколейный путь) размеры площади земель соответственно существенно увеличиваются с 0,43 до 14,56 га, то есть на 97 % и с 0,56 до 15,47 га - 96 % (табл. 3.7, формула 3.1). С увеличением угла откоса траншеи с  $60^{\circ}$  до  $80^{\circ}$  при её глубине 10 м существенного уменьшения площади земель не происходит по сравнению с увеличением глубины траншеи. При этом площади земель уменьшаются с 0,43 до 0,40 га, то есть на 8 % (одноколейный путь). Аналогичная закономер-



ность присутствует и при двухколейном пути, где при той же глубине траншеи (10 м) и углах откоса ( $60^{\circ}$  -  $80^{\circ}$ ) площади земель уменьшаются с 0,56 до 0,53 га, то есть на 5,7 % (рис. 3.9). При одноколейном и двухколейном путей и угле откоса траншеи  $60^{\circ}$  происходит увеличение площади земель с 0,43 до 0,56 га, что составляет 23 %. Из последнего можно сделать вывод, что величина грузоподъемности подвижного состава (табл. 3.8) и как, следствие, производственная мощность будут оказывать влияние в достаточной степени на размеры площадей земель.

При увеличении размеров площадей земель с 0,27 до 6,75 га (одноколейный путь) и с 0,39 до 7,64 га (двухколейный путь) (рис. 3.4 а, формула 3.3). А так же при увеличении глубины траншеи с 10 до 70 м, при угле откоса  $60^{\circ}$ , при ширине подошвы траншеи 6,5 м (одноколейный путь) и 12 м (двухколейный) увеличение площадей земель составит 96 и 95 %.

С увеличением угла откоса траншеи с  $60^{\circ}$  до  $80^{\circ}$  при её глубине 10 м площади земель не изменяются (одноколейный путь), а при двухколейном пути, где при той же глубине траншеи и угле откоса, площади земель увеличиваются с 0,39 до 0,40 га, то есть на 2,5 %.

Переход с одноколейного на двухколейный путь приводит к увеличению площадей земель с 0,27 до 0,39 га, то есть на 31 %.

Данные, полученные по формуле 3.7 (рис. 3.9) свидетельствуют о том, что при глубине траншеи 10 - 70 м, длине 1000 м и ширине подошвы 10 и 15 м площади земель увеличиваются с 2,47 до 13,57 га (82 %) (одноколейный путь) и с 3,24 до 14,07 га (77 %) (двухколейный). С увеличением угла откоса траншеи с  $60^{\circ}$  до  $80^{\circ}$  при её глубине 10 м и длине 1000 м увеличиваются площади земель при одноколейном и двухколейном путях соответственно с 2,74 до 2,99 га и с 3,24 до 3,49 га (8 % и 7 %). Переход с одноколейного на двухколейный путь в этом случае так же приводит к увеличению площадей земель с 2,74 до 3,24 га, то есть на 15 %.

При автомобильном транспорте вышеуказанные закономерности математических моделей и диапазоны параметров, показывающие изменения размеров площадей земель даны в вышеприведенной последовательности. Величины

ширины подошвы траншеи здесь составят 10,5 и 22,5 м соответственно при однополосном и двухполосном движении автотранспорта. Так площади земель соответственно увеличиваются (при изменении глубины траншеи) с 0,20 до 5,64 га и с 0,31 до 6,43 га, то есть на 96 и 95 %. С увеличением угла откоса площади земель уменьшаются с 0,20 до 0,19 га, то есть на пять и ноль процентов. При переходе с однополосного движения на двухполосное площади земель увеличиваются с 0,20 до 0,31 га, то есть на 36 % (формула 3.2, рис. 3.11).

Данные, полученные по формуле 3.7 (рис. 3.12) показывают следующее. При изменении глубины траншеи площади земель увеличиваются с 2,79 до 13,62 га, и с 3,99 до 14,82 га (80 % и 73 %). С увеличением угла откоса площади земель увеличиваются с 2,79 до 3,04 га и с 3,99 до 4,24 га (8 % и 6 %). При переходе с однополосного на двухполосное движение площади земель увеличиваются с 2,79 до 3,99 га (30 %).

Данные, полученные по формуле 3.1, показывают, что площади земель соответственно увеличиваются с 0,17 до 4,70 га и с 0,27 до 5,40 га (96 % и 95 %). При переходе с однополосного движения на двухполосное площади земель увеличиваются с 0,17 до 0,27 га (37 %) (рис. 3.13).

Ширина подошвы траншеи при автотранспорте в 1,7 и 1,9 раза больше ширины подошвы траншеи, чем при железнодорожном транспорте. Однако при изменении глубины траншеи, угла откоса и при переходе с однополосного движения на двухполосное площади земель при автотранспорте уменьшаются соответственно в 2,6 и 2,7, 3 и 1,3 раза. Это объясняется тем, что на изменение площадей земель в большей степени оказывает влияние величина уклона (подъема) (формула 3.2, рис. 3.8, 3.11).

Данные, полученные по формуле 3.2, показывают, что прирост площадей земель при однополосном движении автотранспорта в 2,7 и 2,5 (двухполосное) раза меньше, чем при железнодорожном при изменении глубины траншеи. С увеличением угла откоса и при переходе с однополосного движения на двухполосное прирост земель, так же меньше в 3 раза. При переходе с однополосного движения на двухполосное при угле откоса траншеи  $60^{\circ}$  прирост земель меньше в 1,3 раза (рис. 3.8, 3.11).

Данные, полученные по формуле 3.7, показывают, что прирост площадей земель при авто и железнодорожном транспорте составляет 10,83 га при изменении глубины траншеи. С увеличением угла откоса прирост земель составляет 0,25 га при авто и железнодорожном транспорте. При переходе с однопутного пути на двухпутный прирост земель при железнодорожном транспорте в 2,4 раза меньше, чем автомобильном при угле откоса траншеи  $60^{\circ}$  и длине траншеи 1000 м. (рис. 3.9, 3.12).

Данные, полученные по формуле 3.14, показывают, что прирост площадей земель при однопутном движении автотранспорта в 2,7 и 2,6 (двупутном) раза меньше, чем при железнодорожном при изменении глубины траншеи. При автотранспорте и переходе с однопутного движения на двупутное и угле откоса траншеи  $60^{\circ}$  прирост земель в 1,3 раза меньше, чем при железнодорожном движении (рис. 3.7, 3.13).

Полученные по формуле 3.7 данные изменения площадей земель показывают следующее при автомобильном транспорте (рис. 3.14а). Увеличение длины траншеи в вышеуказанном диапазоне ведет к увеличению площади земель. Так при длине траншеи 1000 м площади увеличиваются с 2,79 до 13,62 га (однопутное движение), с 3,99 до 14,82 га (двупутное), а при длине траншеи 4000 м площади увеличиваются с 11,14 до 53,14 га (однопутное движение), с 15,34 до 57,94 га (двупутное). С увеличением угла откоса площади земель увеличиваются с 2,79 до 3,04 га (однопутное движение) и с 3,99 до 4,24 га (двупутное) при длине траншеи 1000 м, а при 4000 м площади земель увеличиваются с 11,14 до 12,10 га (однопутное движение) и с 15,94 до 16,90 га (двупутное). При переходе с однопутного движения на двупутное площади земель увеличиваются с 2,79 до 3,99 га и с 11,14 до 15,94 га при длине траншеи соответственно 1000 и 4000 м.

При железнодорожном транспорте (рис. 3.14 б) и при длине траншеи 1000 м площади земель увеличиваются с 2,74 до 13,57 га (однопутный путь), с 3,24 до 14,07 га (двухпутный), а при длине 4000 м площади увеличиваются с 10,94 до 52,94 га (однопутный путь) и с 12,94 до 54,94 га (двухпутный). С увеличением угла откоса площади земель увеличиваются с 2,74 до 2,99 га (од-

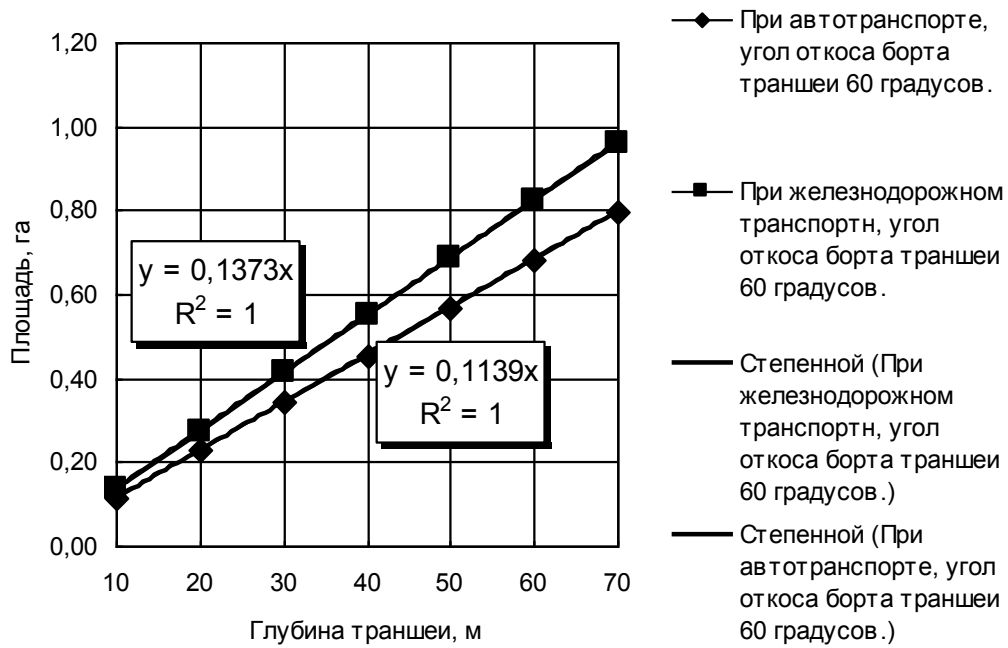
ноколейный путь) и с 3,24 до 3,49 га (двухколейный) при длине траншеи 1000 м, а при 4000 м площади увеличиваются с 10,94 до 11,90 га (одноколейный путь) и с 12,94 до 13,90 га (двухколейный). При переходе с одноколейного пути на двухколейный площади земель увеличиваются с 2,74 до 3,24 га и с 10,94 до 12,94 га при длине траншеи соответственно 1000 и 4000 м.

Из этого следует, что при увеличении длины траншеи в указанном диапазоне прирост изменения площадей земель в 3,9, 3,8 и 4 раза больше соответственно, чем при изменении глубины траншеи, угла откоса и при переходе с однополосного движения (одноколейный путь) на двуполосное (двухколейный) соответственно при автомобильном и железнодорожном транспорте. При этом также видно, что абсолютная величина площадей земель при железнодорожном несколько ниже, чем при автомобильном транспорте. Это показывает, что в случае определения размеров площадей земель от остаточных горных выработок необходимо устанавливать их вид (систему) по таблице 3.6, так как в большей степени на их величину оказывает влияние длина траншеи.

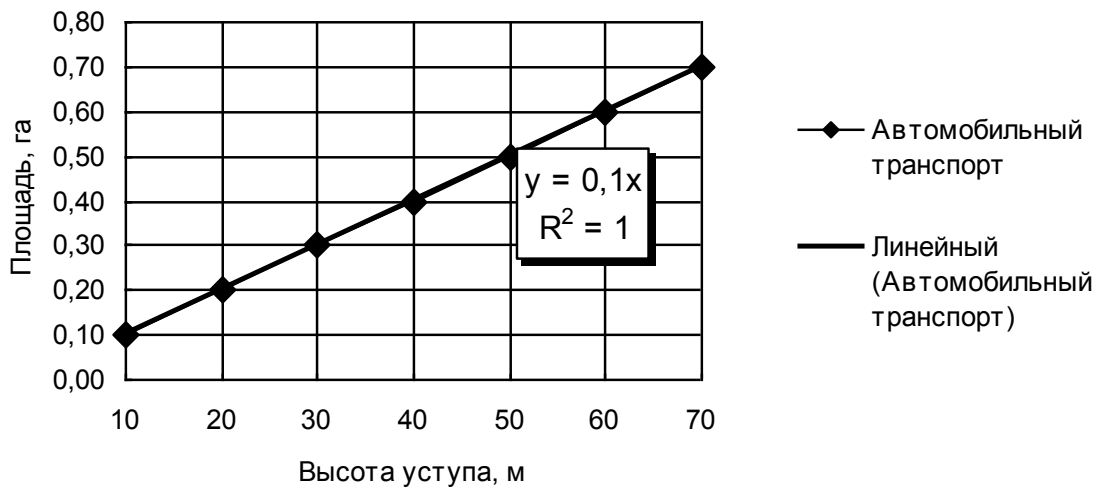
Определив по формулам (табл. 3.6) размеры площадей восстановления земель от остаточных горных выработок, можно определить величину их прироста [31]. Полученные, например, по формулам 3.2, 3.11 и 3.7 результаты и статистическая их обработка определяют уравнения регрессии, которые в дальнейшем позволят дать количественную оценку прироста земель в зависимости от глубины траншеи, высоты уступа и длины траншеи. Так, прирост площадей земель при переходе с однополосного движения на двуполосное при автомобильном транспорте составит 0,1139, 0,1 и 0,6 га. на каждые 10 м глубины траншеи, высоты уступа и на 500 м длины траншеи (рис. 3.15а, б, в).

Отсюда можно сделать вывод, что на изменение площадей восстановлений земель в большей степени оказывают глубина траншеи (высота уступа, борта карьера), величина уклона (подъема) и длина, ширина траншеи, бермы, а в существенно меньшей - угол откоса траншеи (уступа), борта разреза.

а)



б)



в)

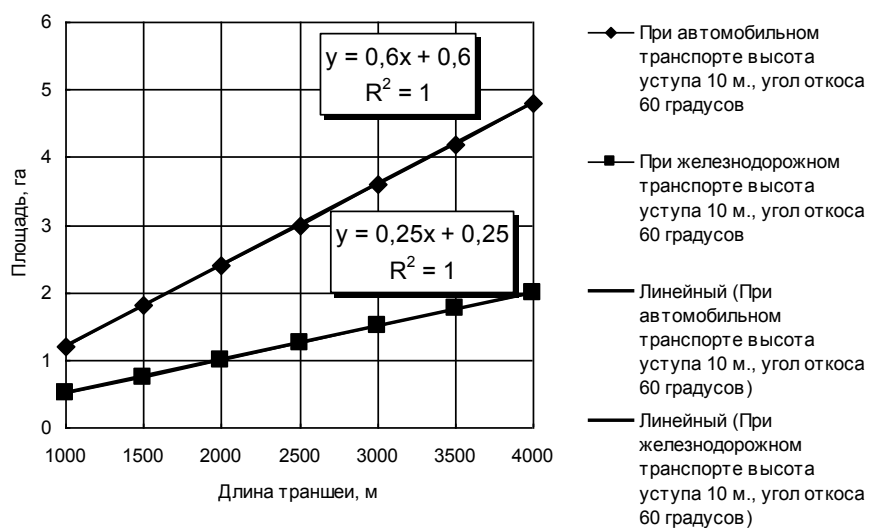


Рисунок 3.15 – Зависимость прироста площадей восстановления земель от глубины, длины траншеи, высоты уступа, угла откоса борта траншеи, вида пути и транспорта: а) одиночная траншея с откосом торцевой части, б) скользящий съезд, в) разрезная траншея с откосом торцевой части

### **3.3 Обоснование режима нарушения и восстановления земель - режим управления техногенным рельефом (РУТР)**

Рациональное использование земельных ресурсов это определение направления развития и распределения вскрышных, добычных и рекультивационных работ, обеспечивающее минимальные затраты на временное отчуждение земель, размеры и интенсивность изъятия под горные выработки, высокую скорость восстановления и, следовательно, своевременный их возврат в природопользование. Все это может быть достигнуто при рациональном режиме нарушения и восстановления земель.

В связи с этим под режимом нарушения и восстановления земель следует понимать установленные исследованиями направление развития и распределения вскрышных, добычных и рекультивационных работ. Режим нарушения и восстановления земель или режим управления техногенным рельефом (РУТР) с оптимальными морфометрическими параметрами это определенный порядок развития горных работ, календарное распределение площадей нарушений и восстановления земель по годам за весь срок существования разреза с учетом объемов вскрышных и добычных работ [32, 33].

Наиболее рациональный режим нарушения и восстановления земель при разработке горизонтальной и пологой залежей в строительный период возможен за счет уменьшения площадей, занимаемых внешними отвалами и вскрывающими капитальными выработками с оптимальными параметрами отвала и вскрывающих выработок. С целью увеличения темпов рекультивационных работ на отвале рекомендуется осуществлять отсыпку всех ярусов на проектную высоту с минимальными рабочими отвальными площадками, а также за счет оптимизации технологических схем по террасированию и выполаживанию откосных поверхностей отвала.

В основной наиболее благоприятный период разработки при примерно постоянной скорости подвигании вскрышных, добычных и рекультивационных работ до окончания срока службы карьера возможно увеличение темпов восстановительных работ за счет: установления оптимального количества отваль-

ных ярусов и отсыпки отвала в выработанном пространстве на проектную высоту до уровня дневной поверхности; установления оптимального срока осадки отвала и предельно устойчивых откосов отвальных ярусов для своевременного проведения вторичных горно-планировочных работ и нанесения ПСП на спланированную поверхность.

В завершающий период разработки горизонтальной и пологой залежи на эффективность проведения рекультивации остаточных горных выработок (вскрывающих и разрезной траншеи) главную роль будут играть горно-геологические и природно-техногенные условия, определяющие направления дальнейшего использования этих земель [27].

Следует отметить, что на выбор направления дальнейшего использования земель будет влиять и длительность периода биологической рекультивации, которая может достигать 4-10 и более лет, соответственно, при сельскохозяйственной и лесохозяйственной рекультивации [23].

Технологические и экономические результаты РУТР в разрезе определяются количественным соотношением календарного распределения площадей нарушений, восстановлений земель и соотношением объемов вскрышных и добычных работ. При этом должны быть сформированы календарные графики нарушения и восстановления земель, объемы вскрышных, добычных и рекультивационных работ, отвечающие принятым техническим и экономическим критериям эффективности разработки. В связи с этим системы разработки должны определяться способами выемки и укладки в зависимости от пригодности совместно залегающих вскрышных пород, почв и породных прослоев для использования их при биологической рекультивации. Таким образом, рекомендуется именовать системы разработки - селективными, валовыми и комбинированными. Факторами, влияющими на эффективность применения горного комплекса механизации, являются принципы соответствия применяемого оборудования по количеству, производительности, его рабочим параметрам, также условиям применения и уровня требований к выбранному направлению восстановления нарушенных земель в зависимости от вида их использования.

Следовательно, изыскания организационно-технических решений по обоснованию технологий разработки в первооснове зависят от режима нарушения и восстановления, с другой стороны они сами являются так же основой для его определения. Аналогичное значение при этом имеет срок существования разреза, потому что небезынтересно в течение какого срока происходят нарушения и восстановление земель. Исследование режима нарушения и восстановления позволит определить ущерб от воздействия горных работ на окружающую среду и, следовательно, произвести оценку эффективности рационального использования земельных ресурсов.

Однако следует отметить, что определение наиболее эффективного эколого-технологического варианта направления развития горных работ в режиме рационального нарушения и восстановления земель, в зависимости от горно-геологических условий разработки, возможно с проведением горно-геометрического анализа месторождения, построения календарного графика вскрышных, добычных и рекультивационных работ и следование ему с целью рационального использования земельных ресурсов.

### **3.4 Основные принцип и признаки классификации систем открытой разработки месторождений полезных ископаемых**

Анализ существующих классификаций систем открытой разработки месторождений полезных ископаемых показывает отсутствие современного обобщающего классификационного признака, объединяющего не только способы (направления) перемещения вскрышных пород, тип применяемого оборудования, направление выемки горной массы в плане и профиле, но учитывающего, прежде всего, социально-экономическую направленность ведения горных работ [34,35]. При этом определение системы разработки как принципа и технологии не только удаления вскрышных пород, но и одновременного проведения рекультивационных работ, также находит в современных условиях все большее практическое подтверждение.

В технологической системе разработки должны рассматриваться порядок и последовательность вскрышных, добычных и рекультивационных работ.



При планировании развития горных работ главная задача параметров системы разработки должна заключаться в формировании такой рабочей зоны разреза и динамики ее развития, при которой снятие, складирование, погрузка и укладка плодородного и потенциально-плодородных пород, селективная или валовая разработка почвообразующих пород, горно-планировочные работы обеспечивали бы высокие темпы восстановления нарушенных земель, минимальные сроки изъятия их под горные выработки.

Ведение горных работ при высокой трудоемкости производства рекультивационных работ требуемого в этом случае уровня предопределяют формирование конструкции карьерного пространства (рабочей зоны) с такими параметрами элементов системы разработки, важнейшие из которых: высота уступа, минимальная ширина рабочей площадки, размеры траншей, ширина берм, высота отвальных ярусов и их количество, величины углов откосов - численные значения, которых бы устанавливали создание, развитие и поддержание рабочей зоны в оптимальном режиме нарушения и восстановления земель.

Ниже приводятся общепринятые в горной науке определения и понятия рабочей зоны карьера.

По мнению авторов работы [39], проектная мощность карьера может быть достигнута при количественно различных величинах скорости подвигания фронта горных работ и темпа углубки карьера. Сочетание этих параметров предопределяет выбор основных машин, элементов системы разработки, режима горных работ, а, следовательно, и технико-экономические показатели эксплуатации месторождения. В свою очередь, все факторы в совокупности определяют один из важнейших параметров - его рабочую зону.

Оптимизация рабочей зоны карьера позволяет значительно повысить экономичность разработки крутопадающих и наклонных месторождений и является составным элементом проектирования карьеров.

В работе [40] рабочая зона карьера представляет собой топографическую поверхность, заключенную между верхними и нижними бровками рабочих уступов.

В трудах [41] совокупность уступов, находящихся в одновременной разработке, называется рабочей зоной карьера. Положение рабочей зоны карьера определяют отметками нижних площадок верхнего и нижнего (на данный момент времени) рабочих уступов карьера. Длина фронта горных работ карьера представляет собой суммарную протяженность фронтов горных работ всех рабочих уступов.

В работе [41] рабочей зоной является та часть карьера, в которой в данный период эксплуатации предприятия находятся рабочие площадки, размещается основное горно-транспортное и вспомогательное оборудование, большая часть внутрикарьерных и энергетических коммуникаций и ведутся вскрышные и добычные горные работы. Рабочая зона карьера представляет собой сложную пространственную поверхность, которая изменяет конфигурацию по мере своего развития в процессе отработки месторождения. Рабочая зона состоит из рабочих площадок и уступов, внутренних съездов и разрезных траншей, внутренних отвалов, площадок под перегрузочными пунктами, временными складами горной массы и др. В рабочей зоне поддерживают нормативную величину готовых к выемке запасов полезного ископаемого.

Формирование рабочей зоны в карьере осуществляется в соответствии с определенными закономерностями, принятыми критериями и оценивается рядом показателей, таких, как скорость перемещения забоя, скорость перемещения фронта работ уступа или группы уступов, скорость и направление углубки, площадь рабочей зоны и темп её изменения и др.

Динамику развития рабочей зоны следует обосновывать, исходя из долгосрочной перспективы развития горных работ в карьере, т.е. исходя из режима горных работ и календарного графика разработки.

Сложившаяся практика проектирования и планирования производительности глубоких карьеров и соответствующего ей развития горных работ основана на исследовании и экономической оценке режима горных работ, вскрытия и систем открытой разработки.

С.В. Корнилков предложил уточнить термин «рабочая зона» для глубоких карьеров и дать ему следующую формулировку: «Рабочая зона глубоких карье-

ров - это часть карьерного пространства, слагаемая рабочими и временно законсервированными уступами с расположенными на них площадками соответствующей ширины, периодически перемещаемыми в пределах карьерного поля для обеспечения выемки заданных объемов полезного ископаемого требуемого качества, поддержания готовых к выемке запасов и создания нормальных условий для транспортного обеспечения экскаваторных забоев и пунктов перегрузки горной массы» [29].

Рабочую зону глубоких карьеров следует рассматривать как самостоятельный сложноструктурный объект - большую систему, структурно состоящую из участков карьерного поля - групп уступов по глубине и в плане, отличающихся последовательностью вскрытия, технологией и интенсивностью их отработки и изменяющихся по мере понижения горных работ.

Конструкция и размеры рабочей зоны, а также масштабы работ зависят от установленного режима горных работ и внешних факторов: спроса на полезное ископаемое, затрат на его добычу и т.п.

При проектировании карьера необходимо формировать динамику развития рабочей зоны, т.е. управлять ее развитием.

Под управлением рабочей зоны карьеров понимают комплекс технологических мер, обеспечивающих перемещение обрабатываемых бортов карьеров в пространстве с целью обеспечения требуемого объема добычи и создания условий для безопасной реализации установленного календарного графика разработки.

Таким образом, рассмотренные выше понятия и определения рабочей зоны карьера, также свидетельствуют об отсутствии отображения рабочей зоны разреза элементами вскрышных, добычных и рекультивационных работ.

Для этого необходимо сформулировать понятие, характеризующее сущность рабочей зоны разреза, которая также и определяла бы главный классификационный признак систем открытой разработки в аспекте эффективного воспроизводства земельных ресурсов.

Исходя из выше изложенного, рабочая зона - это совокупность взаимосвязанных вскрышных, добычных и отвальных уступов (рис. 3.14). Размеры ра-

бочей зоны характеризуются ее шириной и высотой в профиле, в плане - длиной вскрышных, добычных и отвальных фронтов. Динамику развития рабочей зоны в этом случае необходимо увязывать с главными параметрами карьера, которыми будут являться производственная мощность карьера, срок существования предприятия, промышленные запасы полезного ископаемого, виды граничных коэффициентов вскрыши с учётом прогнозной оценки нарушений земель.

В качестве главенствующего при выборе технологии и оборудования признака предлагается способ формирования конструкции рабочей зоны карьера с оптимальными параметрами по условиям применения и в зависимости от распределения горных работ (вскрышных, добычных и рекультивационных) в определенном порядке, который обуславливает наиболее важный классификационный признак систем открытой разработки. При этом в наименовании системы разработки основным признаком приняты способы разработки, укладки и пригодность вскрышных пород, почв и породных прослоев для использования их при биологической рекультивации. К числу других, менее значимых признаков, отнесены признаки, приведенные в таблице 3.8.

Формирование рабочей зоны карьера зависит от учета факторов, влияние которых на исследуемый объект носит технологический характер. Так, например, по способу разработки и укладки вскрышных пород в отвалы выделяются схемы валовой и селективной разработки уступов и валового и селективного отвалообразования. При валовой схеме разработку и отвалообразование производят без разделения совместно залегающих различных вскрышных пород и почв на отдельные компоненты (плодородный слой почвы - ПСП, потенциально плодородные породы - ППП, малопригодные породы - МПП и непригодные породы НПП). При селективной схеме разработку и отвалообразование пород вскрыши, а также гумусированную часть почв извлекают и наносят на спланированную поверхность отдельно. Для применения селективных схем вскрышные породы классифицируют по пригодности их использования для биологической рекультивации в зависимости от показателей химического и гранулометрического состава и инженерно-геологической характеристики [42].

В зависимости от места размещения пород вскрыши (проведения ландшафтно-восстановительных работ) применяется внутреннее или внешнее отвалообразование.

По типу применяемого выемочного и транспортного вскрышного, добычного и отвального оборудования технологические схемы по академику Н.В. Мельникову могут подразделяться на бестранспортные, транспортно-отвальные (с отвалообразователями), транспортные (с автомобильным, железнодорожным или конвейерным транспортом), на специальные (с применением средств гидромеханизации) и комбинированные.

По способу формирования внешних и внутренних отвалов применяются схемы поярусного возведения отвалов и с отсыпкой всех отвальных ярусов на проектную высоту [25].

По способу производства рекультивационных работ остаточного выработанного пространства применяется выполаживание, террасирование или заваливание карьерных выемок.

По способу технологического формирования отвальной зоны выделяются технологические схемы пассивного и активного формирования поверхности отвала [38].

Таким образом, предложенный методологический подход при определении систем открытой разработки обеспечит рациональное использование земельных ресурсов.

Вывод. Предложенная классификация определяет систему разработки как принцип и технологию не только удаление вскрышных пород, добычу полезного ископаемого, но и проведение рекультивации с целью обеспечения своевременности проведения рекультивационных работ, высокую скорость восстановления нарушенных земель, минимальные сроки и площади изъятия их под горные выработки, а также экономичную и безопасную разработку полезных ископаемых.

Таблица 3.8 - Классификация систем открытой разработки

Наименование системы разработки по условиям применения и в зависимости от:							Условия применения
способов разработки, укладки и пригодности совместно залегающих вскрышных пород, почв и породных прослоев для использования их при биологической рекультивации	периода разработки и распределения горных работ в рабочей зоне карьера	направлении развития горных работ в профиле и плане	места проведения ландшафтно-восстановительных работ относительно контуров карьерных выемок	способов механизации	способов формирования отвалов	способов технологического формирования ландшафтно-восстановительных работ	
Селективная система разработки	<p><b>Строительный.</b> На вскрыше:</p> <p>1. подготовка к разработке ПСП: а) строительство разрезной траншеи</p> <p>б) под отвалом</p>	<p>однобортное</p> <p>продольное поперечное</p> <p>одностороннее (с момента погашения борта карьера со стороны лежащего бока залежи)</p> <p>двухбортное продольное поперечное двустороннее</p> <p>взаимно противоположное веерное кольцевое</p> <p>одностороннее продольное поперечное</p>	внешнее	транспортные			<p>горизонтальные</p> <p>пологие наклонные крутые</p> <p>то же</p> <p>то же</p> <p>то же</p>

	<p>2. разработка ПСП: а). строительство разрезной траншеи</p>	<p>однобортное</p> <p>продольное поперечное</p> <p>одностороннее (с момента погаше- ния борта карьера со стороны лежа- чего бока залежи)</p> <p>двухбортное</p> <p>продольное попе- речное двусто- роннее</p> <p>взаимно противо- положное веерное кольцевое</p>		<p>комбинированные</p>			<p>горизонтальные</p> <p>пологие наклонные крутые</p>
	<p>б) под отвалом</p>	<p>одностороннее</p> <p>продольное поперечное</p>					
	<p>3. разработка ППП, МПП и НПП</p>	<p>однобортное, продольное, попе- речное, односто- роннее (с момента погашения борта карьера со сторо- ны лежачего бока залежи)</p> <p>двухбортное</p> <p>продольное попе- речное двусто- роннее</p>		<p>транспортные, бестранспортные, транспортно- отвальные, спе- циальные, комби- нированные</p> <p>транспортные</p> <p>транспортные, бестранспортные, транспортно- отвальные, спе- циальные, комби- нированные</p> <p>транспортные</p>			<p>горизонтальные, пологие</p> <p>наклонные крутые</p> <p>наклонные</p>

		взаимно противоположное верное		транспортные, бестранспортные, транспортно-отвальные, специальные, комбинированные транспортные		крутые горизонтальные, пологие
		кольцевое		транспортные, бестранспортные, транспортно-отвальные, специальные, комбинированные транспортные		наклонные крутые горизонтальные, пологие
4. укладка ППП, МПП и НПП	одностороннее	внешнее	транспортные, бестранспортные, специальные, комбинированные	поярусное или с отсыпкой всех ярусов на проектную высоту		наклонные крутые горизонтальные, пологие
5. первичная и вторичная планировка отвала	продольное поперечное то же	то же	транспортные, комбинированные			наклонные крутые горизонтальные, пологие
6. выполяживание и террасирование отвала	по периметру	то же	транспортные, бестранспортные, комбинированные			то же
7. с нанесения ПСП	одностороннее, продольное, поперечное	то же	транспортные, комбинированные			то же
8. без нанесения ПСП	-	-	-	-	-	-
<b>Основной.</b> На вскрыше: 1. подготовка к разработке ПСП:			транспортные			



Продолжение таблицы 3.9

	<p>а). до границ погашения бортов карьера</p>	<p>однобортовое</p> <p>продольное поперечное</p> <p>одностороннее (с момента погашения борта карьера со стороны лежащего бока залежи)</p> <p>двухбортовое продольное поперечное двустороннее</p> <p>взаимно противоположное веерное кольцевое</p>					<p>горизонтальные, пологие</p> <p>наклонные крутые</p> <p>то же</p> <p>то же то же наклонные крутые то же то же</p> <p>горизонтальные</p> <p>пологие наклонные крутые</p>
	<p>б). под отвалом</p>	<p>одностороннее</p> <p>продольное поперечное</p>		<p>комбинированные</p>			
	<p>2. разработка ПСП: а). до границ погашения бортов карьера</p>	<p>однобортовое</p> <p>продольное поперечное</p> <p>одностороннее (с момента погашения борта карьера со стороны лежащего бока залежи)</p> <p>двухбортовое продольное поперечное двустороннее</p> <p>взаимно противоположное</p>					

	б). под отвалом	<p>веерное кольцевое одностороннее</p> <p>продольное поперечное</p>				<p>наклонные крутые то же то же</p>
	3. разработка ППП, МПП и НПП	<p>однобортовое</p> <p>одностороннее (с момента погаше- ния борта карьера со стороны лежа- чего бока залежи) двухбортовое, продольное попе- речное двусто- роннее взаимно противо- положное</p> <p>веерное</p>	<p>транспортные, бестранспортные, транспортно- отвальные, специ- альные, комбини- рованные транспортные</p> <p>транспортные, бестранспортные, транспортно- отвальные, специ- альные, комбини- рованные. транспортные</p> <p>транспортные, бестранспортные, транспортно- отвальные, специ- альные, комбини- рованные. транспортные</p>			<p>горизонтальные, по- логие</p> <p>наклонные крутые горизонтальные, по- логие</p> <p>наклонные крутые</p>

Продолжение таблицы 3.9

		кольцевое		транспортные, бестранспортные, транспортно-отвальные, специальные, комбинированные. транспортные			горизонтальные, пологие
	На добыче:						
	1. выемка полезного ископаемого	однобортовое, продольное, поперечное, одностороннее		транспортные, комбинированные			горизонтальные, пологие,
		двухбортовое		транспортные, комбинированные			наклонные, крутые
		продольное поперечное двустороннее					
		взаимно противоположное					
		веерное		то же			то же
		кольцевое		то же			то же
	2. выемка породных прослоев	то же					
	На ландшафтно-восстановительных работах:						
	1. укладка ППП, МПП и НПП	однобортовое	внутреннее	транспортные, бестранспортные, транспортно-отвальные, специальные, комбинированные	поярусное или с отсыпкой всех ярусов на проектную высоту	пассивное, активное	горизонтальные, пологие,
		продольное поперечное					

		одностороннее (с момента погашения борта карьера со стороны лежащего бока залежи) двухбортное продольное поперечное двустороннее взаимно противоположное веерное кольцевое одностороннее	то же	то же	то же	то же	то же
			то же	то же	то же	то же	то же
			то же	то же	то же	то же	то же
			внешнее	транспортные, комбинированные	поярусное или с отсыпкой всех ярусов на проектную высоту		наклонные крутые
		продольное поперечное	то же то же	то же то же	то же то же	то же то же	то же то же
	2. первичная и вторичная планировка отвалов:	однобортное  продольное поперечное одностороннее (с момента погашения борта карьера со стороны лежащего бока залежи) двухбортное продольное поперечное двустороннее взаимно противоположное веерное кольцевое	внутреннее	транспортные,  комбинированные			горизонтальные, пологие,

		одностороннее	внешнее	то же			наклонные крутые то же то же горизонтальные
		продольное поперечное то же	то же то же внутреннее	то же то же транспортные, комбинированные			пологие наклонные крутые -
	3. с нанесением ПСП						
	4. без нанесения ПСП	-	-	-	-	-	-
	<b>Завершающий.</b>						
	1. выполаживание и террасирование:						
	а). отвала	по периметру	внешнее	транспортные, бестранспортные, комбинированные			наклонные крутые
	б). остаточного выработанного пространства	одностороннее со стороны висячего или лежачего бока залежи	внутреннее	то же			горизонтальные, пологие
		двустороннее взаимно противоположное с висячего и лежачего боков залежи	то же	то же			наклонные крутые то же
	2. с нанесением ПСП:						горизонтальные, пологие наклонные крутые наклонные крутые то же то же
	а). на отвале	одностороннее	внешнее	то же			
		продольное поперечное	то же то же	то же то же			

Продолжение таблицы 3.9

	б). на поверхности выположенного и (или) террасированного остаточного выработанного пространства	одностороннее со стороны висячего или лежачего бока залежи  двустороннее взаимно противоположное с висячего и лежачего боков залежи	внутреннее	то же			горизонтальные, пологие  наклонные крутые то же
	3. без нанесения ПСП	-	-	-	-	-	-
Валовая система разработки	разработка и отвалообразование производятся без разделения совместно залегающих различных вскрышных пород и почв на компоненты: ПСП, ППП, МПП и НПП						горизонтальные, пологие, наклонные, крутые
Комбинированная система разработки	различное сочетание разработки и отвалообразования с и без разделения совместно залегающих различных вскрышных пород и почв						горизонтальные, пологие, наклонные, крутые

### 3.5 Основные показатели использования земель

Основными показателями оценки использования земельных ресурсов на карьерах в проектируемый или планируемый периоды являются, прежде всего, площади земель, которые будут нарушены горными выработками, площади земель, подлежащих рекультивации, а также их качественная и количественная характеристики, необходимые для определения объемов рекультивационных работ и затрат на природоохранные мероприятия. При этом необходимо учитывать не только земли, где горные работы завершены (отработанные земли), но и так же рекультивированные площади. По этой причине соответственно устанавливаются коэффициенты интенсивности и экстенсивности использования земель. Коэффициент экстенсивности характеризует использование земель предприятиями в целом и равен отношению отработанных карьером площадей земель к общей площади нарушения. Показателем полноты восстановления нарушенных земель является коэффициент интенсивности использования земель, называемый также и коэффициентом рекультивации  $K_{рек}$ . Он равен отношению рекультивированной площади земель к площади земель, нарушенных горными работами. По своевременности и степени выполнения рекультивационных работ различают текущий, этапный и средний коэффициенты рекультивации. Текущий коэффициент рекультивации - отношение площади восстановленных земель к площади нарушенных за короткий промежуток времени (как правило, за год), этапный - отношение указанных площадей за время, равное отработке части месторождения - этапа; средний - отношение рекультивированных площадей земель к нарушенным за период существования карьера. Следовательно, как считает автор работы [12], интегральный коэффициент землеемкости равен произведению интенсивного и экстенсивного коэффициентов и оно наиболее полно характеризует использование горнодобывающим предприятием земельных ресурсов. Именно такой учет предопределяет целесообразность изыскания возможности использования для складирования пород выработанного пространства заданного объема, поэтапного изъятия земель, непрерывности отвально-рекультивационных работ и т.д.

В связи с приоритетом сельскохозяйственного землепользования в качестве основного социально-правового критерия при оценке эффективности рекультивационных работ следует принять улучшение структуры рекультивируемых земель и повышение их валового сельскохозяйственного потенциала, которым определяется ценность земель. Поэтому при отчуждении сельскохозяйственных угодий и обратном их возвращении после рекультивации, как считает докт. техн. наук В.Д.Горлов, необходимо учитывать коэффициент структуры земель и качественную характеристику рекультивированных земель с точки зрения сохранения сельскохозяйственного потенциала [1].

Для количественной оценки полезности и продуктивности восстановленных земель предложен коэффициент, определяемый выражением [13]:

$$K_{np} = \frac{\sum D_p}{\sum D_e}, \quad (3.16)$$

где  $\sum D_p$  и  $\sum D_e$  - суммарная годовая величина чистого дохода на восстановленных землях и на землях до нарушения в расчете на 1 га, руб. При этом чистый доход находится из выражения:

$$D = ЦУ - СУ, \quad (3.17)$$

где Ц - цена реализации 1 ц сельскохозяйственного продукта, руб; У - средняя урожайность продукта с 1 га, ц; С - полная себестоимость 1 ц продукта, руб.

При прогнозных расчетах и долгосрочном планировании рекультивационных работ следует отдельно рассматривать земли, высвободившиеся на сегодня у предприятий в нарушенном состоянии и те земли, которые в прогнозируемый период будут подвергаться воздействию отраслей промышленности [14].

Характеризовать использование земельного отвода в масштабах горного предприятия можно по резерву недоиспользуемых земель [15]:



$$Y_{из} = 100 \cdot (P_{ни} + P_n) \cdot P_n^{-1}, \% ; \quad (3.18)$$

$$P_{ни} = P_{нф} - P_n, \text{ га}; \quad (3.19)$$

$$P_n = P_o - P_{нф} + P_{рек} - P_{из} + P_{ни}, \text{ га}. \quad (3.20)$$

где  $P_{ни}$ ,  $P_n$ ,  $P_o$  - соответственно общее количество нерационально используемых площадей, площадь необоснованно занятых земель под объектами и земельный отвод предприятия, га;  $P_{нф}$ ,  $P_n$  - соответственно общее количество нарушенных земель и площадь, которая подлежит нарушению при выполнении данного объема работ с обеспечением рационального использования земель, га;  $P_{из}$ ,  $P_{ни}$  - соответственно, площадь неудобных и подлежащих нарушению земель в текущем году, га;  $P_{рек}$  - площадь рекультивации, га.

В технических проектах строительства (реконструкции) горных предприятий, кроме календарных планов горных работ и изменения при этом земельных площадей, должна приводиться так же динамика изменения объемов и площадей карьерных и отвальных полей по мере развития горных работ. При этом общее состояние использования земель под основными объектами горного предприятия (карьерами, отвалами, хвосто - и шламохранилищами) рекомендуется определять по землеемкости [16]:

$$Z = V \cdot S_y^{-1}, \text{ млн. м}^3 / \text{га}, \quad (3.21)$$

где  $V$  - объем вынутых или уложенных грунтов на рассматриваемом участке,  $\text{м}^3$ ;  $S_y^{-1}$  - площадь участка, га.

Тогда степень использования земельного отвода под основными объектами целесообразно устанавливать по коэффициенту использования земельных участков:

$$K_u = Z_{ф} \cdot Z_n^{-1}, \quad (3.22)$$

где  $Z_{\phi}, Z_n^{-1}$  - соответственно фактическая и расчетная (проектная) максимально возможные удельные землеемкости основного объекта в данный период времени, млн. м<sup>3</sup>/га.

В работе [16] степень использования земель рекомендуется определять по критерию  $K_u$ , определяемому из выражения:

$$K_u = \frac{S}{Q \cdot (1 + K_g)}, \frac{m^2}{m^3}, \quad (3.23)$$

где  $Q$  - добыча полезного ископаемого (м<sup>3</sup>) с площади  $S$  (м<sup>2</sup>);  $K_g$  - коэффициент вскрыши, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Для горных предприятий удельную землеемкость определяют как отношение площади (га) земельных участков, занятой горным предприятием, к количеству к количеству добываемого полезного ископаемого (т).

Рассмотренные выше показатели [16] не позволяют учесть эффективность использования земель в процессе строительства карьера и эксплуатации месторождения. К тому же показатель удельной землеемкости не отражает степени использования земельного отвода горными предприятиями и состояния рекультивационных работ на карьере. Поэтому для более полной оценки использования земель применяют показатель, дополняющий остальные – степень использования земельных участков, определяемый из выражения [17]:

$$K_{и} = P_{\phi} / P_{п}, \quad (3.24)$$

где  $P_{\phi}$  и  $P_{п}$  - соответственно фактическая и проектная землеемкость предприятия в данный период, га/м<sup>3</sup>(га/т).

При  $K_{и} > 1$  использование земель является неэкономичным по сравнению с проектными данными, при  $K_{и} < 1$  имеется резерв предприятия в землях, полученных ранее в завышенных размерах по различным причинам (недостаточная разведанность месторождения, изменение проектных решений по технологии

открытых разработок, а также при некотором опережении оформления и получения права на земельный отвод).

Для сравнения основных технологических, технических и организационных решений по потребности горного предприятия в землях на любом этапе разработки широко применяется показатель эффективности использования земель - землеемкость горных работ. В зависимости от применяемой системы разработки и её параметров изменяются и текущие значения землеемкости добычи полезного ископаемого. Широко применяемый в практике открытых разработок показатель средней землеемкости не отражает это изменение и характеризует лишь использование предприятием земель за весь или сравнительно продолжительный период эксплуатации месторождения. Вполне понятно, что ежегодная потребность в отводе земель изменяется в основном от годовых объемов горных работ, параметров систем разработки, схемы развития отвалов и его параметров. В связи с этим наряду со средней землеемкостью рекомендуется использовать текущую и этапную землеемкость добычи полезного ископаемого [18, 19, 20, 21, 22].

Текущая землеемкость добычи полезного ископаемого - отношение земельной площади, нарушаемой в течение определенного периода (год, пятилетка), к объему добычи полезного ископаемого за этот же период времени. Этапная землеемкость добычи полезного ископаемого - это отношение площади земель, нарушаемых в течение этапа разработки месторождения к объему полезного ископаемого, разрабатываемого в контурах данного этапа. Данные показатели позволяют учитывать изменяющиеся во времени горнотехнические и технологические условия разработки месторождения.

Задачу определения показателя расхода земель на единицу добываемого полезного ископаемого применительно к конкретному месторождению можно решить только после установления удельных норм отвода территорий для отдельных элементов карьера: площади рабочей зоны карьера; площади, занятые вскрывающими выработками; хвосты - и шламохранилищами; площади под внешними отвалами, участки гидрозашитных сооружений, транспортные коммуникации, прикарьерные склады продукции и т.д. Например, обработка

имеющихся статистических данных по указанным объектам железорудных месторождений страны позволила Е.П. Дороненко [12] установить наименьшую землеемкость горных работ для карьеров:

- равнинного типа

$$P_z = (0,226 + 0,111 \cdot Q - 0,002 \cdot Q_3^2) \cdot (Q_1 + Q_3)^{-1} , \quad (3.25)$$

- глубинного типа

$$P_z = (0,172 + 0,248 \cdot Q_2 - 0,006 \cdot Q_4^2) \cdot (Q_2 + Q_4)^{-1} , \quad (3.26)$$

где  $Q_1, Q_2$  - годовые объемы соответственно руды (млн. т) и горной массы (млн. м<sup>3</sup>);  $Q_3, Q_4$  - количество породы, извлекаемой на карьерах равнинного и глубинного типов, соответственно, млн. м<sup>3</sup>/год.

Анализ применяемых показателей использования земель на карьерах показал, что при многообразных условиях разработки месторождений, влияющих на масштабы и порядок нарушения и восстановления земель, требуется из большого числа выделить основные, которые одновременно характеризовали бы степень использования земель при горных работах и определяли размеры ландшафтно-восстановительных работ, т.е. являлись показателями активного воздействия (управляющие показатели) на землепользование при открытых разработках.

В общем виде основные показатели использования земель можно разделить на две группы: абсолютные и относительные. Абсолютные показатели характеризуют размеры нарушаемых и рекультивируемых площадей земель и обеспечивают определение объемов ландшафтно-восстановительных работ и установление размеров площадей, необходимых для освоения взамен нарушенных и не восстановленных (землевание). Относительные показатели необходимы для прогнозирования размеров нарушенных и рекультивируемых площадей

земель на стадии проектирования карьеров и установления его параметров из условия рационального землепользования.

Указанные показатели, в какой то мере оценивают степень нарушенности территории, отведенной горнодобывающему предприятию, при проектировании карьера и планировании развития горных работ. К тому же, поскольку площади рекультивированных земель будут меньше нарушаемых в контурах карьерного поля, то необходимо предусматривать восстановление земель под откосами отвалов, траншеями.

Абсолютные потери (га) представляют собой разность между нарушаемыми  $S_n$  и рекультивируемыми  $S_{рек}$  площадями в контурах карьерного поля, а относительные - количество теряемых земель, приходящихся на единицу добытого полезного ископаемого, например, га/млн. т. По аналогии с другими основными показателями различают текущие, этапные и средние значения потерь земель. Вполне понятно, что в начальный период горных работ (строительство карьера) потери земель будут наибольшими - за счет теряемых площадей земель под откосами внешних обвалов и капитальными траншеями. Затем, в процессе эксплуатации карьера, ежегодные потери земель на горизонтальных и слабонаклонных месторождениях стабилизируются, и будут представлять собой площади под выездными траншеями по верхнему контуру. При погашении горных работ потери земель опять возрастут, и будут соответствовать площади поверху над всеми выездными траншеями и остаточной разрезной. При этом между потерями земель и основными показателями их использования на карьерах существуют следующие зависимости:

$$P_a = S_n - S_{рек}, \text{ га}, \quad (3.27)$$

$$P_o = (1 - K_{рек}) \cdot P, \text{ га/млн. м}^3 \quad (3.28)$$

где  $P_a, P_o$  - абсолютные и относительные показатели потерь земель на карьерах.

Вывод. Приведенные показатели использования земельных ресурсов являются не только основанием для прогнозирования различных землеустроительных мероприятий, но создадут реальные предпосылки для системного по-

иска своевременного проведения рекультивационных работ и сокращения нарушений территорий земель при добыче полезных ископаемых открытым способом.

### **3.6 Построение графиков горно-геометрического анализа**

Рациональному режиму горных работ в карьере были посвящены работы [27, 29, 39].

Существующая в настоящее время методология выбора рационального направления развития горных работ в карьерном поле в зависимости от глубины ( $H$ ) и протяженности работ ( $L$ ) не в полной мере учитывает факторы, обеспечивающие рациональное использование земельных ресурсов при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. Все это указывает на не доминирующее значение мероприятий по охране окружающей природной среды и, как следствие, снижение их эффективности.

Для повышения эффективности использования земельных ресурсов предлагается следующее. Проектный или существующий контур разреза устанавливается способом вскрытия, системой разработки и схемой комплексной механизации на основе анализа вариантов режима нарушения и восстановления земель и определения календарного распределения площадей нарушений ( $S_n$ ) и восстановления земель ( $S_v$ ), а также объемов ( $V$ ) добычных и вскрышных работ по годам (периодам -  $T$ ) за весь срок существования предприятия. При этом определение наиболее эффективного варианта направления развития горных работ в режиме рационального нарушения и восстановления земель, в зависимости от горно-геологических условий разработки, производят на основе горно-геометрического анализа месторождений. То есть, помимо построения календарных графиков зависимостей  $V = f(L)$  и  $V = f(T)$ , строят графики  $S = f(L)$  и  $S = f(T)$ , которые отображают площади нарушений и восстановления земель. На этих графиках также получают значения коэффициентов вскрыши, рекультивации, степень использования земельных ресурсов, величины потерь земельных ресурсов (абсолютные и относительные) и землеёмкость [36].

Исходным материалом для горно-геометрического анализа в зависимости от типа и сложности месторождения служат погоризонтальные планы или топографические планы с нанесенными изомощностями или изолиниями поверхностей пород и полезного ископаемого. Причем дополнительно на погоризонтных и топографических планах наносятся изомощности классифицированных вскрышных пород по их пригодности по химическому и гранулометрическому составу для биологической рекультивации. В соответствии с этим для биологической рекультивации породы разделяются на плодородный слой почвы (ПСП), потенциально-плодородные (ППП), малопригодные (МПП) и непригодные (НПП). Такое разделение вскрышных пород предопределяет способы выемки и укладки их в отвалы.

Для построения графиков горно-геометрического анализа принят за основу метод, разработанный академиком В. В. Ржевским. На рисунке 3.16 показаны элементы рабочей зоны разреза к распределению вскрышных, добычных и ландшафтно-восстановительных работ.

При горизонтальных и пологих залежах горно-геометрический анализ проводится по топографическим планам с нанесенными линиями изомощностей различных типов вскрышных пород (рис. 3.17 а). Для установления объемов вскрышных, добычных и рекультивационных работ при различных вариантах развития горных работ определяется ряд положений фронта работ (рис. 3.17 б) и строится график работ (рис. 3.17 в).

При описанном методе горно-геометрического анализа месторождений площадь и объем выемки одного горизонта от разноса в торцах разреза и в откосах внешнего отвала определяются по формулам

$$S_1 = \frac{H_y}{\sin \alpha} \cdot \left( \frac{\pi \cdot H_y \cdot \varphi}{180 \cdot \sin \alpha} + 1 \right), \text{ м}^2; \quad (3.29)$$

$$V_1 = \frac{H_y^2 \cdot \text{ctg} \alpha \cdot (\pi \cdot H_y \cdot \text{ctg} \alpha + 3)}{6}, \text{ м}^3; \quad (3.30)$$

$$S_o = 2 \cdot H_o \cdot \text{ctg} \alpha_o \cdot n_{\text{я}}, \text{ м}^2; \quad (3.31)$$

$$V_o = 2 \cdot H_o^2 \cdot \text{ctg} \alpha_o \cdot n_{\text{я}}, \text{ м}^3, \quad (3.32)$$

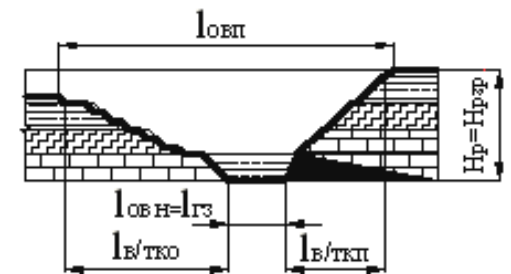
где:  $S_1, V_1, S_0, V_0$  – площадь и объем выемки одного горизонта от разноса торца разреза и в откосах внешнего отвала,  $m^2; m^3$ ;  $H_y$  – высота уступа, м;  $\alpha$  – угол откоса уступа, град;  $l$  – ширина дна, м;  $n_y$  – количества ярусов отвала.



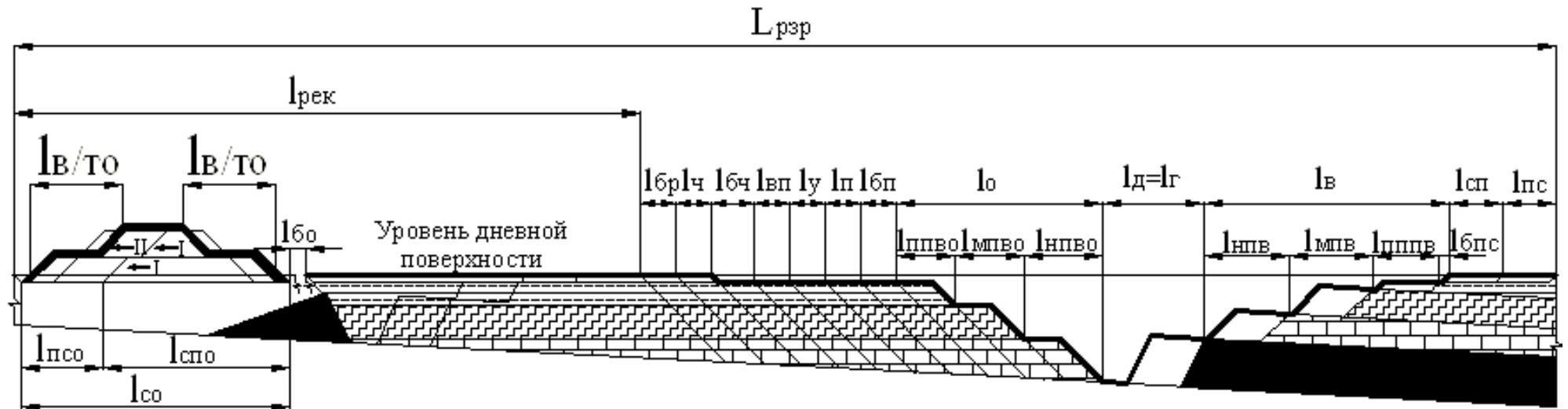
a)



Конечный контур карьера



б)



Конечный контур разреза

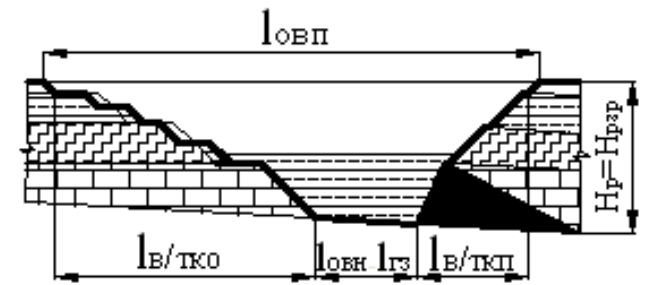
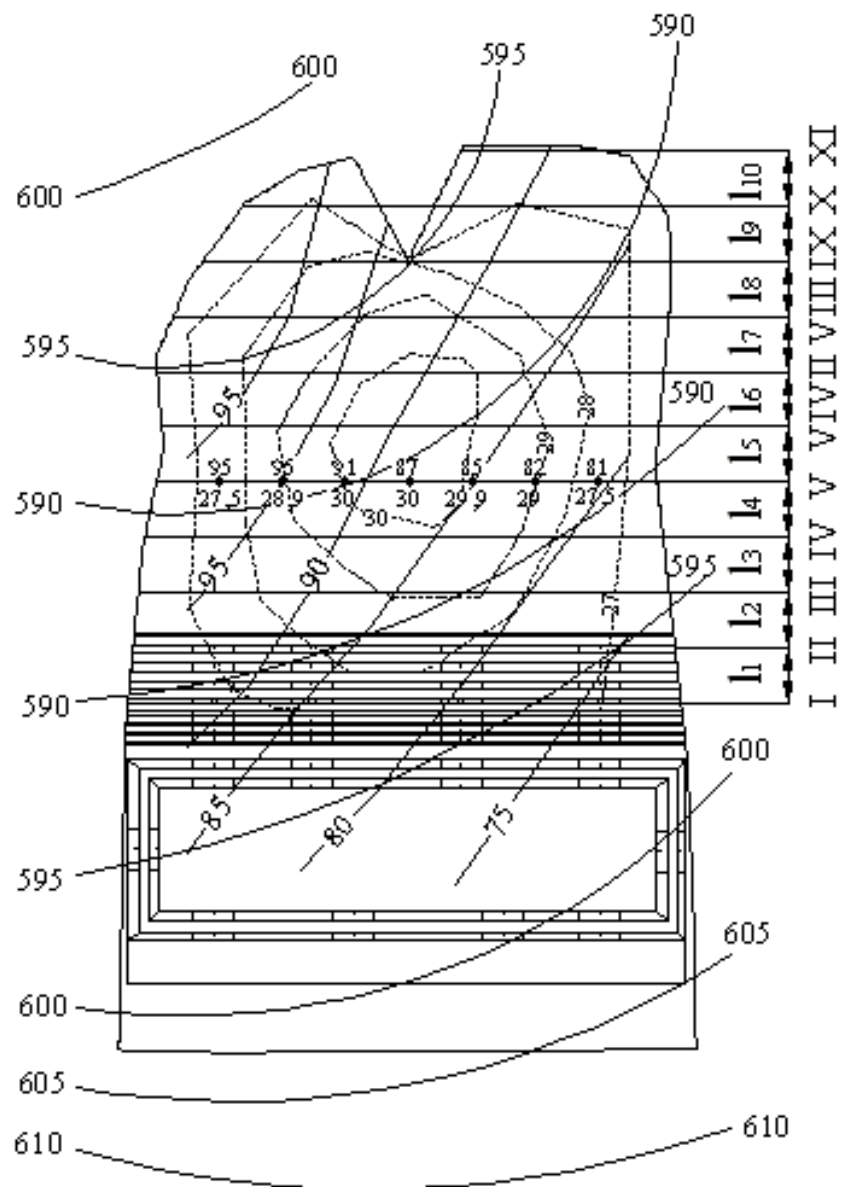
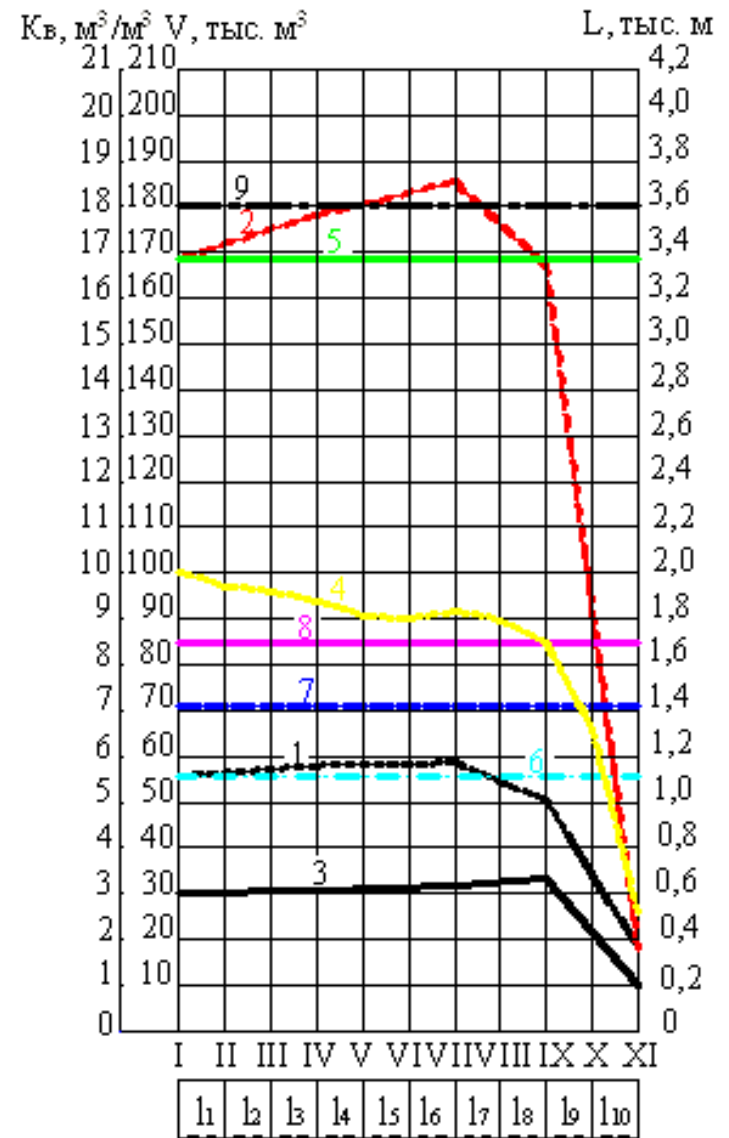


Рисунок 3.16 Элементы рабочей зоны разреза с расстановкой вскрышных, добычных и рекультивационных работ при разработке залежи: а). – горизонтальной; б). – полой; I – II - этапы отвалообразования;  $L_{рзр}$  – ширина рабочей зоны разреза, м;  $l_{рек}$  – ширина рекультивируемого участка, м;  $l_{бр}$  – ширина участка биологической рекультивации, м;  $l_{ч}$  – ширина участка укладки ПСП и планировки, м;  $l_{бч}$  – ширина участка, обеспечивающего безопасность работ по укладке и планировке ПСП, м;  $l_{вп}$  – ширина участка вторичной планировки отвалов, м;  $l_y$  – ширина участка усадки отвала, м;  $l_{п}$  – ширина участка первичной планировки отвала, м;  $l_{бп}$  – ширина участка, обеспечивающего безопасность горно-планировочных работ, м;  $l_o$  – ширина участка отвальных работ, м;  $l_{д}, l_{г}$  – ширина участков добычных работ (м) и годового подвигания горных работ, м/год;  $l_{в}$  – ширина участка вскрышных работ, м;  $l_{сп}, l_{пс}$  – ширина участков съёма и подготовки к съёму ПСП, м;  $l_{в/то}$  – ширина участка выколаживания и террасирования отвала, м;  $l_{бo}$  – минимальная ширина участка обеспечивающего размещение отвала и транспортных коммуникаций, м;  $l_{спо}, l_{пco}$  – ширина участков съёма и подготовки к съёму ПСП под отвалом, м;  $l_{co}$  – ширина участка съёма ПСП под отвалом, м;  $l_{ппв}, l_{ппво}$  – ширина участков по разработке и укладке ППП, м;  $l_{мпв}, l_{мпво}$  – ширина участков по разработке и укладке МПП, м;  $l_{нпв}, l_{нпво}$  – ширина участков по разработке и укладке НПП, м;  $l_{бсп}$  – ширина участка обеспечивающего безопасность съёма ПСП, м;  $l_{овп}, l_{овн}$  – ширина остаточного выработанного пространства по верху и низу, м;  $l_{гз}$  – ширина участка герметизации залежи, м;  $l_{в/тко}, l_{в/ткп}$  – ширина участков выколаживания, террасирования отвала и погашенного борта разреза, м;  $H_p$  – глубина разреза, м;  $H_{рзр}$  – глубина рабочей зоны разреза, м;  $l_{бв/то}$  – ширина участка обеспечивающего безопасность выколаживания и террасирования отвала, м

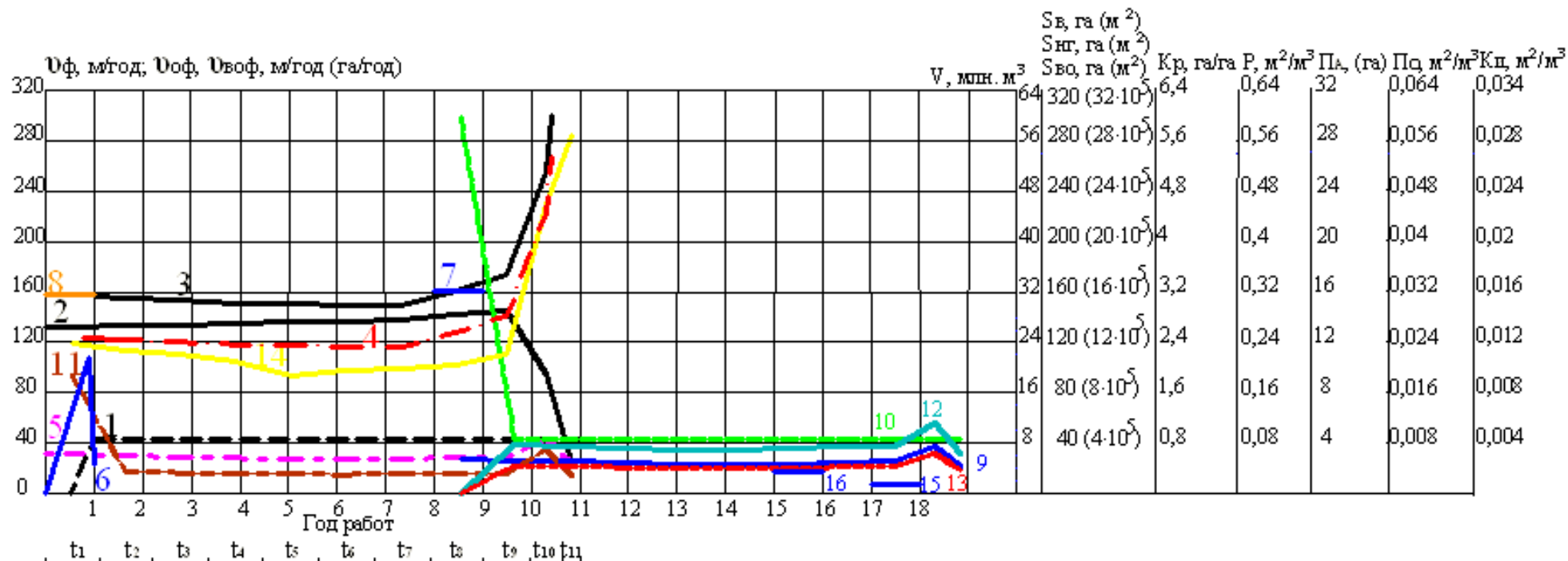


a)



b)

В)



Периоды горных работ

Период ландшафтно-восстановительных работ на внешнем отвале

Периоды ландшафтно-восстановительных работ на внутреннем отвале

Период ландшафтно-восстановительных работ выработанного пространства

Период герметизации залежи

Рисунок 3.17 - а) положение горных работ при параллельном его перемещении: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, XI - этапы разработки, 1 - расстояние между этапами; б) построение графика горно-геометрического анализа для горизонтальной залежи: 1 - объем полезного ископаемого, 2 - объем вскрышных работ, 3 – текущий коэффициент вскрыши, 4 – протяженность фронта горных работ, V – объем при подвигании фронта на один м, L – протяженность фронта работ; 5, 6 – объем вскрыши и полезного ископаемого строительного периода; 7 – объем работ по террасированию остаточного выработанного пространства; 8 – протяженность фронта остаточного выработанного пространства; 9 – объем работ по герметизации залежи; в). календарный график вскрышных, добычных и ландшафтно-восстановительных работ при разработке горизонтальной залежи: 1, 2 – объемы добычных и вскрышных работ, 3 – скорость подвигания горных работ ( $\mathcal{G}_\phi$ ), м/год, 4 – скорость подвигания фронта внутреннего отвала ( $\mathcal{G}_{оф}$ ), м/год, 5 – нарушаемые площади земель горными выработками ( $S_{нг}$ ), 6 – нарушаемые площади земель внешним отвалом ( $S_{во}$ ), 7 – восстанавливаемые площади поверхности внешнего отвала ( $S_v$ ), 8 – скорость подвигания отвального фронта внешнего отвала ( $\mathcal{G}_{оф}$ ), м/год, 9 – восстанавливаемые площади внутреннего отвала ( $S_v$ ), 10 – текущий коэффициент рекультивации ( $K_p$ ), 11 – текущая землеемкость (P), 12 – абсолютные текущие потери земель (Па), 13 – относительные потери земель (По), 14 – степень использование земель ( $K_i$ ),  $m^2/m^3$ , 15 – площади ландшафтно-восстановительных работ по террасированию выработок разреза, 16 – площади по герметизации залежи

$$\varphi = \operatorname{arccctg} \left( \frac{4}{\sqrt{2}} \cdot \cos \alpha \right) + \pi \cdot n, \text{ град.} \quad (3.33)$$

Площадь ( $\text{м}^2$ ) и объем ( $\text{м}^3$ ) выемки одного горизонта от разноса двух торцов карьера определяются по формулам:

$$S_2 = \frac{H_y}{\sin \alpha} \left( \frac{\pi \cdot H_y \cdot \varphi}{90^\circ} + 2 \cdot 1 \right) \quad (3.34)$$

$$V_2 = \frac{H_y^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha \cdot (\pi \cdot H_y \cdot \operatorname{ctg} \alpha + 3)}{3} \quad (3.35)$$

При определении величин по выше предложенным формулам будут получены соответствующие показатели горных и рекультивационных работ, которые используются при построении графиков.

При горизонтальных, пологих залежах и параллельном подвигании фронта горных работ для установления объемов вскрышных работ, полезного ископаемого применяется метод, предложенный в работах [27, 29]. При подвигании на единицу длины фронт работ разделяют на участки одинаковой длины. В середине каждого участка (по отметкам изомощностей) проставляют мощность вскрыши и полезного ископаемого, которые суммируют и умножают на длину участка и на один погонный метр подвигания фронта работ (рис. 3.17 а). Полученные значения наносят в качестве ординат полезного ископаемого и вскрыши для каждого этапа фронта горных работ (в том числе и строительного периода) и соединяют линиями, показывающими функциональную зависимость извлекаемых объемов вскрышных пород, полезного ископаемого от подвигания фронта работ.

На этом графике отображаются объемы вскрыши, полезного ископаемого и коэффициент вскрыши строительного периода, а также объемы работ по террасированию остаточного выработанного пространства и герметизации залежи соответствующие своему фронту работ.

Сводный график предназначен для анализа полученных объемов вскрышных, добычных и рекультивационных работ, который отображает функциональную зависимость установленных объемов.

Календарный график, на котором ординаты полезного ископаемого, вскрыши, площадей нарушений и восстановления земель, коэффициента рекультивации, землеемкости, потерь, степени использования земель, производственной мощности определены в каждый период времени и основан на установлении периодов отработки этапов в зависимости от подвигания горных работ в карьерном поле.

Календарный график ландшафтно-восстановительных  $S = f(T)$  и горных  $V = f(T)$  работ получают путем преобразования графиков горно-геометрического анализа  $S = f(L)$  и  $V = f(L)$ . Для его построения необходимо определить периоды отработки этапов  $t_x$ .

При разработке горизонтальных и пологих залежей скорость подвигания фронта работ, м/год:

$$g_\phi = \frac{Q_x}{Y_i}; \quad (3.36)$$

$$t_x = \frac{l}{g_\phi}, \quad (3.37)$$

где  $Q$  - производительность для периода, тыс. м<sup>3</sup>;  $Y_i$  - объем подвигания на 1 м, тыс. м<sup>3</sup>;  $l$  - расстояние между смежными положениями фронта работ, м.

По найденным для всех этапов срокам их отработки осуществляют построение календарных графиков работ (рис. 3.17), на которых ординатой полезного ископаемого в каждый момент времени является годовая производительность предприятия на добычных и рекультивационных работах. По мнению авторов работы [29], для установления момента начала добычных работ и календарного распределения вскрышных работ на период эксплуатации в графике объемов вскрышных работ должны быть учтены периоды строительства, эксплуатации и свертывания работ.

Продолжительность периода строительства определяется объемом горно-строительных работ и производительностью комплексов оборудования, исполь-



зубоного для их выполнения, технологией и организацией работ. Объем горно-строительных работ складывается из объема вскрывающих выработок, обеспечивающих грузотранспортную связь рабочих уступов с поверхностью и формирующих первоначальный фронт горных работ, и объема вскрышных работ по созданию установленного количества вскрытых запасов. Эти объемы определяют по графикам горно-геометрического анализа карьерного поля и рассчитывают по топографическим планам.

По названным условиям находят продолжительность периода строительства до сдачи карьера в эксплуатацию и освоения производственной мощности, а также объемы попутно добываемого полезного ископаемого и вскрыши. Все найденные величины откладывают от начала координат по соответствующим осям на календарном графике.

Площади нарушений строительного периода будут складываться из количества вскрывающих выработок, определяемых способами вскрытия по признакам (см. рис. 3.2). Эти площади определяют по графикам горно-геометрического анализа карьерного поля и рассчитывают по топографическим планам. Площади восстановления земель от вскрывающих горных выработок определяются по формулам таблицы 3.7.

Для периода эксплуатации годовые объемы вскрышных работ, нарушаемых и восстанавливаемых площадей земель, определяются делением этапных объемов вскрыши и этапных площадей нарушений и восстановлений на сроки отработки и рекультивационных работ этапа  $t_x$ . Эти годовые объемы работ и площади откладывают на календарном графике в виде ординаты в середине периода отработки и рекультивационных работ данного этапа. Ординаты производительности разреза по вскрыше могут быть найдены умножением ординат производительности по полезному ископаемому на величину текущего коэффициента вскрыши для каждого периода  $t_x$ , определенного по сводным графикам режима. Ординаты текущего коэффициента рекультивации определяются делением ординат восстанавливаемых земель на нарушаемые земли для каждого периода  $t_x$  рекультивационных работ, определенного по сводным графикам режима. Ординаты землеемкости, потерь земель и коэффициент использования

земель определяются по выше предложенной методике так же для каждого периода  $t_x$  рекультивационных работ.

Для определения показателей объемов работ при построении графиков горно-технологического анализа при горизонтальных и пологих залежах по мере развития горных работ устанавливается и наносится на график производственная мощность предприятия в каждый период.

Текущий коэффициент вскрыши (рис. 3.17 б) определяется как частное от деления ординат вскрышных пород и полезного ископаемого.

Объем вскрыши определится произведением ординат производственной мощности и коэффициента вскрыши.

Скорость подвигания горных работ определится как частное от деления ординат (производительности предприятия по полезному ископаемому) линии 1 графика (рис. 3.17 в) и линии 1 графика (рис. 3.17 б). Площадь нарушаемых земель горными выработками определится произведением ординат скорости подвигания горных работ и протяженности фронта работ соответствующего периода.

Площадь нарушаемых земель внешним отвалом определится суммой произведения длин участков по съему ( $l_{\text{спо}}$ ), подготовке к съему ( $l_{\text{псо}}$ ) ПСП и протяженности отвального фронта. Восстанавливаемые поверхности внешнего отвала определяются произведением поверхностей восстановления в поперечном (рис. 3.16 а) и фронтальном (рис. 3.17 а) сечениях. Восстанавливаемые поверхности внутреннего отвала определяются произведением ординат скорости его подвигания (рис. 3.17 в) и протяженности отвального фронта в продольном направлении (рис. 3.17 а). При этом величина отвального фронта устанавливается с учетом коэффициента сокращения отвального фронта  $K_{\text{со}}$  [40].

$$K_{\text{со}} = \frac{L_o}{L_g}, \quad (3.38)$$

где  $L_o$  - длина отвального фронта;  $L_g$  - длина вскрышного фронта.

Скорость подвигания внутреннего отвала определится произведением ординат скорости горных работ и коэффициента сокращения отвального фронта.

Скорость подвигания отвального фронта внешнего отвала определится как частное от деления ординат (объемов работ по вскрыши) первого этапа линии 2 графика (рис. 3.17 в) и линии 2 графика (рис. 3.17 б).

Коэффициент вскрыши строительного периода определится как частное от деления ординат объема работ вскрышных пород и полезного ископаемого первого этапа из графика (рис. 3.17 б).

В соответствии с требованиями работ [23, 25], к горнотехническому этапу рекультивации, например, при сельскохозяйственном и лесном использовании земель, предлагается следующий перечень восстановительных работ и рекомендаций, примененных при построении графика горно-технологического анализа.

При горизонтальном и пологом залегании залежи рекомендуется иметь участки земель равные годовому подвиганию на внешнем ( $I_{в/то}$ ,  $I_{бп}$ ,  $I_y$ ,  $I_{пп}$ ,  $I_y$ ,  $I_{вп}$ ,  $I_{бч}$ ,  $I_ч$ ) и внутреннем ( $I_y$ ,  $I_{бп}$ ,  $I_{п}$ ,  $I_y$ ,  $I_{вп}$ ,  $I_{бч}$ ,  $I_ч$ ,  $I_{бр}$ ) отвалах (рис. 3.17 а, б), на которых проводятся соответствующие работы горнотехнической рекультивации и применяются рекомендации, обеспечивающие безопасность и эффективность выполнение этих работ. Из этого логически следует, что объем работ строительного периода, выполненный, например, за один год будет рекультивирован с учетом принятого выше перечня работ за восемь лет и, соответственно, это будет считаться сроком проведения ландшафтно-восстановительных работ на внешнем отвале.

Объем работ эксплуатационного периода, выполненный за одиннадцать этапов с учетом принятого своего перечня работ на внутреннем отвале, определяется следующим образом. Так, на восьмой год закончится горнотехническая рекультивация первого года. На девятый год закончится горнотехническая рекультивация второго года. На десятый год закончится горнотехническая рекультивация третьего года и т. д. И лишь на восемнадцатый год закончится рекультивация одиннадцатого года. Таким образом, полный срок существования предприятия с учетом горнотехнического этапа на внутреннем отвале составит восемнадцать лет.

Объемы рекультивационных работ остаточного выработанного пространства и герметизации залежи, имея участки ( $l_y, l_{в/го}, l_y, l_{пп}, l_y, l_{вп}, l_ч$  и  $l_y, l_{пп}, l_y, l_{вп}, l_ч$ ) выполненные за один год, будут рекультивированы соответственно за семь (18<sup>й</sup> год) и пять лет (16<sup>й</sup> год), (рис. 3.16 а).

Период горных и рекультивационных работ (на внутреннем отвале) определится как частное от деления расстояния между смежными положениями (горных или отвальных работ) и скорости подвигания соответствующего фронта.

Период нарушений земель внешним отвалом будет равен периоду горных работ и составит:

$$546,6=446,76+99,84, \quad (3.39)$$

где 546,6 – масштаб чертежа (рис. 3.17 а), ед.;  $446,76 = \frac{107,17 \cdot 546,6}{131,12}$ , ед.;

$107,17=589 \cdot 1819,52 \cdot 10^{-4}$  – площадь, занимаемая внешним отвалом на участке по съему ПСП, га; 589 и 1819,52 – длины участков в поперечном (рис. 3.16) и фронтальном (рис. 3.17 а) направлениях по съему ПСП, м;  $99,84=546,6-446,76$  – масштаб чертежа (рис. 3.16) участка по подготовке к снятию ПСП, ед.

Для определения продолжительности периода рекультивационных работ на внешнем отвале, выработанного пространства и герметизации залежи необходимо ординату объема восстановления земель соответствующего периода поделить на производительность этих работ. Для определения производительности на рекультивационных работах необходимо общий объем работ разделить на срок проведения этих работ.

Для определения продолжительности периода ( $t_x$ ) на рекультивационных работах необходимо определить производительность этих работ для этого ординату общего объема восстановления земель на внешнем отвале делят на срок проведения этих работ. Затем объем рекультивационных работ соответствующего периода делят на найденную производительность.

К предложенной методике определения срока службы предприятия с учетом горнотехнического этапа рекультивации необходимо установить, как повлияет на срок службы предприятия продолжительность биологической ре-

культивации. Так, по данным [23] продолжительность периода биологического этапа рекультивации, например, с нанесением ПСП в среднем составляет под пашню, сенокосы и пастбища соответственно 5, 3 и 7 лет. Период продолжительности лесохозяйственной рекультивации принимается равный периоду развития лесных культур до смыкания кроны, в регионе составляет при посадке, например, сосны 18 лет.

При отработке горизонтальной и пологой залежи, например, поверхности внешнего отвала, восстанавливаются под сенокосы, а внутреннего - под пастбища. При этом объем работ строительного периода, выполненный, например, за один этап, будет рекультивирован с учетом выше принятого перечня работ горнотехнического этапа рекультивации и выполненные за восемь лет, а с учетом биологического - срок проведения рекультивационных работ на внешнем отвале составит 11 лет. Объем работ эксплуатационного периода, выполненный за одиннадцать этапов и принятого своего перечня работ горнотехнической рекультивации на внутреннем отвале с учетом биологической рекультивации составит, 25 лет.

Объемы рекультивационных работ остаточного выработанного пространства и герметизации залежи, выполненные за один год при лесохозяйственной рекультивации с учетом своего выше принятого перечня работ горнотехнического этапа рекультивации и выполненные за семь и, пять лет будут рекультивированы с учетом биологической рекультивации соответственно за двадцать пять и двадцать три года.

Отсюда методику подсчета полного срока службы предприятия ( $T_n$ ) с учетом продолжительности горнотехнического ( $T_{гт}$ ) и биологического ( $t_{бп}$ ) этапов рекультивации можно отобразить следующими аналитическими выражениями на внешнем отвале [37]:

- при горизонтальном и пологом залегании залежи

$$T_{гт} = \left[ (t_{с/мо} + t_{бн} + t_y + t_{нн} + t_y + t_{ен} + t_{сч} + t_u) + t_{бп} \right]_n; \quad (3.40)$$

На внутреннем отвале при горизонтальном и пологом залегании залежи:

$$\begin{aligned}
T_{ГТ} = & \left[ (t_y + t_{\delta n} + t_{nn} + t_y + t_{\delta n} + t_{\delta c} + t_c) + t_{\delta p} \right]_1 + \\
& + \left[ (t_y + t_{\delta n} + t_{nn} + t_y + t_{\delta n} + t_{\delta c} + t_c) + t_{\delta p} \right]_2 + \dots + , \\
& + \left[ (t_y + t_{\delta n} + t_{nn} + t_y + t_{\delta n} + t_{\delta c} + t_c) + t_{\delta p} \right]_n
\end{aligned}
\tag{3.41}$$

где  $n=1, 2, \dots, n$  - этапы отвалообразования. При горизонтальном и пологом залегании залежи соответственно  $n=1$  (внешний отвал),  $n=11$  (внутренний отвал).

Продолжительность рекультивационных работ горнотехнического этапа остаточного выработанного пространства и герметизации залежи ( $T_{ОВП}$ ) определяются аналитическими выражениями соответственно:

- при горизонтальном и пологом залегании залежи

$$T_{ОВП} = \left[ (t_y + t_{\delta / mo} + t_y + t_{nn} + t_y + t_{\delta n} + t_c) + t_{\delta p} \right]_n ; \tag{3.42}$$

$$T_n = \left[ (t_y + t_{nn} + t_y + t_{\delta n} + t_c) + t_{\delta p} \right]_n ; \tag{3.43}$$

где  $n=1, 2, \dots, n$  – годы. При горизонтальном и пологом залегании залежи соответственно  $n=1, n=5$ .

Таким образом, полный срок службы предприятия определится из выражения:

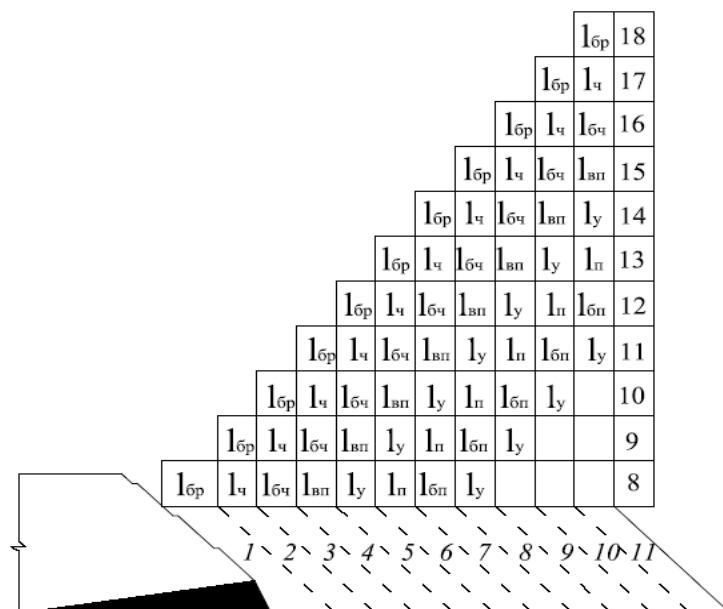
$$T_{п} = T_{ГТ} + T_{ОВП}, \text{ лет} . \tag{3.44}$$

При этом начало рекультивационных работ на внешнем и внутреннем отвале устанавливаются в зависимости от подготовленных участков земель, равных годовому подвиганию для проведения принятого перечня работ горнотехнической рекультивации. Здесь необходимо также учитывать способ формирования внешнего отвала (поярусное или с отсыпкой всех ярусов на проектную высоту), а при внутреннем отвалообразовании определить способ технологического формирования рекультивационных работ (пассивное, активное), смотри таблицу 3.9.

Начало проведение рекультивационных работ остаточного выработанного пространства откоса внутреннего отвала при горизонтальной и пологой залежи, осуществляется после отработки запасов. Герметизация залежи производится после отработки запасов.

Схемы к расчету продолжительности проведения рекультивационных работ приведены на рисунке 3.18.

а)



б)

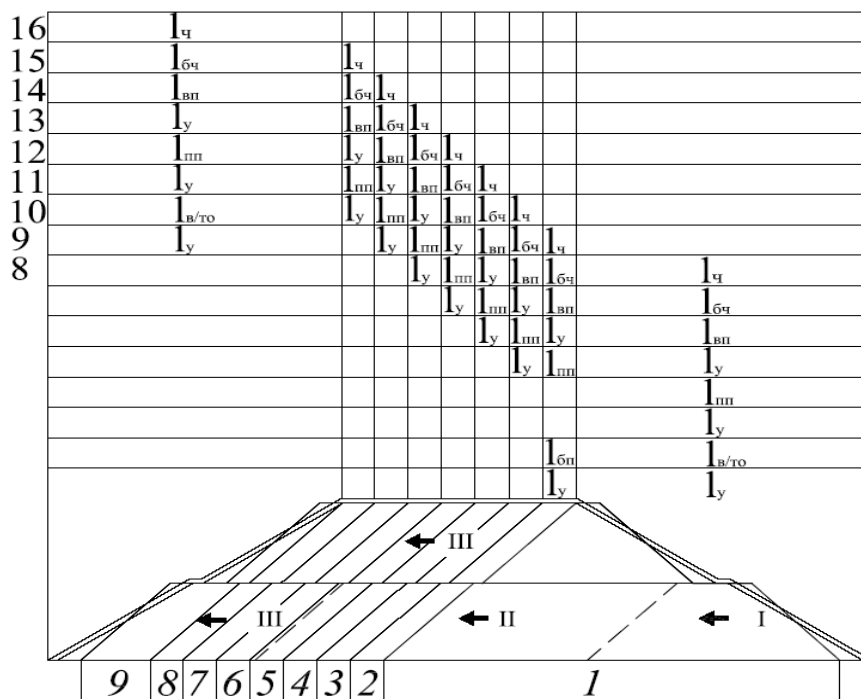


Рисунок 3.18 - Схема к расчету продолжительности проведения рекультивационных работ на: а). внутреннем, б). внешнем отвалах, 1-11 – этапы горнотехнической рекультивации, I, II, III – этапы отвалообразования, 8-18 годы

Вывод. Предложенная методика преобразования графиков горно-геометрического анализа  $S = f(L)$  и  $V = f(L)$  в графики  $S = f(T)$  и  $V = f(T)$  позво-

ляют получить календарные графики горнотехнического этапа рекультивации и вскрышных работ, которые определяются производительностью предприятия на рекультивационных и добычных работах и поэтапно проведенными объемами горнотехнической рекультивации, вскрышных работ и извлекаемыми запасами полезного ископаемого, а также устанавливают срок службы предприятия с учетом необходимого перечня работ горнотехнического этапа рекультивации. Для установления рационального направления развития работ при планировании горных работ критериями календарного графика должны выступать, прежде всего, коэффициент рекультивации, землеемкость, потери земель и степень использования земель, а также коэффициент вскрыши.

### **3.6.1 Регулирование режима вскрышных, добычных и рекультивационных работ**

Как показано в работах [26, 27, 42, 43], главная цель регулирования режима горных работ - это снижение «пиковых» объемов работ в отдельные периоды существования карьера. Наличие «пиковых» объемов работ негативным образом влияет не только на технико-экономические показатели вскрышных, добычных работ, но и на экономические показатели, обеспечиваемые проведением рекультивационных работ. В этом случае, как и на горных работах, необходимо увеличивать или уменьшать количество оборудования и на рекультивации вследствие различной величины годового подвигания внутренних и внешних отвалах, так как при этом происходит изменение площадей восстановления земель. Если по каким то причинам не удастся снизить «пиковые» объемы на горных (вскрышных, добычных) работах в отдельные периоды работы горного предприятия, то это возможно осуществить за счет изменения высоты отвала или возведение дополнительного яруса, как на внутреннем, так и на внешнем отвале [44, 45]. Это приведет к усреднению величины годового подвигания на отвале в этот период работы предприятия, но при этом произойдет отодвигание начала проведения рекультивационных работ и, как следствие, произойдет увеличение срока службы предприятия с учетом рекультивационных работ.



При этом важно определить момент, с которого необходимо начать формирование рабочих площадок ярусов такой ширины, которая позволит выполнить, например процессы террасирования и выполаживания ярусов в заключительный период отвалообразования. Для этого нужно установить объем вскрышных пород, необходимый для формирования рабочих площадок террас соответствующей величины [46] в зависимости от типа применяемого оборудования и его рабочих параметров, параметров безопасных приемов процессов горнотехнической рекультивации, а так же от морфометрических параметров техногенного рельефа, обусловленного требованиями биологической рекультивации.

Регулирование «пиковых» объемов горных работ на отвалообразовании способами, указанными в работе [27], такими, как перевод части горнотранспортного оборудования с одного яруса отвала на другой, сокращение протяженности отвального фронта, временной остановке работ на части отвального фронта и последующим чередованием участков отвалообразования, уменьшение ширины отвальной заходки становятся возможными по ряду следующих условий. Перевод части горнотранспортного оборудования с одного яруса отвала на другой приемлем при автотранспортной вскрыше, как при внутреннем, так и внешнем отвалообразовании, а при комбинированной вскрыше применение этого способа невозможно. Сокращение протяженности отвального фронта вызовет увеличение поперечной длины фронта отвальных работ (хотя и при постоянной ежегодной площади восстанавливаемых земель), что при внутреннем отвалообразовании может стать непреодолимой силой, так как объем вскрышных пород ограничивается границами выработанного пространства карьера. При внешнем отвалообразовании этот способ возможен при применении автотранспорта. Временная остановка работ на части отвального фронта и последующее чередование участков отвалообразования применяется при автотранспорте. При комбинированном отвалообразовании этот способ применить невозможно. Уменьшение ширины отвальной заходки повлечет увеличение протяженности отвального фронта, который будет ограничиваться выработанным

пространством карьерного поля. Этот способ возможен при применении автотранспорта на внешнем отвалообразовании.

Вскрышные, добычные и отвальные работы находятся в жесткой взаимосвязи. Поэтому способы регулирования горных работ, приведенные в вышеперечисленных работах и, как следствие, результаты регулирования будут положительно сказываться не только на горных, но и на рекультивационных работах в том смысле, что произойдет усреднение годового подвигания на отвальных работах для получения в конечном итоге равнозначных по величине годовых площадей восстановления земель за весь срок существования предприятия.

Способы регулирования рекультивационных работ невозможно рассматривать отдельно от вскрышных и добычных работ, а установление при этом начала проведения рекультивационных работ и необходимого для конкретного месторождения и региона разработки перечня горнотехнического и биологического этапов рекультивации нарушенных земель определяют срок существования предприятия и, следовательно, время негативного воздействия горных работ на окружающую среду. Как полагают авторы работы [38], период начала рекультивации, её окончание отстает на 1-2 года и 10-15 лет от периода окончания горных работ соответственно при разработке горизонтальных, пологих и наклонных, крутых месторождений. Хотя, как установлено при построении графиков горно-геометрического анализа карьерных полей, эти сроки занижены в несколько раз и несколько преувеличены при разработке горизонтальных, пологих месторождений. При этом необходимо отметить, что установленные так же анализом периоды рекультивационных работ остаточного выработанного пространства не превышают периоды восстановления поверхностей внутреннего и внешнего отвала. Таким образом, регулирование режима вскрышных, добычных и рекультивационных работ возможно путем сокращения сроков от начала горных работ до начала рекультивационных работ на внешнем отвале за счет сроков строительства предприятия при разработке горизонтальных и пологих месторождений и с отсыпкой всех ярусов на проектную высоту при внешнем и внутреннем отвалообразовании. При этом необходимо установить перечень работ горнотехнического и биологического этапов рекультивации и соот-

ветствующих участков земель, равных годовому подвиганию отвального фронта.

Заслуживают внимание и рекомендации по регулированию в работе [29] при проектировании или планировании развития горных работ, основанные на выделении промежуточных этапов разработки в плане и по глубине. Здесь в пределах конечных контуров карьера намечают промежуточный контур – этап разработки. На этом контуре предусматривают формирование временно нерабочего борта с углом наклона 25-30 градусов, разносимого по мере углубления карьера, или организуют карьер первой очереди, обрабатываемый с опережением. Это дает возможность перенести (законсервировать) выполнение части объемов вскрышных работ на более поздние периоды разработки.

При разработке глубоких карьеров можно предусматривать развитие горных работ с выделением нескольких этапов и последовательным формированием временно нерабочих бортов карьера. Такой способ регулирования не подходит при селективной выемке и укладке вскрышных пород, так как в намеченном контуре временно нерабочем борту могут находиться потенциально плодородные или малопригодные породы, используемые для биологической рекультивации, залегающие выше, чем породы в рабочем борту. Производя выемку непригодных или токсичных пород из рабочего борта карьера необходимо укладывать их в нижние части отвала или яруса. При валовой выемке и укладке пород применение этого способа неограниченно.

Повышение интенсификации рекультивационных работ (при сокращении сроков горнотехнического этапа рекультивации и уменьшение размеров нарушаемых земель) возможно при регулировании направления и порядка развития горных работ, которые задаются при проведении горно-геометрического анализа карьерных полей, положением разрезной траншеи, её размерами. При таком регулировании при разработке смежных карьерных полей разрезную траншею закладывают от выходов или в торце опережающего карьера первой очереди. При закладке разрезной траншеи в торце опережающего карьера первой очереди уменьшаются размеры нарушаемых земель, так как не потребуется строительство вскрывающих, например, фланговых траншей. Горные работы в этом слу-

чае производят по двубортной схеме по падению и восстанию, а в карьере первой очереди - по падению. Таким образом, в смежном карьерном поле интенсивность разработки и восстановление земель выше, чем в карьере первой очереди, а отсыпка внутреннего отвала осуществляется до уровня дневной поверхности без отставания вскрышных и добычных уступов, так как разрезная траншея заложена в месте большей вскрыши, чем при закладке её от выходов полезного ископаемого.

При выборе варианта вскрытия, позволяющего снизить объемы не только вскрышных, но и рекультивационных работ (остаточных горных выработок) значение в этом случае будет иметь способ вскрытия. При этом способ вскрытия должен определяться признаками, позволяющими устанавливать минимальные объемы рекультивационных работ поверхностей остаточных выработок. Например, с точки зрения рационального использования земельных ресурсов при регулировании режима вскрышных, добычных и рекультивационных работ применение подземных выработок вместо траншей при вскрытии карьеров обусловлено наименьшей землеемкостью.

Приведенная на рисунке 3.2 систематизация признаков способов вскрытия месторождений позволяет установить технологические способы регулирования режима работ, которые характеризуются, прежде всего, сокращением площадей земель, изымаемых под вскрывающие горные выработки, контуров карьера, а также сроками строительства выработок.

К способу обуславливающего сокращение площадей земель можно отнести такие, как выбор положения вскрывающих выработок, число вскрываемых уступов (горизонтов), вид выхода выработки на поверхность, форма трасс, угол сопряжения фронта горных работ. Например, признак способа вскрытия, установленный положением вскрывающих выработок относительно конечных границ карьерного поля, определит вид траншей (внешние, внутренние, смешанные). Строительство внешних траншей потребует дополнительного изъятия земель, что в конечном итоге, возможно, изменит место расположения (вид) траншеи, а это означает изменение направления развития горных работ. Поэтому для этого изменения построение графиков горно-

геометрического анализа должно быть приведено заново. Определение вида траншей (внешних, внутренних и смешанных) в целях сокращения площадей земель позволит также установить эффективность производственной мощности предприятия по характеру движения транспортных средств на уступе (горизонте) посредством установления схем движения (маятниковое или точное) и вскрытия.

Способ сокращения контуров карьера с точки зрения рационального использования земельных ресурсов определится формой трасс, углом сопряжения фронта горных работ и положением залежи относительно поверхности. Признак способа вскрытия, установленный видом вскрывающих выработок (открытых) и обусловленный, например, спиральной формой трассы с применением железнодорожного транспорта, приведет к большему разнесу бортов карьера, чем при использовании автотранспорта и, как следствие, к дополнительному изъятию земель.

Способ регулирования режима работ за счет сокращения сроков строительства вскрывающих выработок определяется положением вскрывающих выработок. Сокращение сроков строительства за счет измененного положения вскрывающих выработок в целях уменьшения объемов строительства (интенсификация способа вскрытия) приведет к более раннему сроку проведения ландшафтно-восстановительных работ и, следовательно, к уменьшению срока службы предприятия, обеспечивая снижение негативного воздействия на окружающую природу в конечном итоге.

**Вывод.** На основании вышеизложенных способов регулирования можно получить календарный график объемов вскрышных, добычных и рекультивационных работ, а также сроки, место и продолжительность этих работ для установления рационального направления развития горных работ.

## 4 ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОРНЫХ РАБОТ НА РАЗРЕЗЕ «БЕРЕЗОВСКИЙ-1»

Нарушенные горными работами земли должны быть в указанные договорные сроки приведены в состояние, пригодное для использования, например, в сельском, лесном или других видах хозяйств. При этом недропользователь также в указанные договорные сроки должен производить платежи за земельные ресурсы [47].

Рассмотрим на примере разреза «Березовский - 1» закономерности нарушения и восстановления земель от главных параметров, определяемых характер и степень нарушения и восстановления земель для установления рационального направления развития работ.

В филиале ОАО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Березовский-1» планируется увеличение добычи угля до 20 млн. т. в год. Таким образом, ставится задача разработать схему развития горных работ [48, 49]. В этом случае увеличение добычи угля возможно за счет вовлечение в разработку блоков № 1 и № 3, смежных с блоком № 2. В настоящее время на разрезе «Березовский - 1» в эксплуатации находится блок № 2.

Разработка карьерного поля блока №1 экономически более предпочтительна по горно-геологическим условиям, чем разработка блока № 3. Но при этом необходимо осуществить перенос с. Никольское. Перенос с. Никольское потребует решить социально-экономические проблемы, которые в настоящее время повлекут за собой значительные затраты. Поэтому предлагается вовлечь в разработку поле блока № 3 по двум вариантам технологических схем.

Проходку разрезной траншеи блока № 3 осуществляют не от выходов угольного пласта, а в правом торце смежного блока № 2 (**Вариант № 1**). Вскрышные породы от разрезной траншеи размещаются во внутренних отвалах блока № 2. Вскрышные и добычные работы в блоке № 3 производят по двубортной схеме по падению и восстанию, а в блоке № 2 - по падению (рис. 4.1).

Ввиду отказа от применения транспортно-отвальной технологии из-за наличия так называемых «твердых включений» во вскрышной толще, приводя-

щих к поломке ковшей и роторного колеса экскаватора ЭРШРД-5250, а также налипания и намерзания на ленту отвалообразователя ОШР-5250/190 и перегружателя ПМВ-5250, на разрезе применяется автотранспортная вскрыша с экскаваторами ЭКГ-10, ЭКГ-8ус в комплексе с автосамосвалами БелАЗ 7555 грузоподъемностью 55 т.

В целях снижения эксплуатационных затрат предлагается часть надугольной толщи вскрышных пород разрабатывать по бестранспортной технологии экскаваторами ЭШ-25.120 [50, 51]. Верхние уступы разрабатывают по автотранспортной технологии с применением экскаваторов «Бюсайрус-Ири» 495-В с автосамосвалами грузоподъемностью 275-300 т.

Выемка угля производится двумя подступами с использованием роторных экскаваторов ЭРШРД-5250. Транспортировка угля осуществляется двумя забойными конвейерами (КЛЗ), установленных на кровле нижнего подступа и далее на наклонные магистральные конвейеры (КЛМ) до погрузочного комплекса, расположенного на промплощадке.

Уголь верхнего подступа отгружается непосредственно роторным экскаватором на забойный конвейер. Уголь с нижнего подступа перегружается на забойный конвейер с помощью перегружателя ПМД-5250.

Применение бестранспортной технологии заключается в размещении пород вскрыши с помощью ЭШ-25.120 в вынудной угольной заходке экскаватора ЭРШРД-5250 нижнего подступа. Для этого осуществляют выемку нижнего подступа с опережением верхнего. Затем в вынудную угольную заходку производят экскавацию вскрышных пород. Переэкскавацию пород предотвала начинают вслед за экскаватором ЭШ-25.120 или за экскаватором ЭРШРД-5250, который осуществляет выемку верхнего подступа. Переэкскавацию пород предотвала производят с подрезкой отвала для устройства транспортной полосы шириной 4 м.

Разработка вскрышных уступов и выемка угля производятся следующим образом.

После опережающей выемки угля из нижнего подступа экскаватор ЭРШРД-5250 и ПМД-5250 размещаются в «нише» торца блока внутреннего выработанного пространства. Размеры «ниши» составляют 130×200 м.

В торцах блока вскрышные работы ведутся двумя уступами высотой 7 и 17 м по автотранспортной технологии с применением экскаватора ЭКГ-8Ус, чтобы разместить ЭШ-25.120. Затем производятся работы по переэкскавации вскрышных пород предотвала и выемка угля из верхнего подступа.

Вскрышные породы, разработанные в торцах блока, размещаются во внутренних отвалах.

После отработки вскрышных уступов и выемки угля производят передвижку забойных конвейеров. Затем осуществляют врезку нижнего ЭРШРД-5250 в новую заходку и вновь повторяют цикл вышеизложенных технологических операций в противоположном направлении.



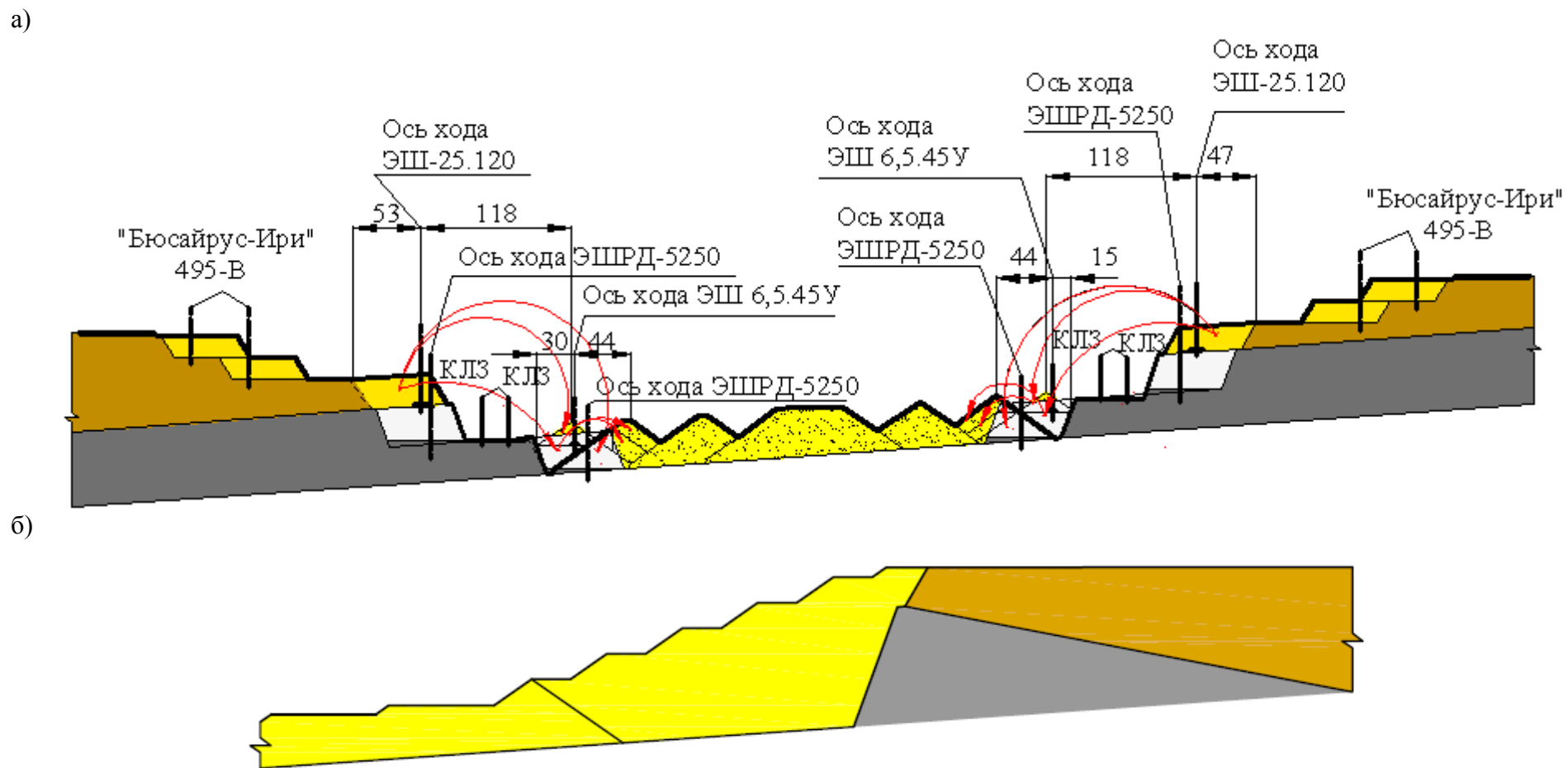


Рисунок 4. 1 Технологическая схема горных работ: а) - двубортовая технологическая схема вскрышных и добычных работ, б) – конечный контур блока № 3 по восстановлению

Для определения поэтапно нарушаемых и восстанавливаемых земель, а также извлекаемых объемов вскрыши и полезного ископаемого намечены положения фронтов работ при параллельном его подвигании через интервалы по 400 м по падению и восстанию. На план наносят положение разрезной траншеи, вскрышных и добычных уступов. Оси разрезной траншеи соответствует первое (I) положение горных работ. Вторые, третьи, четвертые, пятые, шестые положения обозначаются II<sup>п</sup>, III<sup>в</sup>, и т. д., которые соответствуют направлениям по падению (II<sup>п</sup>) и восстанию (III<sup>в</sup>), (рис. 4.2, а). Седьмое положение соответствует направлению горных работ по падению.

На графике (рис. 4.2, б) отображаются объемы и показатели работ блоках № 3, 2, подсчитанные по выше рассмотренному способу.

На горизонтальной оси календарного графика (рис. 4.2, в) наносят годы работ с 1<sup>го</sup> по 7<sup>й</sup>, так как направление горных работ производится по двубортной схеме, а количество положений по падению и восстанию соответственно составляет 7 и 6 в блоке № 3. То, второму, третьему, четвертому, пятому и шестому годам соответствуют суммы объемов работ по падению и восстанию, которые затем откладываются ординатами на графике.

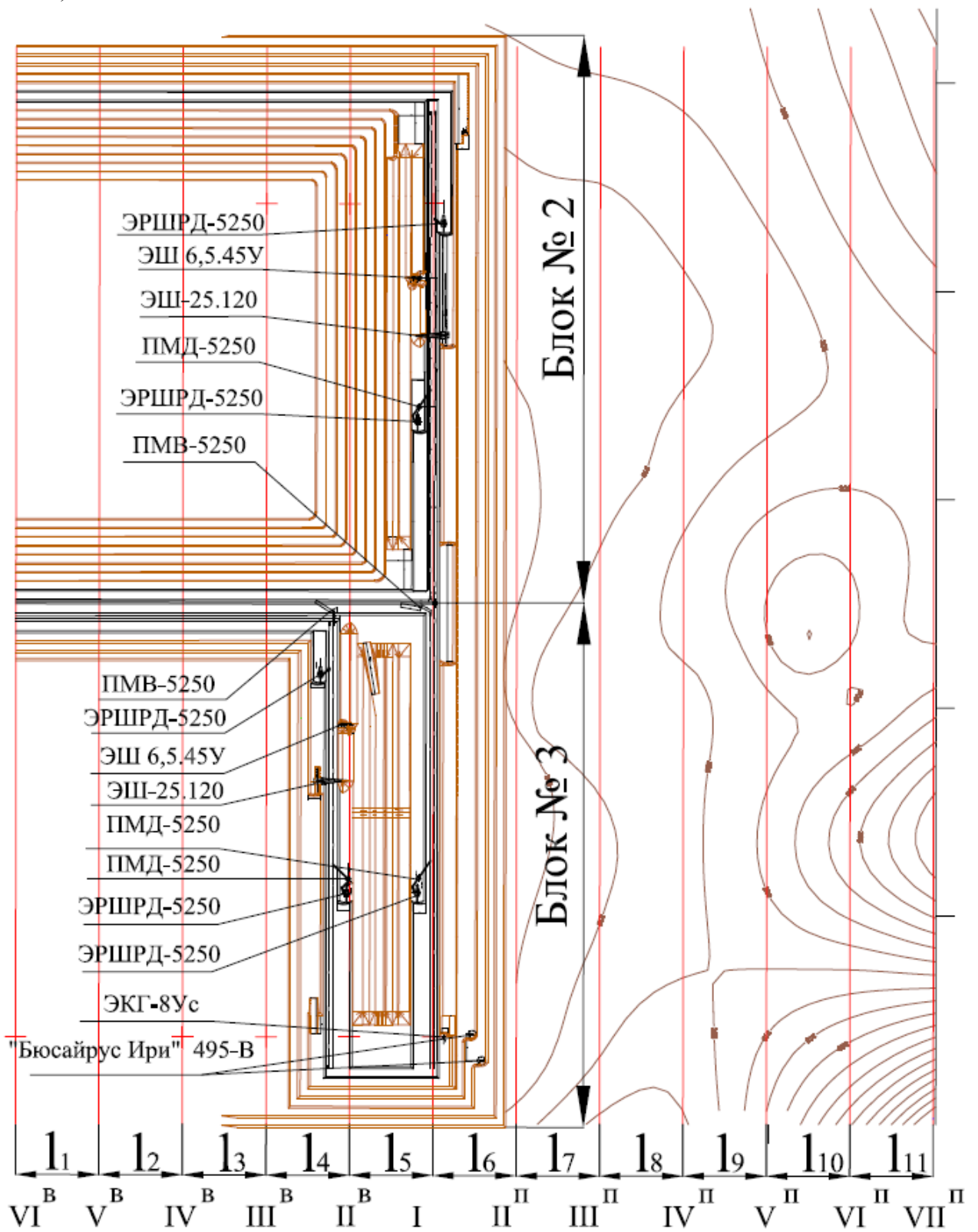
Таким образом, для определения периодов отработки этапов и показателей горных и рекультивационных работ принимается и наносится на график производственная мощность предприятия 20 млн. м<sup>3</sup>.

2. Объем вскрыши определится произведением ординат производственной мощности и суммы коэффициентов вскрыши в блоках № 3 и 2.

3. Скорость подвигания горных работ определится делением производительности предприятия по полезному ископаемому линия 1 графика (рис. 4.2 в) на величину суммы объемов работ по падению и восстанию линия 1 графика (рис. 4.2 б).

4. Площадь нарушаемых земель горными выработками определится произведением скорости подвигания горных работ и протяженности фронта работ в блоках № 3 и 2.

a)

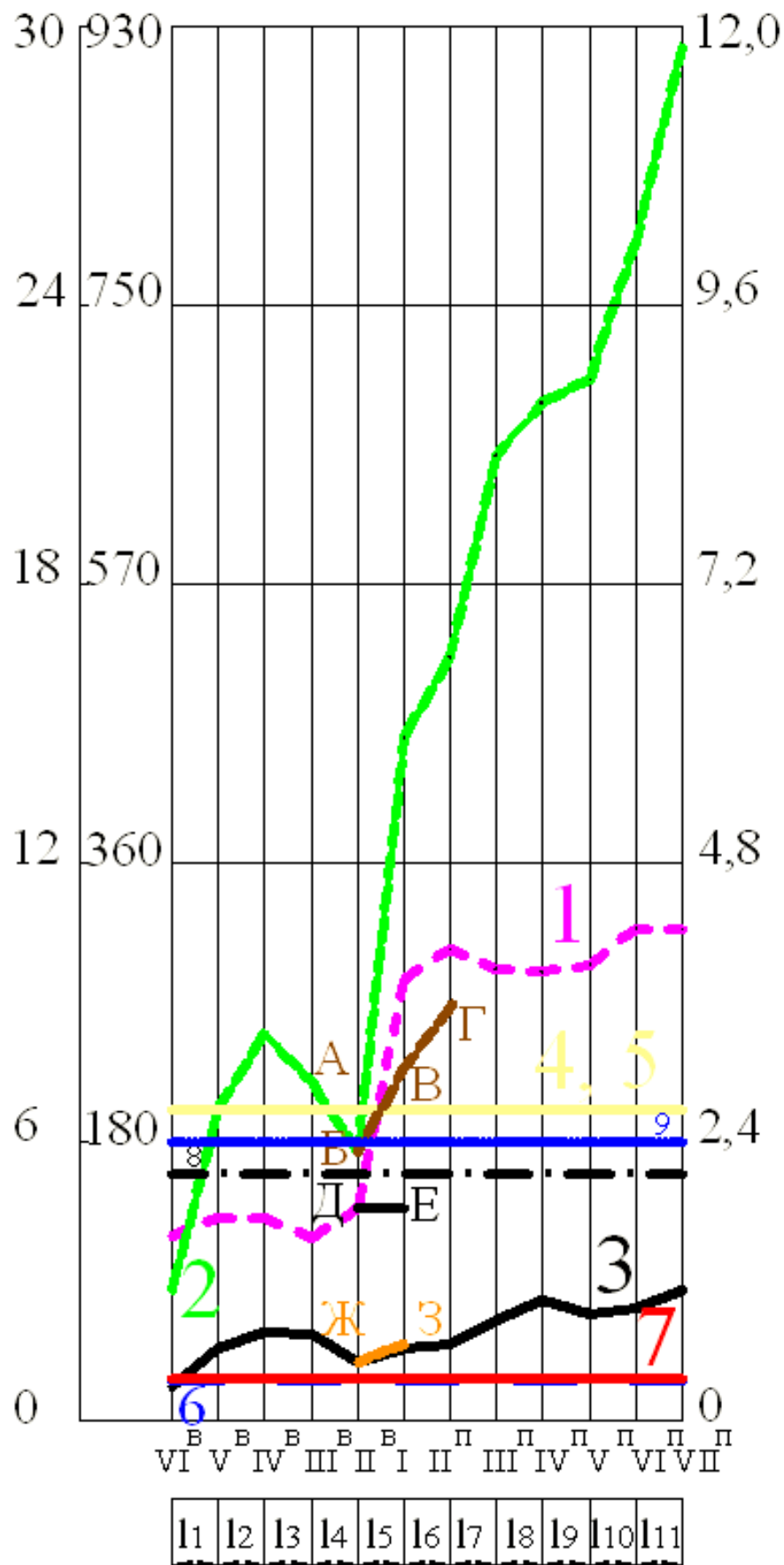


6)

$K_{CO}, \text{ м/м}$

$K_B, \text{ м}^3/\text{м}^3$   $V, \text{ тыс. м}^3$

$L, \text{ тыс. м}$



в)

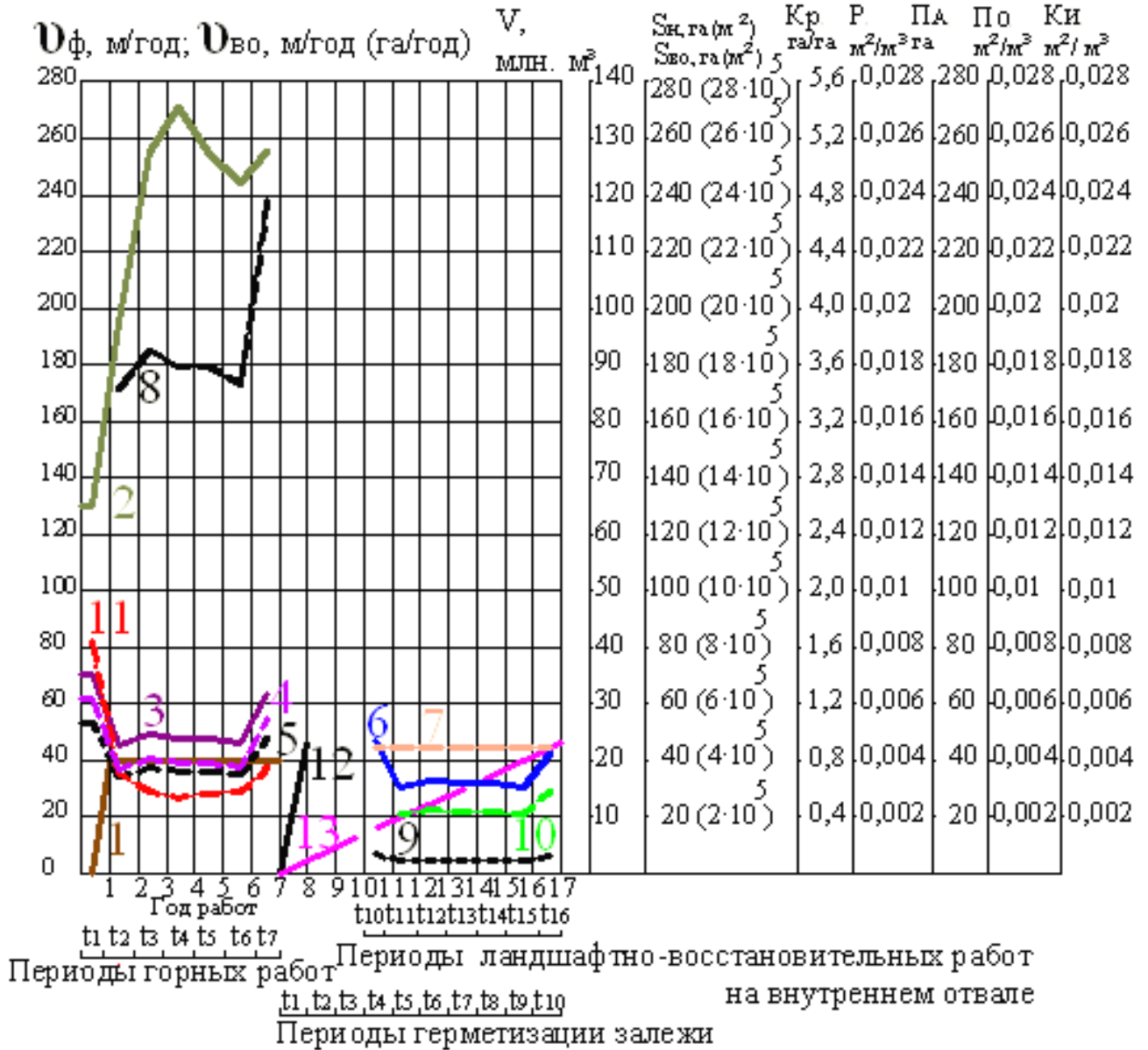


Рисунок 4.2 - а) – положение горных работ в блоках № 2 и 3 при параллельном перемещении фронта: VI<sup>B</sup>, V<sup>B</sup>, IV<sup>B</sup>, III<sup>B</sup>, II<sup>B</sup>, I, II<sup>П</sup>, III<sup>П</sup>, IV<sup>П</sup>, V<sup>П</sup>, VI<sup>П</sup>, VII<sup>П</sup> – этапы разработки по восстанию и падению, 1 – расстояние между этапами; б) - построение графика горно-геометрического анализа: 1 – объем полезного ископаемого, 2 – объем вскрышных работ, 3 – текущий коэффициент вскрыши, 4, 5 – протяженность фронта горных работ (длина вскрышного фронта I<sub>в</sub>, блоков № 3 и 2), V – объем при подвигании фронта на 1 п. м, L – протяженность фронта работ, А, Б, В, Г и Д, Е – объем вскрыши и полезного ископаемого строительного периода, Ж, З – коэффициент вскрыши строительного периода, 6, 7 – коэффициент сокращения (K<sub>о</sub>) отвального фронта блоков № 3 и 2, 8, 9 – длина отвального фронта (I<sub>о</sub>) блоков № 3 и 2; в) – календарный график вскрышных, добычных и ландшафтно-восстановительных работ: 1, 2 – объем добычных и вскрышных работ, 3 – скорость подвигания горных работ (v<sub>ф</sub>, м/год), 4 – скорость подвигания фронта внутреннего отвала (v<sub>воф</sub>, м/год), 5 – нарушаемые площади земель горными выработками (S<sub>нр</sub>), 6 – восстанавливаемые площади внутреннего отвала (S<sub>в</sub>), 7 – текущий коэффициент рекультивации (K<sub>p</sub>), 8 – текущая землеемкость (P), 9 – абсолютные потери земель (П<sub>а</sub>), 10 – относительные потери земель (П<sub>о</sub>), 11 – степень использования земель (K<sub>и</sub>), 12 – объем работ по герметизации залежи (га), 13 – герметизация залежи (год)

5. Восстанавливаемые поверхности внутреннего отвала определяются произведением скорости подвигания отвальных работ, протяженности отвального фронта и коэффициента сокращения отвального фронта  $K_{co}$  в блоках № 3 и 2.

В блоке № 3:

$$K_{co} = \frac{L_o}{L_g} = \frac{2126,93}{2444,75} = 0,87,$$

где  $L_o$  - 2126,93 длина отвального фронта, м;  $L_g$  - 2444,75 длина вскрышного фронта, м.

В блоке № 2:

$$K_{co} = \frac{2402,08}{2668,98} = 0,9,$$

где  $L_o$  - 2402,08 длина отвального фронта, м;  $L_g$  - 2668,98 длина вскрышного фронта, м.

Имея участки горнотехнического этапа ( $I_{бр}$ ,  $I_{ч}$ ,  $I_{бч}$ ,  $I_{вп}$ ,  $I_{у}$ ,  $I_{п}$ ,  $I_{бп}$ ), равные годовому двубортовому подвиганию отвального фронта и биологического этапа с продолжительностью периода 3 года (под сенокосы), срок существования предприятия с учетом горнотехнического и биологического этапов рекультивации, составит 16 лет. А если учесть, что работы по герметизации залежи начнутся с 7 года, выполненные за один год и имеют такие же, как и при рекультивации внутреннего отвала, перечень работ горнотехнического этапа и продолжительность биологической рекультивации, то полный срок составит 17 лет.

6. Ординаты текущего коэффициента рекультивации определяются делением ординат восстанавливаемых земель на нарушаемые земли для 5, 6 и 7 периода ландшафтно-восстановительных работ, определенные по календарному графику (рис. 4.2 в).

7. Ординаты землеемкости с учетом рекультивации земель определяются делением разницы между ординатами нарушаемых земель горными выработ-

ками и восстановленными землями на количество добываемого полезного ископаемого.

8. Потери земель: а). абсолютные - определяются разницей между ординатами нарушаемыми и восстановленными землями; б). относительные – это произведение ординат разницы между единицей (при  $K_p < 1$ ) и коэффициентом рекультивации и землеемкостью.

9. Степень использование земель - это отношение ординат нарушаемых земель горными выработками и произведения производственной мощности предприятия и суммы коэффициентов вскрыши в блоках № 3 и 2.

10. Объем работ по герметизации залежи определится произведением ординат вскрышного фронта и коэффициента сокращения отвального фронта и составит 45,56 га (рис. 4.1, б).

11. Период горных и ландшафтно-восстановительных работ определится как частное от деления расстояния между смежными положениями горных и отвальных работ на скорость подвигания соответствующего фронта.

Общий коэффициент рекультивации определится из выражения:

$$K_{\text{общ}} = \frac{244,84 + 45,56}{278,04} = 1,04 \text{ га/га}, \quad (4.1)$$

где 244,84 – общая площадь восстановленных земель, га; 278,04 – общая площадь нарушенных земель горными выработками, га.

### **Вариант № 2**

Поле блока № 3 вскрывается двумя фланговыми траншеями для заложения разрезной траншеи от выходов угольного пласта.

Вскрышные породы строительного периода размещаются во внутренних отвалах блока № 2. Вскрышные и добычные работы в блоках № 2 и 3 производят по одnobортной схеме (рис 4.3).

Положения фланговых и разрезной траншеи, вскрышных, добычных и отвальных уступов приведены на рисунке 4.4, а. Оси разрезной траншей соответствует первое (I) положение горных работ.

На графике (рис. 4.4, б) отображаются объемы и показатели работ блоках № 3, 2.

На горизонтальной оси календарного графика (рис. 4.4, в) наносят годы работ с 1<sup>го</sup> по 12<sup>й</sup>. Для определения поэтапно нарушаемых и восстанавливаемых земель, а также извлекаемых объемов вскрыши и полезного ископаемого намечены в блоке № 2 и 3 соответственно 7 и 12 положений фронта работ при параллельном его подвигании через интервалы по 400 м.

Для определения периодов отработки этапов и показателей горных и ландшафтно-восстановительных работ принимается и наносится на график также производственная мощность предприятия 20 млн. м<sup>3</sup>.

Объем вскрыши, скорости подвигания горных работ и внутреннего отвала, площадь нарушаемых земель горными выработками и восстанавливаемые поверхности внутреннего отвала, а также основные показатели использования земель определяются по методу, изложенному в варианте № 1. Перечень процессов горнотехнической рекультивации и срок биологического этапа принимаются по первому варианту. Отсюда срок службы блоков № 2 и 3, составит 21 год.



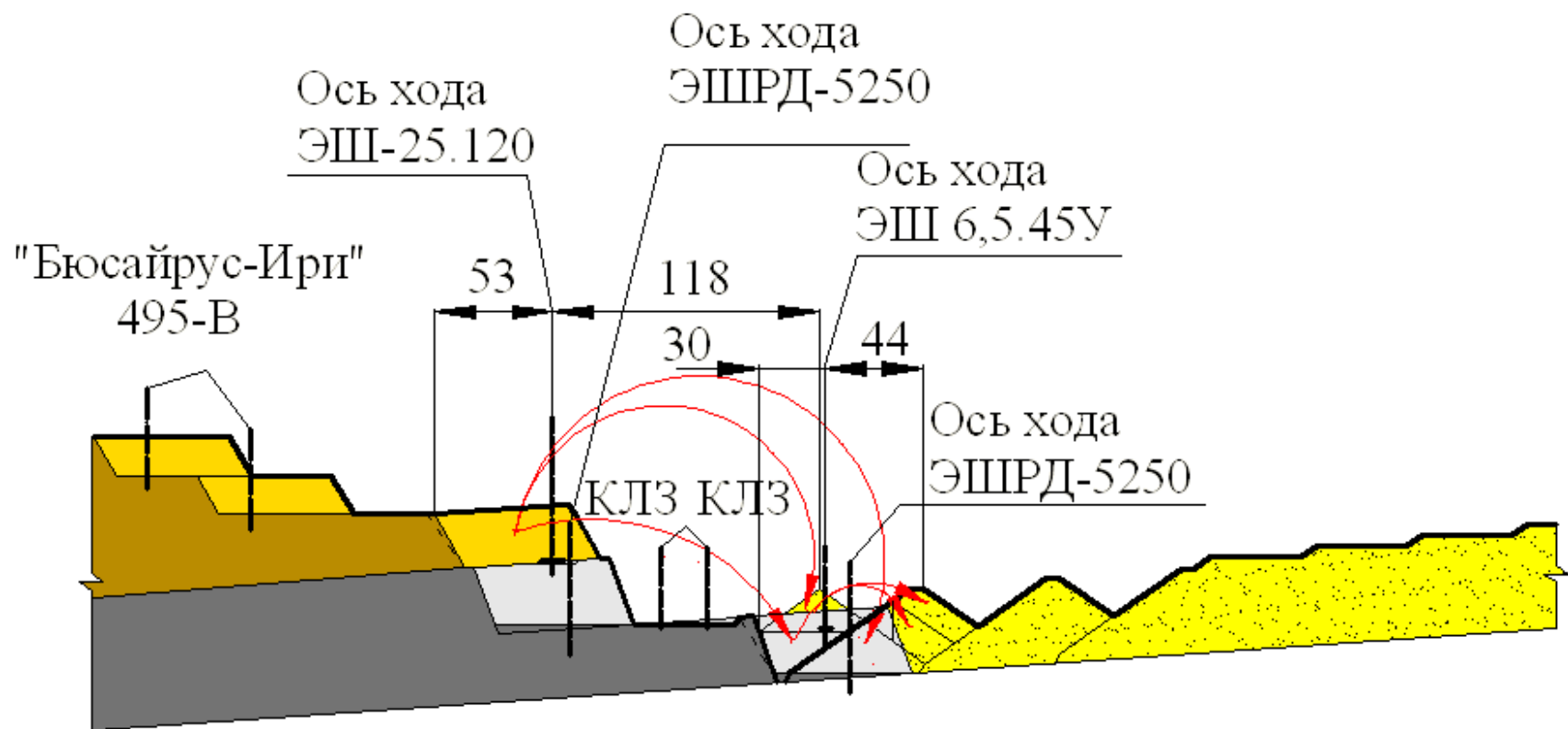
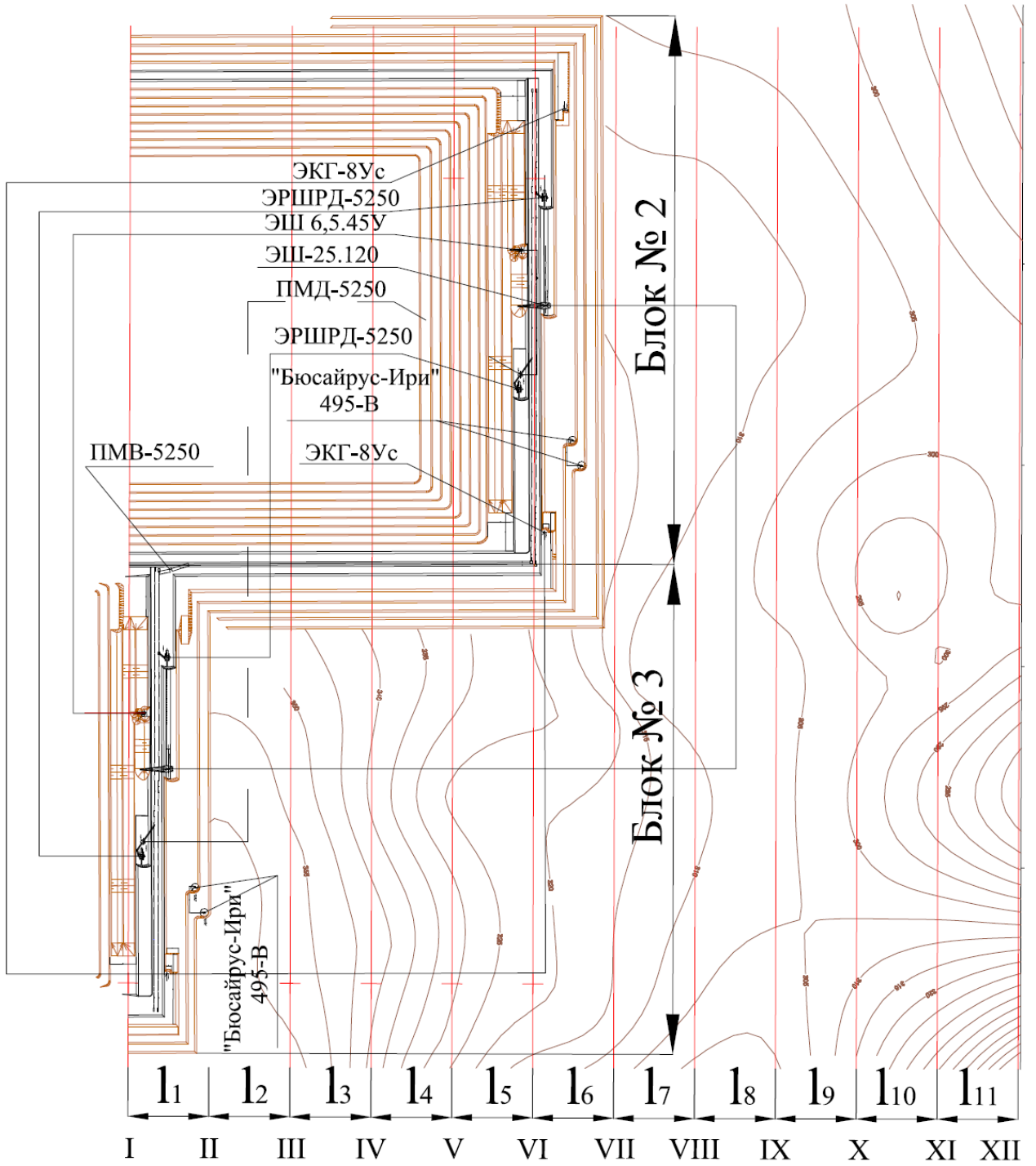
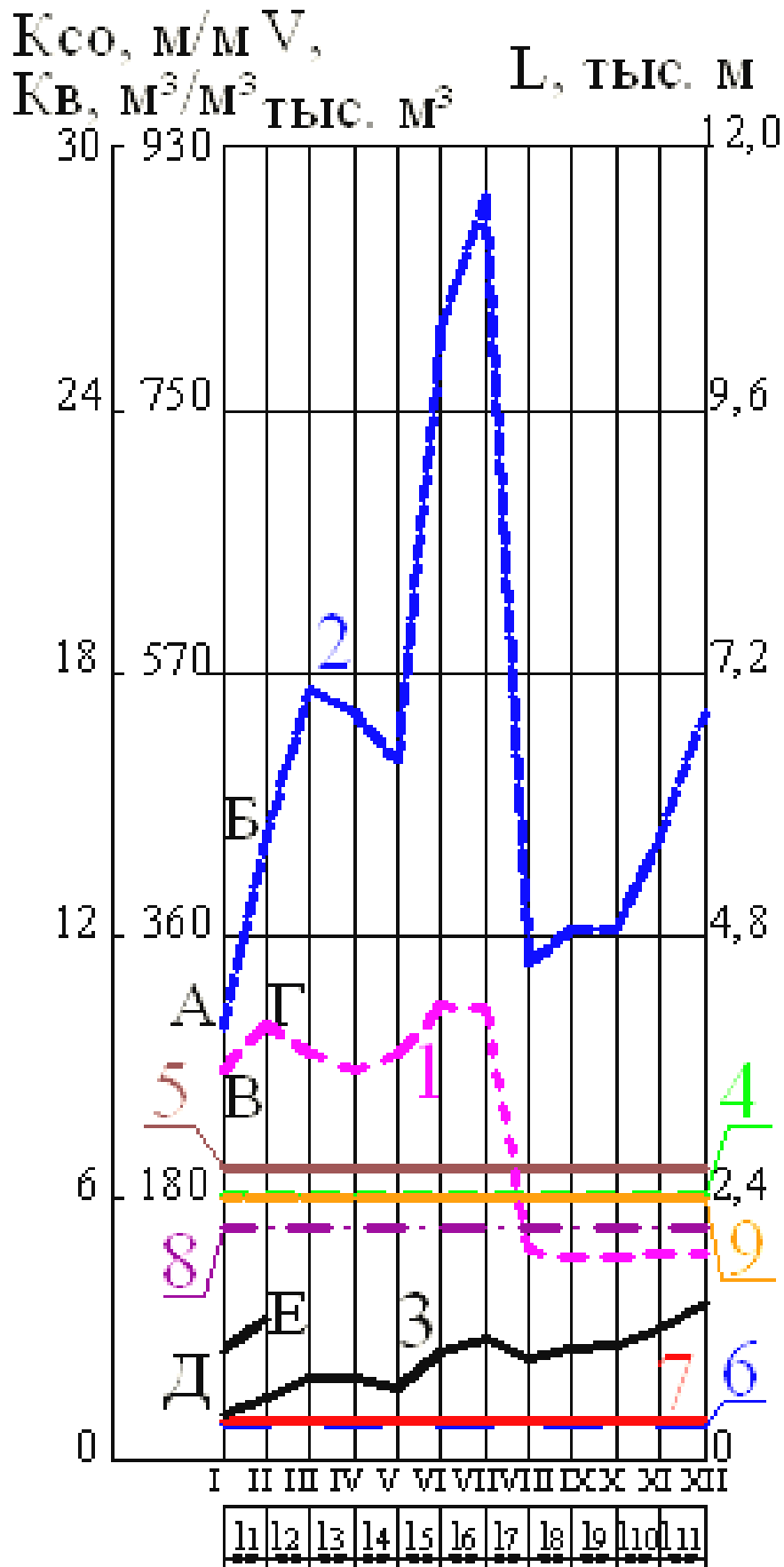


Рисунок 4.3 Однобортовая технологическая схема горных работ

a)



6)



в)

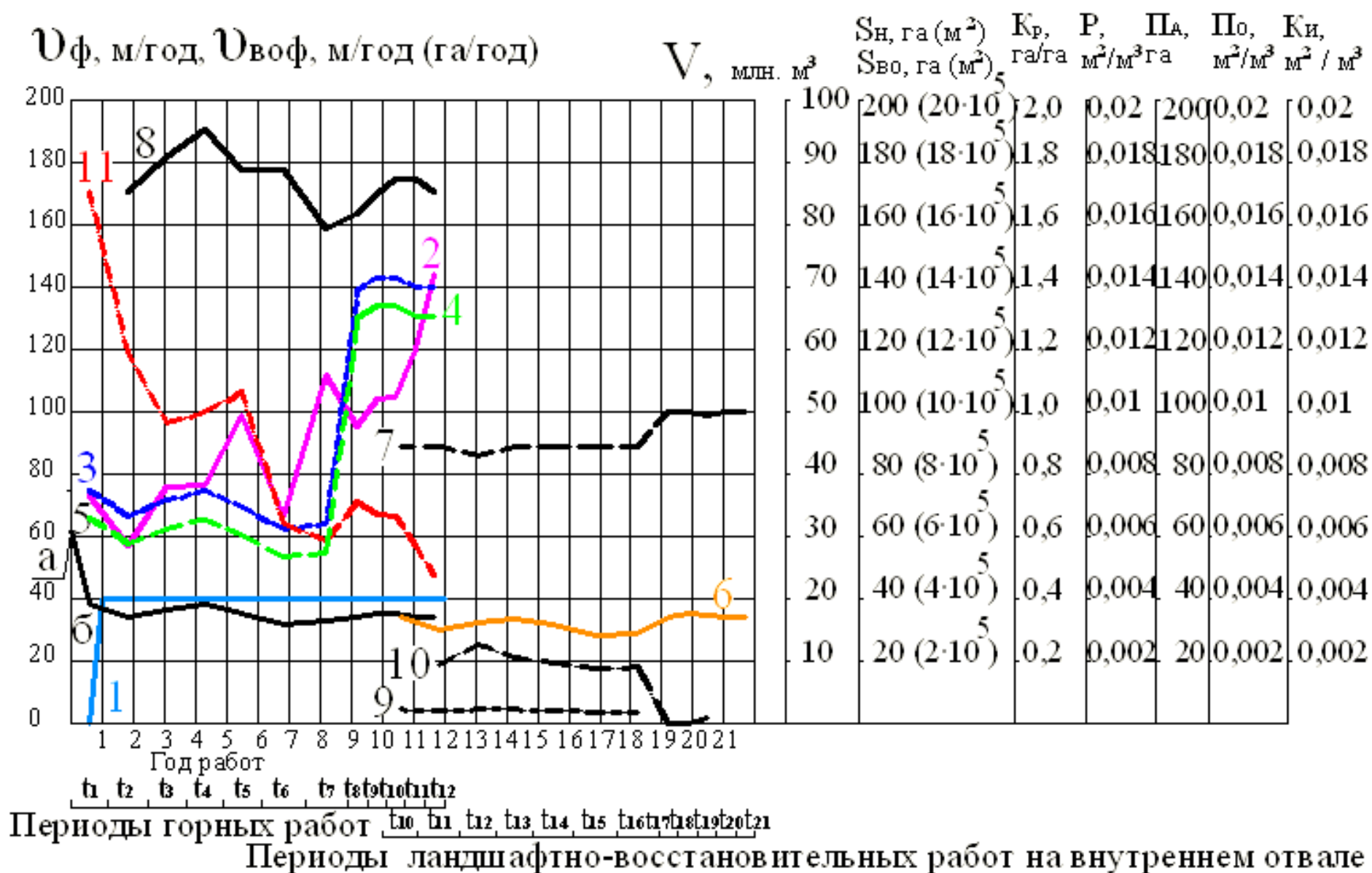


Рисунок 4.4 - а) – положение горных работ в блоках № 2 и 3 при параллельном перемещении фронта: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII – этапы разработки,  $l$  – расстояние между этапами; б) – построение графика горно-геометрического анализа: 1 – объем полезного ископаемого, 2 – объем вскрышных работ, 3 – текущий коэффициент вскрыши, 4, 5 – протяженность горных работ (длина вскрышного фронта  $l_v$  блоков № 3 и 2),  $V$  – объем при продвижении фронта работ на 1 п. м,  $L$  – протяженность фронта работ, А, Б и В Г – объем вскрыши и полезного ископаемого строительного периода, Д, Е – коэффициент вскрыши строительного периода, 6, 7 – коэффициент сокращения ( $K_{co}$ ) отвального фронта блоков № 3 и 2, 8, 9 – длина отвального фронта ( $l_o$ ) блоков № 3 и 2; в) – календарный график вскрышных, добычных и ландшафтно-восстановительных работ: - 1, 2 – объемы добычных и вскрышных работ, 3 – скорость продвижения горных работ ( $v_{\phi}$ , м/год), 4 – скорость продвижения фронта внутреннего отвала ( $v_{воф}$ , м/год), 5 – нарушаемые площади земель горными выработками ( $S_{нг}$ ), 6 – восстанавливаемые площади внутреннего отвала ( $S_{в}$ ), 7 – текущий коэффициент рекультивации ( $K_p$ ), 8 – текущая землеемкость ( $P$ ), 9 – абсолютные потери земель ( $\Pi_a$ ), 10 – относительные потери земель ( $\Pi_o$ ), 11 – степень использования земель ( $K_n$ ), а, б – площадь нарушаемых земель вскрывающими выработками

Объем вскрывающих траншей, отображенный на графике (рис. 4.4 в) первого периода определится по формуле:

$$V_T = 2 \cdot \left[ \frac{1}{i} \cdot \sum_{11}^3 H^2 \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot \sum_1^3 e + \frac{1}{3 \cdot tq \alpha} \cdot \sum_1^3 H \right) + \frac{1}{tq \alpha} \cdot \sum_1^3 H^2 \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot \sum_1^3 e + \frac{\pi}{6 \cdot tq \alpha} \cdot \sum_1^3 H \right) \right] \\ = 14158871,68 \text{ м}^3,$$

где  $\sum_1^3 H^2 = H_1^2 + H_2^2 + H_3^2 = 576 + 289 + 289$ , м;

$\sum_1^3 e = e_1 + e_2 + e_3 = 221,18 + 309,65 + 398,02 = 928,85$ , м;  $\sum_1^3 H = H_1 + H_2 + H_3 = 24 + 17 + 17 = 58$ ,

м;  $\alpha = 65 \text{ град.}$ ;  $i = 80\%$ .

Площади нарушений от вскрывающих выработок блока № 3 (соответствуют первому периоду) определяются по топографическому плану рисунка 4.4, в и составят 61,59 га.

Периоды горных и рекультивационных работ определяются аналогичным образом, как и в варианте № 1.

Общий коэффициент рекультивации определится из выражения:

$$K_{\text{общ}} = \frac{391,51}{61,59 + 419,73} = 0,81 \text{ га/га.}$$

где 391,51 – общая площадь восстановленных земель, га; 419,73 – общая площадь нарушенных земель горными выработками, га.

Как видно из графиков на рисунках 4.2 б, в (**Вариант № 1**) и 4.4 б, в (**Вариант № 2**) при развитии горных работ по первому варианту приведет к увеличению коэффициента вскрыши (1-6 периоды работ). В этом случае возрастание коэффициента с 3,2 до 4,5 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> происходит с 1 по 4 периоды. После идет убывание коэффициента до 2,79 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (7 период). Отсутствие фланговой траншеи - к меньшему в среднем в 2 раза значению коэффициента вскрыши строительного периода, а также к меньшим в 1,7 раза размерам нарушаемых земель. Во втором варианте коэффициент вскрыши постоянно возрастает с 1,12 до 3,59 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (1-12 периоды). Величина коэффициента вскрыши в первом варианте по-

казывает больший объем вскрышных работ по сравнению со вторым. Скорость подвигания горных работ и внутреннего отвала в первом варианте в среднем в 1,8 раза меньше, чем во втором. Скорость подвигания горных работ и внутреннего отвала во втором варианте по сравнению с первым (63 м/год - седьмой период) резко увеличивается до 139 м/год (седьмой период горных работ), так как необходимо поддерживать производственную мощность на уровне 20 млн. м<sup>3</sup> в год вследствие выбывания из эксплуатации блока № 2.

Протяженность отвальных работ в первом варианте (1-6 периоды) превышает её значение во втором (1-7 периоды) в 1,5 раза и в 2,1 раза в первом варианте (7 период) по сравнению со вторым (7-12 периоды). Это в свою очередь приведет к увеличению соответствующим образом размеров восстанавливаемых площадей внутреннего отвала, так как на размеры восстанавливаемых земель в большей степени будет оказывать не скорость подвигания отвала, а протяженность отвальных работ. Это так же объясняется и сокращением отвального фронта за счет наличия фланговой траншеи во втором варианте. Текущий коэффициент рекультивации, величина которого в первом варианте в среднем на 5,7 % меньше соответствующей величины во втором. Абсолютные потери земель в первом варианте на 14 % больше, чем во втором. Величина текущей землеемкости в первом варианте в среднем в 9,4 раза меньше, чем во втором. Так как горные работы ведутся в блоке № 3 как по падению, так и по восстанию. Коэффициент рекультивации и землеемкость определяют относительные потери земель, которые во втором варианте в 9 раз больше, чем в первом. Размеры нарушаемых земель и коэффициент вскрыши определяют величину степени использования земель, которая в значительной степени меньше в первом варианте. Это объясняется большим влиянием коэффициента вскрыши, чем размерами нарушаемых земель.

Построенные графики показывают, что при вовлечении в разработку поле блока № 3 вариант № 1 имеет предпочтение, чем вариант № 2, так как при этом меньше нарушаются земли (не требуется строительство вскрывающих выработок как, например, в варианте № 2). В первом варианте восстановление земель

происходит интенсивнее – за семь этапов – 16 лет. Во втором варианте восстановление земель осуществляется за двенадцать этапов – 21 год. Следовательно, продолжительность нагрузки на окружающую природу в первом варианте существенно меньше, чем во втором.



## **5 ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАРИАНТОВ ПРИ ВОВЛЕЧЕНИИ В РАЗРАБОТКУ ПОЛЕ № 3 РАЗРЕЗА «БЕРЕЗОВСКИЙ-1»**

Расчет экономических показателей по вовлечению в разработку поле участка № 3 филиала ОАО «СУЭК – Красноярск» «Разрез Березовский – 1» произведен в ценах 2016 года. Для расчетов продолжительность периода оценки горных работ для вариантов № 1 и № 2 соответственно с 10 по 16 год и с 10 - 21 год, которая обусловлена количеством этапов разработки при установленной производственной мощности предприятия 20 млн. т угля в год.

Горнотранспортное оборудование (ГТО) на вскрышных, добычных и ландшафтно-восстановительных работах входит по состоянию на 01.07.2016 г. в Перечень по наличию и использованию ГТО филиала ОАО «СУЭК – Красноярск» «Разрез Березовский – 1» и принимается по остаточной стоимости.

Режим работы разреза представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Режим работы разреза

Наименование показателей	Един. изм.	Добыча	Вскрыша
Режим работы	-	круглогодовой	круглогодовой
Количество рабочих дней в году	Дн.	365	356
Количество смен в сутки	см.	2	2
Продолжительность смены	час.	12	12
Продолжительность рабочей недели	-	непрерывная	непрерывная
Фонд рабочего времени	час.	$365 \times 12 \times 2 = 8760$	$356 \times 12 \times 2 = 8544$

Режим работы принят в соответствии с проектом на рекультивации 240 дней в году, в одну смену продолжительностью 12 часов.

Списочная численность определена как произведение явочной численности и коэффициента списочного состава (на горных работах табл. 5.2, на рекультивации табл. 5.3). Явочная численность рабочих по основным процессам рассчитана, исходя из принятой технологии и режима работы. Коэффициент списочного состава равен 1,50 и принят в зависимости от режима работы и

продолжительности отпусков, предусмотренных действующим законодательством.

Таблица 5.2 – Расчет списочной численности трудящихся на вскрышных и добычных работах

Расчет списочной численности рабочих		
Профессия	Численность, чел/смену.	
	Явочная	Списочная
<b>ВСКРЫША:</b>		
1. Машинист экскаватора «Бюсайрус-Ири» 495-В	2/2	3/3
1. Помощник машиниста экскаватора «Бюсайрус-Ири» 495-В	2/2	3/3
1. Машинист экскаватора ЭШ-25.120	1/1	1/1
1. Помощник машиниста экскаватора ЭШ-25.120	1/1	1/1
1. Машинист экскаватора ЭШ-6,5.45У	2/2	3/3
1. Помощник машиниста экскаватора ЭШ-6,5.45У	2/2	3/3
1. Водитель автосамосвала БелАЗ-75501	4/3	6/5
Итого рабочих	14/13	20/20
<b>ДОБЫЧА</b>		
1. Экипаж ЭРШРД-5250	24/24	36/36
1. Экипаж ПМД-5250	4/4	6/6
1. Экипаж ПМВ-5250	4/4	6/6
1. Машинисты КЛЗ	8/8	12/12
Итого рабочих	40/40	60/60
<b>Расчет списочной численности ИТР</b>		
Начальник участка	1/1	1/1
Механик	2/2	3/3
Горный мастер	2/2	3/3
Итого ИТР	5/5	7/7
Всего	59/58	87/87

Примечание. Числитель – объемы работ варианта № 1. Знаменатель – вариант № 2.

Таблица 5.3 – Расчет списочной численности трудящихся на рекультивационных работах

Расчет списочной численности рабочих		
Профессия	Численность, чел/смену.	
	Явочная	Списочная
<b>ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ:</b>		
снятие ПСП		
1. машинист бульдозера ДЗ-126В на базе ДЭТ-250	1	1
первичная планировка поверхности отвалов		
1. машинист бульдозера ДЗ-94 на базе трактора Т-330	1	1
вторичная планировка поверхности отвалов		
1. машинист бульдозера ДЗ-59 на базе трактора Т-330	1	1
погрузка ПСП		
1. машинист экскаватора колесного ЭО-4321	1	1
транспортирование ПСП		
1. водитель КамАЗ - 65115	16/12	24/18
укладка и планировка ПСП		
1. машинист автогрейдера ДЗ-98В	1	
Итого рабочих	21/17	28/22
<b>Расчет списочной численности ИТР</b>		
Начальник участка	1	1
Механик	1	1
Горный мастер	1	1
Итого ИТР	3	3
Всего	24/20	31/25

Примечание. Числитель – объемы работ варианта № 1. Знаменатель – вариант № 2.

Сводная ведомость затрат на вскрышных, добычных и рекультивационных работах по годам расчетного периода приводится в таблице 5.4.

Годовые эксплуатационные расходы определены по элементам затрат. Расчет затрат приведен в таблицах 5.4-5.13.

К основной заработной плате относятся все виды выплат за фактически выполненную работу или отработанное время. Сюда включают оплату по тарифам, районный коэффициент 20 % и северные надбавки 30 %.

Отчисления от зарплаты предусмотрены по действующим ставкам, установленным Федеральным законодательством, в суммарном размере 34%.

Расчет амортизационных отчислений произведен, исходя из стоимости существующих основных фондов и действующих норм амортизации.

Транспортный налог рассчитан исходя из действующих ставок в зависимости от вида транспорта.



Продолжение таблицы 5.4

Элементы затрат	Годы расчетного периода				
	8	9	10	11	12
9	10	11	12	13	14
Электроэнергия	-	-	-	-	-
	17435700	17435700	17435700	17435700	17435700
ГСМ и расходные материалы	-	-	-	-	-
	689552795	752171042	755243174	863543064	1034659947
Затраты на оплату труда	-	-	-	-	-
	23243300	23243300	23243300	23243300	23243300
Единый социальный налог	-	-	-	-	-
	7902722	7902722	7902722	7902722	7902722
Амортизационные отчисления*	-	-	-	-	-
	241064450	241064450	241064450	241064450	241064450
Транспортный налог**	-	-	-	-	-
	669375	669375	669375	669375	669375

Примечание. Числитель – варианта № 1. Знаменатель – вариант № 2; \* - по данным [28]; \*\* - по данным [52].

Таблица 5.5 - Расчет стоимости вводимого горнотранспортного оборудования

Оборудование	Списочный парк оборудования	Цена с ТЗР (10 %), тыс. руб.	Стоимость оборудования, тыс. руб.
«Бюсайрус-Ири» 495-В	2	180000	360000
	2	180000	360000
ЭШ-25.120	1	600000	600000
	1	600000	600000
ЭШ-6,5.45У	2	220000	440000
	2	220000	440000
БелАЗ-75501	4	89000	356000
	3	89000	267000
Автосамосвалы КамАЗ-65115	16	1914	30624
	12	1994	22968

Примечание. Числитель – варианта № 1. Знаменатель – вариант № 2.

Таблица 5.6 - Норма расходных материалов и ГСМ основного горнотранспортного оборудования на вскрышных, добычных работах и горнотехнического этапа рекультивации по данным [28].

Наименование	Ед. изм.	Мощность кВт (ч), (л.с.)	Норма
Годовой расход электроэнергии			
«Бюсайрус-Ири» 495-В	кВт·ч	2667	1866000
ЭШ-25.120	кВт·ч	2×2250	3150000
ЭШ-6,5.45У	кВт·ч	630	441000
ЭРШРД-5250	кВт·ч	4600	3220000
ПМД-5250	кВт·ч	2430	1701000
ПМВ-5250	кВт·ч	2430	1701000
КЛЗ	кВт·ч	1577	1104000
Дизельное топливо			
бульдозер ДЗ-126В (ДЭТ-250)	г/кВт·ч (г/э. л.с.-ч)	242,6 (330)	224,4 (165)
бульдозер ДЗ-94 (Т-330)	г/кВт·ч (г/э. л.с.-ч)	250 (330)	230
бульдозер ДЗ-59 (Т-330)	г/кВт·ч (г/э. л.с.-ч)	250 (330)	230
экскаватор ЭО-4321	л/час	111/150	16,5
КамАЗ - 65115	л/100 км	(260)	31,5
БелАЗ-75501	л/100 км	3150	900
автогрейдер ДЗ-98В	кг/м <sup>3</sup>	173 (240)	0,15
бульдозер ДЗ-94с (Т-330)	г/кВт·ч (г/э. л.с.-ч)	250 (330)	230

Продолжение таблицы 5.6

Моторное масло (расход масла от расхода топлива на угар от расхода топлива – 0,3%)			
бульдозер ДЗ-126В (ДЭТ-250)	г/кВт·ч (г/э. л.с.-ч)	-	0,6732 (0,495)
бульдозер ДЗ-94 (Т-330)	г/кВт·ч (г/э. л.с.-ч)	-	0,69
бульдозер ДЗ-59 (Т-330)	г/кВт·ч (г/э. л.с.-ч)	-	0,69
экскаватор ЭО-4321	-	-	0,0495
автогрейдер ДЗ-98В	-	-	0,00045
бульдозер ДЗ-94с (Т-330)	г/кВт·ч (г/э. л.с.-ч)	-	0,69
Рабочая жидкость (гидравлическое масло)			
автогрейдер ДЗ-98В	г/моточас.	-	7,06
Автошины			
КамАЗ – 65115 (10.00 R 20)	тыс. км	-	34
автогрейдер ДЗ-98В (16.00-24)		-	44
БелАЗ-75501		-	27



Таблица 5.7 – Объемы работ по вариантам № 1 и № 2 вскрышных и добычных работ по годам

Вскрыша, млн. м <sup>3</sup>											
Годы (условные)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Транспортная											
39532697	59418697	77840697	82598697	77596697	74546697	77962697	-	-	-	-	-
22300929	17446000	23180000	23302000	30256000	20374000	34038000	29158000	31842000	31964000	36600000	43920000
Бестранспортная											
25275003	37989003	49767003	52809003	49611003	47661003	49845003	-	-	-	-	-
14257971	11154000	14820000	14898000	19344000	13026000	21762000	18642000	20358000	20436000	23400000	28080000
Перезекскавация											
13143002	19754282	25878842	27460682	25797722	24783722	25919402	-	-	-	-	-
7128986	5577000	7410000	7449000	9672000	6513000	10881000	9321000	10179000	10218000	11700000	14040000
Итого (без учета перезекскавации)											
64807700	97407700	127607700	135407700	127207700	122207700	127807700	-	-	-	-	-
36558900	28600000	38000000	38200000	49600000	33400000	55800000	47800000	52200000	52400000	60000000	72000000

Примечание. Числитель – объемы работ варианта № 1. Знаменатель – вариант № 2.

Объемы вскрышных работ взяты с графиков горно-геометрического анализа (рис. 4.2 в и 4.4 в). Производственная мощность для обоих вариантов принимается 20 млн. м<sup>3</sup>/год. Расстояние транспортирования вскрыши в первом и втором вариантах в среднем составляет 3 и 2 км.

Таблица 5.8 – Объемы работ по вариантам № 1 и № 2 горнотехнического этапа рекультивации по годам

Годы (условные)	Наименование			
	S <sub>Н</sub> , га	S <sub>В</sub> , га	V <sub>С</sub> , тыс. м <sup>3</sup>	V <sub>УП</sub> , тыс. м <sup>3</sup>
1	52,94	46,62	1058,8	932,4
	99,89	33,92	1997,8	678,4
2	34,21	30,12	684,2	602,4
	34,15	30,35	683,0	607,0
3	36,90	32,49	738,0	649,8
	36,6	32,41	732,0	648,2
4	35,88	31,60	717,6	632,0
	38,13	33,77	762,6	675,4
5	35,87	31,59	717,4	631,8
	35,52	31,46	710,4	629,2
6	34,63	30,49	692,6	609,8
	31,84	28,2	636,8	564,0
7	47,62	41,93	952,4	838,6
	32,73	28,98	654,6	579,6
8	-	-	-	-
	33,98	33,98	679,6	679,6
9	-	-	-	-
	35,02	35,05	700,4	701,0
10	-	-	-	-
	35,02	35,05	700,4	701,0
11	-	-	-	-
	34,22	34,22	684,4	684,4
12	-	-	-	-
	34,22	34,22	684,4	684,4

Примечание. Числитель – объемы работ варианта № 1. Знаменатель – вариант № 2.

Площади нарушения и восстановления земель взяты с графиков горно-геометрического анализа (рис. 4.2 в и 4.4 в). Объемы работ по снятию (V<sub>С</sub>), укладке и планировке (V<sub>УП</sub>) ПСП рассчитаны из того, что мощность снятия и на-

несения ПСП составляет 0,2 м. Расстояние транспортирования ПСП в первом и втором вариантах в среднем составляет 11,4 и 7 км.

Необходимое число автосамосвалов, обслуживающих один экскаватор, определяются по формуле:

$$N_A = \frac{\frac{2 \cdot l}{g_a} + T_{p.a} + T_{y.p}}{T_{n.a} + T_{y.n}} + 1, \text{ ед.}, \quad (5.2)$$

где  $g_a$  - средняя скорость движения автосамосвала,  $g_a = 40$  и  $45$ , км/час;  $T_{п.а}=0,05$  и  $0,033$ ,  $T_{р.а}=0,07$  и  $0,11$  – время соответственно погрузки и разгрузки автосамосвала, час;  $T_{y.п}=0,06$  и  $0,05$ ,  $T_{y.р}=0,04$  и  $0,008$  – время маневрирования автосамосвалов под погрузкой и разгрузкой, час (соответственно для БелАЗ-75501 и КамАЗ – 65115). Отсюда количество БелАЗ-75501 на вскрыше для вариантов 1 и 2 составило соответственно 4 и 3 ед. На рекультивационных работах количество КамАЗ – 65115 для вариантов 1 и 2 составило соответственно 16 и 12 ед.

Сменная производительность экскаватора при погрузке в средства автомобильного транспорта рассчитывается по формуле:

$$Q_{ЭА} = \frac{T_{СМ} - T_{п.з} - T_{л.н} - T_{т.п}}{T_{п.а} + T_{y.п}} \cdot V_a, \text{ м}^3/\text{см}, \quad (5.3)$$

где  $T_{СМ}=720$  – продолжительность 12 – часовой смены (на вскрыше и рекультивации), мин;  $T_{п.з}=2$  и  $5$  – продолжительность подготовительно-заключительных операций, мин;  $T_{л.н}=2$  и  $5$  – время на личные надобности, мин;  $T_{т.п}=2$  и  $5$  – время технологических перерывов при погрузке горной массы в автосамосвалы, мин;  $T_{п.а}=1$  и  $2$  – время погрузки автосамосвала, мин;  $T_{y.п}=0,3$  и  $0,5$  – время установки автосамосвала под погрузку, мин;  $V_a=154$  (БелАЗ-75501) и  $14$  (КамАЗ – 65115) – объем горной массы в плотном теле в кузове автосамосвала,  $\text{м}^3$  (соответственно «Бюсайрус-Ири» 495-В и ЭО-4321). Таким образом, производи-

ность «Бюсайрус-Ири» 495-В и ЭО-4321 составит соответственно 60415,38 и 2820 м<sup>3</sup>/см.

Сменная производительность экскаваторов ЭШ-25.120 (ЭШ-6,5.45У) соответственно при разработке надугольной толщи и переэкскавации рассчитывается по формуле [53]:

$$Q_{CM} = Q_{ч} \cdot T_{CM} \cdot \mu = 4884,17(1435,9) \cdot 12 \cdot 0,99 = 58023,88(17058,44), \text{ м}^3/\text{см}, \quad (5.4)$$

где  $Q_{ч}$  – техническая производительность экскаватора, м<sup>3</sup>/ч;  $T_{CM}=12$  – продолжительность смены, ч;  $\mu=0,99$  – коэффициент чистого времени работы экскаваторов в течение смены.

Величина  $Q_{ч}$  (м<sup>3</sup>/ч) определится по формуле:

$$Q_{ч}=60 \cdot E_{к} \cdot \kappa_{и} \cdot \kappa_{з} \cdot n_{ц}=60 \cdot 25(6) \cdot 1,1 \cdot 0,99(0,98) \cdot 2,99(3,70)=4884,17(1435,9), \quad (5.5)$$

где  $E_{к}=25(6)$  – геометрическая емкость ковша, м<sup>3</sup>;  $\kappa_{и} = \frac{\kappa_{н}}{\kappa_{р}} = \frac{1,2}{1,1} = 1,1$  – коэффициент использования ковша;  $\kappa_{н}=1,2$  – коэффициент наполнения ковша;  $\kappa_{р}=1,1$  – коэффициент разрыхления пород;  $\kappa_{з}=0,99(0,98)$  – коэффициент снижения производительности экскаватора;  $n_{ц} = \frac{60}{t_{ц}} = \frac{60}{20,1(16,2)} = 2,99(3,70)$  – число циклов в минуту;  $t_{ц}=20,1(16,2)$  – оперативное время одного цикла, сек.

Производительность бульдозера (автогрейдера) на перемещении горной массы по горизонтальной площадке определяется по формуле:

$$Q_{б} = \frac{3600 \cdot V_{п} \cdot T}{t_{ц.р} \cdot \kappa_{р}} = \frac{3600 \cdot 18(12)}{50(25) \cdot 1,25} = 12441,5(11059,2), \text{ м}^3/\text{см}, \quad (5.6)$$

где  $V_{п}=18$ , ( $V_{авг}=8$ ) – объем породы в рыхлом состоянии, перемещаемый отвалом бульдозера (автогрейдером), м<sup>3</sup>;  $T=12$  – продолжительность смены, час;

$t_{ц,р}=50$  (25) – продолжительность цикла, сек;  $κ_p=1,25$  – коэффициент разрыхления горной массы.

При первичной планировке бульдозером принимаются: мощность планируемого слоя 0,2 м; объем всей ежегодной площади поверхности отвалов, планируемые под горно-планировочные работы; коэффициент повторной планировки принимается равный 0,7. При укладке и планировке ПСП объем планировочных работ принимается равный 70 % от объема нанесенного на поверхность отвала ПСП.

Необходимое количество ГТО (определяется отношением годового объема работ (табл. 5.7 и 5.8) и производительности ГТО) в зависимости от ежегодного объема работ на процессах горных работ и горнотехнического этапа рекультивации.

Расход дизельного топлива и автошин определяется по годовому пробегу автосамосвала [15].

Пробег автосамосвала определится по формуле:

$$S = (2 \cdot a_p \cdot L + L_{II}) \cdot N \cdot m_a, \text{ км}, \quad (5.7)$$

где 2 – число, учитывающие пробег автосамосвала туда и обратно;  $a_p = \frac{V_c}{v \cdot m_a}$  –

количество рейсов автосамосвала в течение смены;  $V_c = \frac{V_{Г}}{n \cdot N}$  – сменный объем

перевозки, м<sup>3</sup>/см;  $V_{Г}$  – годовой объем перевозки, м<sup>3</sup>/год;  $v=154$  (14) – объем горной массы в плотном теле в кузове БелАЗ-75501 (КамАЗ – 65115), м<sup>3</sup>;  $n$  –

число смен, необходимое для перевозки заданного объема;  $N$  – количество дней в году;  $L$  – расстояние транспортирования, км;  $L_{II}=2$  – расстояние подачи автосамосвала от гаража к месту работы и обратно, км;  $m_a$  – количество автосамосвалов, шт.

Расход автошин определяется по годовому пробегу автогрейдера.

Пробег автогрейдера определится по формуле:

$$S_{ABГ} = 2 \cdot \frac{S_B}{l_{ГП} \cdot b_{ABГ}}, \text{ км}, \quad (5.8)$$

где  $S_B$  – площадь ежегодного восстановления земель,  $\text{м}^2$ ;  $l_{ГП}$  – ежегодное подвигание отвала,  $\text{м/год}$ ;  $b_{ABГ}=4$  – ширина лемеха автогрейдера,  $\text{м}$ ; 2 – число, учитывающее проходы автогрейдера туда и обратно. Как показали расчеты, годовой пробег автогрейдера в среднем, составил 1,7 км. Поэтому расход автошин незначителен, исходя из нормы пробега автошин для автогрейдера (табл. 5.6) и не принимается в расчетах расходных материалов.

Таблица 5.9 – Количество ГТО на горных работах и процессах горнотехнического этапа рекультивации

Наименование ГТО	Количество в год											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	количество	количество	количество	количество	количество	количество	количество	количество	количество	<sup>3</sup> количество	количество	количество
Разработка вскрыши												
«Бюсайрус-Ири» 495-В	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	- 2	- 2	- 2	- 2	- 2
БелАЗ-75501	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3
Бестранспортная разработка вскрыши												
ЭШ-25.120	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
Перезкавкация												
ЭШ-6,5.45У	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
Добыча												
ЭРШРД-5250	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	2 3	- 2	- 2	- 2	- 2	- 2
ПМД-5250	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	1 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
ПМВ-5250	2 1	2 1	2 1	2 1	2 1	2 1	2 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
КЛЗ	6 4	6 4	6 4	6 4	6 4	6 4	4 2	- 2	- 2	- 2	- 2	- 2
Снятие ПСП												
ДЗ-126В	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
первичная планировка поверхности отвалов												
ДЗ-94	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
вторичная планировка поверхности отвалов												
ДЗ-59	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
Погрузка ПСП												
ЭО-4321	2 3	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
Транспортирование ПСП												
КамАЗ - 65115	16 12	16 12	16 12	16 12	16 12	16 12	16 12	- 12	- 12	- 11	- 11	- 11
Укладка и планировка ПСП												
ДЗ-98В	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1

Продолжение таблицы 5.9

Наименование ГТО	Количество в год											
	1	2	3	4	5	6	7	7	9	10	11	12
	количество	количество	количество	количество	количество	количество	количество	количество	количество	<sup>3</sup> количество	количество	количество
Снятие ПСП												
ДЗ-126В	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$
первичная планировка поверхности отвалов												
ДЗ-94	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$
вторичная планировка поверхности отвалов												
ДЗ-59	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$
Погрузка ПСП												
ЭО-4321	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$
Транспортирование ПСП												
КамАЗ - 65115	$\frac{16}{12}$	$\frac{16}{12}$	$\frac{16}{12}$	$\frac{16}{12}$	$\frac{16}{121}$	$\frac{16}{121}$	$\frac{16}{12}$	$\frac{-}{12}$	$\frac{-}{12}$	$\frac{-}{11}$	$\frac{-}{11}$	$\frac{-}{11}$
Укладка и планировка ПСП												
ДЗ-98В	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{1}$

Примечание. Числитель – объемы работ варианта № 1. Знаменатель – вариант № 2.



Таблица 5.10 - Расчет потребности электроэнергии на горных работах

Наименование	Ед. изм.	Цена за ед. руб.	Потребность в год													
			1		2		3		4		5		6		7	
			Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>«Бюсайрус-Ири» 495-В</b>	шт.		2		2		2		2		2		2		2	
			2		2		2		2		2		2		2	
электроэнергия-	кВт час	0,9	3732000	3358800	3732000	3358800	3732000	3358800	3732000	3358800	3732000	3358800	3732000	3358800	3732000	3358800
<b>ЭШ-25.120</b>	шт.		1		1		1		1		1		1		1	
			1		1		1		1		1		1		1	
электроэнергия-	кВт час	0,9	3150000	2835000	3150000	2835000	3150000	2835000	3150000	2835000	3150000	2835000	3150000	2835000	3150000	2835000
<b>ЭШ-6,5.45У</b>	шт.		2		2		2		2		2		2		2	
			2		2		2		2		2		2		1	
электроэнергия-	кВт час	0,9	882000	793800	882000	793800	882000	793800	882000	793800	882000	793800	882000	793800	882000	793800
<b>ЭРШРД-5250</b>	шт.		3		3		3		3		3		3		2	
			3		3		3		3		3		3		3	
электроэнергия-	кВт час	0,9	9660000	8694000	9660000	8694000	9660000	8694000	9660000	8694000	9660000	8694000	9660000	8694000	6440000	5796000
<b>ПМД-5250</b>	шт.		2		2		2		2		2		2		1	
			2		2		2		2		2		2		1	
электроэнергия	кВт час	0,9	3402000	3061800	3402000	3061800	3402000	3061800	3402000	3061800	3402000	3061800	3402000	3061800	1701000	1530900
<b>ПМВ-5250</b>	шт.		2		2		2		2		2		2		-	
			1		1		1		1		1		1		1	
электроэнергия	кВт час	0,9	3402000	3061800	3402000	3061800	3402000	3061800	3402000	3061800	3402000	3061800	3402000	3061800	-	0
<b>КЛЗ</b>	шт.		6		6		6		6		6		6		4	
			4		4		4		4		4		4		2	
электроэнергия	кВт час	0,9	6624000	5961600	6624000	5961600	6624000	5961600	6624000	5961600	6624000	5961600	6624000	5961600	4416000	3974400
Итого				27766800		27766800		27766800		27766800		27766800		27766800		18288900
				578702094		462935195		597159107		600132532		762487240		531188262		846761114

Продолжение таблицы 5.10

Наименование	Ед. изм.	Цена за ед. руб.	Потребность в год									
			8		9		10		11		12	
			Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>«Бюсайрус-Ири» 495-В</b>	шт.		-		-		-		-		-	
			2		2		2		2		2	
электроэнергия-	кВт час	0,9	-	-	-	-	-	-	-9	-	-	-
			3732000	3358800	3732000	3358800	3732000	3358800	3732000	3358800	3732000	3358800
<b>ЭШ-25.120</b>	шт.т.		-		-		-		-		-	
			1		1		1		1		1	
электроэнергия-	кВт час	0,9	-		-		-		-		-	
			3150000	2835000	3150000	2835000	3150000	2835000	3150000	2835000	3150000	2835000
<b>ЭШ-6,5.45У</b>	шт.		-		-		-		-		-	
			1		1		1		1		1	
электроэнергия-	кВт час	0,9	-		-		-		-		-	
			441000	396900	441000	396900	441000	396900	441000	396900	441000	396900
<b>ЭРШРД-5250</b>	шт.		-		-		-		-		-	
			2		2		2		2		2	
электроэнергия-	кВт час	0,9	-		-		-		-		-	
			6440000	5796000	6440000	5796000	6440000	5796000	6440000	5796000	6440000	5796000
<b>ПМД-5250</b>	шт.		-		-		-		-		-	
			1		1		1		1		1	
электроэнергия-	кВт час	0,9	-		-		-		-		-	
			1701000	1530900	1701000	1530900	1701000	1530900	1701000	1530900	1701000	1530900
<b>ПМВ-5250</b>	шт.		-		-		-		-		-	
			1		1		1		1		1	
электроэнергия-	кВт час	0,9	-		-		-		-		-	
			1701000	1530900	1701000	1530900	1701000	1530900	1701000	1530900	1701000	1530900
<b>КЛЗ</b>	шт.		-		-		-		-		-	
			2		2		2		2		2	
электроэнергия-	кВт час	0,9	-		-		-		-		-	
			2208000	1987200	2208000	1987200	2208000	1987200	2208000	1987200	2208000	1987200
Итого				-		-		-		-		-
				730231795		792850042		795922174		904222064		1072524066

Примечание. Числитель – варианта № 1. Знаменатель – вариант № 2.



Продолжение таблицы 5.11

Наименование	Ед. изм.	Цена за ед. руб.	Потребность в год									
			8		9		10		11		12	
			Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Бульдозер: ДЗ-126В, ДЗ-94, ДЗ-59</b>	шт.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3		3		3		3		3	
дизельное топливо	литр	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3456	69120	3456	69120	3456	69120	3456	69120	3456	69120
моторное масло	литр	240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			10	2067	10	2067	10	2067	10	2067	10	2067
<b>Автосамосвалы: КамАЗ - 65115</b>	шт.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			12		12		12		12		12	
дизельное топливо	литр	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			215888	4317768	23896	477918	222629	4452588	217400	4348008	217400	4348008
автошины	шт.	7952,0	23302	185299412	2579	20510116	24030	191085288	23465	186597179	23465	186597179
<b>БелАЗ-75501</b>	шт.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3		3		3		3		3	
дизельное топливо	литр	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3427302	68546038	3741016	74820324	3755276	75105519	4297146	85942922	5152730	103054610
автошины	шт.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			10282	616914346	11223	673382917	11266	675949671	12891	773486294	15458	927491489
<b>Автогрейдер ДЗ-98В</b>	шт.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			1		1		1		1		1	
дизельное топливо	литр	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			135920	2718400	140200	2804000	140200	2804000	136880	2737600	136880	2737600
моторное масло	литр	240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			398	79537	410	82042	410	82042	400	80099	400	80099
гидравлическое масло	литр	200,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			26	5184	26	5184	26	5184	26	5184	26	5184
<b>Экскаватор ЭО-4321</b>	шт.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			1		1		1		1		1	
дизельное топливо	литр	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			47520	950400	47520	950400	47520	950400	47520	950400	47520	950400
моторное масло	кг	240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			143	28512	143	28512	143	28512	143	28512	143	28512

Примечание. Числитель – варианта № 1. Знаменатель – вариант № 2.

Таблица 5.12 - Расчет фонда оплаты труда рабочих

Категория работающих	Тарифная ставка, руб.	Действительный фонд рабочего времени	Списочная численность, чел.	Основная заработная плата, тыс. руб.	Заработная плата с надбавками, тыс. руб.	Дополнительная заработная плата (10,2 %), тыс. руб.	Всего ФОТ, тыс. руб.
1	2	3	4	5	9	10	11
<b>Рабочие</b>							
<b>основные процессы</b>							
<b>Вскрыша</b>							
Машинист экскаватора «Бюсайрус-Ири» 495-В	640,00	356	3/3	683,52	1025,28	104,58	1129,86
Помощник машиниста экскаватора «Бюсайрус-Ири» 495-В	505,00	356	3/3	539,34	809,01	82,52	891,53
Машинист экскаватора ЭШ-25.120	640,00	356	1/1	227,84	341,76	34,86	376,62
Помощник машиниста экскаватора ЭШ-25.120	505,00	356	1/1	179,78	269,67	27,51	297,18
Машинист экскаватора ЭШ-6,5.45У	640,00	356	3/3	683,52	1025,28	104,58	1129,86
Помощник машиниста экскаватора ЭШ-6,5.45У	505,00	356	3/3	539,34	809,01	82,52	891,53
Водитель автосамосвала БелАЗ-75501	490,00	356	6/5	1046,64/872,20	1569,96/1308,30	160,14/133,45	1730,10/1441,75
Итого рабочих			20/19	3899,98/3725,54	5849,97/5588,31	596,71/570,02	6446,68/6158,33
<b>Добыча</b>							
Экипаж ЭРШРД-5250	640,00	365	36/36	8409,60	1261,44	128,67	1390,11
Экипаж ПМД-5250	640,00	365	6/6	1401,60	2102,40/	214,44	2316,84
Экипаж ПМВ-5250	640,00	365	6/6	1401,60	2102,40	214,44	2316,84
Машинисты КЛЗ	505,00	365	12/12	2211,90	3317,85	338,42	3656,27
Итого рабочих			60/60	13424,7/13424,7	8784,09/8784,09	895,97/895,97	9680,06/9680,06

<b>Снятие ПСП</b>							
машинист бульдозера ДЗ-126В	470,00	240	1	112,80	169,2	17,26	186,46
<b>Первичная планировка поверхности отвалов</b>							
машинист бульдозера ДЗ-94	470,00	240	1	112,80	169,2	17,26	186,12
<b>Вторичная планировка поверхности отвалов</b>							
машинист бульдозера ДЗ-59	470,00	240	1	112,80	169,2	17,26	186,12
<b>Погрузка ПСП</b>							
машинист экскаватора колесного ЭО-4321	470,00	240	1	112,80	169,2	17,26	186,12
<b>Транспортирование ПСП</b>							
водитель КамАЗ - 65115	420,00	240	24/18	2419,2	3628,8	370,14	3998,94
				1814,4	2721,6	277,60	2999,20
<b>Укладка и планировка ПСП</b>							
машинист автогрейдера ДЗ-98В	420,00	240	1	100,8	151,2	15,42	166,62
Итого рабочих:			29/23	2971,2/2366,4	4456,8/3549,6	385,56/362,06	4165,56/3911,66
Всего рабочих			109/102	20295,88/19516,64	19090,86/17922	1878,24/1828,05	20292,3/19750,05

Примечание. Числитель – вариант № 1. Знаменатель – вариант № 2.

Таблица 5.13. Расчет фонда оплаты труда ИТР

Должность	Кол-во	Оклад, руб.	Итого с районным коэффициентом, руб.	Годовой фонд заработной платы тыс. руб.
На горных работах				
Начальник участка	1	26000	41600	499,20
Механик	3	60000	96000	1152,00
Горный мастер	3	60000	96000	1152,00
Итого	7	146000	233600	2803,20
На ландшафтно-восстановительных работах				
Начальник участка	1	15990	25584	307,01
Механик	1	10300	16480	197,76
Горный мастер	1	9650	15440	185,28
Итого	3	35940	57504	690,05
Всего	10	181940	291104	3493,25

Оценка эффективности вариантов проведена на основе расчета следующих показателей [29,38]

#### 1. Чистый дисконтированный доход (ЧДД)

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^{T^D} (C_t^D \cdot V_t^D - C_t^D + A_t^D - H_t^D - K_t^D) \cdot (1+E)^t + \sum_{t=0}^{T^P} (C_t^P \cdot S_t^P - C_t^P + A_t^P - H_t^P - K_t^P) \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (5.1)$$

где -  $C_t^D$  - цена угля в  $t$  – м году, ( $C_t^D = 400 \text{ руб} / \text{м}$ );  $V_t^D$  – объем добычи в том же году, ( $V_t^D = 20 \text{ млн. т}$ );  $C_t^P$  – доход от сенокосов в  $t$  – м году, ( $C_t^P = 4800 \text{ руб} / \text{га}$ );  $S_t^P$  - количество восстановленных земель в том же году, га (табл. 5.8);  $C_t^D$  и  $C_t^P$  – годовые эксплуатационные издержки горных и рекультивационных работ в  $t$  – м году, руб/год (табл. 5.4);  $A_t^D$  и  $A_t^P$  – амортизационные отчисления горных и рекультивационных работ в  $t$  – м году, руб (табл. 5.4);  $H_t^D$  и  $H_t^P$  – сумма уплаченных налогов и обязательных отчислений горных и рекультивационных работ в  $t$  – м году, руб (табл. 5.4);  $K_t^D$  и  $K_t^P$  – капитальные вложения горных и рекультивационных работ в  $t$ -м году, руб (табл. 5.5);  $E$  – норматив капитальных вложений ( $E=0,08$ );  $T_t^D$  – отработка запасов в  $t$  – м году (будучи приведенные к окончанию рекультивации) в вариантах: № 1 и № 2 соответственно с 1 по 7 годы и с 1-12 годы;  $T_t^P$  – рекультивация в  $t$  – м году в вариантах: № 1 и № 2 соответственно с 10 по 16 годы и с 10 по 21 годы.

Результаты расчета критерия ЧДД по вариантам отображены на рисунке 5.1.

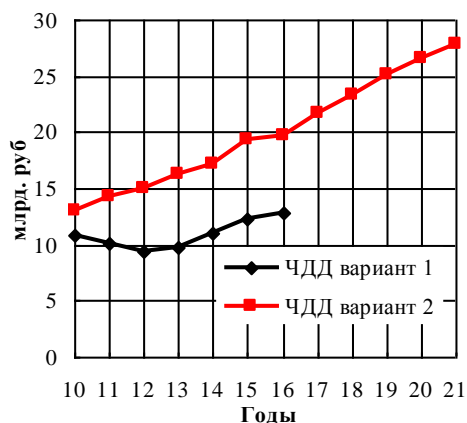


Рисунок 5.1 – Зависимость ЧДД от времени отработки запасов и проведения рекультивационных работ

Как видно из графика рис. 5.1 величина, и, следовательно, эффективность расчетного ЧДД во втором варианте больше, чем в первом, но при первом варианте срок отработки запасов и рекультивационных работ меньше на 5 лет, чем во втором.

Если оценку предстоящих затрат и результатов в предлагаемых вариантах осуществлять в пределах расчетного периода  $T$ , принимаемого равным сроку службы горного предприятия с учетом времени отработки запасов и проведения рекультивационных работ, то видно, что в варианте 1 время отработки запасов и рекультивация земель меньше на 5 лет, чем в варианте 2. При этом отработка запасов, и рекультивация земель проводятся в полном объеме, как и в варианте 2 при одинаковой производственной мощности предприятия. Это достигается за счет интенсификации отработки запасов по падению и восстанию и применения дополнительного горнотранспортного оборудования (вар. 1). При этом применение дополнительного оборудования (вар. 1) приводит в выше полученном показателе (ЧДД) в варианте 2 к большим величинам экономических показателей, но более продолжительным временным периодам и, следовательно, соответствующим этим временным периодам затратам.



В таблице 5.9 представлено горнотранспортное оборудование, как на горных, так и на рекультивационных работах. Из этого видно, какое количество привлекается, в том числе и дополнительное горнотранспортное оборудование, а именно в варианте 1 на автотранспортной вскрыше и рекультивационных работах количество автосамосвалов больше, чем во втором вследствие большего расстояния транспортирования.

На автотранспортной, бестранспортной вскрышах и переэкскавации в обоих вариантах применяется одинаковое количество экскаваторов. За исключение во втором варианте в 7 году на переэкскавации на один экскаватор меньше, чем в первом.

На добычных работах в обоих вариантах применяется равное количество экскаваторов за исключением в первом варианте по сравнению со вторым на 7 году на один экскаватор меньше, чем во втором варианте. Количество ПМВ-5250 и КЛЗ в первом варианте больше, чем во втором.

На рекультивации количество оборудования равно.

Количественное сравнение горнотранспортного оборудования для обоих вариантов выполнено за период с 10 по 16 год (7 лет).

Отсюда можно сделать вывод, что на сравнительную эффективность выше полученного экономического показателя влияют в основном это различное количество автотранспорта и расстояние транспортирования, а так же большее количество ПМВ-5250 и КЛЗ в первом варианте.

Таким образом, резерва например, для увеличения производственной мощности в первом варианте, чтобы получить, за счет этого более высокую эффективность предлагаемых показателей можно сказать, что нет.

Выводы.

1. Развития горных работ по первому варианту уступает соответствующей величине ЧДД второму варианту, но выигрывает по интенсивности (времени) отработки запасов и восстановление земель.

2. Наиболее объективную и соответствующую оценку при выборе вариантов, учитывающих время отработки запасов и рекультивацию земель, дают сле-

дующие показатели использования земельных ресурсов. А именно текущая земельность, относительные потери земель и степень использования земельных ресурсов, так как в полученных аналитических выражениях взаимно увязаны величины вскрышных, добычных и рекультивационных работ (см. разд. 3.5). При этом полученные величины значений, выше перечисленных показателей во втором варианте значительно уступают аналогичным значениям в первом (см. глав. 4). Таким образом, предпочтение отдается варианту 1. При этом средняя величина ЧДД за 7 лет составит 10 871 233 407 руб./год.

3. Своевременное восстановление земель за счет регулирования (изменения) направления и порядка развития горных работ без изменения производственной мощности предприятия ведет к изменению основных показателей использования земельных ресурсов и сроков отработки запасов, а так же времени рекультивационных работ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является научно-квалификационной работой, в результате выполнения которой решена актуальная научно-практическая задача по обоснованию технологии при открытой разработке мощных пологозалегающих угольных пластов, позволяющая своевременно проводить рекультивационные работы, обеспечивать высокую скорость восстановления нарушенных земель, минимальные сроки и площади изъятия их под горные выработки.

Основные научные и практические результаты заключаются в следующем.

1. Разработанный алгоритм на основе системного анализа рациональных технологий рекультивационных работ показал, что влияющими на характер и степень нарушения земель управляющими факторами являются схема и место заложения (относительно контуров разреза) вскрывающих выработок, их параметры, система разработки и способы механизации. Последние, в свою очередь, зависят от режима нарушения и восстановления земель и срока существования разреза с учетом проведения рекультивационных работ, а также от горнотехнических условий разработки.

2. Горнотехнические условия, морфометрические параметры техногенного рельефа района разработки, параметры схем комплексной механизации и режим нарушения и восстановления земель определяют главные параметры рабочей зоны разреза, к которым относятся её длина, ширина и глубина, производственная мощность, промышленные запасы, срок существования предприятия, параметры вскрывающих выработок.

3. Установленные механизмы взаимосвязи между способом вскрытия, системой разработки и схемой комплексной механизации показывают, что способы вскрытия определяются видом вскрывающих выработок, которые устанавливают признаки, по которым оценивают ландшафтные нарушения земной поверхности от проведения вскрывающих выработок. Способ вскрытия связан со структурой комплексной механизации, которая в свою очередь определяет наименование системы разработки не только по признаку перемещения

вскрышных пород и полезного ископаемого, но и как принципа и технологии удаления вскрышных пород и одновременного проведения рекультивационных работ. Тип и количество технологического оборудования в схемах комплексной механизации определяют длину, ширину, глубину рабочей зоны разреза. От рабочих параметров горнотранспортного оборудования будут зависеть высоты и количество уступов (в том числе отвальных), а также и размеры рабочих площадок, а это влияет на разнос бортов, то есть на размеры нарушаемых земель, которые определяют на основе вышеизложенных механизмов взаимосвязи.

4. Установлены признаки и параметры для оценки уровня, степени нарушений и размеров площадей восстановления земель от остаточных горных выработок в зависимости от геологических и горнотехнических факторов, позволяющие обосновать эффективность способов вскрытия с точки зрения рационального использования земельных ресурсов. Так, признаки способов вскрытия, по которым оценивают ландшафтные нарушения земной поверхности от проведения вскрывающих выработок и определяются по значимости в зависимости от:

- времени;
- пространства и границ контура разреза;
- геометрической формы;
- пространственной ориентации залежи полезного ископаемого;
- сочетания количества и вида вскрывающих выработок;
- технологической эффективности вида транспортных потоков.

Полученные аналитические выражения по определению размеров площадей восстановления земель показывают, что на изменение площадей восстановления земель в большей степени оказывают глубина траншеи (высота уступа, борта разреза), величина уклона (подъема) и длина, ширина траншеи, бермы, а в существенно меньшей - угол откоса траншеи (уступа), и борта разреза.

5. Разработана систематизация способов вскрытия месторождений и их основных взаимосвязей, устанавливающая в первую очередь уровень нарушений земель, который определяется видом вскрывающих выработок (открытых

или подземных). При этом уровень размеров восстановлений земель определяется видом применяемого горнотранспортного оборудования. Степень нарушений и размеров восстановлений земель определяется геологическими и горнотехническими условиями.

6. Дано обоснование режиму нарушения и восстановления земель (РУТР), который определяется порядком развития горных работ, количественным календарным распределением площадей нарушений, восстановлений земель и соотношением объемов вскрышных и добычных работ по годам за весь срок существования разреза. При этом сформированные календарные графики нарушения и восстановления земель, объемы вскрышных, добычных и рекультивационных работ, должны отвечать принятым горнотехническим и экономическим критериям эффективности разработки.

7. Предложена классификация систем открытой разработки месторождений полезных ископаемых на основе принципа и технологии не только удаления вскрышных пород, но и одновременного проведения рекультивационных работ. В этом случае основным признаком приняты способы разработки, укладки и пригодность вскрышных пород, почв и породных прослоев для использования их при биологической рекультивации. К числу других, менее значимых признаков и по степени убывания значимости, отнесены следующие: период разработки и распределения горных работ в рабочей зоне разреза; направление развития горных работ в профиле и плане; место проведения рекультивационных работ относительно контуров горных выемок; способ механизации; способ формирования отвалов; способ технологического формирования ландшафтно-восстановительных работ; условия применения.

8. Областью эффективного проведения рекультивационных и горных работ в разрезе являются начало и продолжительность рекультивационных работ в разрезе, степень их совмещения с горными работами, а также эффективность их проведения. Начало проведение рекультивационных работ определяется наличием подготовленных площадей земель. Продолжительность рекультивационных работ в разрезе устанавливается в зависимости от выбранного последо-

вательно выполняемого комплекса работ по восстановлению нарушенных земель. Эти показатели оценивают степень эффективности рекультивационных работ за счет установления своевременных сроков их проведения в целях сокращения разрыва во времени между нарушением и восстановлением земель и определение рационального режима горных работ, что существенно снизит негативные последствия на экологию региона разработки и позволит более рационально использовать земельные ресурсы.

9. Установлены графо-аналитические зависимости извлекаемых запасов и объёмов вскрышных пород от нарушаемых и восстанавливаемых площадей земель при открытых разработках для оценки последствий открытой разработки на земельные ресурсы.

10. Разработана методика построения графиков горно-геометрического анализа разрезовских полей для определения рационального направления развития горных работ. В этом случае производится преобразования графиков  $S = f(L)$  и  $V = f(L)$  в графики  $S = f(T)$  и  $V = f(T)$ , что позволяет получить ежегодные объёмы горнотехнической рекультивации, добычных и вскрышных работ и установление срока службы предприятия с учетом горнотехнического этапа рекультивации. Построенные графики позволяют выявить главные параметры разреза по мере развития горных работ и влияющие на природную среду, к которым относятся: параметры рабочей зоны (длина, ширина и глубина); производственная мощность, промышленные запасы; срок существования предприятия; параметры вскрывающих выработок.

11. Разработаны способы регулирования режима вскрышных, добычных и рекультивационных работ, позволяющие получить календарный график объёмов вскрышных, добычных и рекультивационных работ, а также сроки, место и продолжительность этих работ для установления рационального направления развития горных работ. На примере разреза «Березовский - 1» при проведении горно-геометрического анализа доказано, что при вовлечении в разработку поля № 3 следует производить проходку разрезной траншеи не от выходов угольного пласта, а в правом торце смежного блока № 2. Таким образом, было изме-

нено с параллельного на двубортовое направление фронта работ, что позволило при неизменной производственной мощности уменьшить срок восстановления земель на пять лет.

12. Средняя величина ЧДД за 7 лет составит 10 871 233 407 руб./год.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горлов, В.Д. Рекультивация земель на карьерах [Текст] / В.Д. Горлов - М.: Недра, 1981. - 260 с.
2. Бобров, С.А. Определяющие технико-экологические параметры рабочей зоны карьера и принципы их установления при проектировании и развитии открытых горных работ [Текст] / С.А. Бобров, В.Е. Кисляков // Фундаментальные исследования. – М.: Академия естествознания. – 2005. - № 1. – С. 45-47.
3. Хохряков, В.С. Проектирование карьеров / В.С. Хохряков - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1980. - 336 с.
4. Арсентьев, А.И. Определение производительности и границ карьеров / А.И. Арсентьев - М.: Недра, 1970. - 319 с.
5. Атамась, П.А. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию границ открытой разработки комплексных месторождений полезных ископаемых / Атамась П.А., Воробьева С.И - Симферополь: Ин-т. минеральных ресурсов, 1981. - 55 с.
6. Близнюков, В.Г. Определение параметров карьера при переменном качестве руды и комплексном освоении железорудных месторождений / В.Г. Близнюков: Автореф. дис. докт. техн. наук - М., 1986. - 40 с.
7. Методика расчета производственной мощности угольного разреза - М.: ЦНИЭИуголь, 1984. - 53 с.
8. Егурнов, Г.П. Выбор оптимальной мощности угольных и железорудных карьеров / Г.П. Егурнов - М.: Недра, 1974. - 240 с.
9. Нормы технологического проектирования угольных и сланцевых разрезов. - М.: Минуглепром СССР, 1986. - 56 с.
10. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий черной металлургии с открытым способом разработки. - Л.: Гипроруда, 1983. - 257 с.
11. Бобров, С.А. Эколого-технологическая связь между способом вскрытия, системой разработки и схемой комплексной механизации [Текст] / С.А.



Бобров, В.Е. Кисляков. – Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова. – 2009. - № 4. – с. 9-10.

12. Дороненко, Е.П. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками [Тест] / Е.П. Дороненко - М.: Недра, 1979. - 263 с.

13. Бугайченко, В.Е. Выбор направлений рекультивации земель в Днепровском угольном бассейне / В.Е. Бугайченко // Уголь Украины. - 1980. - № 1. - с. 21-22.

14. Моторина, Л.В. Промышленность и рекультивация земель / Л.В. Моторина, В.А. Овчинников - М.: Мысль, 1975. - 240 с.

15. Алексеев, Ф.К. Временные указания по проектированию горнотехнической рекультивации земель, нарушенных открытыми разработками в Украинской ССР / Ф.К. Алексеев - Днепропетровск, 1979. - 130 с.

16. Бугайченко, В.Е. Повышение эффективности использования земельных отводов на открытых горных работах / В.Е. Бугайченко, А.В. Варфоломейчук // Уголь Украины. - 1980. - № 6. - С. 15-16.

17. Михайлов, А.М. Охрана окружающей среды при разработке месторождений открытым способом / А.М. Михайлов. - М. : Недра, 1981. - 184 с.

18. Томаков, П.И. Влияние основных природных и горнотехнических факторов на удельную землеемкость добычи угля / П.И. Томаков, В.С. Коваленко, А.П. Тюлькин // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. - М.: Наука, 1978. - с. 95-110.

19. Томаков, П.И. Рациональное землепользование при открытых разработках / П.И. Томаков, В.С. Коваленко. – М. : Недра, 1984. - 214 с.

20. Полищук, А.К. Техника и технология рекультивации на открытых разработках/ А.К. Полищук, А.М. Михайлов, И.И. Заудальский и др. – М.: Недра, 1977. - 215 с.

21. Бобров, С.А. Показатели, характеризующие проведение ландшафтно-восстановительных работ в карьере [Текст] / С.А. Бобров, В.Е. Кисляков// Современные технологии освоения минеральных ресурсов. – Красноярск: СФУ. – 2008. - № 6. – С. 94-97.

22. Безганс, Б.Е. Краткий толковый словарь по рекультивации земель / Б.Е. Безганс, Н.Е. Бекаревич и др. - Новосибирск: Наука, 1980. - 35 с.
23. В.С. Коваленко, Рекультивация земель на карьерах: Учебное пособие. В 2 ч. / В.С. Коваленко, Р.М. Штейнцайг, Т. В.Голик // Основные требования к рекультивации нарушенных земель.-Ч. 1. -М.: МГУ, 2003. – 65 с.
24. Цукерман, И.С. Временные методические указания по рекультивации нарушенных земель в угольной промышленности / И.С. Цукерман, В.М. Игошин, М.В. Мощенникова, Т.К. Надршин и др, Пермь, 1980. – 300 с.
25. Трубецкой, К.Н. Справочник. Открытые горные работы [Текст] / К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Винницкий, Н.Н. Мельников и др. – М.: Горное бюро, 1994.- 590 с.: ил.
26. Ржевский, В.В. Научные основы проектирования карьеров [Текст] / В.В. Ржевский, М.Г. Новожилов, Б.П. Юматов и др. - М., Недра, 1971.- 600 с.
27. Ржевский, В.В. Открытые горные работы [Текст] / В.В. Ржевский // Часть 2. Технология и комплексная механизация. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1985. – 549 с.
28. Мельников, Н.В. Краткий справочник по открытым горным работам / Н.В. Мельников - 4-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1982.- 414 с.
29. Трубецкой, К.Н. Проектирование карьеров [Текст] / К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Академии горных наук, 2001.- Т.1. – 519 с.
30. Крутов, В.И. Основы научных исследований: Учеб. для техн. вузов/В.И. Крутов, И.М. Грушко, В.В Попов и др. – М.: Высш. шк., 1989. – 400 с.: ил.
31. Бобров, С.А. Факторы, влияющие на размеры восстановления земель от остаточных горных выработок [Текст] С.А. Бобров, В.Е. Кисляков // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. – Кемерово: ГУ КузГТУ. – 2008. – с. 78-79.
32. Барсуков, И.М. Новый аспект рационального использования земельных ресурсов в обосновании режима горных работ и закономерности влияния

главных параметров разреза на размеры нарушаемых и рекультивированных площадей земель [Текст] / И.М. Барсуков, С.А. Бобров, В.Е. Кисляков // Проблемы использования и охраны природных ресурсов центральной Сибири. – Красноярск: КГУП КНИИГ и МС. - 2003. – № 5. - С. 62-69.

33. Бобров, С.А. Режим нарушения и восстановления земель на открытых горных работах [Текст] / С.А. Бобров, В.Е. Кисляков. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова. – 2007. - № 3 (19). – С. 3-5.

34. Бобров, С.А. Эколого-технологическая классификация систем открытой разработки месторождений полезных ископаемых [Текст] / С.А. Бобров, В.Е. Кисляков. – М.: Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. - № 8. – С. 5-13.

35. Бобров, С.А. Основные принцип и признаки эколого-технологической классификации систем открытой разработки месторождений полезных ископаемых [Текст] / С.А. Бобров, В.Е. Кисляков // Современные технологии освоения минеральных ресурсов. – Красноярск: СФУ. – 2007. - № 5. – С. 82-100.

36. Кисляков, В.Е. Выбор и обоснование главных параметров карьера при эколого-геометрическом анализе месторождений наклонного залегания [Текст] / В.Е. Кисляков, С.А. Бобров. М.: Маркшейдерия и недропользование. – 2008. - № 6 (38). – С. 59-63.

37. Бобров, С.А. Определение срока существования горнодобывающих предприятий при открытых разработках месторождений полезных ископаемых [Текст] / С.А. Бобров, В.Е. Кисляков // Современные технологии освоения минеральных ресурсов. – Красноярск: СФУ. – 2010. - № 8. – С. 113-123.

38. Томаков, П.И. Экология и охрана природы при открытых горных работах: Учеб. пособие. [Текст] / П.И. Томаков, В.С. Коваленко, А.М. Михайлов, А.Т. Калашников – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2000. - 417 с.

39. Мельников, Н.В. Теория и практика открытых разработок / Н.В. Мельников, А.И. Арсентьев, М.С. Газизов и др.-М.: Недра, 1973. – 636 с.

40. Реентович Э.И. Применение линейного программирования для оптимального порайонного планирования режима горных работ карьеров [Текст] / Реентович Э.И. / Проектирование и строительство угольных предприятий, № 68, ЦНИИТЭИуголь. - М: Недра, 1964.

41. Ржевский, В.В. Открытые горные работы [Текст] / В.В. Ржевский. //Часть I. Производственные процессы– 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. -509 с.

42. ГОСТ 17.5.1.03 – 86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации [Текст]. – Взамен ГОСТ 17.5.1.03-78; введ. 1988–01–01. М: Изд-во стандартов, 1998. – 6 с.

43. Арсентьев, А.И. Определение главных параметров карьера / А.И. Арсентьев, О.В. Шпанский, Г.П. Константинов, В.Л. Бложе. - М.: Недра, 1976. 213 с.

44. Бобров, С.А. Регулирование режима вскрышных, добычных и ландшафтно-восстановительных работ. / С.А. Бобров, В.Е. Кисляков // Современные технологии освоения минеральных ресурсов. – Красноярск: СФУ. – 2013. - № 11. – С. 111-114.

45. Бобров, С.А. Постановка и решение задач по охране земель при обосновании технологии вскрышных, добычных и рекультивационных работ - путь рационального и оптимального использования земельных и минеральных ресурсов. / С.А. Бобров // Современные технологии освоения минеральных ресурсов. – Красноярск: СФУ. – 2014. - № 12. – С. 69-77.

46. Кисляков, В.Е. Обоснование параметров работ по террасированию и выполаживанию ярусов отвалов при горнотехническом этапе рекультивации. / В.Е. Кисляков, С.А. Бобров, А.А. Гузеев. // Известия вузов. Горный журнал, 2014. № 8.

47. Пулико, В.И. Пособие к СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации «Охрана окружающей среды» / В.И. Пулико, И.В. Красный, Н.Н. Павлов, В.П. Абарыков, В.Х. Хачатурьян – М.: ГП «ЦЕНТРИВЕСТ-проект», 2000. 235 с.

48. Федоров, А.В. Анализ горных работ ОАО «СУЭК-Красноярск» и схемы развития филиала «Разрез Березовский-1» А.В. Федоров, В.П. Шорохов, В.Е. Кисляков, С.А. Бобров / Современные технологии освоения минеральных ресурсов. – Красноярск: СФУ. – 2009. - № 7. – С. 144-153.

49. Пат. 2394157 Российская Федерация, МПК Е 21 С 41/26. Способ открытой разработки месторождений полезных ископаемых [Текст] / Федоров А.В., Шорохов В.П., Кисляков В.Е., Бобров С.А. ; заявитель и патентообладатель Красноярск. Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (RU). - № 2009120010/03 ; заявл. 26.05.09 ; опубл. 10.07.10, Бюл. № 19. – 7 с. : ил.

50. Федоров, А.В. Варианты технологии горных работ в филиале ОАО «СУЭК - Красноярск» «Разрез Березовский – 1» / А.В. Федоров, В.П. Шорохов, В.Е. Кисляков, С.А. Бобров. // Уголь, 2009. № 12. Авт.

51. Пат. № 2213224 Российская Федерация, 7 Е 21 С 41/26. Способ открытой разработки месторождений полезных ископаемых [Текст] / Бобров С.А., Еременко Е.В., Кисляков В.Е.; заявитель и патентообладатель Красноярская государственная академия цветных металлов и Золота. - № 2002113067/03 ; заявл.17.05.02 ; опубл. 27.09.03, Бюл. № 27. – 6 с. : ил.

52. <http://www.taxpravo.ru/directory/article/101800> transportnyiy nalog 2009 stavki krasnoyarskiy kraj.

53. Типовые технологические схемы ведения горных работ на угольных разрезах. - М.: Недра, 1982. 405 с.