

ПРИНЦИПЫ И КРИТЕРИИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Копылов И.С.

Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, Пермь, Россия (614990, г. Пермь, ул. Генкеля, 4), georif@yandex.ru

Разработаны принципы и методология оценки геоэкологического состояния природной среды, основанная на системном подходе, анализе ее компонентов и методике интегральной оценки. Проведен регионально-зональный анализ экологических проблем и геоэкологическое картографирование Западного Урала и Приуралья и на примере этого региона показано применение методики геоэкологической оценки. Методика включает: системный анализ природно-геологических и техногенных факторов, разработку комплекса оценочных критериев и показателей, классифицирование экологического состояния природно-геологической среды, выделение оценочных участков, разработку шкалы экспертной оценки, технологии расчета оценочных баллов, районирование территорий по геоэкологическому состоянию. Принципы и методология интегральной геоэкологической оценки являются универсальными, применяются в других регионах с различными природными и техногенными условиями, имеют большое значение для их рационального природопользования.

Ключевые слова: геоэкологическое картографирование и анализ, оценка геоэкологического состояния, природно-геологическая среда, региональная геоэкология.

PRINCIPLES AND CRITERIA OF THE INTEGRATED ESTIMATION OF THE GEO- ECOLOGICAL CONDITION OF THE NATURAL AND URBANIZED TERRITORIES

Kopylov I.S.

Natural-science institute of the Perm state national research university, Perm, Russia

Principles and methodology of an estimation of a geo-ecological condition of the environment, based on the system approach, the analysis of its components and a technique of an integrated estimation are developed. The regional-zonal analysis of environmental problems and geo-ecological mapping of the Western Urals and Priurals is carried out and on an example of this region application of a technique of a geo-ecological estimation is shown. The technique includes: the system analysis of natural geological and technogenic factors, working out of a complex of estimated criteria and indicators, the classification an ecological condition of the geological environment, allocation estimated sites working out of a scale of an expert estimation, technologies calculation of estimated points, division into districts of territories on a geo-ecological condition. Principles and methodology of an integrated geo-ecological estimation are universal, are applied in other regions with the various natural and technogenic conditions, have great value for the environmental management.

Keywords: Geo-ecological mapping and the analysis, integrated estimation of a geo-ecological condition, natural geological environment, regional geo-ecology.

Введение

Проведение рационального природопользования на любых территориях требует объективной и комплексной экологической оценки состояния природной среды. Интегральная оценка состояния природной среды и геологической среды в частности (природно-геологической среды) является сложнейшей геоэкологической задачей,

находящейся в познавательной методико-методологической цепочке: системный подход → системный анализ → интегральная оценка. Сложность ее заключается в слабой разработанности научно-концептуальной базы геоэкологии и недостаточном пока еще практическом опыте в разных природно-территориальных, геолого-техногенных и ландшафтно-геохимических условиях. Поскольку единого интегрального показателя экологического состояния в природе не существует, критериями оценки экологического состояния природных сред и экосистем служит ряд биоиндикационных, пространственных и динамических показателей, а интегральная оценка осуществляется на основе определенного числа наиболее представительных показателей.

Анализ и оценка геоэкологического состояния природно-геологической среды осуществляется на разных уровнях природопользования на основе соответствующего масштаба исследований – региональном (крупный природно-территориальный комплекс с площадью обычно от нескольких десятков тыс. км² и крупнее, экономический регион или субъект РФ; масштаб исследований 1:500 000-1 1 000 000), зональном (природно-территориальный комплекс с площадью обычно от нескольких тысяч до нескольких десятков тыс. км², муниципальный район, городской округ и др.; масштаб исследований 1:100 000-1 200 000), локальном (любая территория, обычно с площадью менее одной тысячи км²; масштаб исследований 1:25 000-1 50 000).

На регионально-зональном уровне для каждого региона должен быть разработан свой специфический комплекс критериев оценки геоэкологического состояния природной среды с учетом природно-геологических условий, хозяйственного освоения и видов техногенной нагрузки. Но оценка должна производиться по единым принципам.

Во-первых, должны быть установлены основные геоэкологические проблемы региона и проведен системный анализ природно-геологических и техногенных факторов. Во-вторых, должен быть разработан комплекс оценочных критериев и показателей. В-третьих – проведено классифицирование экологического состояния природно-геологической среды. В-четвертых – выделены оценочные таксоны (участки). В-пятых – разработана шкала экспертной (балльной) оценки. В-шестых – проведены расчеты оценочных баллов по всем компонентам природной среды и показателям на каждом участке и проведено районирование территории по геоэкологическому состоянию (интегральная геоэкологическая оценка).

На примере региона Западного Урала и Приуралья (территории Пермского края) разработана методика комплексной оценки геоэкологического состояния природно-геологической среды интегральным способом, в основе которой методические подходы

ВСЕГИНГЕО [5] и авторские разработки по результатам региональных геоэкологических исследований и картографирования масштаба 1:200 000-1:500 000 [1-4].

Регионально-зональный анализ геоэкологической обстановки и основные геоэкологические проблемы Пермского края

Пермский край – один из крупнейших регионов в России (занимает второе место по площади в Европейской России – 160,6 тыс. км²), характеризуется большим разнообразием природных, техногенных условий и ресурсов, относится к одному из самых неблагоприятных экологических регионов страны. Антропогенная нагрузка оказывает сильнейшее воздействие на природные экосистемы и состояние здоровья населения. С основными видами техногенного воздействия, а также с природными геологическими угрозами связаны основные экологические проблемы: 1) химическое загрязнение всех природных сред (воздуха, почв, поверхностных и подземных вод), обусловленное высокой степенью техногенной нагрузки, особенно в городских и промышленных агломерациях с комплексами нефтеперерабатывающей, металлургической, машиностроительной, химической, целлюлозно-бумажной промышленности; 2) накопление огромного количества промышленных и бытовых отходов, являющихся постоянными источниками многих видов загрязнений природных сред; 3) радиоактивное загрязнение, обусловленное естественными и техногенными источниками радиоактивного излучения (в т.ч. – подземными ядерными взрывами); 4) нарушения природных сред и ландшафтов интенсивной хозяйственной деятельностью горнодобывающей промышленности, особенно в солеродных, нефтегазовых и угольных районах; 5) нарушение лесных и земельных ресурсов и деградация лесных массивов, связанная с деятельностью лесозаготовительного и деревообрабатывающего комплекса; 6) загрязнение почв и водоемов ядохимикатами, деятельностью агропромышленного комплекса; 7) изменение гидрогеологических условий: преобразование природного гидрохимического и гидродинамического режима, истощение запасов и загрязнение пресных подземных вод; 8) изменение инженерно-геологических условий в связи с активизацией геодинамических процессов, образование на подрабатываемых пространствах зон трещиноватости и провалов; 9) развитие экзогенных геологических процессов – карста, суффозии, овражной эрозии, оползней, подтопления, заболачивания, комплекса процессов, связанных с переработкой берегов водохранилищ, геокриологических и различных гравитационных процессов в горной местности; 10) развитие чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера с экологическими последствиями.

Методология исследований

Методика интегральной оценки геоэкологического состояния природно-геологической среды включала:

1. Выбор комплекса оценочных критериев и показателей. Основными объектами оценки геоэкологического состояния определены компоненты природной среды: литогенная основа, ландшафты, почвы, донные осадки, подземные воды, поверхностные воды и приповерхностная атмосфера, по которым выделены 10 наиболее важных показателей, где впервые предлагается учитывать геодинамическую активность как один из важнейших геоэкологических параметров общей экологической оценки (таблица).

Таблица. Критерии оценки состояния природной среды и ее компонентов

Компоненты природной среды	№ компонента	Геоэкологические параметры и процессы (показатели)	Экологическая оценка (цифры в скобках – оценочные баллы)			
			Допустимое	Умеренно опасное	Опасное	Чрезвычайно опасное
Литогенная основа	1	Эндогенные процессы (сейсмичность в баллах)	<5 (1)	5-6 (2, 3, 4)	7-8 (5, 6, 7)	>8 (8, 9, 10)
	2	Геодинамическая (неотектоническая) активность (плотность тектонических нарушений)	Слабая (ниже среднего) (1)	Умеренная (средняя) (2, 3, 4)	Высокая (выше среднего) (5, 6, 7)	Очень высокая (аномальная) (8, 9, 10)
	3	Пораженность территории экзогенными процессами (карст, овраги, оползни, болота, мерзлотные и др.) (в %)	Допустимое <5 (1)	Умеренно опасное 5-20 (2, 3, 4)	Опасное 20-30 (5, 6, 7)	Чрезвычайно опасное >30 (8, 9, 10)
Ландшафты	4	Степень нарушения территории (в %)	Слабо измененные <10 (1)	Средне измененные 10-25 (2, 3, 4)	Сильно измененные 25-50 (5, 6, 7)	Очень сильно измененные >50 (8, 9, 10)
Почвы	5	Химическое загрязнение (по ПДК в зависимости от класса опасности и площади). Элементы: 1 класс опасности 2 класс опасности 3 класс опасности	Допустимое	Умеренно опасное	Опасное	Чрезвычайно опасное
			< 1	1-1,5	1,6-3	>3
< 1			1-2,5	2,6-10	>10	
6	Радиоактивное загрязнение (мкр/час)	Допустимое	Умеренно опасное	Опасное	Чрезвычайно опасное	
		< 1 (1)	1-5 (2, 3, 4)	5,1-20 (5, 6, 7)	>20 (8, 9, 10)	
7	Химическое загрязнение (по ПДК в зависимости от класса опасности и площади). Элементы: 1 класс опасности 2 класс опасности 3 класс опасности	Допустимое	Умеренно опасное	Опасное	Чрезвычайно опасное	
		< 1	1-1,5	1,6-3	>3	
		< 1	1-2,5	2,6-10	>10	
8	Химическое загрязнение вод зоны активного водообмена (в ПДК): 1-2 класс опасности 3-4 класс опасности	Допустимое	Умеренно опасное	Опасное	Чрезвычайно опасное	
		< 1 (1)	1-5 (2, 3, 4)	5-10 (5, 6, 7)	>10 (8, 9, 10)	
9	Химическое и пестицидное загрязнение поверхностных вод (в ПДК): 1-2 класс опасности 3-4 класс опасности	Допустимое	Умеренно опасное	Опасное	Чрезвычайно опасное	
		< 1 (1)	1-5 (2, 3, 4)	5-10 (5, 6, 7)	>10 (8, 9, 10)	
10	Комплексное загрязнение воздуха (модульное количество выбросов загрязняющих веществ, т/км ²)	Допустимое	Умеренно опасное	Опасное	Чрезвычайно опасное	
		< 2 (1)	1-5 (2, 3, 4)	5-10 (5, 6, 7)	>10 (8, 9, 10)	
Суммарная оценка состояния природной среды и ее компонентов			Благоприятное (<20)	Условно благоприятное (20-40)	Неблагоприятное (40-60)	Очень высокое >10 (8, 9, 10) Весьма неблагоприятное (>60)

2. Классифицирование геоэкологического состояния. Наиболее оптимальной на современном этапе, как указывают В.Т. Трофимов и др. [6], является четырехгранговая оценочная структура, разработанная для экосистем Б.В. Виноградовым. Выделяется четыре уровня экологических нарушений – нормы, риска, кризиса и бедствия, соответствующие классам – благоприятного, условно благоприятного, неблагоприятного и весьма неблагоприятного экологического состояния.

3. Выделение картируемых и оценочных таксонов. Оценка геоэкологического состояния природной среды территории произведена на основе эколого-гидрографического районирования или «бассейнового» подхода. В качестве основных таксонов региональной оценки выделены участки – бассейны рек III-V порядка (по В.П. Философову). Установлено 320 участков с площадями 300–700, в среднем 500 км², для которых производилась оценка геоэкологического состояния. Пример регионального уровня оценки приведен на рисунке 1, зонального уровня – на рисунке 2.

4. Разработка шкалы балльной оценки и технология оценки.

4.1. Установление значений ингредиентов в баллах. Каждый критерий (показатель) на участках оценивался по 10 балльной шкале, в соответствии с классами экологического состояния. Учитывались интенсивность проявления каждого показателя по величине и его площадное распространение на участках. Например, если на участке ни один из элементов не превышал единицы предельно допустимых концентраций (ПДК), то по данному критерию участку присваивался 1 балл (норма). Если элемент превышал ПДК, определялось его соответствие группам экологических классов: 2-4 (риска), 5-7 (кризиса), 8-10 (бедствия), при этом минимальный балл присваивался при точечном распространении (до 10 % площади), средний – при локальном (10–30 %), максимальный – при площадном (>30 %).

4.2. Расчет картографируемого интегрального показателя по сумме баллов всех критериев на оценочных участках. При вероятном размахе суммы баллов от 10 до 100, фактические значения составили 15–86 баллов.

4.3. Ранжирование по интегральному показателю состояния природно-геологической среды по 4 градациям классов экологического состояния (< 20, 20-40, 40-60, > 60 баллов) на основе статистического распределения и фактических данных.

5. Районирование территории по экологическому состоянию природно-геологической среды.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные исследования по методике интегральной оценки дают возможность провести районирование и охарактеризовать состояние природно-геологической среды Пермского региона следующим образом (рис. 1).

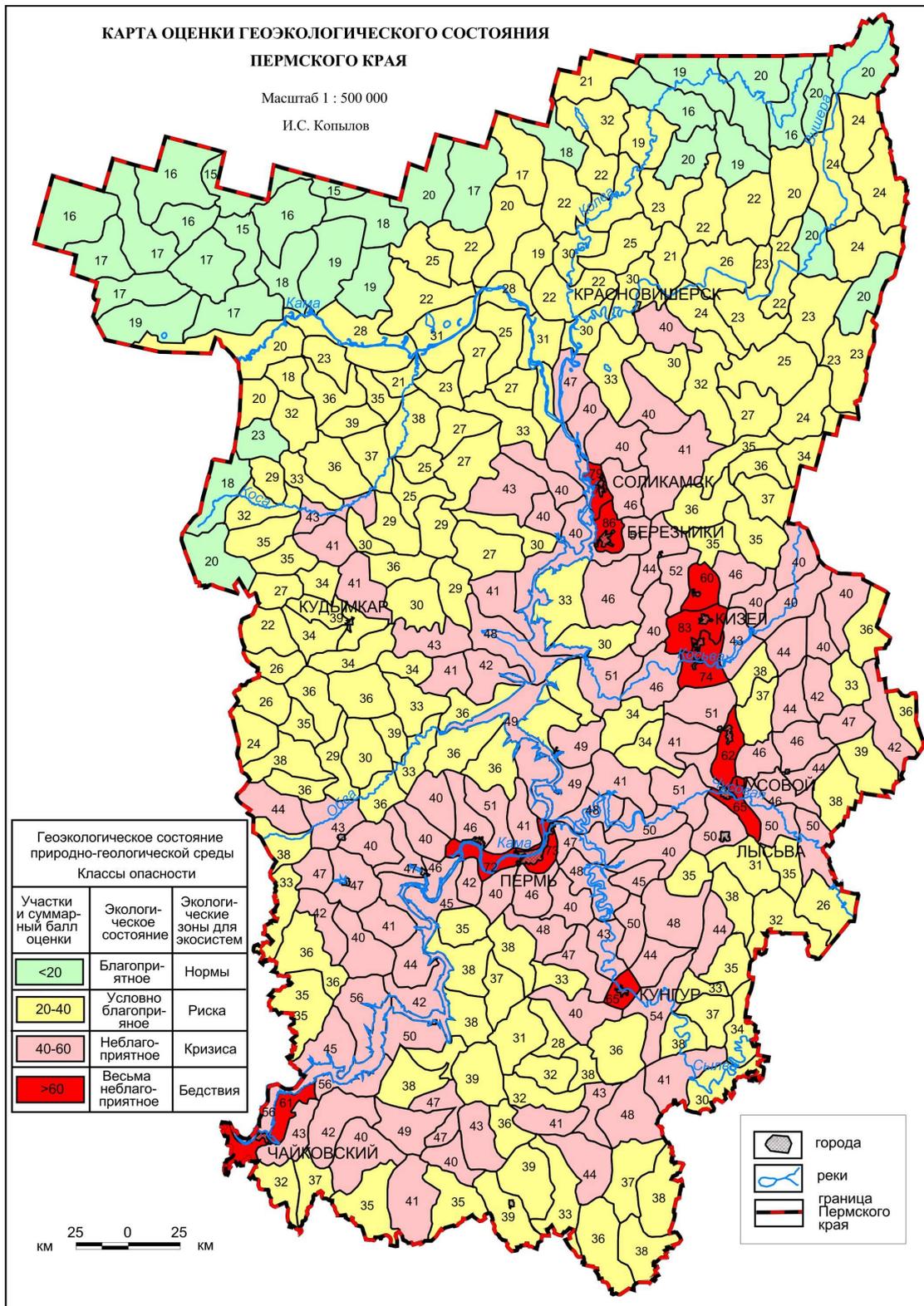


Рис. 1. Интегральная оценка геоэкологического состояния (на примере Пермского края)

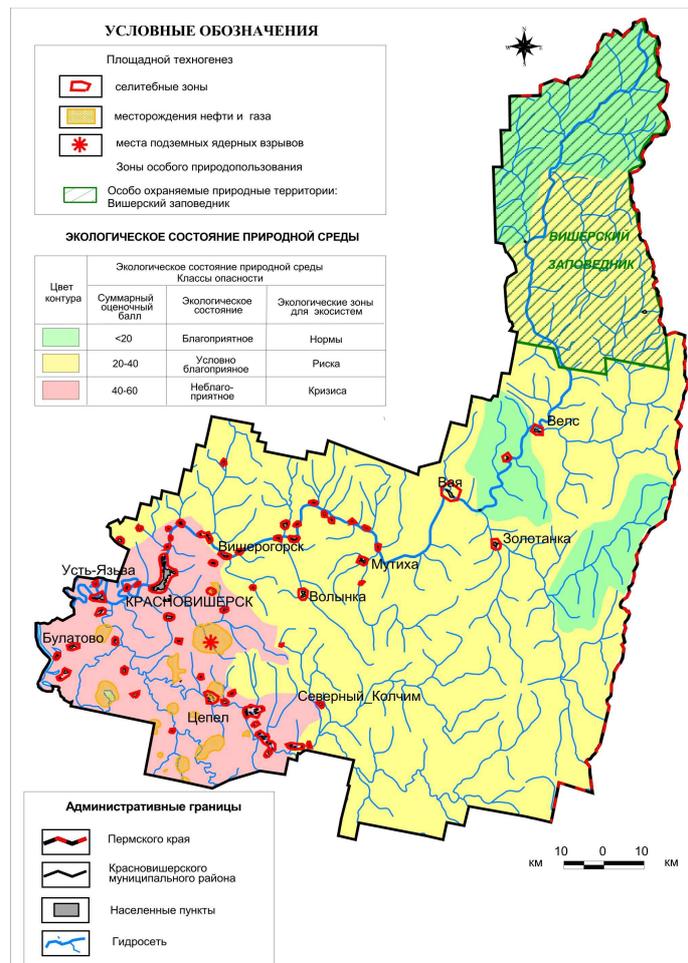


Рис. 1. Интегральная оценка геоэкологического состояния (на примере Красновишерского муниципального района)

Территории, отвечающие уровню экологической нормы, занимают около 15 % площади в северной части. Территории с условно благоприятными экологическими условиями занимают 48 % площади, характеризуются умеренно-опасной степенью загрязнения и входят в зону экологического риска. Территории с неблагоприятными экологическими условиями занимают 35 % площади. В сельскохозяйственных районах преобладает напряженная, в промышленных районах – кризисная степень нарушенности среды, с регулярным проявлением умеренно опасных неблагоприятных процессов и явлений. Территории с весьма неблагоприятными экологическими условиями занимают небольшую площадь, до 2 %, в 6 районах: Соликамско-Березниковский, Александровско-Кизеловско-Губахинский, Гремячинско-Чусовской, Пермско-Краснокамский, Кунгурский и Чайковский. Данные территории представляют собой практически полностью антропогенные ландшафты с развитием промышленных и селитебных зон. Отмечается катастрофическая степень нарушенности среды, с повсеместным распространением опасных и особо опасных геологических природных и техногенных процессов (существует прямая угроза техногенных или карстовых провалов, подтопления,

переработке берегов, сейсмичности, городских геопатогенных зон). Установлены обширные геохимические аномалии по всем средам с ореолами и потоками с чрезвычайно опасной степенью загрязнений, превышающих 3–20 ПДК (иногда сотни и тысячи ПДК). Эти районы классифицируются как территории с катастрофическим экологическим состоянием природной среды и отвечают категории экологического бедствия. Результаты исследований сопоставлялись с данными по медицинской статистике. Отмечается самый высокий уровень заболеваемости у всех категорий населения в зонах геохимических, геодинамических аномалий и территориях с неблагоприятными и весьма неблагоприятными экологическими условиями.

Выводы

Таким образом, разработана методология комплексной оценки геоэкологического состояния природной среды. Методы и технологии геоэкологического картографирования и оценки апробированы в регионах Приволжского, Уральского и Сибирского ФО. Методические принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния являются универсальными и могут быть применены с учетом специфики на других природных и урбанизированных территориях страны.

Список литературы

1. Копылов И.С. Геоэкологическое картографирование нефтегазоносных территорий Восточной Сибири // Геоэкологическое картографирование. Тезисы докл. Всерос. науч.-практич. конф. Ч. III. Опыт и результаты картографических работ в России и сопредельных странах. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1998. – С. 140-144.
2. Копылов И.С. Проблемы техногенного воздействия на окружающую среду и геоэкологическое картирование Западного Урала и Предуралья // Всероссийский съезд геологов и науч.-практич. геологическая конф. «Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века»: Тезисы докл. Кн.4. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. – С. 333-335.
3. Копылов И.С. Методика и критерии интегральной оценки состояния природно-геологической среды // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, 2003. – С. 286-289.
4. Копылов И.С. Районирование и оценка эколого-геодинамической опасности территории Пермского края на основе ГИС и ДЗЗ // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч. трудов. – Пермь, 2010. – С. 28-38.
5. Методические указания по составлению эколого-геологических карт масштаба 1:1 000 000-500 000. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1994. – 27 с.
6. Теория и методология экологической геологии / Трофимов В.Т. и др. Под ред. В.Т. Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 368 с.

Рецензенты:

Наумова О.Б., д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой поисков и разведки полезных ископаемых Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.

Середин В.В., д.г.-м.н., профессор, генеральный директор научно-исследовательского, проектного и производственного предприятия по природоохранной деятельности «Недра», г. Пермь.