

ИССЛЕДОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ БАЙКАЛА

УДК 504.05

А. Д. АБАЛАКОВ, Н. Б. БАЗАРОВА

Институт географии СО РАН, г. Иркутск

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В БАССЕЙНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Представлена схема изучения и оценки техногенного воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду водосборного бассейна оз. Байкал. Разработаны показатели, с использованием которых дана экологическая оценка деятельности отдельных предприятий и нарушенности земель в пределах муниципальных образований. Приведены примеры различных типов горнодобывающих предприятий, оказывающих наиболее сильное влияние на состояние окружающей среды. Результаты исследований представлены в виде карты. На ней картознаками показаны горнодобывающие предприятия, а количественным фоном отражена плотность нарушенных земель по административным районам в пределах водосборной части бассейна озера. Форма, размер и цвет условных знаков зависят от способа разработки месторождений, площади нарушенных земель, токсичности сырья и свойств ландшафта. На исследуемой территории выделен ряд группировок эксплуатируемых месторождений, в ареале которых отмечается максимальная нарушенность земель, обусловленная значительными площадями открытых горных работ и большими объемами перемещенных пород и добываемого сырья. Представленные материалы могут быть использованы для управления состоянием окружающей среды и оптимизации природопользования в районах деятельности предприятий горнодобывающей промышленности, что будет способствовать снижению техногенного воздействия на экосистемы водосборного бассейна оз. Байкал.

Ключевые слова: горнодобывающие предприятия, окружающая среда, экологическая оценка, водосборный бассейн оз. Байкал, карта.

Presented is the scheme of study and assessment of technogenic impacts from the mining industry on the environment of the Lake Baikal drainage basin. We have developed the indicators which have been used in making an ecological assessment of the operation of separate enterprises and the degree of disturbance of lands within municipal entities. Examples are provided for different types of mining enterprises having the strongest influence on the state of environment. The findings are represented as a map. The cartographic symbols on the map show the mining enterprises, while the quantitative background corresponds to the density of disturbed lands for administrative districts within the lake's drainage basin. The shape, size and color of the symbols depend on the method of mining the deposits, the area of disturbed lands, toxicity of raw materials, and on landscape properties. In the study area, we identified a number of groups of deposits currently being mined, showing the highest degree of disturbance of lands caused by significant areas of open-pit mining, and by large volumes of transported barren rock and raw materials. The findings reported in this paper can be used in environmental governance and optimization of nature management in areas of mining industries in order to mitigate technogenic effects on the ecosystems within the Lake Baikal drainage basin.

Keywords: mining enterprises, environment, ecological assessment, Lake Baikal drainage basin, map.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время горнопромышленный комплекс является одним из крупнейших источников нарушения и загрязнения природной среды. Интенсивное использование земельных участков для добычи полезных ископаемых приводит к разрушению поверхностного слоя земли, возникновению горных выработок и отвалов вскрышных пород, нарушению гидрологического режима рек, загрязнению почв, поверхностных и подземных вод, разрушению целостности экологической системы и природных ландшафтов [1, 2].

Большое значение горнодобывающей промышленности для Сибири и Монголии обусловлено их существенной ресурсно-сырьевой специализацией. В условиях перехода к устойчивому (сбалансиро-

ванному) развитию особое значение придается высокой экономической эффективности отрасли с соблюдением экологической безопасности, повышением социального уровня и качества жизни населения.

Значительная часть исследуемой территории входит в состав центральной и буферной зон Байкальской природной территории в пределах России. Естественным продолжением буферной зоны является водосборный бассейн Байкала в пределах Монголии. В соответствии с Законом РФ «Об охране озера Байкал» [3] экологическое зонирование представляет собой основной инструмент его реализации. Особые природоохранные ограничения распространяются на центральную экологическую зону, окружающую оз. Байкал. К видам деятельности, запрещенным в этой зоне, среди прочих относятся добыча сырой нефти и природного газа, радиоактивных и металлических руд, разведка и разработка новых месторождений, ранее не затронутых эксплуатационными работами. Запрещена добыча полезных ископаемых на акватории оз. Байкал и в его водоохранной зоне, в руслах нерестовых рек и их водоохранных зонах.

В буферной зоне разведанные и подготовленные к освоению месторождения полезных ископаемых, а также горнодобывающие производства располагаются в пределах экологических районов шестого типа — регламентированного интенсивного развития (промышленных). Этот тип характеризуется высокосложными ландшафтами и их компонентами при средней и низкой чувствительности к антропогенным нагрузкам. Промышленные районы занимают главным образом долинные, подгорные степные и подтаежные ландшафты. Основанием для выделения этих районов послужило их высокое значение для экономики региона горнодобывающей промышленности. Вместе с тем деятельность горнодобывающих предприятий не должна оказывать негативного влияния на экологическую систему озера.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являлись месторождения полезных ископаемых и деятельность предприятий горнодобывающей промышленности в пределах водосборного бассейна Байкала в аспекте воздействия на окружающую среду.

Основные направления и принципы проведенного исследования изложены в схеме (рис. 1). В процессе работы составлена карта воздействия горнодобывающей промышленности региона на окружающую среду (рис. 2), на которой дана оценка техногенной нагрузки предприятий, зависящая от способа разработки месторождений, токсичности сырья, специфики природной и социально-хозяйственных сфер.

Предприятия горнодобывающей промышленности отображены на карте значками разной формы, размера, структуры и цвета. Форма знака отражает способ добычи, размер — степень нарушенности земель, внешний контур (ободок) — устойчивость ландшафта, внутренний контур — его значимость. Цвет контура соответствует значениям показателей. Кружок в центре картознака и его цвет показывают уровень токсичности или экологическую опасность добываемого сырья и продуктов его обогащения. Отдельными кружками на карте обозначены месторождения полезных ископаемых, находящиеся на различных стадиях геологического изучения. Плотность нарушенных земель по административным районам отражена на карте методом количественного фона.

При составлении карты были использованы фондовые и опубликованные данные, в том числе Национальный атлас Монгольской Народной Республики [4], Эколого-географическая карта Российской Федерации [5], Атлас социально-экономического развития России [6], Атлас Монголии [7], Экологический атлас бассейна оз. Байкал [8], данные по экологической оценке горнодобывающих предприятий Республики Бурятия [9], Байкальской природной территории [10] и др. Проведено дешифрирование космических снимков высокого разрешения (залеты 2010–2014 гг.), по которым изучена ландшафтная структура территории, определено состояние производственной сферы и окружающей среды на участках недропользования. Картографическая оценка техногенной нарушенности ландшафтов в пределах рассматриваемой территории дана для 380 месторождений твердых полезных ископаемых (мелкие месторождения общераспространенных полезных ископаемых вследствие их незначительного воздействия на окружающую среду в данной работе не рассматривались). В настоящее время 76 месторождений разрабатываются, на 12 — добыча прекращена, они законсервированы либо переведены в резерв. Краткие сведения об этих 88 месторождениях приведены в табл. 1. Кроме отмеченных выше факторов, влияние горнодобывающих предприятий на окружающую среду определяется также свойствами ландшафтов. Информация о техногенной нагрузке горнодобывающих предприятий наиболее сильного воздействия на окружающую среду, используемая при составлении карты

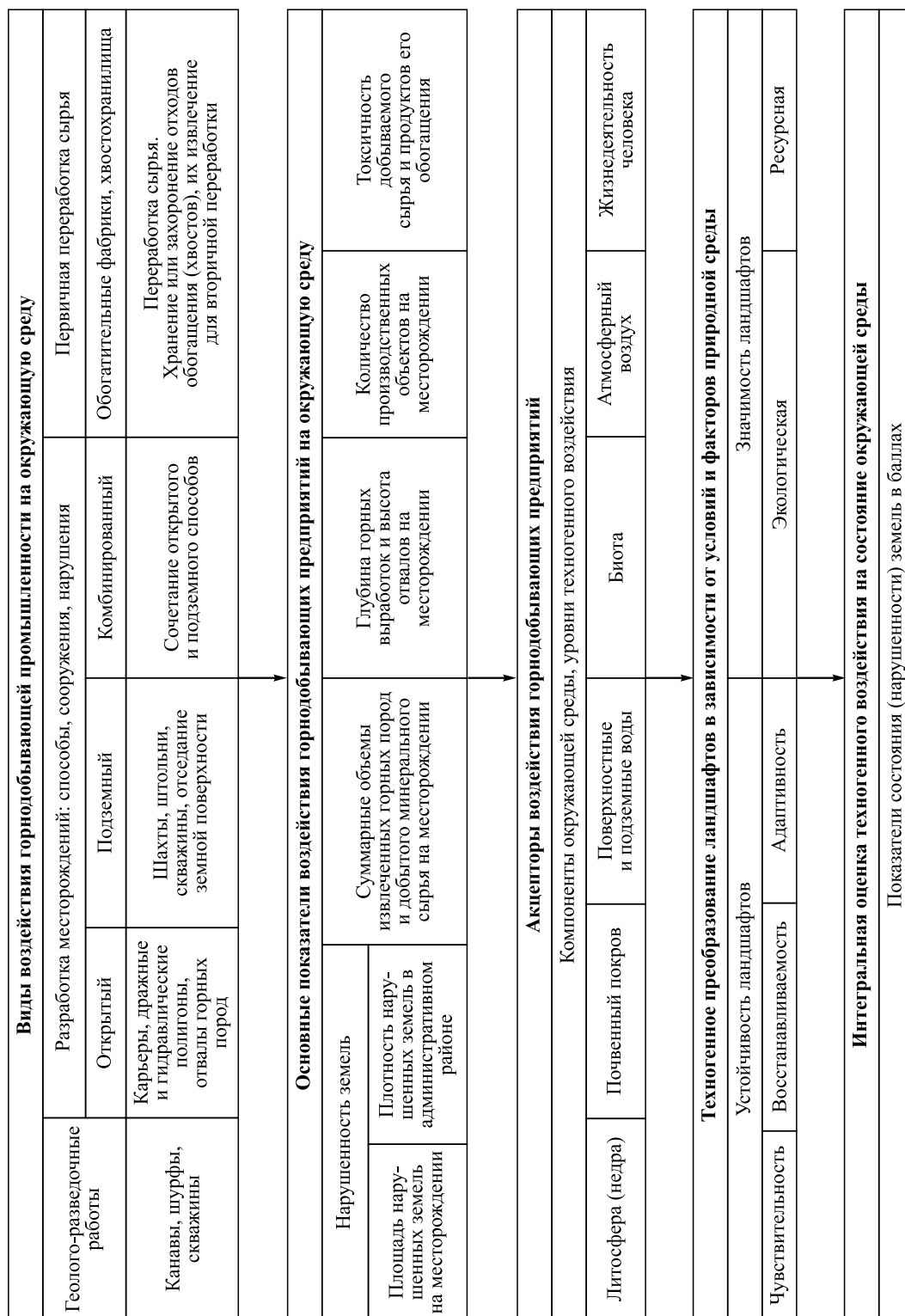


Рис. 1. Схема оценки воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду.

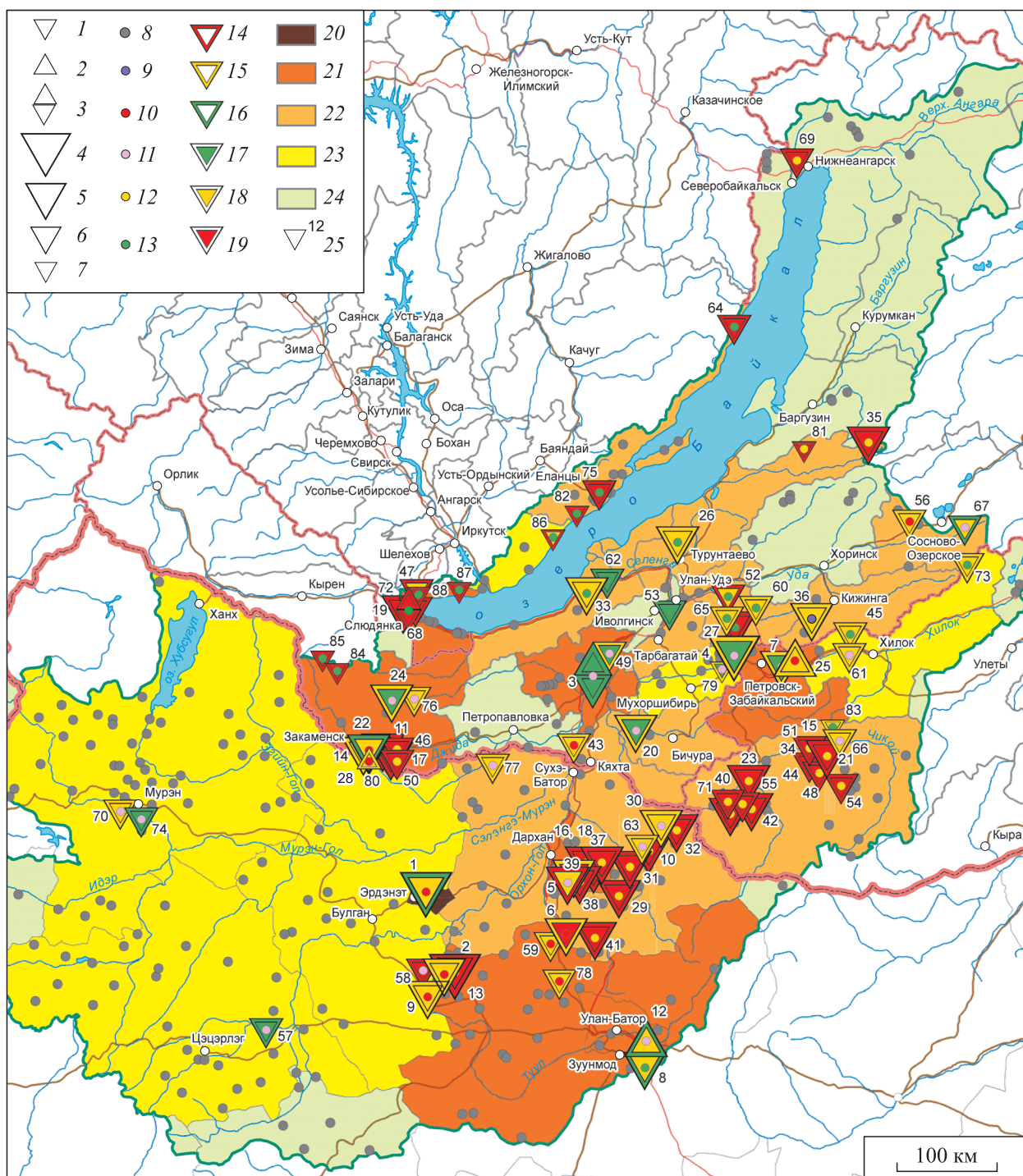


Рис. 2. Воздействие горнодобывающей промышленности на окружающую среду в бассейне оз. Байкал.

Горнодобывающие предприятия по характеру нарушений земель: 1 — карьеры, отвалы (открытый способ добычи); 2 — шахты, штольни, отвалы (подземный способ разработки); 3 — шахты, штольни, карьеры, отвалы (комбинированный способ). Площадь нарушенных земель, км²: 4 — более 10; 5 — 1–10; 6 — 0,1–1; 7 — менее 0,1. 8 — нарушенность ландшафтов под воздействием геолого-разведочных работ на месторождениях полезных ископаемых с площадью нарушений менее 0,01 км² (шурфы, канавы, скважины, подземные пути). Токсичность сырья и продуктов обогащения: 9 — очень высокая; 10 — высокая; 11 — повышенная; 12 — умеренная; 13 — низкая. Экологическая и ресурсная значимость (ценность) ландшафтов: 14 — высокая; 15 — средняя; 16 — низкая. Устойчивость ландшафтов к техногенному воздействию: 17 — высокая; 18 — средняя; 19 — низкая. Плотность нарушенных земель в пределах муниципальных образований, км²/тыс. км²: 20 — более 10; 21 — 1–10; 22 — 0,1–1; 23 — 0,01–0,1; 24 — менее 0,01. 25 — разрабатываемое либо ранее разрабатывавшееся месторождение, номер — см. карту и табл. 1.

Таблица 1

Площадь нарушенных земель на территории месторождений полезных ископаемых, разрабатываемых в настоящее время и разрабатывавшихся ранее в пределах водосборного бассейна оз. Байкал

Номер на рис. 2	Название месторождения	Добываемое сырье	Номер на рис. 2	Название месторождения	Добываемое сырье
<i>Площадь нарушенных земель более 10 км² (наиболее значительная)</i>			<i>Площадь нарушенных земель 0,1–1 км² (умеренная)</i>		
1	Эрдэнэтийн Овоо	Медь, молибден	43	Кяхтинский плавиково-шпатовый рудник	Плавиковый шпат
2	р. Туул и притоки	Золото россыпное	44	р. Глазкова	Золото россыпное
3	Гусиноозерское	Бурый уголь	45	Жипхегенское	Гранит
4	Олонь-Шибирское	Каменный уголь	46	р. Хайхат	Золото россыпное
<i>Площадь нарушенных земель 1–10 км² (значительная)</i>			47	Ангасольское	Гранит
5	Тумуртолгой	Железо	48	р. Куприха	Золото россыпное
6	Бороо	Золото рудное	49	Загустайское	Бурый уголь
7	Тарбагатайское	Бурый уголь	50	р. Малый Шабартай	Золото россыпное
8	Налайх	Строительные материалы	51	р. Куналей	»
9	Бумбат	Золото рудное	52	Тарабукинское	Доломит
10	р. Нижний Эро-Гол	Золото россыпное	53	Вахмистровское	Гранит, диорит
11	р. Мыргэншена	»	54	р. Сенькина	Золото россыпное
12	Налайх	Бурый уголь	55	р. Широкая	»
13	Нарийн Гол	Золото рудное	56	Эгитинское	Плавиковый шпат
14	Инкурское	Вольфрам	57	Тамир Гол	Железо
15	р. Горначиха	Золото россыпное	58	Захцаг	»
16	р. Шарын Гол левый	»	59	Нарантолгой	Золото рудное
17	Притоки р. Ойногор	»	60	Мухор-Талинское	Перлит
18	р. Шарын Гол	»	61	Буртуйское	Бурый уголь
19	Слюдянское (Перевал)	Мрамор	62	Тимлюйское	Суглинок
20	Окино-Ключевское	Бурый уголь	63	Баянгол	Железо
21	р. Широкая	Золото россыпное	64	Заворотнинское	Микрокварцит
22	Барун-Нарынское	Вольфрам	65	Татарский ключ	Известняк
23	р. Мельничная	Золото россыпное	66	Зашуланское	Каменный уголь
24	Сангинское	Бурый уголь	67	Дабан-Горхонское	Бурый уголь
25	Бом-Горхонское	Вольфрам	68	Буровщина	Мрамор
26	Черемшанское	Кварцит	69	руч. Кавынах	Золото россыпное
27	Билютинское	Известняк	70	Нуурэстэйн ам	Каменный уголь
28	р. Инкур	Вольфрам	71	р. Хилкотой	Золото россыпное
29	р. Верхний Эро-Гол	Золото россыпное	72	Слюдянское	Слюда – флогопит
30	Тумуртэй	Железо	73	Холинское	Цеолиты
31	р. Средний Эро-Гол	Золото россыпное	74	Жулчиг булаг	Каменный уголь
32	р. Худэр	»	75	Нарын-Кунтинское	Полевой шпат
33	Таракановское	Известняк	76	Хаара-Хужирское	Каменный уголь
34	р. Федотовка	Золото россыпное	77	Улаан Овоо	Бурый уголь
35	р. Левая Олдында	»	78	Цагаан даваа	Вольфрам
36	Ермаковское	Бериллий, флюорит	<i>Площадь нарушенных земель менее 0,1 км² (незначительная)</i>		
37	р. Шарын Гол правый	Золото россыпное	79	Никольское	Каменный уголь
38	р. Шарын Гол вблизи пос. Шарын Гол	»	80	Холтосонское	Вольфрам
39	Шарын Гол	Бурый уголь	81	р. Ямбуи	Золото россыпное
40	р. Морозова	Золото россыпное	82	Бугульдейское	Мрамор
41	Гачуурт	»	83	Малханское	Турмалин
42	р. Слюдянка	»	84	Харгантинское	Нефрит
			85	Хамархудинское	»
			86	Харгинское	Песок стекольный
			87	Участок 106 км КБЖД	Гранитогнейс
			88	Участок 149 км КБЖД	»

Таблица 2

Характеристика горнодобывающих предприятий наиболее сильного воздействия на окружающую среду

Номер на рис. 2	Горнодобывающее предприятие/разрабатываемое месторождение	Вид добываемого сырья	Токсичность сырья и продуктов обогащения	Способ разработки (характер нарушений)	Площадь нарушенных земель, км ²	Значимость ландшафта	Устойчивость ландшафта	Воздействие на компоненты окружающей среды				
								литосфера	атмосфера	гидросфера	биосфера	население
1	СП «Эрдэнэт»/Эрдэнэтийн Овоо	Медь, молибден	Высокая	Открытый (карьеры, отвалы, промзона)	44,5	Низкая	Средняя	Сильное	Сильное	Сильное	Умеренное	Сильное
2	Нет данных/р. Туул и притоки	Золото россыпное	Умеренная	Открытый (карьеры, отвалы, промзона)	38,4	Высокая	Низкая	Сильное	Слабое	Сильное	Сильное	Слабое
3	ООО «Разрез Байн-Зурхе»/Гусиноозерское	Бурый уголь	Повышенная	Комбинированный (карьеры, шахты, отвалы)	25,8	Низкая	Высокая	Сильное	Умеренное	Сильное	Умеренное	Сильное
4	ОАО «Разрез Тугуйский»/Олонь-Шибирское	Каменный уголь	Повышенная	Открытый (карьеры, отвалы)	18,2	Средняя	Высокая	Сильное	Сильное	Умеренное	Умеренное	Умеренное

Примечание. Гусиноозерское месторождение в 1944–1997 гг. обрабатывалось подземным способом, в 1973–2001 гг. и с 2006 г. по настоящее время — открытым.

и способствующая более полному раскрытию ее содержания, представлена в табл. 2.

Площадь нарушенных земель, зависящая в первую очередь от способа разработки, является ведущим показателем воздействия горнодобывающих предприятий на окружающую среду. По этому показателю все месторождения делятся на пять групп: наиболее значительного, значительного, умеренного, незначительного воздействия (разрабатываемые или разрабатывавшиеся ранее) и наиболее слабого (поисково-разведочные работы) (см. табл. 1).

Однако при более детальном рассмотрении учитываются дополнительные факторы, такие как токсичность сырья и продуктов обогащения, объемы перемещенных вскрышных пород и извлеченного сырья, трудно поддающиеся строгой количественной оценке свойства ландшафтов (их значимость и устойчивость), уровни техногенного воздействия на компоненты окружающей среды (см. табл. 2). При этом наряду с авторскими разработками [11] использовались методики, которые легли в основу создания Эколого-географической карты Российской Федерации [5] и анализа экологической ситуации при проведении геоэкологического районирования России [12], а также методика балльной оценки изменения окружающей среды в зависимости от свойств природных экосистем и факторов техногенного воздействия [13]. В дальнейшем для более полной характеристики влияния горнодобывающей промышленности на окружающую среду, прогнозирования и управления природно-техногенными системами целесообразно применение сквозной модели дисконтирования по совокупности перечисленных выше и других факторов [14].

Нами выделено три уровня техногенного воздействия на компоненты окружающей среды. Сильное воздействие сопровождается необратимыми изменениями, нарушения (загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод) значительно превышают предельно допустимые значения, что крайне негативно сказывается на здоровье населения. Умеренное воздействие не приводит к необратимым последствиям, но нарушения по некоторым показателям больше нормативных. При слабом воздействии изменения носят обратимый характер, их уровень не превосходит нормативных показателей, санитарно-гигиеническая обстановка не вызывает опасений. При оценке степени техногенного воздействия на литосферу, кроме площади нарушенных земель, принимали во внимание объем перемещенных пород и глубину горных выработок. При воздействии на здоровье человека учитывали степень близости населенных пунктов к участкам горных работ и перерабатывающих производств, а также токсичность сырья и продуктов обогащения. С учетом сказанного, для

каждого горнодобывающего предприятия дана дополнительная характеристика техногенного воздействия на компоненты природной среды, хозяйственной деятельности и здоровья человека (см. табл. 2).

Как отмечалось, попадающие в сферу воздействия предприятий горнодобывающей промышленности ландшафты оцениваются по критериям значимости и устойчивости, которые являются важнейшими показателями состояния географической среды, трансформирующейся в процессе взаимодействия природных и общественных систем. Выделяется два вида значимости ландшафтов: экологическая (способность поддержания естественного баланса, выполнения различных экологических функций, обеспечивающих высокую биологическую продуктивность и стабильность развития) и ресурсная, которая сводится к оценке компонентов ландшафта как природных ресурсов [11]. Нами степень значимости ландшафта определяется насыщенностью территории природными комплексами, выполняющими различные экологические (водоохранные, склонозащитные, средообразующие и др.) и ресурсные (водные, лесные, охотничье-промысловые, сельскохозяйственные, рекреационные и др.) функции. На месторождениях, где такими ландшафтами занято более 50 % от общей площади зоны техногенного влияния горнодобывающего предприятия, значимость ландшафтов высокая, 50–20 % — средняя, менее 20 % — низкая.

Устойчивость ландшафтов оценивается по отношению к техногенному воздействию. При этом учитываются два показателя: чувствительность (восприимчивость) к воздействию и восстанавливаемость (возврат в исходное состояние) после прекращения воздействия. Чувствительные ландшафты с низкой восстанавливаемостью — неустойчивые, с противоположными показателями — устойчивые. Критериями выступают прочностные свойства грунтов, крутизна и высота склонов, расчлененность рельефа, развитие экзогенных геологических процессов, в том числе техногенных. На участках с непрочными грунтами, крутыми расчлененными и высокими склонами, высокой пораженностью экзогенными геологическими процессами (более 50 %) устойчивость низкая. На участках с прочными грунтами, пологими невысокими склонами, низкой пораженностью экзогенными геологическими процессами (менее 20 %) устойчивость ландшафтов высокая. На участках с промежуточными значениями этих показателей техногенная устойчивость средняя. Ландшафты с высокими показателями экологической и ресурсной значимости, низкой устойчивостью к техногенному воздействию характеризуются неблагоприятными природными и социально-хозяйственными условиями недропользования; разработку месторождений на таких территориях следует проводить с соблюдением повышенных инженерно-геологических и экологических требований.

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ И ЕЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Наибольшее влияние на природную среду, проявляющееся в коренном переустройстве рельефа с образованием техногенных денудационных и аккумулятивных форм, оказывают горные разработки открытым способом. На рассматриваемой территории 74 месторождения разрабатываются открытым способом и только два — подземным (Бом-Горхонское месторождение вольфрама и месторождение бурого угля Налайх). Основные виды техногенных нарушений — это карьеры, отвалы горных пород, хвостохранилища. Принята следующая градация площади нарушенных земель (в км²): более 10 баллов — наиболее значительная, 1–10 — значительная, 0,1–1 — умеренная, 0,1–0,01 — незначительная, менее 0,01 балла — минимальная.

На не затронутых эксплуатационными работами месторождениях воздействие на окружающую среду представлено геолого-разведочными работами, заключающимися в проходке шурфов, канав, бурении скважин, строительстве и эксплуатации временных дорог и поселков. Площадь возникающих нарушений относительно невелика и условно принимается за 0,01 км². Кроме того, при оценке техногенного влияния важными показателями являются объемы вскрышных пород и добываемого сырья, а также глубина горных выработок. Однако из-за отсутствия достоверных сведений эти показатели учитывались косвенно.

Наиболее значительные по площади нарушения земель возникли в результате деятельности горнодобывающих предприятий на месторождениях Эрдэнэтийн Овоо (рис. 3, а), Гусиноозерское (см. рис. 3, б), Олонь-Шибирское. Их разработка сопровождается образованием крупных карьеров и отвалов вскрышных и вмещающих пород, достигающих в объеме более 200 млн м³.

Обширные, но относительно небольшие по объемам перемещенных вскрышных пород линейные участки нарушенных земель появляются в долинах рек под воздействием разработки месторождений россыпного золота. Это связано с тем, что в регионе преобладают протяженные мелкозалегающие (глубина до 15 м) россыпи. В результате происходит загрязнение воды, деформация русел рек, сни-

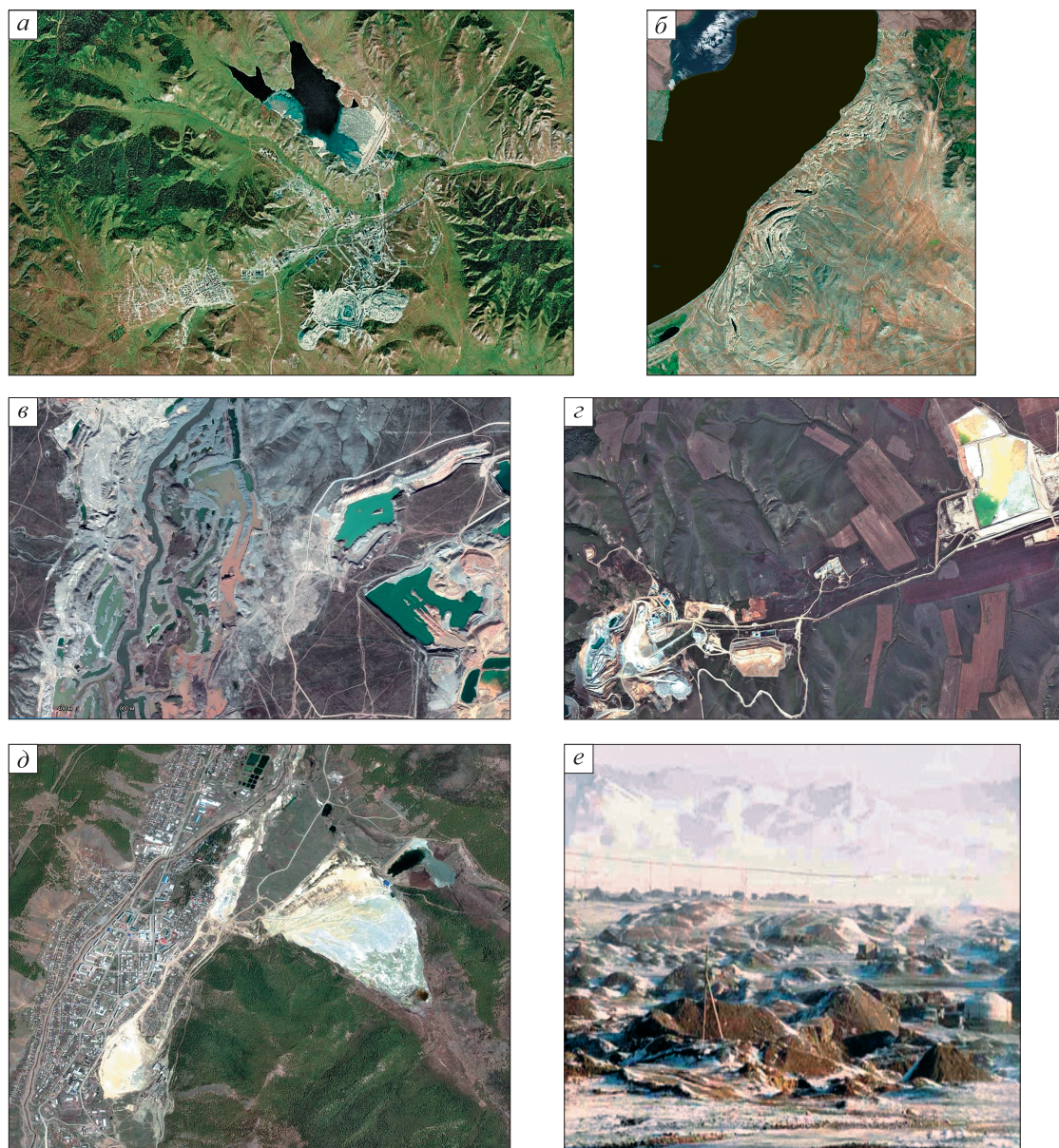


Рис. 3. Воздействие горнодобывающих предприятий на окружающую среду (а–д — космические снимки, е — наземный снимок).

а — медно-молибденовое месторождение Эрдэнэтийн Овоо (в северной части снимка — хвостохранилище, в южной — карьер, в юго-западной — промышленная и жилая зоны); б — Гусиноозерское месторождение бурого угля (карьеры, заполненные водой, и отвалы вскрышных пород); в — участок добычи россыпного золота в долине р. Туул; г — месторождение рудного золота Бороо (в юго-западной части снимка — карьер, в северо-восточной — хвостохранилище); д — нарушенные земли и хвостохранилище на месте бывшего Джидинского вольфрамо-молибденового комбината; е — кустарная подземная добыча бурого угля на месторождении Налайх [18].

жение уровня грунтовых вод, гибель биотических компонентов экосистем, изменение структуры и продуктивности пойменных земель, интенсификация эрозионных процессов. Серьезным негативным фактором воздействия отработки россыпей является загрязнение почвы и воды ртутью, применявшейся для извлечения золота из шлиха.

На рассматриваемой территории находится около тридцати участков добычи россыпного золота. Почти все они расположены в долинах горных рек в Красночикийском и Закаменском районах, аймаках Сэлэнгэ и Туве. Максимальная площадь нарушения земель (около 40 км²) выявлена в долинах

р. Туул и ее притоков (аймак Туве) (см. рис. 3, в), что произошло в результате работы драг и промывальных приборов. Здесь рельеф речных пойм подвергся значительным изменениям: котлованы с отвалами вскрышных пород чередуются с котлованами с отработанными песками, представляющими собой огромные неустойчивые кучи либо гряды. Работы нередко производятся прямо в руслах рек и сопровождаются регулярными сбросами грязной воды, что приводит к нарушению водных экосистем и усугубляет проблему питьевого водоснабжения. В этом районе распространены степные ландшафты, поэтому под воздействием ветровой нагрузки и нарастающей золотодобычи усиливается опустынивание территории.

По степени химического воздействия на природную среду горнодобывающие предприятия подразделены на пять классов токсичности сырья и реагентов, используемых при его обогащении: I — очень высокая (редкометалльные и радиоактивные руды), II — высокая (руды цветных и благородных металлов, флюорит), III — повышенная (уголь каменный и бурый, железные руды), IV — умеренная (россыпные золото и вольфрам), V — низкая (неметаллическое сырье) [5]. К объектам с наиболее высокой степенью токсичности сырья относится Ермаковское флюорит-бериллиевое месторождение, возобновление разработки которого предполагается в ближайшее время [15, 16].

Фоновый показатель техногенной нарушенности земель — плотность нарушений (пораженности). Этот показатель определялся как отношение суммарной площади нарушенных земель в административном районе к его площади в пределах водосборного бассейна оз. Байкал. Принята следующая шкала нарушенности ($\text{км}^2/\text{тыс. км}^2$): I — очень высокая (более 10 баллов), II — высокая (1,0–10), III — средняя (0,1–1,0), IV — низкая (0,01–0,1), V — наиболее низкая (менее 0,01 балла). К территориям с очень высокой и высокой нарушенностью земель отнесены г. Улан-Батор, аймаки Орхон, Дархан-Уул, Туве, районы Закаменский, Петровск-Забайкальский, Слюдянский и Селенгинский.

На ряде разрабатываемых месторождений, таких как Олонь-Шибирское (каменный уголь), Тумуртолгой (железо), Эрдэнэтийн Овоо (медь, молибден), Бом-Горхонское (вольфрам), Бороо (рудное золото) и др., осуществляется первичная переработка полезных ископаемых. Для хранения или захоронения отвальных отходов их обогащения созданы хвостохранилища (см. рис. 3, а, з). Выполненные без учета фильтрации и других факторов, они представляют экологическую опасность, становятся источником загрязнения поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха. Наиболее серьезные экологические последствия выявляются на хвостохранилищах ГОКа Эрдэнэт, Кяхтинской обогатительной фабрики (в настоящее время не функционирует), находящегося в черте г. Закаменска Джидинского вольфрамо-молибденового комбината (в настоящее время закрыт). Отвалы и хвостохранилища последнего — пример сильного негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения (см. рис. 3, д). Накопленные за более чем 50-летний период работы предприятия отходы производства являются мощным загрязнителем атмосферного воздуха (пыление), поверхностных и подземных вод токсичными ингредиентами (в хвостах обогатительной фабрики содержатся цинк, свинец, медь, кобальт, никель, марганец, кадмий и фтор в концентрациях, значительно превышающих ПДК) [17]. На хвостохранилище ГОКа Эрдэнэт, занимающем площадь около 14 км^2 и содержащем более 400 млн т отходов, наиболее серьезной экологической проблемой является пыль, поднимаемая ветром с его осушенной части, сложенной мелкозернистым материалом (см. рис. 3, а) [18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авторами собран и систематизирован материал по горно-геологическим, горнотехническим и экологическим условиям разработки месторождений полезных ископаемых водосборного бассейна оз. Байкал. Впервые для региона повышенной природоохранной ответственности дана развернутая картографическая экологическая оценка деятельности предприятий горнодобывающей промышленности. Особое внимание при составлении карты уделено данным дистанционного зондирования, что позволило с высокой степенью точности исследовать площадь и характер нарушенности земель. Анализ карты показывает, что территория испытывает значительную техногенную нагрузку со стороны предприятий, как действующих в настоящее время, так и действовавших в прошлом (в среднем плотность нарушений по региону составляет $0,45 \text{ км}^2/\text{тыс. км}^2$), большинство которых сосредоточено в центральной, наиболее освоенной части. Здесь может быть выделен ряд узлов месторождений, эксплуатируемых в настоящее время либо разрабатывавшихся ранее: Слюдянский (мрамор, слюда (флогопит), гранит), Джидинский (вольфрам, молибден, россыпное золото), Гусиноозерский (бурый уголь), Тугнуй-Удинский (каменный уголь, известняк, доломит, перлит), Чикойский (россыпное золото, каменный уголь, турмалин), Заамар-Захцаг (рудное и россыпное золото, железо), Эрее-Баянгол (россыпное золото, железо, бурый уголь), Бороо-Зуун Мод (рудное и россыпное золото), Эрдэнэт (медь,

молибден), Налайх (бурый уголь, строительные материалы). В ареале этих группировок отмечается максимальная нарушенность земель, обусловленная значительными площадями открытых горных работ и большими объемами перемещенных пород и добываемого сырья. Наиболее низкая нарушенность земель выявляется в северо-восточной части водосборного бассейна оз. Байкал.

В центральной экологической зоне Байкальской природной территории в настоящее время эксплуатируются три месторождения нерудного сырья (Ангасольское строительного камня, Слюдянское цементных мраморов и Таракановское цементных известняков), находящиеся на расстоянии более 4 км от побережья Байкала. Добываемое сырье имеет низкий класс экологической опасности. Разработка этих месторождений не относится к видам деятельности, запрещенным в центральной экологической зоне Байкальской природной территории, и фактически не оказывает существенного воздействия на экосистемы озера.

Представленные материалы дают оценку экологического состояния в регионе, что позволяет оптимизировать техногенное воздействие горнодобывающих предприятий на окружающую среду, способствует сохранению экосистем в водосборном бассейне оз. Байкал и в конечном итоге обеспечивает чистоту вод этого уникального водоема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Певзнер М. Е., Костовещий В. П. Экология горного производства. — М.: Недра, 1990. — 230 с.
2. Sengupta M. Environmental impacts of mining: monitoring, restoration, and control: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. — Florida: Lewis Publishers, 1993. — 622 p.
3. Федеральный закон «Об охране озера Байкал» [Электронный ресурс]. — <http://docs.cntd.ru/document/901732256> (дата обращения 20.10.2014).
4. Монгольская Народная Республика: Национальный атлас / Гл. ред. Ш. Цегмит, В. В. Воробьев. — Минск: Мин. картогр. ф-ка ГУГК СССР, 1990. — 144 с.
5. Эколого-географическая карта Российской Федерации. М-б 1:4 000 000 / Отв. ред. О. А. Евтеев, Л. Ф. Январева. — М.: ГУГК, 1996. — 4 л.
6. Развитие Байкальского региона: Атлас социально-экономического развития России / Гл. ред. В. С. Тикунов. — М.: Произв. картогр. об-ние «Картография», 2009. — С. 155–215.
7. Монгол улсын үндэсний атлас. 2 хэвлэл / Ер. ред. Д. Доржготов. — Улаанбаатар, 2009. — 248 т.
8. Экологический атлас бассейна оз. Байкал [Электронный ресурс]. — bic.iwlearn.org/ru/atlas/atlas (дата обращения 10.11.2014).
9. Базарова С. Б. Воздействие горнодобывающих предприятий на экосистему региона и оценка эффективности их экологической деятельности // Региональная экономика и управление: электрон. науч. журн. [Электронный ресурс]. — <http://region.mcsnp.ru> (дата обращения 10.11.2014).
10. Савельева И. Л. Внутрирегиональные ресурсные и экологические факторы развития горнодобывающей промышленности Байкальской природной территории // География и природ. ресурсы. — 2009. — № 3. — С. 109–116.
11. Экологические аспекты освоения Ковыктинского газоконденсатного месторождения / Под ред. А. Н. Антипова. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001. — 194 с.
12. Кочуров Б. И., Антипова А. В., Костовская С. К., Лобковский В. А. Районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации // География и природ. ресурсы. — 2002. — № 2. — С. 5–10.
13. Luna B. L., Frank E. C., Bruce B. H., James R. B. A procedure of Evaluating Environmental Impact / U. S. Geol. Surv. — Washington, 1971. — 13 p.
14. Черкашин А. К., Красноштанова Н. Е. Модели оценки рисков в природно-технических системах // География и природ. ресурсы. — 2014. — № 2. — С. 149–160.
15. Иметхенов А. Б., Сандакова Д. М. Техногенное загрязнение бериллием окружающей среды (Ермаковское месторождение, Западное Забайкалье) // Вестн. Вост.-Сиб. технол. ун-та. — 2010. — № 2. — С. 134–139.
16. Кислов Е. В., Иметхенов А. Б., Сандакова Д. М. Ермаковское флюорит-бериллиевое месторождение: пути повышения экологической безопасности восстановления добычи // География и природ. ресурсы. — 2010. — № 4. — С. 30–36.
17. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2011 году». — Иркутск: Изд. Сиб. фил. ФГУНПП «Росгеолфонд», 2012. — С. 142–144.
18. Mongolia. A review of Environmental and Social Impacts in the Mining Sector / Discussion papers, May 2006. — The International Bank for Reconstruction and Development // THE WORLD BANK. Ch. 2, P. 11–23 [Электронный ресурс]. — <http://siteresources.worldbank.org/INTMONGOLIA/Resources/Mongolia-Mining.pdf> (дата обращения 19.10.2014).

Поступила в редакцию 27 ноября 2014 г.