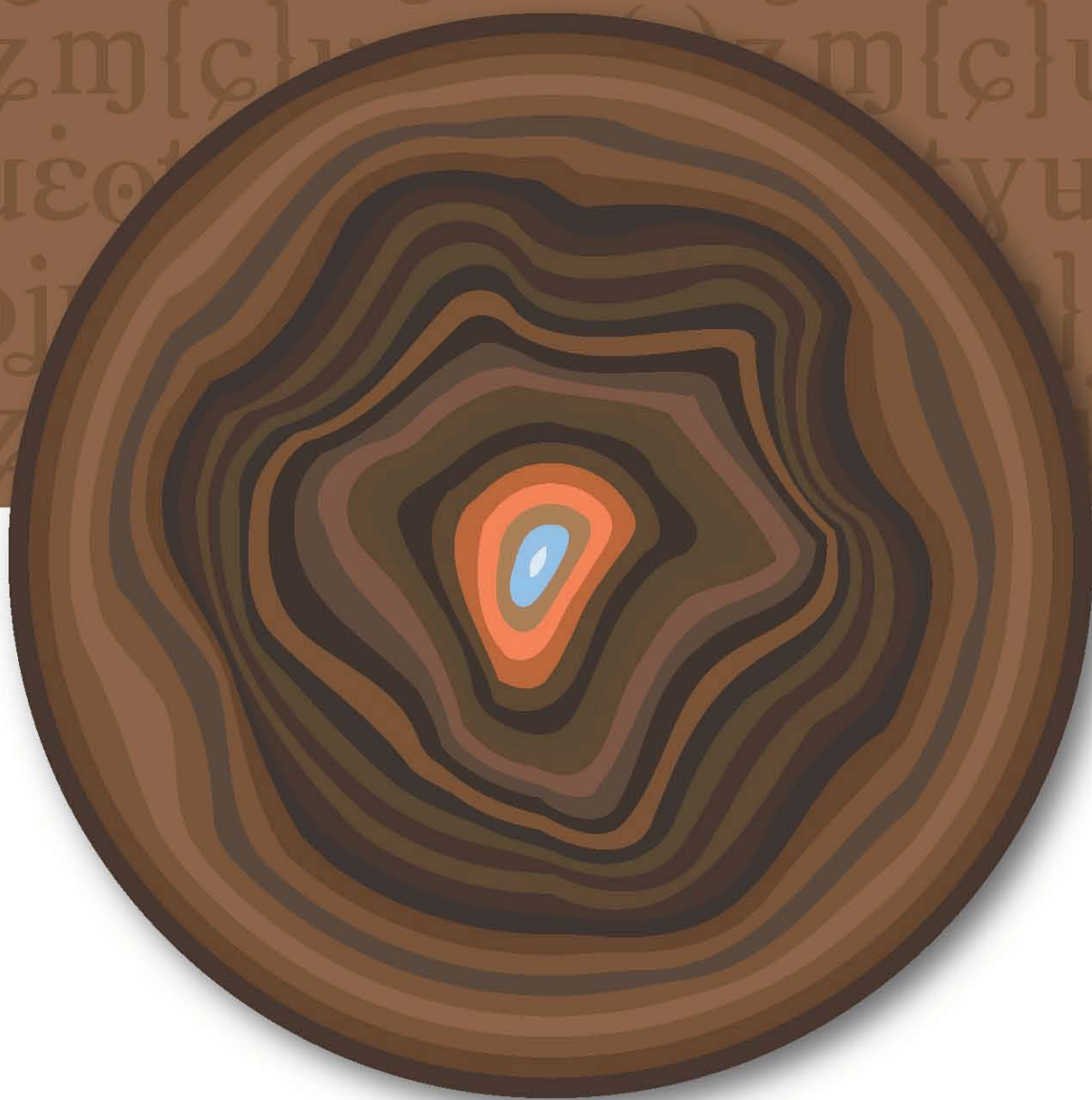




СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



С. А. Бобров, В. Е. Кисляков

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ
МОЩНЫХ ПОЛОГОЗАЛЕГАЮЩИХ
УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

УДК 622.271.32
ББК 33.31,26
Б725

Р е ц е н з е н т ы:

Ю. М. Овешников, доктор технических наук, профессор Забайкальского государственного университета, заведующий кафедрой «Открытые горные работы»;

И. И. Вашилаев, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем освоения недр Института химии и химической технологии СО РАН

Бобров, С. А.

Б725 **Обоснование технологии открытой разработки мощных пологозалегающих угольных пластов : монография / С. А. Бобров, В. Е. Кисляков. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. – 156 с. ISBN 978-5-7638-3924-1**

Приведены результаты исследований процессов вскрышных, добычных и рекультивационных работ. Описаны механизмы взаимосвязи между этими процессами в зависимости от горнотехнических условий разработки месторождений полезных ископаемых. Изложена методология определения срока существования горнодобывающих предприятий с учетом проведения горнотехнического и биологического этапов рекультивации.

Предназначена для научных сотрудников, аспирантов и инженерно-технических работников. Может быть полезна специалистам для проектных организаций, а также и студентам, обучающимся по специальности «Открытые горные работы».

Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 622.271.32
ББК 33.31,26

ISBN 978-5-7638-3924-1

© Сибирский федеральный университет, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Программа 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.

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 также 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 также 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 время 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, характеризуются 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.

Выбор наиболее эффективного варианта направления развития горных работ в режиме рационального нарушения и восстановления земель, в зависимости от горнотехнических условий разработки, возможен при условии проведения горно-геометрического анализа месторождения, построения календарного графика вскрышных, добычных и рекультивационных работ и следования 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 и позволяют создать 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 позволит 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 совокупности с главными параметрами разреза является актуальной научной и важной практической задачей.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОХРАНЫ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ КАНСКО-АЧИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

1.1. СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Наибольшее и наименьшее количество нарушенных сельскохозяйственных угодий (2100 и 981 га, из них 90,4 и 100 %) – это 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 указывает на 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 руб., 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 Красноярского края). 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 равным периоду развития лесных культур до смыкания крон, что в регионе разработки месторождений Канско-Ачинского угольного бассейна 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 необходимо устанавливать оптимальный вариант (варианты) направления рекультивации.

Таблица 1.1

Земельный баланс территории формирования Канско-Ачинского угольного бассейна* по состоянию на 2006 г.

Административный район	Нарушено, га				Общая площадь	Восстановлено, га				Строительство и другие цели, га	Землевание, га	Создание искусственных водоёмов, га	Прочее, га
	Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые		Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые				
Рыбинский	1 759,9/100	1 759,9/100	-/-	-/-	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	2 100/100	1 899/90,4	-/-	201/9,6	447,3/100	297,7/66,6	-/-	200,8/44,9	96,9/21,7	98/21,9	-/-	0,9/0,1	51/11,4
Шарьповский	981/100	981/100	-/-	-/-	256,1/100	251,1/98	-/-	251,1/98	-/-	-/-	-/-	2/0,8	3/1,2
Итого	4 840,9/100	4 639,9/95,8	-/-	201/4,2	1 580,1/100	1 376,1/87,1	236,4/14,9	1 012,3/64,1	127,4/8,1	98/6,2	-/-	5/0,3	99/6,4

Примечание. В числителе – тыс. га; в знаменателе – % от общей доли.

*По данным ОАО «СУЭК-Красноярск» и Комитета по земельным ресурсам и землеустройству Красноярского края.

Таблица 1.2

**Земельный баланс разрезов Канско-Ачинского угольного бассейна*
по состоянию на 1995 г.**

Административный район	Нарушено, га				Общая площадь	Восстановлено, га				Землевание, га	Создание водоемов, га	Прочее, га
	Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые		Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые			
Рыбинский (разрез «Бородинский»)	1 571/100	1 571/100	-/-	-/-	381/100	58/15,2	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	323/84,8
Назаровский (разрез «Назаровский»)	1 919/100	1 919/100	-/-	-/-	120/100	9/7,5	19/15,8	72/60	-/-	-/-	-/-	20/16,7
Шарьповский (разрез «Березовский»)	737/100	737/100	-/-	-/-	5/100	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	5/-
Итого	4 227/100	4 227/100	-/-	-/-	506/100	67/13,2	19/3,8	72/14,2	-/-	-/-	-/-	348/68,8

Примечание. В числителе – тыс. га; в знаменателе – % от общей доли.

* По данным Комитета по земельным ресурсам и землеустройству Красноярского края.

Таблица 1.3

**Земельный баланс разрезов Канско-Ачинского угольного бассейна *
по состоянию на 2000 г.**

Административный район	Нарушено, га				Общая площадь	Восстановлено, га				Землевание, га	Создание искусственных водёмов, га	Прочее, га
	Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые		Всего сельхозугодий	Пашня	Лес	Кормовые			
Рыбинский (разрез «Бородинский»)	1 519/100	1 519/100	-/-	-/-	40/100	8/20	8/20	-/-	-/-	-/-	-/-	32/80
Назаровский (разрез «Назаровский»)	1 796/100	1 796/100	-/-	-/-	64,5/100	17/26,4	-/-	8/12,4	9/14	-/-	-/-	47,5/73,6
Шарьповский (разрез «Березовский»)	737/100	737/100	-/-	-/-	-100	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Итого	4 052/100	4 052/100	-/-	-/-	104,5/100	25/24	8/7,7	8/7,7	9/8,6	-/-	-/-	79,5/76

Примечание. В числителе – тыс. га; в знаменателе – % от общей доли.

* По данным Комитета по земельным ресурсам и землеустройству Красноярского края.

Таблица 1.4

Земельный баланс разрезов Канско-Ачинского угольного бассейна * по состоянию на 2006 г.

Административный район	Нарушено, га				Общая площадь	Восстановлено, га				Строительство и другие цели, га	Землевание, га	Создание водоемов, га
	Всего сельхоз угодий	Пашня	Лес	Кормовые		Всего сельхоз угодий	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. В числителе – тыс. га; в знаменателе – % от общей доли.

* По данным ОАО «СУЭК-Красноярск»

Показатели состояния использования земельных ресурсов, представленные 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. 1.2–1.4).

1.2. ДИНАМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ НА РАЗРЕЗАХ ОАО «СУЭК-КРАСНОЯРСК»

За 2001–2006 гг. открытыми разработками на разрезах ОАО «СУЭК-Красноярск» было нарушено 246,9 га земель сельскохозяйственных угодий, а восстановлено в 5,8 раза больше (1 434,1 га). За указанный срок объем добычи на разрезах «Бородинский» «Назаровский» и «Березовский» составил, соответственно, 114 499, 29 236 и 35 046 тыс. т (табл. 1.5). Для сравнения отметим, что открытыми разработками на 1.01.1986–87 гг. 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, 2 717 и 1 667,6 га (табл. 1.6). Большая часть изымаемых земель при открытой добыче угля приходится на разрез: 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 %, то есть 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 реалистично отображает земельный баланс разрезов Канско-Ачинского угольного бассейна в указанный период разработки.

На примере разрезов Канско-Ачинского угольного бассейна («Бородинский-1», «Назаровский» и «Березовский-1») рассмотрим динамику использования земель, характеризующуюся основными показателями: размерами нарушаемых S_n и восстанавливаемых S_v земель, коэффициентом рекультивации K_p , текущей землеемкостью добычи угля P , размерами теряемых земель Π , степенью использования земель $K_{и}$. Их изменение по годам разработки показано на рис. 1.1–1.20.

Таблица 1.5

Земельный баланс разрезов Канско-Ачинского угольного бассейна *

Год	Объемы добычи угля, тыс. т		Нарушено, га		Восстановлено, га			Складирование ПСП, м ³	Использовано ПСП, м ³	Снято ПСП, м ³	Землевание, га	Создание водосемов, га
	Пашня	Лес	Кормовые угодья	Пашня	Лес	Кормовые угодья	Строительство и другие цели					
Разрез «Бородинский»												
2001	20 049	5,0	5,0	10,5	5,0	0,0	0,0	44 320,0	41 870,0	20 000,0	0,0	0,0
2002	17 735	4,4	4,4	30,0	202,4	0,0	0,0	13 770,0	116 207,0	17 560,0	0,0	0,0
2003	21 183	1,0	1,0	138,8	155,0	0,0	0,0	279 740,0	352 912,0	4000,0	0,0	0,0
2004	18 581	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	333 540,0	0,0	800,0	0,0	0,0
2005	17 533	9,3	9,3	0,0	129,1	0,0	0,0	0,0	186 850,0	33 470,0	0,0	0,7
2006	19 418	22,0	22,0	45,1	66,9	26,5	0,0	96 870,0	0,0	76 950,0	0,0	3,7
Итого	114 499	41,9	41,9	224,4	558,4	26,5	0,0	768 240,0	697 839,0	152 780,0	0,0	4,4
Разрез «Назаровский»												
2001	6 433	0,0	0,0	150	10,0	18,0	28,0	370,0	150 000,0	520 000,0	0,0	0,0
2002	5 276	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2 500,0	0,0	0,0	0,0
2003	4 904	2,0	0,0	0,0	170,0	35,0	70,0	0,0	175 000,0	7 500,0	0,0	0,0
2004	3 849	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10 000,0	10 000,0	0,0	0,0
2005	5 002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2006	3 762	0,0	0,0	51,0	12,8	32,9	0,0	0,0	189 000,0	178 000,0	0,0	0,6
Итого	29 236	4,0	0,0	201,0	192,8	85,9	98,0	370,0	526 500,0	715 500,0	0,0	0,6
Разрез «Березовский»												
2001	8 824	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	5 526	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	5 939	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	4 851	0,0	0,0	0,0	86,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
2005	4 828	0,0	0,0	0,0	141,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2006	5 078	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого	35 046	0,0	0,0	0,0	248,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0

* По данным ОАО «СУЭК-Красноярск»

Таблица 1.6

Земельный баланс разрезов Канско-Ачинского угольного бассейна *

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	2 965,8	1 740,6	2 720	2 521	2 348,3	367,6
В том числе пашни	1 767,6	1 099,6	2 132	2 078	402,0	293,1
кормовые	748,4	307	533	396	171,0	12,3
лесные	345,7	261,0	52	44	1 392,0	39,0
водные	–	–	–	–	4,0	–
прочие	104,1	73,0	3	3	379,3	23,2
Из общего объема под карьером	1 495,4	1 369,0	2 622,0	2 189,0	378,9	275,3
В том числе внутренними отвалами	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	–	–	–	–	–	–

* По данным управления рекультивации ПО «Красноярскуголь» (на 1.01.1987 г.); ** по состоянию на 1.01.1986 г.

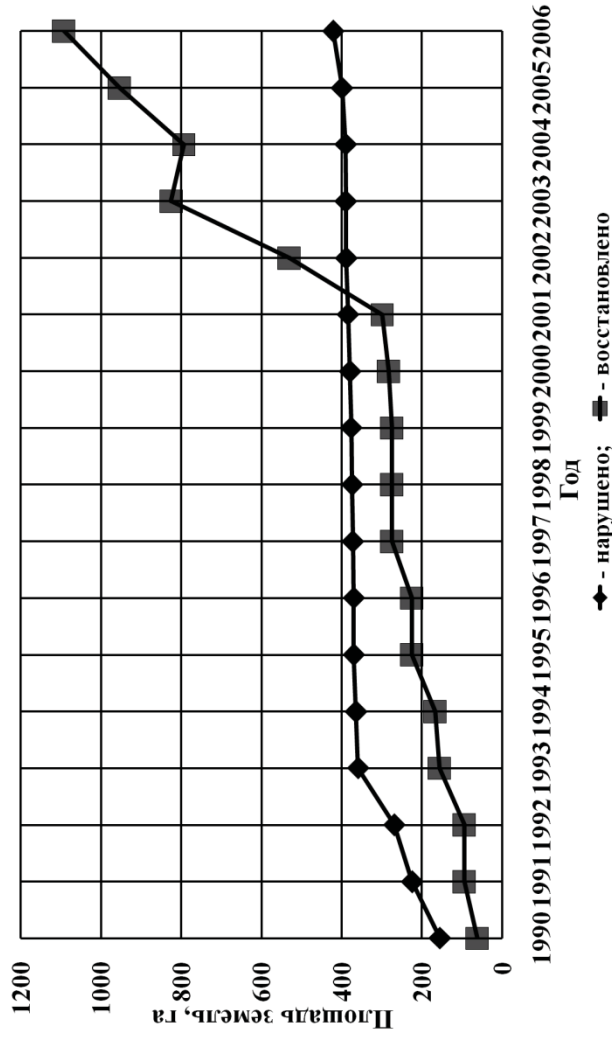


Рис. 1.1. Динамика изменения площадей нарушаемых и восстанавливаемых земель на разрезе «Бородинский-1»

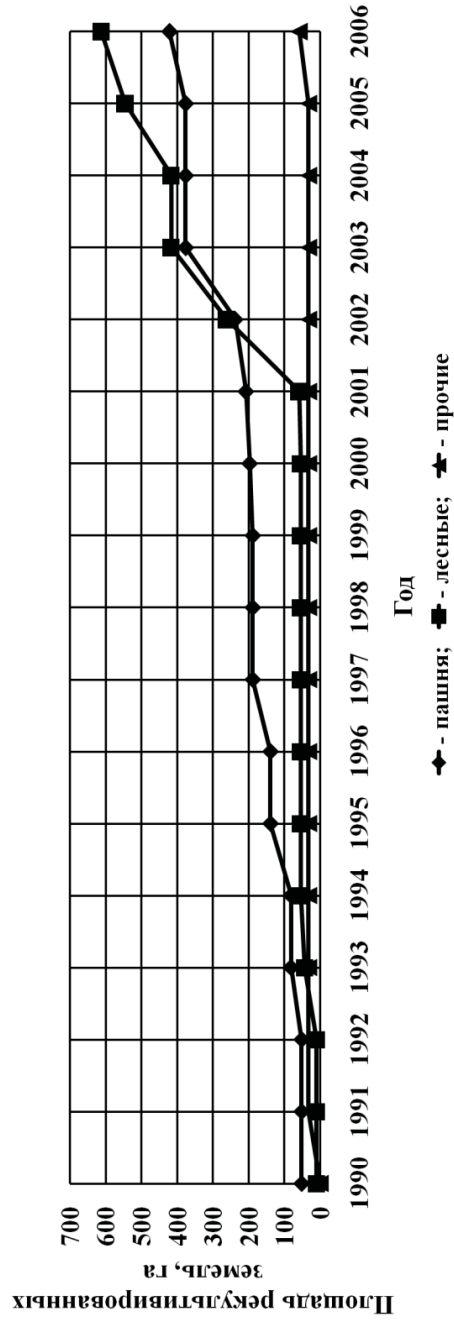


Рис. 1.2. Динамика изменения площади рекультивированных земель на разрезе «Бородинский-1»

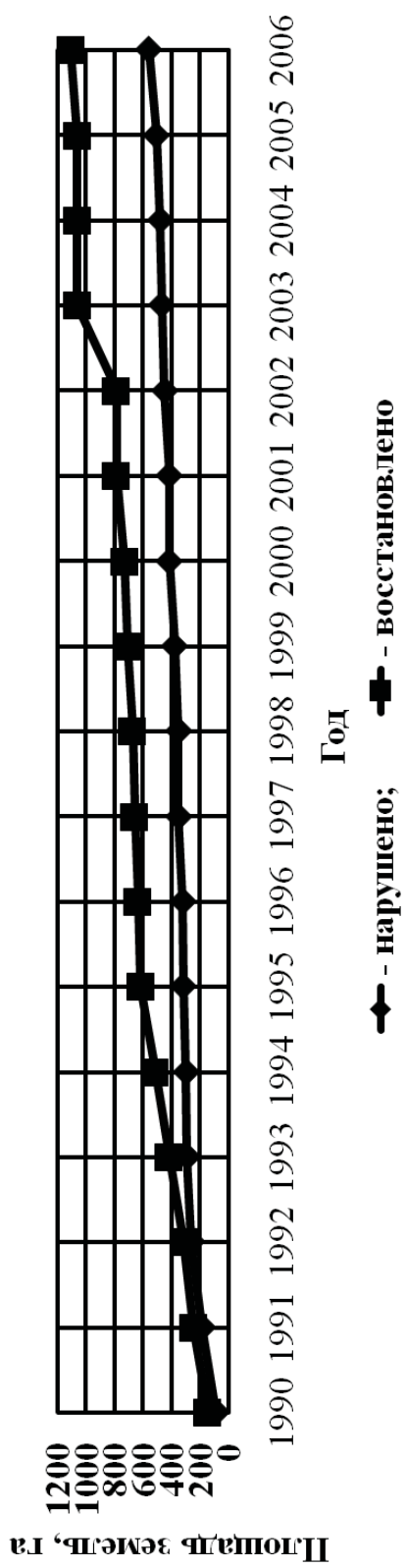


Рис. 1.3. Динамика изменения площади нарушаемых и восстанавливаемых земель на разрезе «Назаровский»

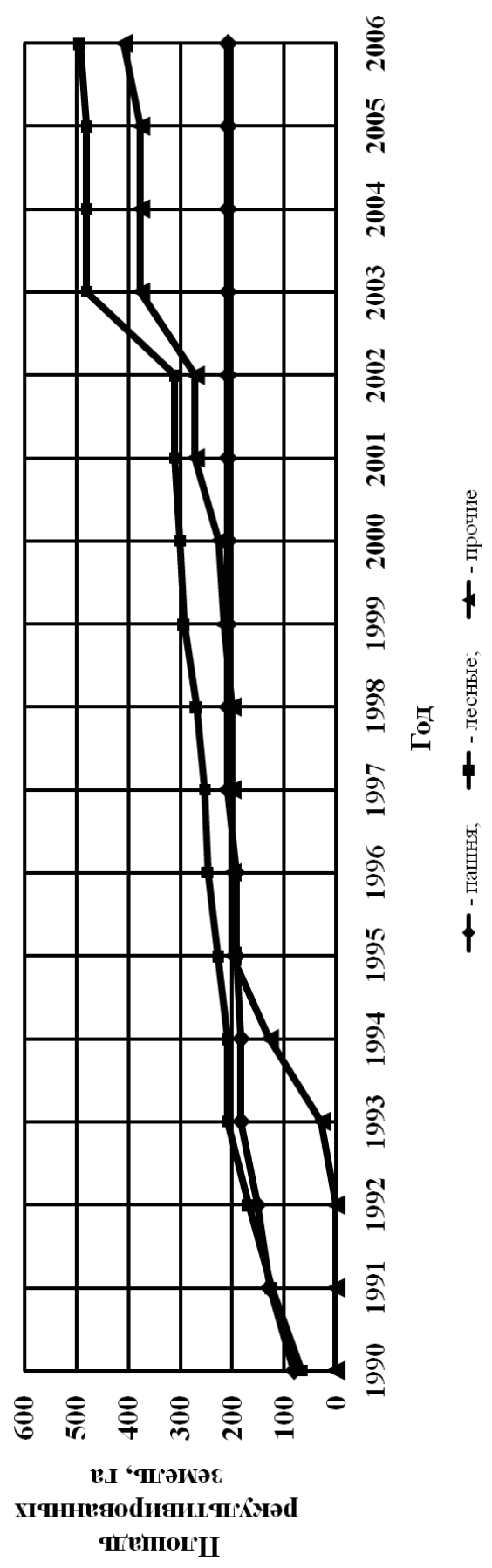


Рис. 1.4. Динамика изменения площади рекультивированных земель на разрезе «Назаровский»

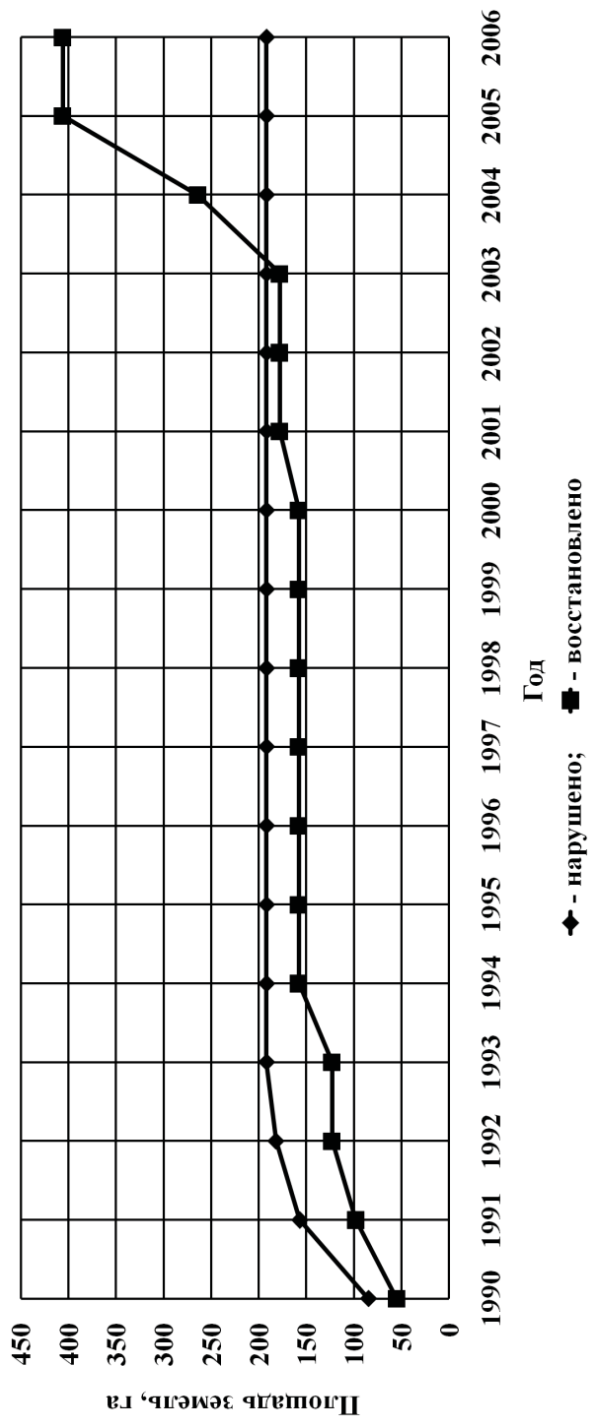


Рис.1.5. Динамика изменения площадей нарушаемых и восстанавливаемых земель на разрезе «Березовский-1»

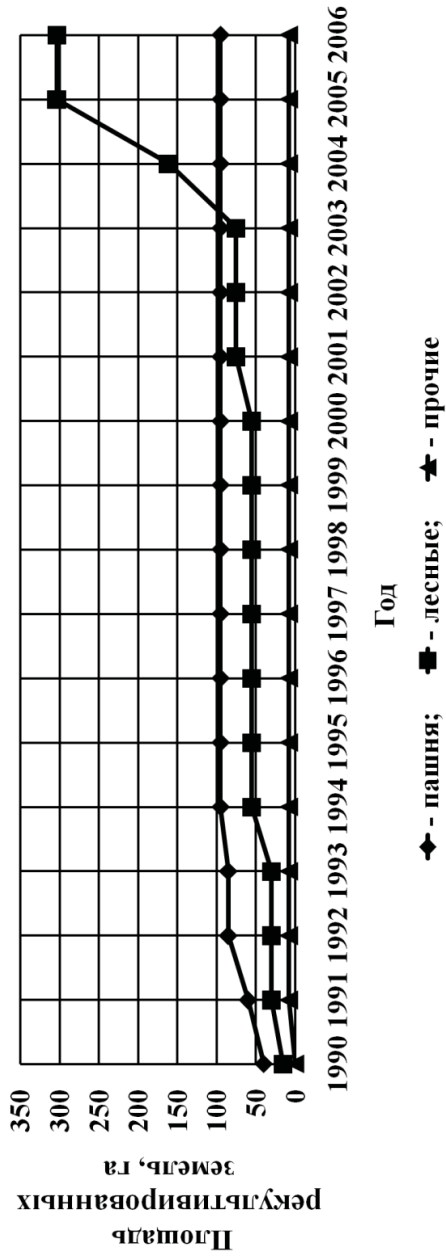


Рис 1.6. Динамика изменения площади рекультивированных земель на разрезе «Березовский-1»