

УДК 574.4

ТИПИЗАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ, ОКАЗЫВАЕМЫХ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Косолапов О. В.

В статье приводятся классификационные признаки типизации воздействий (нарушение, загрязнение, изъятие природных ресурсов) на окружающую среду и основополагающие принципы осуществления этого процесса. Рассматривается этапность выполнения типизации воздействий для условий подземного и открытого способов разработки месторождений твердых полезных ископаемых, а также нефтегазовых месторождений. Раскрывается специфика формирования землеемкости при открытой добыче железных руд и аварийности при нефтедобыче.

Ключевые слова: воздействия; типизация; способ разработки месторождений; нефтедобыча.

Любая антропогенная деятельность оказывает воздействие на окружающую среду. Международные стандарты серии ISO 14000 определяют воздействие на окружающую среду как любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом деятельности организации, ее продукции или услуг [1, 2]. Согласно федеральному закону «Об охране окружающей среды», негативное воздействие на окружающую среду – это «воздействие хозяйственной или иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды» [3]. Наиболее полностью рассматриваемого термина раскрывается в экологическом словаре, где воздействие на окружающую среду (отрицательное антропогенное воздействие на окружающую среду) трактуется как любые потоки вещества, энергии и информации, непосредственно образующиеся в окружающей среде или планируемые в результате антропогенной деятельности и приводящие к отрицательным изменениям окружающей среды и последствиям этих изменений [4]. Одним из этапов оценки воздействия на окружающую среду является их типизация. Чаще всего выделяют

три вида воздействий – нарушение, загрязнение и изъятие природных ресурсов. Согласно рекомендациям [5, 6] типизация воздействий может быть осуществлена по шести признакам: виду, сфере, периодичности, времени, обратимости и направленности (рис. 1).

Изъятие имеет отношение к природным ресурсам, изымаемым из природной среды. Нарушения по характеру проявления подразделяются на геомеханические, гидродинамические, аэродинамические и биоморфологические. При этом *геомеханические нарушения* предполагают изменения рельефа, естественного напряженно-деформированного состояния грунтов, температурного состояния грунтов и т. д. *Гидродинамические нарушения* проявляются в изменении естественных условий питания и стока, повышения или понижения уровня поверхностных и подземных вод и т. д. *Аэродинамические нарушения* связаны с изменениями скорости и направления воздушных потоков и условий снежных отложений. *Биоморфологические нарушения* происходят в результате вырубки лесов, снятия почвенно-растительного слоя и т. д.

Характер загрязнений предполагает их подразделение на *механическое загрязнение* – засорение среды агентами, оказывающими

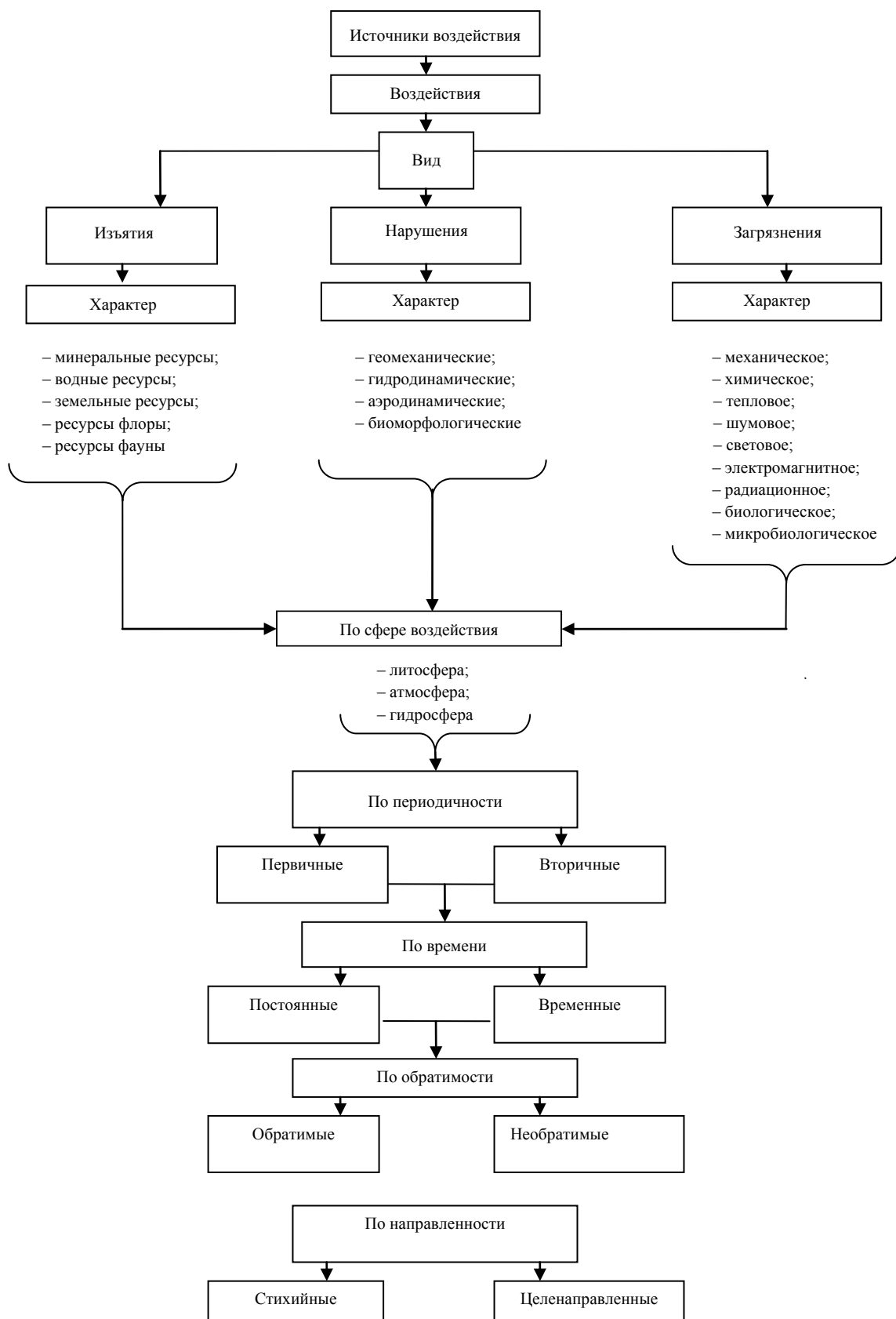


Рис. 1. Типизация воздействий

механическое воздействие без химико-физических последствий (например, замусоривание территорий); *химическое загрязнение* – изменение химических свойств среды, оказывающее отрицательное воздействие на экосистемы и технологические устройства; *тепловое загрязнение* – изменение температурных параметров среды, которое может возникать как вторичный результат изменения химического состава среды; *шумовое загрязнение* – изменение интенсивности шума сверх естественного уровня; *световое загрязнение* – нарушение естественной освещенности в результате действия искусственных источников света; *электромагнитное загрязнение* – изменение электромагнитных свойств среды (от линий электропередач, радио и телевидения, работы некоторых промышленных установок и др.); *радиационное загрязнение* – повышение естественного уровня содержания в среде радиоактивных веществ; *биологическое загрязнение* – распространение нежелательных биогенных веществ на территории, где они раньше не наблюдались, и *микробиологическое загрязнение* – появление большого количества микроорганизмов, связанное с их массовым размножением на антропогенных субстратах или средах, измененных хозяйственной деятельностью человека, либо приобретение ранее безвредной формой микроорганизмов патогенных свойств или способности подавлять другие организмы в сообществах [7].

Горнопромышленный комплекс является одним из крупнейших источников негативного воздействия на окружающую среду, затрагивающим практически все ее элементы (литосферу, гидросферу, атмосферу), который распространяется на значительные территории. Характер и структура воздействий любых типов горных предприятий на окружающую среду достаточно однотипны и представлены следующими видами:

– химическое и физическое загрязнение окружающей среды (атмосферы, почвы, поверхностных вод) за счет выбросов пыли, газов и химических изменений, происходящих в отвалах и хвостохранилищах;

– уничтожение биоты экосистемы на территориях, отведенных под промышленные объекты, дороги, отвалы пустых пород, хвостохранилища, жилые поселки и другие элементы бытовой инфраструктуры (биоморфологические нарушения);

– изменение водного баланса территории за счет нарушения и загрязнения поверхностных и подземных водотоков;

– различные формы нарушения земной поверхности, нарушение гидродинамического состояния массива горных пород и т. д.

Анализ литературных источников, а также систематизация практического материала результатов ОВОС в проектах по освоению ресурсов недр позволили сформулировать основополагающие принципы типизации воздействий на окружающую среду при добыче полезных ископаемых, которые сводятся к следующим:

– системный подход к исследованию воздействий, предполагающий рассмотрение последствий как результатов нескольких взаимосвязанных видов деятельности (проектирования, строительства, эксплуатации, включая возможные аварийные ситуации);

– типизация источников воздействия по всему технологическому циклу добычи (в отдельных случаях и первичной переработки) минерального сырья;

– обязательное включение в число источников воздействий техногенно-минеральных образований;

– типизация основных видов воздействий: по механизму происходящих процессов, по природе, по направленности воздействия, по временному интервалу, периодичности и обратимости;

– выявление системы факторов, влияющих на характер проявления воздействий;

– обоснование базовых условий, для которых выполняется типизация воздействий, учет возможных отклонений путем введения корректировок в проявление воздействий.

На первом этапе выявляется объект исследования (горнопромышленный комплекс с открытым или подземным способом разработки месторождения). *На втором* – уста-

навливается источник воздействия (карьер, транспортный участок, шахта, обогатительная фабрика, отвал вскрышных пород и т. д.). *На третьем этапе* определяются самостоятельные источники воздействия (организованные и неорганизованные). Например, при открытых горных работах учет таких источников выбросов, как горное оборудование, находящееся в карьере (экскаваторы, буровые станки, бульдозеры и т. д.), нецелесообразен по отдельности в связи с тем, что в результате рециркуляционной схемы движения воздуха в карьере происходит интенсивное перемешивание выбросов отдельных источников и образование сплошного достаточно равномерного пылегазового облака. Поэтому карьер можно рассматривать как площадной источник с его определенными параметрами и набором оборудования. На подземном руднике все загрязняющие вещества, выделяющиеся при ведении горных работ, собираются в процессе проветривания шахты (рудника) и выбрасываются одной газозвушной струей по какой-либо выработке. Состав и количество выбросов зависит от технико-технологических условий проведения горных работ, геологических особенностей месторождения, влажности подземной среды, схемы расположения выработок и т. д. Самостоятельным источником выбросов выступают транспортные средства, отвал, шламохранилище, котельная и т. д. *На четвертом этапе* обосновываются классификационные признаки возможных изъятий природных ресурсов, нарушений и загрязнений согласно рис. 1. Особому учету подлежат последствия техногенных катастроф.

Естественно, что в каждом конкретном случае воздействия отличаются друг от друга видом, силой, продолжительностью, и в конечном итоге величиной (силой) последствий. Как следует из результатов исследования, открытый способ разработки оказывает наибольшее техногенное воздействие на окружающую среду по сравнению с подземным способом разработки, что подтверждает и работа [8].

При открытых работах наиболее значимые воздействия на землю оказываются отва-

лами вскрышных пород, карьерным пространством и шламохранилищами, при подземном способе отработки – зонами обрушения. На недра оказывается воздействие при открытых работах в виде нарушения ландшафта местности чашами карьеров, при подземном способе – образованием пустот в недрах. Загрязнение атмосферы при открытых работах вызывается в первую очередь взрывными работами, технологическим газообразованием и пылеуносом с отвалов, при подземных работах – выделением газов при отработке и технологическом газообразовании. Загрязнение водного бассейна вызвано в основном дренажными и шахтными водами, при этом для обоих способов разработки характерно нарушение гидродинамического режима вод. Таким образом, при открытом способе разработки наиболее значимым воздействием является нарушение земной поверхности и загрязнение атмосферы, при подземном способе разработки – нарушение напряженно-деформированного состояния горного массива и загрязнение подземных вод.

В свою очередь, как показывают исследования, геохимическое воздействие горнодобывающих комплексов на окружающую среду связано в первую очередь с загрязнением тяжелыми металлами. Потоки металлов поступают в окружающую среду с пылевыми выбросами (в результате выполнения технологических операций бурения, взрывания, выемки, погрузки, транспортирования и т. д.), со сбросами сточных вод (рудничных вод и сточных вод обогатительных фабрик), с атмосферными и гидрогенными потоками от техногенно-минеральных образований (вскрышных пород, вмещающих пород, забалансовых руд, шламов и др.). Виды металлов в металлоносных потоках обусловлены главным образом содержанием металлов в рудном сырье, а в конечном итоге – ассоциацией металлов в геологических и рудных формациях разрабатываемых месторождений. Так, для территории Урала, например, выделяются формации месторождений железа, меднорудных и золоторудных месторождений, а также формации экзогенных месторождений. Базой для оцен-

ки удельных нагрузок предприятий горнопромышленного профиля на окружающую среду являются проектные материалы, материалы ОВОС, формы статистической отчетности 2ТП-Водхоз, 2 ТП-Воздух, отчетные данные предприятий по землепользованию, материалы периодической инвентаризации земель, переданных в пользование горному предприятию и пр.

На базе анализа проектов разработки железорудных месторождений, балансовых запасов железных руд, технико-экономических показателей горных предприятий за 1990–2007 гг., информации монографий по развитию горного производства на Урале автором были получены укрупненные показатели землеемкости горных работ при открытой добыче железной руды на Урале (табл. 1). Как видно из таблицы, при разработке крупных железорудных месторождений (балансовые запасы от 100 млн т) удельная землеемкость по карьере находится в интервале от 0,2 до 1,5 га на 1 млн т балансовых запасов, суммарная удельная землеемкость производства горных работ (карьеры, отвалы вскрышных пород, шламохранилища обогащения руд) – от 0,7 до 4,5 га на 1 млн т балансовых запасов. Для

средних по запасам месторождений (от 10 до 100 млн т) удельная землеемкость по карьере составляет 1,5–9,5 га на 1 млн т балансовых запасов, а суммарная удельная землеемкость производства горных работ – 4,6–28,7 га на 1 млн т балансовых запасов. При разработке мелких месторождений железных руд удельная землеемкость по карьерам и суммарная землеемкость могут достигать соответственно 18,0 и 50 га на 1 млн т балансовых запасов. В табл. 1 приведены также расчетные показатели землеемкости по отношению к среднегодовой мощности предприятия по добыче бурой руды. Землеемкость производства горных работ открытым способом может быть значительно снижена за счет складирования вскрышных пород в карьерном пространстве, оптимизации параметров техногенных образований с учетом последующей рекультивации. На основе полученных укрупненных показателей землеемкости возможна прогнозная оценка целенаправленных воздействий – оценка изъятия земельных ресурсов при освоении прогнозных железорудных месторождений. Подобный прогноз может быть выполнен для месторождений и других видов полезных ископаемых.

Таблица 1

Землеемкость горных работ при добыче железных руд открытым способом

Категория месторождений	Крупные		Средние		Мелкие
	от 1000	от 100 до 400	от 50 до 100	от 10 до 50	до 10
Балансовые запасы на дату утверждения, млн т					
Удельная землеемкость по карьере, га на 1 млн т балансовых запасов (A + B + C ₁)	0,24–0,47	0,34–1,48	1,54–5,0	2,8–9,5	8,5–17,5
Суммарная удельная землеемкость производства горных работ (карьеры, отвалы, шламохранилища), га на 1 млн т балансовых запасов (A + B + C ₁)	0,74–1,42	1,03–4,48	4,60–15,20	8,50–28,7	27,0–50,0
Среднегодовая мощность сырой руды, млн т	более 10	от 5 до 10	от 1 до 5	менее 1	
Удельная землеемкость по карьере, га на 1 млн т годовой добычи сырой руды	20–40	21–65	35–100	45–400	
Суммарная удельная землеемкость производства горных работ (карьеры, отвалы, шламохранилища), га на 1 млн т годовой добычи сырой руды	60–120	60–200	107–300	130–1200	

Особенно актуальны в настоящее время вопросы прогноза воздействий для нефтегазовой промышленности, что объясняется опережающим по сравнению с совершенст-

вованием природоохранных мероприятий развитием объемов производства в отрасли; появлением трудноутилизируемых отходов производства; переработкой высокосерни-

стой нефти и газовых конденсатов. По официальным данным, предприятия топливно-энергетического комплекса ежегодно наносят вред приблизительно 30 тыс. га земель. Примерно 7 % всех предприятий по добыче нефти относятся к категории с высокой степенью загрязненности, 70 % – к категории слабой и средней загрязненности земель. Ежегодно предприятиями отрасли в атмосферу выбрасывается более 3,0 млн т загрязняющих веществ от стационарных источников, сжигается на факелах около 20 млрд м³ попутного газа, остаются неликвидированными сотни амбаров с буровым шламом, забирается 740 млн м³ пресной воды. Масштабы техногенных изменений в нефтегазоносных районах зависят как от видов и масштабов воздействий, обусловленных добычей углеводородного сырья, так и от природных условий и особенностей геологического строения территории.

Воздействие нефтегазовой промышленности на природный комплекс начинает проявляться уже на стадии разведочного бурения, затем резко усиливается в период обустройства и остается стабильно высоким в течение всего периода эксплуатации. На разных стадиях освоения месторождений изменяются масштабы, виды и формы техногенной нагрузки. Особое место занимает проблема аварийных нефтяных разливов, в результате которых большое количество нефти и нефтепродуктов попадает на почву и в водоемы.

К числу основных причин аварийных ситуаций на нефтепромыслах относят: высокий уровень износа производственных фондов; зачастую низкое качество проектной документации; недостаток инженерно-производственной культуры; отсутствие договоров на обслуживание с профессиональными аварийно-спасательными формированиями; недостаточное выделение финансовых средств на превентивные меры. По категории аварийности большинство аварий относятся к локальным авариям (более 90 %). Основными источниками аварийного нефтяного загрязнения являются разведочные и эксплуатационные скважины, нефтепродуктопроводы, водоводные системы поддержания пластового давле-

ния.

Анализ аварийности на нефтепромыслах показывает, что около 90 % аварий на нефтепроводах происходят в результате внутренней и внешней коррозии нефтепроводов, 7 % – в результате механических повреждений, 3 % – в результате строительного брака. Размеры утечек нефти на предприятиях могут колебаться от 5 до 11 % от объемов годовой добычи. При уровне добычи нефти в 480 млн т/год размеры утечек могут составлять около 4,5 млн т. По данным опытных обследований, на каждый отводимый под промышленное строительство при освоении нефтегазовых месторождений 1 га земель приходится 0,38 га «нарушенных земель» за пределами границ отвода. Из них до 42,3 % земельного участка обычно загрязняются нефтепродуктами, буровыми отходами и растворами, минерализованными водами; до 33,5 % территории характеризуется сильным механическим повреждением древостоя, растительного покрова и почв; до 19,7 % – затоплением и подтоплением лесов грунтовыми водами; до 4,5 % – повреждением древостоя вокруг факелов.

Как следует из результатов исследований [9, 10], для условий северных регионов наиболее значимым воздействием при нефтегазодобыче является химическое загрязнение окружающей среды. Это же подтверждает ранговая оценка значимости видов воздействия нефтегазовых предприятий на окружающую среду. Наиболее значимыми являются: нефтяное загрязнение почв (замазучивание земель), загрязнение атмосферного воздуха при сжигании попутного нефтяного газа на факелах, загрязнение поверхностных водоемов нефтью и нефтепродуктами, главным образом при их поступлении с замазученной поверхности водосборов. При оценке воздействия на окружающую среду разработки конкретного нефтегазового месторождения возможна вариация ранговой оценки, зависящей от технологии добычи нефти и газа, отвода земельных участков под технологические объекты, привнесения загрязняющих веществ в окружающую среду (отходов, выбросов, сбросов), геоэкологической ситуации, методов рекуль-

тивации загрязненных и нарушенных земель и т. п.

Таким образом, как следует из анализа, наибольшую значимость при разработке нефтегазовых месторождений, а также месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых открытым способом имеет химическое

загрязнение окружающей среды (атмосфера, почвы, поверхностные воды) за счет выбросов пыли, газов и химических изменений, происходящих в отвалах и хвостохранилищах. При этом, если источником восприятия газообразных выбросов служит атмосфера, то пылевого воздействия – почва.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Термины и определения по охране окружающей среды, природопользованию и экологической безопасности. Словарь. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. 136 с.
2. ГОСТ Р ИСО 1450-99. Управление окружающей средой. М.: Госстандарт России. 11 с.
3. Об охране окружающей среды: федер. закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ.
4. Экологический словарь. URL: <http://www.ecosystema.ru/07referats/slovar>
5. Гулан Е. А. Типизация воздействий хвостохранилищ на природную среду и классификация их экологических последствий // Экологическая экспертиза. Обзорная информация. Вып. 5. М.: ЦЭП, 2006. С. 116–119.
6. Трофимов В. Т., Королев В. А., Герасимова А. С. Классификация техногенных воздействий на геологическую среду // Геоэкология, инженерная геоэкология, гидрогеология, геокриология, 1995. № 5. С. 96–107.
7. Балацкий О. Ф., Мельник Л. Г., Яковлев А. Ф. Экономика и качество окружающей и природной среды. М.: Гидрометеоздат, 1984. 190 с.
8. Славиковская Ю. О., Игнатъева М. Н. Методический подход к учету экологического фактора при освоении месторождений твердых полезных ископаемых. Препринт. Екатеринбург: ИЭ УрОРАН, 2006. 95 с.
9. Игнатъева М. Н., Литвинова А. А., Косолапов О. В. К методическому обеспечению прогнозирования экологических последствий воздействия добычи нефти и газа в северных регионах // Изв. вузов. Горный журнал. 2011. № 7. С. 70–76.
10. Пахомов В. П., Беляев В. Н., Литвинова А. А., Бардук К. Н., Пашнина О. С. Проблемы и перспективы экологически устойчивого социально-экономического развития нефтегазодобывающего региона. Екатеринбург: ИЭ УрО РАН, 2006. 174 с.

Поступила в редакцию 12 мая 2014 г.

Косолапов Олег Вениаминович – кандидат экономических наук, начальник Управления по недропользованию по Оренбургской области. 460000, г. Оренбург, пер. Парковый, 6.
E-mail: nedra1958@mail.ru