

DOI: 10.15593/24111678/2016.02.06

УДК 622.333: 502.7: 669.046.586 (470.53)

**А.О. Лобовиков, К.Г. Пугин, С.В. Устенко,
А.Н. Смелова, Ю.М. Залевская**

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕРРИКОНОВ КИЗЕЛОВСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА

Актуализированы проблемы Кизеловского угольного бассейна, связанные с его негативным воздействием на окружающую природную среду. После ликвидации шахт угольного бассейна осталась нерешенной проблема рекультивации отвалов горных пород, влияние которых может продолжаться несколько десятков и даже сотен лет. К последствиям длительного складирования таких отходов можно отнести: отчуждение земельных угодий, изменение и преобразование природного ландшафта, а впоследствии возможны самовозгорание, ветровая и водная эрозии, загрязнение атмосферы, гидросферы, почвы и источников водоснабжения. Необходим комплексный анализ эффективности внедрения природоохранных мероприятий, размера платы за размещение отходов производства. На основании аналитического исследования способов рекультивации кислых почв подобран метод с использованием в качестве реакционного материала отвального шлака производства феррованадия, образующегося на Чусовском металлургическом заводе в Пермском крае. Для решения эколого-экономических проблем рекультивации терриконов Кизеловского угольного бассейна в качестве методики исследования использован системный подход, который позволил добиться снижения экологического ущерба окружающей среде, а также получить существенный экономический эффект от реализации природоохранных мероприятий. Для оценки эколого-экономической эффективности предложенного метода рекультивации терриконов Кизеловского угольного бассейна выполнен расчет предотвращенного экономического ущерба окружающей среде. Рекультивируемые терриконы предложено в дальнейшем использовать в сельскохозяйственных целях. Применение отходов Чусовского металлургического завода освободит предприятие от платежей за размещение отходов.

Ключевые слова: отвалы горной породы, терриконы, рекультивация, шлак ферросплавный, загрязнение почвы, Кизеловский угольный бассейн, размещение отходов.

**A.O. Lobovikov, K.G. Pugin, S.V. Ustenko,
A.N. Smelova, Iu.M. Zalevskaia**

Perm National Research Polytechnic University, Russian Federation

ECOLOGICAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF RECLAMATION HEAPS WASTE OF KISEL COAL BASIN

In this article updated Kizel coal basin problems associated with its negative impact on the environment. After the liquidation of coal basin mines remained an unsolved problem with the reclamation of dumps of rocks, the effect of which may last several tens or even hundreds of years. Effects of waste storage of data, the following: the alienation of land, change and transformation of the natural landscape, and in consequence of spontaneous combustion, wind and water erosion, pollute the atmosphere and hydrosphere, soil, water sources. It is therefore necessary to analyze all the complex data of

waste in terms of the effectiveness of implementation of environmental protection measures, as well as fees for placement of production and consumption waste. On the basis of analytical research methods of reclamation of acidic soils has been picked up, the reaction material in the form of ferrovandium production waste slag, which is formed on the Chusovoy Metallurgical Works, which is located in Perm region. To solve environmental and economic problems of reclaiming heaps Kizel coalfield us as a research methodology for a systematic approach was used, which allows to achieve, along with the reduction of environmental damage on the environment to obtain significant economic benefit from the implementation of environmental measures. To assess the ecological and economic efficiency of our proposed method of remediation of waste heaps Kizel we have calculated prevented economic damage to the environment. Reclamation of waste heaps further proposed to use for agricultural purposes. The use of waste Chusovoy Steel Works will release the company from charges for waste disposal.

Keywords: rock dumps, slag heaps, revegetation, ferroalloy slag, soil pollution, Kizel coal basin, waste disposal.

Территория Кизеловского угольного бассейна (КУБ, Кизелбасс) – это один из старейших горнодобывающих районов России, эксплуатация которого началась с 1797 г. и длилась более 200 лет. Прекращение работы шахт Кизеловского угольного бассейна (КУБа) связано во многом с отработкой большей доли резервов угля и последующей нерентабельностью их разработки, но закрытие шахт привело к значительной экологической нагрузке на окружающую среду [1]. После ликвидации шахт осталась нерешенной проблема, связанная с рекультивацией отвалов горных пород, влияние которых может продолжаться несколько десятков и даже сотен лет [2]. Примерно на 15 га земли находятся отвалы и терриконы, содержащие в себе более 2 млн м³ горной породы [3].

К основным последствиям складирования отходов, представленных породными отвалами, относятся: отчуждение земельных угодий, изменение и преобразование природного ландшафта, а впоследствии – самовозгорание, ветровая и водная эрозии и загрязнение атмосферы, гидросферы, почвы и источников водоснабжения [4].

Состав породных отвалов представлен обломками аргиллита, известняка, песчаника и угля. Внутри массива терриконов протекают процессы выветривания, окисления, гидролиза, гидратации, метасоматоза. Пирит, содержащийся в отвале до 4 %, при окислении дает реакцию с образованием окислов и гидроокислов железа и серной кислоты. Окисление сопровождается образованием тепла и самовоспламенением терриконов, обжигом, фумарольными процессами и переплавлением пород [3].

При попадании внутрь массива террикона атмосферные осадки, взаимодействуя с горными породами, обогащаются растворимыми соединениями. Стоки, проходящие через толщу отвала, приобретают реакцию среды рН, равную 1–3, а также высокую концентрацию суль-

фат-иона (до 30 г/л), железа (до 8 г/л), тяжелых металлов и минерализацию до 50 г/л. Просачивание фильтрата в почву и грунты не дает многим представителям флоры расти на данных участках, так как почва не пригодна для роста растений, поскольку происходит процесс закисления [3]. Главной экологической проблемой влияния отвалов горных пород КУБа становятся стоки с отвалов, которые, попадая в грунт и почву, закисляют их. В связи с возможными экологическими последствиями от влияния терриконов требуется сконцентрировать внимание на охране природной среды, рациональном природопользовании и разработке специальных научно обоснованных мероприятий по восстановлению нарушенных ландшафтов [5].

Для большинства культурных растений оптимальная почвенная среда – нейтральная, в связи с чем повышенная кислотность, наблюдаемая на территории Кизеловского угольного бассейна, неблагоприятным образом сказывается на растительности данной местности. Закисленная почва обладает низкой плодородностью, что приводит к ограничениям использования ее ресурса для сельскохозяйственного использования.

Отработанные земли КУБа имеют общую площадь 675,3 га. Около 90 % нарушенных земель приходится на земли под отвалами и терриконами и промышленные площадки [6].

На основании аналитического исследования способов рекультивации кислых почв был подобран реакционный материал в виде отвального шлака производства феррованадия, который образуется на Чусовском металлургическом заводе, расположенном на территории Пермского края. Общий объем складироваемых отходов составляет примерно 1,8 млн т. Шлак представлен в виде мелкодисперсного порошка. Гранулометрическая структура окончательного шлака: части не более 2 мм – 95,0 %, крупностью до 300 мм – не более 5,0 %, влагонасыщенность – не более 10,0 %.

В настоящее время отходы КУБа располагаются в пойме рек Чусовая и Вильва, а также в виде отвала на открытой местности, вследствие чего происходит загрязнение почвы и водных объектов. Укрупненный химический состав отходов представлен ниже [7]:

Массовая доля оксидов, %, не более				
SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	V ₂ O ₅
35,0	15,0	9,0	65,0	1,0

Для рекультивации и восстановления закисленных почв Кизеловского угольного бассейна предложен метод нейтрализации с применением щелочных отходов Чусовского металлургического завода. Расстояние от г. Чусового до терриконов КУБа составляет менее 100 км, т.е. материал для проведения рекультивации находится в непосредственной близости от отвалов горных пород. Положительная сторона данного метода – использование ресурсного потенциала промышленных отходов. Способ включает следующие этапы: рекультивационный материал доставляется автосамосвалами на поверхность отвала; далее с помощью грунтосмесительной машины отходы перемешиваются с рекультивационным материалом в соотношении 1:1; следующий шаг – это засыпка поверхности террикона природным грунтом (почва, песок, глина, вскрышные породы или смеси данных материалов); биологический этап – укладка плодородного слоя; заключительный этап – высадка зеленых насаждений.

Таким образом, для утилизации ферросплавного шлака от производства феррованадия на Чусовском металлургическом заводе не требуется больших транспортных затрат в связи с относительно близким расположением рекультивируемого объекта и рекультивационного материала.

Материалы сложных технологических переделов можно использовать в смеси с естественным грунтом с целью рекультивации терриконов Кизеловского угольного бассейна. Положительным моментом является и тот факт, что промышленные отходы Чусовского металлургического завода предоставляются бесплатно, а также не взимается плата с предприятия за захоронение данных отходов.

Для решения эколого-экономических проблем рекультивации терриконов Кизеловского угольного бассейна в качестве методики исследования использован системный подход, который позволил добиться снижения экологического ущерба окружающей среде, а также получить существенный экономический эффект от реализации природоохранных мероприятий.

К числу основ экологического права относится принцип платности природопользования. Существующее фискальное право разделяют на позитивное и негативное, т.е. можно сказать, что все платежи за природопользование можно разделить на два типа: плата за использование природных ресурсов и плата за вредное воздействие на окружающую среду [8].

Цель включения в платежи за природопользование платы за загрязнение окружающей среды – совершенствование хозяйственного механизма природопользования. Функцией платы является ресурсосбережение, включающее в себя платежи за отдельный элемент загрязнения, вид негативного воздействия, что будет способствовать оздоровлению окружающей среды и понижению ресурсоемкости национального дохода. Указанная плата берется за следующие типы негативного воздействия, указанные в ст. 16 Федерального закона РФ № 7 «Об охране окружающей среды»¹ [8]:

- сбросы загрязняющих и других веществ и микроорганизмов в поверхностные, подземные водные объекты и на водосборные площади;
- размещение отходов производства и потребления;
- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих и иных веществ;
- загрязнение почв, недр;
- загрязнение окружающей природной среды шумом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий;
- другие виды негативного воздействия на окружающую среду.

Законом предусмотрено, что внесение оплаты за неблагоприятное воздействие на окружающую среду субъектов хозяйственной и иной деятельности не освобождает от исполнения природоохранных мероприятий и возмещения причиняемого ей ущерба.

Для организаций, предприятий ставки уплаты за загрязнение устанавливаются исполнительными и представительными органами субъектов РФ и органами местного самоуправления с участием территориальных органов МПР России, Госсанэпиднадзора и предприятия-загрязнителя.

Платежи, внесенные за загрязнение окружающей природной среды, являются основой пополнения соответствующих бюджетов, целевых бюджетных фондов, чьи средства обуславливают выполнение природоохранных мероприятий; происходит экономическая стимуляция, призывающая предприятия минимизировать выбросы, сбросы, а также образование и складирование отходов производства. Это помогает снизить воздействие на окружающую среду [9].

¹ Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федер. закон РФ № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. (ред. от 29.12.2015). URL: base.consultant.ru/document/cons_doc_LAW (дата обращения: 2.01.2016).

За размещение отвального шлака производства феррованадия Чу-совского металлургического завода предприятие несет затраты за нега-тивное воздействие согласно Федеральному закону РФ № 89 «Об от-ходах производства и потребления»².

Для оценки эколого-экономической эффективности предложен-ного метода рекультивации террикоников КУБа выполнен расчет пре-дотвращенного экологического ущерба окружающей среде. В расчетах использовалась «Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба» В.И. Данилова-Данильяна и практикум «Эко-номические основы природопользования» С.В. Дорожко, С.А. Хорева [10, 11].

Экологический ущерб, который непосредственно связан с де-градацией земель и почв и ухудшением их состояния под действием техногенных воздействий, заключается в деградации почв и земель, в их загрязнении и захламлении³.

Величину предотвращенного ущерба от деградации земель и почв в результате природоохранной деятельности определяли по формуле:

$$Y_{\text{прд}} = H_c \cdot S_x \cdot K_3 \cdot K_n, \quad (1)$$

где $Y_{\text{прд}}$ – величина, характеризующая ущерб от деградации почв и земель на рассматриваемой территории за отчетный период времени, у.е./год; H_c – нормативы затрат, у.е./га; S_x – площадь почв и земель, которые можно сохранить от деградации за отчетный период времени в результате проведения природоохранных мероприятий, га; K_3 – ко-эффициент, оценивающий экологическую ситуацию и экологическую значимость территории. Этот коэффициент определяется по таблице⁴; K_n – коэффициент для особо охраняемых территорий.

Ущерб от загрязнения земель химическими веществами опреде-ляли по формуле

² Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: Федер. закон РФ № 89 от 24.06.1998 г. (ред. от 28.11.2015). URL: base.consultant.ru/document/cons_doc_LAW (дата обращения: 2.01.2016).

³ Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федер. закон РФ № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. (ред. от 29.12.2015). URL: base.consultant.ru/document/cons_doc_LAW (дата обра-щения: 2.01.2016).

⁴ О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществ-вами: Письмо Минприроды России от 27.12.1993 № 04-25/61-5678.

$$Y_{\text{пр.х}} = \sum (H_c \cdot S_i \cdot K_3 \cdot K_n) \cdot K_{\text{хп}}, \quad (2)$$

где $Y_{\text{пр.х}}$ – это оценка величины предотвращенного ущерба от загрязнения земель i -м загрязняющим веществом за отчетный период времени, у.е./год; S_i – площадь земель, на которой удалось предотвратить загрязнение химическим веществом i -го вида в отчетном году, га; $K_{\text{хп}}$ – повышающий коэффициент за предотвращение загрязнения земель несколькими (n) химическими веществами: $K_{\text{хп}} = 1 + 0,2(n - 1)$, при $n \leq 10$; $K_{\text{хп}} = 3$, при $n > 10$.

Ущерб от захламления земель несанкционированными свалками определялся по формуле

$$Y_{\text{пр.с}} = \sum (H_c \cdot S_i \cdot K_3 \cdot K_n), \quad (3)$$

где $Y_{\text{пр.с}}$ – это оценка величины предотвращенного ущерба от захламления земель i -й категорией отходов за отчетный период времени (у.е./год); S_i – площадь земель, где удалось предотвратить захламление отходами i -го вида за отчетный период времени, га.

Общую величину предотвращенного ущерба ($Y_{\text{пр}}^n$), тыс. руб./год, от ухудшения качества почв, земель и их разрушения в рассматриваемом районе за отчетный период времени определяли при суммировании всех видов предотвращенных ущербов:

$$Y_{\text{пр}}^n = Y_{\text{прд}} + Y_{\text{пр.х}} + Y_{\text{пр.с}} + Y_{\text{др}}, \quad (4)$$

где $Y_{\text{др}}$ – это любой другой i -й вид ущерба, который удалось предотвратить от ухудшения и разрушения почв в рассматриваемом регионе за отчетный период времени, тыс. руб./год.

Оценка величины предотвращенного экологического ущерба от деградации земель и почв в результате проведенных природоохранных мероприятий вычисляли по формуле (1):

$$Y_{\text{прд}} = H_c \cdot S_x \cdot K_3 \cdot K_n = 227,03 \cdot 15 \cdot 1,9 \cdot 1 = 6470 \text{ тыс.руб.}$$

где $Y_{\text{прд}}$ – величина, которая характеризует ущерб от деградации почв и земель на рассматриваемой территории за отчетный период времени, у.е./год; H_c – норматив затрат на освоение новых земель, $H_c = 227,03$ тыс. руб./га [12]; $S_x = 15$ га; K_n – коэффициент для особо

охраняемых территорий, $K_{\text{п}} = 1$; K_3 – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории, $K_3 = 1,9$. Значения коэффициентов взять из таблицы Письма Минприроды России от 27.12.1993 № 04-25/61-5678.

Ущерб от загрязнения земель химическими веществами определяли по формуле (2):

$$Y_{\text{пр.х}} = \sum (H_c \cdot S_i \cdot K_3 \cdot K_{\text{п}}) \cdot K_{\text{хп}} = \\ = \sum (227,03 \cdot 15 \cdot 1,9 \cdot 1) \cdot 1,8 = 11\,647 \text{ тыс. руб.},$$

где $K_{\text{хп}}$ – повышающий коэффициент за предотвращение загрязнения земель несколькими (n) химическими веществами, $K_{\text{хп}} = 1 + 0,2(n - 1) = 1 + 0,2 \cdot (5 - 1) = 1,8$.

Ущерб от захламления земель несанкционированными свалками определяли по формуле (3):

$$Y_{\text{пр.с}} = \sum (H_c \cdot S_i \cdot K_3 \cdot K_{\text{п}}) = 227,03 \cdot 15 \cdot 1,9 \cdot 1 = 6470 \text{ тыс. руб.}$$

где S_i – площадь земель, где удалось предотвратить захламление отходами i -го вида за отчетный период времени, $S_i = 227,03$ га.

Общую величину предотвращенного ущерба ($Y_{\text{пр}}^{\text{н}}$) от ухудшения и разрушения почв, земель рассчитали по формуле (4):

$$Y_{\text{пр}}^{\text{н}} = Y_{\text{прд}} + Y_{\text{пр.х}} + Y_{\text{пр.с}} + Y_{\text{др}} = \\ = 6470 + 11\,647 + 6470 + 0 = 24\,587 \text{ тыс. руб./год.}$$

Одним из важных аспектов проводимого исследования является расчет платы за размещение отходов в пределах установленных лимитов ($\Pi_{\text{лотх}}$).

Этот показатель рассчитывается и устанавливается в рублях на год по формуле [11]

$$\Pi_{\text{лотх}} = \sum K_{\text{инд}} \cdot K_{\text{эотх}} \cdot H_{\text{ллотх}} \cdot M_{\text{лотх}}, \quad (5)$$

где $K_{\text{инд}}$ – индивидуальный коэффициент индексации, $K_{\text{инд}} = 2$; $K_{\text{эотх}}$ – коэффициент, оценивающий экологическую ситуацию и экологическую значимость состояния почв в рассматриваемом районе, $K_{\text{эотх}} = 1,9$; $H_{\text{ллотх}}$ – норматив платы за размещение 1 т отходов i -го вида в пределах установленных лимитов, руб./т (таблица);

$M_{iотх}$ – фактическое количество размещаемых отходов i -го вида, т (m^3);
 $M_{лиотх}$ – годовой лимит на размещение отходов i -го вида, т (m^3).

Нормативы платы за размещение отходов производства
 и потребления [15]

Вид отходов (по классам опасности для окружающей среды)	Единица измерения	Нормативы платы за размещение 1 единицы измерения отходов в пределах установленных лимитов размещения отходов, руб.
Отходы I класса опасности (чрезвычайно опасные)	т	1739,2
Отходы II класса опасности (высоко опасные)	т	745,4
Отходы III класса опасности (умеренно опасные)	т	497
Отходы IV класса опасности (малоопасные)	т	248,4
Отходы V класса опасности (практически неопасные): добывающей промышленности	т	0,4
перерабатывающей промышленности	т	15
прочие	т	8

Если же размещение сверхлимитных отходов ($\Pi_{слотх}$), руб./год, превышает лимит размещения, то этот показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$\Pi_{слотх} = 5 \cdot \sum K_{инд} \cdot K_{эотх} \cdot H_{лиотх} \cdot (M_{iотх} - M_{лиотх}), \quad (6)$$

где 5 – повышающий штрафной коэффициент.

Общая плата за размещение отходов ($\Pi_{отх}$), руб./год, рассчитывается по формуле

$$\Pi_{отх} = \Pi_{лотх} + \Pi_{слотх}. \quad (7)$$

Шлак феррованадиевый относится к 4-му классу опасности. Из таблицы видно, что за складирование 1 т отходов IV класса опасности предприятие обязано оплатить 248,4 руб. За период работы на ОАО «Чусовской металлургический завод» скопилось более 1,8 млн т металлургических шлаков, при годовом лимите на размещение отходов

6,648 млн т. $M_{\text{отх}}$ получено с учетом количества лет: 1,8 млн т делим на 205 лет (накопление осуществлялось с 1797 по 2002 г.) и получаем 8780,5 т/год.

Плата за размещение отходов в пределах установленных лимитов, руб./год, рассчитана по формуле (5):

$$\begin{aligned}
 \Pi_{\text{лотх}} &= \sum K_{\text{инд}} \cdot K_{\text{отх}} \cdot N_{\text{лотх}} \cdot M_{\text{отх}} = \\
 &= \sum 2 \cdot 1,9 \cdot 248,4 \text{ руб./т} \cdot 8780,5 \text{ т/год} = 8\,288\,078,04 \text{ руб.} = 8,3 \text{ млн руб.},
 \end{aligned}$$

$$\Pi_{\text{лотх}} = 1651,3632 \text{ млн руб.};$$

$$M_{\text{отх}} = 8780,5 \text{ т/год};$$

$$M_{\text{лотх}} = 6,648 \text{ млн т};$$

$$K_{\text{инд}} = 2.$$

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что при проведении природоохранных мероприятий на террикониках КУБа экономия составит 24 587 тыс. руб./год. Расчетная сумма, выплачиваемая ежегодно за размещение отходов в пределах установленных лимитов Чусовским металлургическим заводом, внушительна. Хранить такое количество отходов экономически нерентабельно и экологически небезопасно.

Использование отходов Чусовского металлургического завода освободит предприятие от платежей за размещение отходов, также предприятие сможет получать дополнительную прибыль, реализуя свои отходы в качестве рекультивационного материала. В качестве поощрений для предприятий, осуществляющих подобные природоохранные мероприятия, может быть предложена пониженная ставка за размещение промышленных отходов.

Предложенный подход позволяет решить экологическую проблему рекультивации терриконики Кизеловского угольного бассейна и значительно снизить затраты на размещение отходов Чусовского металлургического завода. Рекультивируемые площади в дальнейшем можно использовать в сельскохозяйственных целях.

Список литературы

1. Максимович Н.Г., Черемных Н.В., Хайрулина Е.А. Экологические последствия ликвидации Кизеловского угольного бассейна // Географический вестник. – 2006. – № 2. – С. 128–134.

2. Максимович Н.Г. Создание геохимических барьеров для очистки стоков породных отвалов // Уголь. – 2006. – № 9. – С. 64.

3. WiКизел – Хроники Кизела [Электронный ресурс]. – URL: <http://wiki.kizel.ru/index.php> (дата обращения: 12.10.2015).

4. Баньковская В.М., Максимович Н.Г. Геохимические изменения природной среды в районах размещения отвалов угледобывающей промышленности // География и природные ресурсы. – 1989. – № 2. – С. 42–45.

5. Красильникова С.А. Эколого-экономическая эффективность рекультивации нарушенных земель // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5210> (дата обращения: 27.05.2016).

6. Королькова В.П. Перспективы и стратегия развития территории Кизеловского угольного бассейна [Электронный ресурс] // Apriori. Серия: Естественные и технические науки. – № 4. – 2015. – URL: <http://apriori-journal.ru/journal-estesvennie-nauki/arc-number/2015> (дата обращения: 27.05.2016).

7. Пат. № 2536062 Российская Федерация, МПК В 09 В 1/00, Е 21 С 41/32. Материал для рекультивации полигонов твердых бытовых отходов и карьеров / Пугин К.Г., Вайсман Я.И., Рудакова Л.В., Ивенских О.В., Потапов А.Д.; заявитель и патентообладатель Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – № 2013134905/13; заявл. 24.07.13; опубл. 20.12.14, Бюл. № 35. – 7 с.

8. Плата за природопользование и негативное воздействие на окружающую среду [Электронный ресурс]. – URL: http://studme.org/168503038926/pravo/plata_prirodopolzovanie_negativnoe_vozdeystvie_okruzhayuschuyu_sredu (дата обращения: 23.12.2015).

9. Батычко В.Т. Экологическое право: Принципы экологического права [Электронный ресурс]: крат. конспект лекций / ГТИ ЮФУ. – Таганрог, 2009. – URL: http://www.aup.ru/books/m230/2_4.htm (дата обращения: 11.11.2015).

10. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба: утв. председателем Госкомэкологии В.И. Даниловым-Данильяном 09.03.1999.

11. Дорожко С.В., Хорева С.А. Основы экономики природопользования: практикум / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2009. – 214 с.

12. Потапов С.С., Паршина Н.В., Максимович Н.Г. Минералогические последствия разработки угольных месторождений. Связь с геологическими условиями и способами добычи (на примере Челябинского и Кизеловского бассейнов) // Восьмые Всероссийские научные чтения памяти ильменского минералога В.О. Полякова / ИминУрО РАН. – Миасс, 2007. – С. 12–34.

13. Диркова Е., Кретов А. Что нужно знать бухгалтеру о мусоре. Практическая бухгалтерия [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.lawmix.ru/bux/76074> (дата обращения: 23.12.2015).

References

1. Maksimovich N.G., Cheremnykh N.V., Khairulina E.A. Ekologicheskie posledstviia likvidatsii Kizelovskogo ugol'nogo basseina [Environmental consequences of elimination Kizel coal basin]. *Geograficheskii vestnik*, 2006, no. 2, pp. 128-134.

2. Maksimovich N.G. Sozdanie geokhimicheskikh bar'erov dlia ochistki stokov porodnykh otvalov [Creation of geochemical barriers to clean waste rock dumps]. *Ugol'*, 2006, no. 9, pp. 64.

3. WiKizel – Khroniki Kizela [WiKizel – Chronicles Kizel], available at: <http://wiki.kizel.ru/index.php> (accessed 12 October 2015).

4. Ban'kovskaia V.M., Maksimovich N.G. Geokhimicheskie izmeneniia prirodnoi sredy v raionakh razmeshcheniia otvalov ugledobyvaiushchei promyshlennosti [Geochemical changes in the environment in the areas where coal mining dumps]. *Geografiia i prirodnye resursy*, 1989, no. 2, pp. 42-45.

5. Krasil'nikova S.A. Ekologo-ekonomicheskaiia effektivnost' rekul'tivatsii narushennykh zemel' [Ecological and economic efficiency of land reclamation]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia*, 2011, no. 6, available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5210> (accessed 27 May 2016).

6. Korol'kova V.P. Perspektivy i strategiiia razvitiia territorii Kizelovskogo ugol'nogo basseina [Outlook and strategy development of the area

Kizel coal basin]. *Apriori. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2015, no. 4, available at: <http://apriori-journal.ru/journal-estesvennie-nauki/arc-number/2015> (accessed 27 May 2016).

7. Pugin K.G., Vaisman Ia.I., Rudakova L.V., Ivenskikh O.V., Potapov A.D. Material dlia rekul'tivatsii poligonov tverdykh bytovykh otkhodov i kar'erov [The material for the reclamation of solid waste landfills and quarries]. *Patent 2536062 Rossiiskaia Federatsiia*.

8. Plata za prirodopol'zovanie i negativnoe vozdeistvie na okruzhaiushchuiu sredu [The fee for use of natural resources and the negative impact on the environment], available at: http://studme.org/168503038926/pravo/plata_prirodopolzovanie_negativnoe_vozdeystvie_okruzhayuschuyu_sredu (accessed 23 December 2015).

9. Batychko V.T. *Ekologicheskoe pravo: Printsipy ekologicheskogo prava* [Environmental Law: Principles of Environmental Law]. Taganrog, 2009, available at: http://www.aup.ru/books/m230/2_4.htm (accessed 11 November 2015).

10. Vremennaia metodika opredeleniia predotvrashchennogo ekologicheskogo ushcherba [Temporary method of determining the avoided environmental damage]. Goskomekologiiia, 1999.

11. Dorozhko S.V., Khoreva S.A. *Osnovy ekonomiki prirodopol'zovaniia* [Basics of environmental economics]. Minsk: Belorusskii natsional'nyi tekhnicheskii universitet, 2009. 214 p.

12. Potapov S.S., Parshina N.V., Maksimovich N.G. *Mineralogiko-ekologicheskie posledstviia razrabotki ugol'nykh mestorozhdenii. Sviaz' s geologicheskimi usloviiami i sposobami dobychi (na primere Cheliabinskogo i Kizelovskogo basseinov)* [Mineralogical and environmental impacts of coal mining. Connection with geological conditions and production methods (for example, Chelyabinsk and Kizel basin)]. *Vos'mye Vserossiiskie nauchnye chteniia pamiati il'menskogo mineraloga V.O. Poliakova*. Miass: Institut mineralogii Ural'skogo otdeleniia Rossiiskoi akademii nauk, 2007, pp. 12-34.

13. Dirkova E., Kretov A. *Chto nuzhno znat' bukhgalteru o musore. Prakticheskaiia bukhgalteriia* [What do accountant need to know about garbage. Practical accounting], available at: <http://www.lawmix.ru/bux/76074> (accessed 23 December 2015).

Получено 27.05.2016

Об авторах

Лобовиков Алексей Олегович (Пермь, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление промышленным производством» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: lobovik@yandex.ru).

Пугин Константин Георгиевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили и технологические машины» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: 123zzz@rambler.ru).

Устенко Сабина Владимировна (Пермь, Россия) – магистрант кафедры «Охрана окружающей среды» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: ustsab@mail.ru).

Смелова Алена Николаевна (Пермь, Россия) – магистрант кафедры «Охрана окружающей среды» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: alena-egorova93@inbox.ru).

Залевская Юлия Михайловна (Пермь, Россия) – магистрант кафедры «Охрана окружающей среды» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: ylia_15@list.ru).

About the authors

Aleksei O. Lobovikov (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Economical Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Industrial Management, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: lobovik@yandex.ru).

Konstantin G. Pugin (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Cars and Production Machines, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: 123zzz@rambler.ru).

Sabina V. Ustenko (Perm, Russian Federation) – Master Student, Department of Environmental Protection, Perm National Research Poly-

technic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: ustsab@mail.ru).

Alena N. Smelova (Perm, Russian Federation) – Master Student, Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: alena-egorova93@inbox.ru).

Iuliia M. Zalevskaia (Perm, Russian Federation) – Master Student, Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: ylia_15@list.ru).