

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 622.504 (622.344.5/6)

Е. В. КИСЛОВ, А. М. ПЛЮСНИН

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ХОЛОДНИНСКОГО СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Рассматриваются предпроектные материалы освоения Холоднинского свинцово-цинкового месторождения с позиций экологической и экономической обоснованности предлагаемых производственных и технологических решений. Часть предложений и рекомендаций направлена на повышение экологической безопасности планируемых объектов добычи и обогащения минерального сырья в условиях Центральной экологической зоны Байкальской природной территории — Участка всемирного природного наследия.

Ключевые слова: разработка месторождения, окружающая среда, Центральная экологическая зона Байкальской природной территории.

We examine the pre-project data related to development of the Kholodninskoye lead and zinc ore deposit from the standpoint of ecological and economic soundness of the proposed production and engineering aspects of the design. Some of the proposals and recommendations are aimed at improving environmental safety of the projected facilities for extraction and beneficiation of mineral raw materials in conditions of the Central Ecological Zone of the Baikal Natural Territory, a World Natural Heritage Site.

Keywords: development of the deposit, environment, Central Ecological Zone of the Baikal Natural territory.

ВВЕДЕНИЕ

Лицензия на добычу свинцово-цинковых руд на Холоднинском месторождении выдана ООО «ИнвестЕвроКомпани» (группа компаний «Метрополь») [1]. Месторождение содержит 34,5 % российских запасов цинка и 33 % кадмия [2]. По запасам цинка оно — крупнейшее в России и четвертое в мире.

Расположено Холоднинское месторождение близ трассы БАМ, что обеспечивает благоприятные условия для экспорта в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Один из компонентов свинцово-цинковых руд — свинец, дефицитный металл в Российской Федерации. В настоящее время его потребление обеспечивается импортом, в основном из Казахстана. Еще один компонент руд — серебро, высоколиквидный валютный металл.

Следует отметить, что месторождение находится в пределах Центральной экологической зоны Байкальской природной территории, признанной Участком всемирного природного наследия ЮНЕСКО. Поэтому критерий экологической регламентации разработки месторождения — это соблюдение предельно допустимых техногенных нагрузок на природную среду, при которых обеспечивается сохранность экологической системы.

Несмотря на тщательную подготовку предпроектных материалов по освоению Холоднинского месторождения, остается ряд нерешенных проблем. Следовательно, планируемые решения нуждаются в многостороннем и тщательном анализе в соответствии с конкретными географическими особенностями района месторождения.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Месторождение находится в Северо-Байкальском районе Республики Бурятия в 40 км к северу от железнодорожного разъезда Холодная Байкало-Амурской магистрали и в 70 км от районного центра — пгт Нижнеангарск. Оно расположено в зоне сочленения хребтов Сынныр и Верхнеангарский, абсолютные отметки его территории достигают 1439 м. Это водораздел бассейнов оз. Байкал (междуречье Холодной и Тыи) и р. Лены (р. Олоkit).

Реки района по характеру водного режима с четко выраженными весенне-летним половодьем, дождевыми паводками в теплую часть года, летне-осенней и зимней меженью характеризуются высокой водностью; многие в зимний период не промерзают. Наиболее близка к месторождению р. Холодная. В районе месторождения повсеместны многолетнемерзлые породы. В зонах трещиноватости древних кристаллических горных массивов развиты слабоминерализованные воды. Водоносные комплексы и зоны имеют мозаичное распространение в связи со сложным геолого-тектоническим строением, сильно расчлененным рельефом и неоднородным промерзанием коренных пород. В сейсмическом отношении район относится к 7–8-балльным; землетрясения до 5 баллов фиксируются часто.

Численность населения Северо-Байкальского района на 1 января 2006 г. составляла 15,3 тыс. чел. По национальной принадлежности преобладают русские (83,8 %); на коренные народности Севера (эвенки) приходится 4,5 % общей численности населения. Суммарная численность работоспособного населения в 2005 г. составляла 9650 чел., из них в экономике было занято 7375 чел., или 76,4 %.

Ведущие отрасли хозяйства района — золотодобыча, лесозаготовка и рыболовство. После завершения строительства БАМа произошло закрытие многих строительных и сельскохозяйственных предприятий, и следствие этого — миграция населения из района. В настоящее время особо острые проблемы социально-экономических условий жизни населения связаны с трудоустройством населения, улучшением их жилищных условий (значителен удельный вес ветхого и аварийного жилья), поддержанием бесперебойного функционирования объектов социальной инфраструктуры. Бюджет района дотационный, уровень доходов населения низкий.

Руды месторождения колчеданно-полиметаллические. Общая протяженность оруденения — 5,5 км. На северо-восточном фланге на протяжении 1,5–2 км оруденение выходит на поверхность, в юго-западном направлении — погружается до глубин 800–900 м. Балансовые запасы руды — 339,5 млн т, свинца — 2,2 млн т, цинка — 14,2 млн т. Основная доля запасов приходится на колчеданно-полиметаллические руды (93 %), меньшая — на серно-колчеданные. Из них к смешанной (окисленной) руде относятся 4,9 % запасов.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

Первый и второй этапы разработки месторождения планируется реализовать на его северо-восточном фланге до глубины 700 м. Годовая производительность рудника — 2 млн т руды [1]. Вскрытие нагорной части месторождения предусмотрено ранее пройденными геологоразведочными штольнями.

Планируется получение трех концентратов: цинкового с содержанием Zn 57,2 %, Pb — 0,7, S — 28,0 %; свинцового с содержанием Pb 46,8 %, Zn — 7,7, S — 16,2 %; пиритного с содержанием S 47,0 %, Zn — 0,6, Pb — 0,2 %. Первые два концентрата товарные, пиритный будет складироваться в рудный отвал. Хвосты радиометрической сортировки (годовой объем 590 тыс. т) предусматривается использовать для закладки отработанных выработок, а пиритный продукт и хвосты флотационного обогащения — складировать отдельно. Годовой объем пополнения хвостохранилища составит 1 млн м³, пиритохранилища — 540 тыс. м³.

Наливное хвостохранилище овражного типа объемом 27 млн м³ предусматривается создать в долине р. Олоkit (бассейн р. Лены) на отметках 1200–1250 м. Максимальная высота ограждающей дамбы хвостохранилища — 60 м. Пиритохранилище планируется так же наливным, объемом 9,2 млн м³. Дамбы того и другого — каменно-набросные плотины с экраном из геомембраны. Пиритный концентрат для предотвращения окисления предусматривается содержать под слоем воды. Система водоснабжения обогатительной фабрики — замкнутая.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Основные источники воздействия на окружающую среду при строительстве и эксплуатации горно-обогатительного комбината — горные и обогатительные работы, хвосто- и пиритохранилища с объектами хвостового хозяйства, котельная (ТЭЦ), дизельные электростанции, объекты ремонтно-механического и складского хозяйства, транспортные коммуникации, технологический транспорт.

Воздействие на окружающую среду при обработке месторождения и обогащении руды определяется поступлением различных химических веществ от организованных и неорганизованных источни-

ков в атмосферу, сбросом сточных вод, объемами складирования и хранения отходов, изъятием водных ресурсов, нарушением механического состояния горных пород.

При эксплуатации подземного рудника, обогатительного комплекса и объектов вспомогательного назначения влияние на водный бассейн будет определяться изменением поверхностного стока за счет перепланировки поверхности при строительстве, уничтожения растительного покрова, изъятия поверхностных и подземных вод для целей производственного и хозяйственно-питьевого водоснабжения.

К сточным водам относятся хозяйственно-бытовые, производственные, дождевые и талые с территории промышленной площадки, штольневые и подотвальные. Хозяйственно-бытовые стоки предполагается подавать на очистные сооружения и после очистки — в хвостохранилище, производственные с отходами обогащения — в хвостохранилище, откуда осветленная вода будет возвращаться на фабрику.

Очистка штольневых вод будет осуществляться на очистных сооружениях совместно с подотвальными стоками. Очистные сооружения состоят из отстойников и фильтрующих установок. Предполагаемый нормальный расход сточных вод, поступающих в отстойники, — 50 м³/ч, максимальный — 500 м³/ч. Воды будут очищаться от взвешенных веществ и нефтепродуктов до ПДК водных объектов рыбохозяйственного назначения (взвешенные вещества — 10 мг/л, нефтепродукты — 0,05 мг/л). Организация замкнутой системы водоснабжения предприятия должна обеспечить полный сбор с площадок загрязненных поверхностных сточных, штольневых, технологических и хозяйственно-бытовых вод.

Неизбежен большой объем отходов добычи (вскрышных пород) и хвостов обогащения. Поскольку породы, слагающие отвалы, по своему составу не отличаются от общего геохимического фона территории, отвалообразование, как фактор загрязнения природной среды, рассматривается лишь с позиций формирования техногенных микроландшафтов. Часть объема вскрышных пород, образующихся в начальный период эксплуатации предприятия, планируется использовать для строительства дамб обвалования хвостохранилища, строительства и ремонта дорог, вертикальной планировки и, возможно, строительства зданий и сооружений.

Для хвостов обогащения предполагается строительство хвостохранилища. В связи с тем, что в производственном процессе на фабрике не будут использованы сильнодействующие ядовитые вещества, допускается, что хвостовая пульпа по своему химическому составу будет практически соответствовать составу руды.

Наиболее значимая проблема управления отходами производства — размещение на территории предприятия крупнотоннажных минеральных продуктов, образующихся за период эксплуатации предприятия. Их накопление за весь период эксплуатации составит 53 млн т, в том числе хвостов обогащения — 39,54 млн т, пиритного концентрата — 13,46 млн т. После завершения отработки запасов месторождения отвалы вскрышных пород и хвостохранилище планируется рекультивировать, а в случае необходимости — обезвреживать до безопасных значений концентраций вредных компонентов, соответствующих принятым нормативам.

Разработчики предпроектных материалов считают, что возможность аварийных ситуаций при эксплуатации проектируемых объектов маловероятна в связи с отсутствием технологических процессов, в результате которых могут произойти выделение или неорганизованный выброс значительных количеств токсичных вредных веществ. По нашему мнению, нельзя полностью исключить вероятность неконтролируемого выброса загрязняющих веществ при развитии аварийных ситуаций как на основных, так и на вспомогательных производственных объектах. Причинами возникновения аварийных ситуаций, как правило, становятся природные стихийные явления, пожары, взрывы, технические ошибки персонала.

Особую потенциальную угрозу возникновения аварийных ситуаций представляют напорные гидротехнические сооружения. Наиболее опасна гидродинамическая авария, которая возможна в случае распространения воды с большой скоростью в результате полного разрушения или местного прорыва ограждающих сооружений. При такой аварии загрязнение может занять большую по площади территорию и вызвать кратковременное, но значительное повышение мутности воды в р. Олоkit (бассейн Лены) ниже створа хвостохранилища. К менее серьезным последствиям могут привести выход из строя или нарушение режима эксплуатации гидротехнических сооружений. Результатом таких нарушений будут затопление и загрязнение территории и природных водотоков вредными для здоровья людей и животных взвешенными веществами.

Для контроля за состоянием подземных вод, своевременного обнаружения в них возможного загрязнения и оценки влияния добычи и переработки руды на гидрогеологические условия предпроектными материалами предусматриваются создание режимной сети скважин вокруг хвостохранилища и организация регулярных наблюдений за уровнем, температурой и химическим составом подземных вод.

Строительство производственных объектов ГОКа повлечет существенное преобразование и даже частичное уничтожение природных комплексов, поэтому предполагается, что линейная и плоскостная эрозия на поверхностях, лишенных растительности, особенно усилится в первые годы работы предприятия. Отдельные рытвины и борозды протяженностью в десятки метров и глубиной до 1,5 м будут

образовываться вдоль дорог, а местами их нарушать. На отвалах и склонах, лишенных растительности, возникнет густая сеть рытвин, способных не только прорезать маломощный склоновый чехол, но и врезаться в коренные породы, что будет способствовать замедленному их зарастанию и увеличению площади преобразованных экосистем.

Смываемый со склонов и отвалов материал, особенно во время сильных ливней, будет частично накапливаться у подножий склонов (крупные обломки), формируя здесь шлейфы конусов выноса, перекрывающих естественную поверхность, и уничтожая кустарничковую и травянистую растительность. Материал более тонкого механического состава будет поступать в реки, существенно увеличивая мутность воды. Для установления закономерностей развития экзогенных геологических процессов и их масштабов необходимо выполнение стационарных работ.

Для минимизации негативного воздействия на окружающую среду проектными материалами предусматриваются следующие мероприятия и технические решения.

1. Для максимального сохранения рельефа территории и ландшафта, исключения загрязнения атмосферы при взрывах, работе автотранспорта, для сокращения загрязнения подотвальными кислотными водами подземная разработка месторождения должна проводиться при минимальном количестве вскрываемых выработок.

2. Для сохранения поверхности от обрушения и во избежание загрязнения поверхности земли отходами различных производств необходима закладка выработанных пространств.

3. Целесообразно использовать экологически чистую рентгенорадиометрическую сепарацию руд в целях существенного (на 25 %) снижения объемов глубокого (флотационного) их обогащения, что уменьшит габариты фабрики, объемы водо-, энерго-, теплотребления и хвостов флотации.

4. Необходимо применять замкнутую систему водоснабжения, что обеспечит полный сбор и очистку сточных вод (поверхностных, штольневых, технологических, хозяйственно-бытовых) и исключит их сброс в реки бассейна оз. Байкал.

5. Разместить промплощадки рудника в двух километрах от р. Холодная.

6. Использовать специальные фильтры на выходах исходящих струй загрязненного шахтного воздуха и других производств.

7. Предусмотреть сокращение объемов земель, изымаемых под строительство, за счет более рациональных решений по генеральному плану.

8. Запланировать строительство очистных сооружений на всех жидких стоках ГОКа.

9. Разместить хвостохранилища и пиритохранилища за пределами Байкальской природной территории.

10. Проводить экологический мониторинг для проверки соблюдения природоохранного законодательства, разработки и выполнения планов природоохранных мероприятий, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

11. Организовать вокруг предприятия санитарно-защитную зону.

12. Разместить производственные объекты вне водоохраных зон и прибрежных защитных полос.

13. Проводить сбор производственных и бытовых отходов в специальные контейнеры, своевременно вывозить их на специализированные полигоны складирования или утилизации.

14. Осуществлять контроль за исправностью техники.

15. Соблюдать правила пожарной безопасности.

16. Проводить рекультивацию нарушенных земель.

При качественном выполнении строительных работ и строгом соблюдении технологического регламента производственных процессов намечаемое строительство горно-обогательного предприятия не должно оказывать воздействия на окружающую среду за пределами земельного отвода. Однако ряд экологических проблем может возникнуть из-за особенностей конкретных географических условий района месторождения.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Строительство и эксплуатация ГОКа, по нашему мнению, приведут к активизации инженерно-геологических процессов не только на территории предприятия, о чем сказано выше, но и на прилегающей территории, где будут прокладываться транспортные сети (дороги, ЛЭП) и другие элементы инфраструктуры. В местах их создания произойдет деградация многолетней мерзлоты, активизируются оползневые явления, процессы выветривания пород с рассеянной рудной минерализацией, что обусловит интенсификацию процессов миграции химических элементов и возможное формирование линейно вытянутых ореолов их повышенного содержания, в том числе и токсичных элементов в растворенном и взвешенном состоянии. Учитывая длительный срок деятельности ГОКа, можно предполагать техногенное воздействие таких ореолов на состояние оз. Байкал.

Кроме того, под тепляющим воздействием проектируемых искусственных водоемов будет происходить деградация многолетней мерзлоты, в результате чего в условиях повышенной сейсмичности района и характерных для его геологического строения многочисленных разрывных нарушений может произойти увеличение проницаемости пород, и как следствие — существенные потери воды. Поэтому при выборе места заложения хвостохранилища необходимо особое внимание уделить выявлению разрывных нарушений, применив для этого современные геофизические, геохимические и другие методы исследования.

Сомнительно предположение, высказанное в предпроектной документации, о возможности активного естественного возобновления растительного покрова на нарушенных землях. Для районов, находящихся в зоне перехода от горнотаежных к горно-тундровым местностям, характерно крайне медленное возобновление растительного покрова. Поэтому необходимо проектирование специального комплекса работ по биологической рекультивации. Рекультивация всех нарушенных земель по существующим проработкам предполагается только после завершения эксплуатации месторождения. Это неверно. По нашему мнению, ее следует осуществлять поэтапно с выполнением мероприятий биологической рекультивации.

При организации мониторинга за состоянием окружающей среды целесообразно предусмотреть отслеживание состояния биоты водотоков и водоемов как интегрирующего показателя экологического состояния не только поверхностных вод, но и окружающей среды территории ГОКа на водосборе р. Холодной.

Для подтверждения тезиса о безопасности вскрышных пород и твердой части пульпы для окружающей среды до начала освоения месторождения биотестированием должен быть определен класс их опасности в соответствии с Приказом Министерства природных ресурсов РФ от 15 июня 2001 г. № 511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды» [3].

ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Учитывая, что весь комплекс объектов ГОКа располагается на исконно эвенкийских землях, необходимо предусмотреть затраты на решение социальных проблем эвенков (жилье, трудоустройство, образование, культура, здравоохранение); перенос и обустройство на новом месте оленеводческого хозяйства; компенсационные расходы на изъятие отдельных охотничьих угодий; расходы, связанные с выполнением комплекса природоохранных мероприятий, направленных на охрану животного мира, охрану территории от пожаров и других возможных последствий техногенного характера.

Обеспечение предприятия электроэнергией планируется от энергосистемы «Иркутскэнерго», хотя на территории Бурятии она не работает. Предусматривается весьма затратное строительство линии электропередач. Своей избыточной электроэнергией в Северо-Байкальском районе нет. Поэтому представляется целесообразным рассмотреть технико-экономическую возможность строительства в районе месторождения мини-ГЭС на р. Холодной. При условии ее строительства можно не только решить проблему экологически чистого энергоснабжения предприятия, но и создать резервный источник питьевого и производственного водоснабжения.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Проектными проработками освоения месторождения предусматривается, как сказано выше, получение цинкового концентрата с 57,2 % цинка и свинцового с 46,8 % свинца и 597 г/т серебра. Однако, если учесть, что содержание цинка в сфалерите Холоднинского месторождения колеблется от 58,1 до 64,8 % [4], то получается, что планируется получение практически мономинерального концентрата. То же касается и свинцового концентрата: галенит на Холоднинском месторождении не образует высоких концентраций, для него характерны тонкие сростания со сфалеритом, пирротином и халькопиритом [4]. Это затруднит получение концентратов.

Необходимо также проанализировать возможность использования пиритного концентрата. Его количество огромно и при недостаточном соблюдении необходимых мер может представлять большую опасность для окружающей среды. В то же время этот концентрат может быть использован для производства серной кислоты, необходимой для освоения урановых и сыныритовых месторождений на севере Бурятии, т. е. служить одной из основ формирования Северо-Байкальского ТПК.

Вместе с тем непонятно, почему не планируется получение медного концентрата при постоянном присутствии в рудах халькопирита. Неясен вопрос получения из руд месторождения попутных компонентов. В предпроектных материалах указывается, что кадмий будет входить в цинковый концентрат, а серебро и висмут — в свинцовый. Но в отношении золота, сурьмы, селена, таллия и индия

совершенно не ясно, в какой концентрат они будут входить, как будут учитываться их извлечение и реализация. Эти вопросы обязательно должны быть рассмотрены при окончательном планировании ГОКа для обеспечения требований рационального использования и охраны недр.

Не предусмотрены меры по сохранению геологического наследия, хотя месторождение Холоднинское — проектируемый геологический памятник природы [5, 6]. Это гигантское месторождение гидротермально-вулканогенного генезиса, подвергшееся интенсивному метаморфизму, при котором возник ряд редких минералов (цинковая шпинель ганит, бариевая слюда кимрит). Здесь открыты новые их разновидности (цинковый ставролит).

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

В предпроектных материалах по освоению Холоднинского месторождения недостаточно проработаны варианты водоснабжения обогатительной фабрики. Отвод поверхностных сточных вод с территории площадок предусматривается с помощью открытой системы канав и лотков на поверхность рельефа и далее в водные объекты, но не указывается ни объем поверхностных сточных вод, ни название водных объектов, в которые намечается сброс сточных вод. Не даны характеристика площадок намораживания, их объемы и последующая утилизация стоков после таяния.

В предпроектных материалах лишь названы возможные причины возникновения чрезвычайных ситуаций, однако не рассмотрены их экологические последствия, не оценены возможный ущерб, который может быть нанесен природной среде, и вероятность негативного воздействия на оз. Байкал. Отсутствует оценка экологического состояния среды при условии выхода из строя пульпопроводов, пиритовода и водовода обратного водоснабжения. Более того, они субъективно отнесены к категории менее серьезных по экологическим последствиям. Нет расчетов вероятности разрыва пульпопровода и водовода обратного водоснабжения из хвостохранилища по причине износа труб и землетрясений. Все эти данные крайне необходимы, поскольку предполагаемый объект расположен в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории.

ПРОБЛЕМЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Предлагаемый к реализации вариант освоения месторождения подземным способом представляется наиболее приемлемым. Тем не менее следовало бы рассмотреть экологические преимущества и экономическую эффективность варианта размещения обогатительной фабрики за пределами бассейна оз. Байкал в верховьях р. Олокит (бассейн р. Лены). Здесь же возможно и более целесообразно размещение вахтового поселка. При таком варианте отпадает необходимость строительства трех 20-километровых экологически опасных и энергоемких трубопроводов.

В целях исключения возможного загрязнения Байкала целесообразно сооружение в бассейне р. Холодной пруда-накопителя, который будет выполнять роль аккумулятора мигрирующих в растворенном и взвешенном состоянии техногенных веществ.

ВЫВОДЫ

В имеющихся к настоящему времени предпроектных материалах по освоению Холоднинского месторождения доказывается принципиальная возможность его разработки в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории. Однако предлагаемый вариант структурной организации ГОКа и технологических решений требует дополнительных обоснований с экономической и экологической точек зрения. Необходимы расчет финансовых затрат на энергоснабжение, транспортировку руды, переработку хвостов, очистку сточных вод, а также рассмотрение варианта выноса обогатительной фабрики за пределы бассейна оз. Байкал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайленко О. В., Добрынин А. А. Группа компаний «Метрополь» — бурятские проекты // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2006. — № 6. — С. 57–61.
2. Михайлов Б. В., Воробьев Ю. Ю., Киммельман С. А. и др. Геолого-экономические особенности развития и освоения российской минерально-сырьевой базы // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2008. — № 5. — С. 54–63.
3. Министерство природных ресурсов РФ. — <http://www.mnr.gov.ru>
4. Дистанов Э. Г., Ковалев К. Р., Тарасова Р. С. и др. Холоднинское колчеданно-полиметаллическое месторождение в докембрии Прибайкалья. — Новосибирск: Наука, 1982. — 207 с.

5. **Кислов Е. В.** Памятники природы (на примере Западного Забайкалья). — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1999. — 180 с.
6. **Кислов Е. В.** Памятники природы Северо-Байкальского района. — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2001. — 104 с.

Поступила в редакцию 10 февраля 2009 г.