

УДК 504.062:[658.567.1:622.713]

СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО РАЙОНА

*Шорохова А.В., к.т.н., старший преподаватель кафедры бизнеса
и инноваций (Shoroxova_a@mail.ru)*

*Новичихин А.В., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой транспорта
и логистики (novitchihin@bk.ru)*

Юрьева Е.Н., соискатель степени к.т.н. кафедры транспорта и логистики

Сибирский государственный индустриальный университет
(654007, Россия, Кемеровская обл., Новокузнецк, ул. Кирова, 42)

Аннотация. Разработана концепция социально ориентированной информационной технологии, основанная на интеграции диверсификационных и технологических процессов для создания дополнительной продукции и объектов инфраструктуры путем поэтапного структурного синтеза процессов переработки и восстановления нарушенных земель. Предложена структура концепции, состоящая из эмпирических предпосылок, принципов, модели повышения уровня экологической безопасности, показателей оценки требований, результатов реализации и критериев достоверности. Основные принципы повышения уровня экологической безопасности: предотвращение экологического ущерба, внедрение полного цикла рационального природопользования; согласование интересов органов государственной власти, инвесторов, собственников и социума; интеграция технологий переработки отходов, рекультивация нарушенных земель и создание объектов социальной инфраструктуры. Концептуальная модель повышения уровня экологической безопасности отражает взаимодействие основного и вспомогательного производства утилизации техногенных ресурсов и восстановления нарушенных территорий с последующим созданием объектов инфраструктуры. Результаты реализации социально ориентированной информационной технологии отвечают характеристикам: предметность, интерпретируемость, проверяемость, достоверность, полнота, непротиворечивость. В соответствии с предложенным инструментарием разработаны сценарии повышения уровня экологической безопасности города Новокузнецка в условиях функционирующих предприятий черной металлургии с получением из отходов сырья для самой металлургической промышленности, материалов для строительных нужд (строительных кирпичей, добавок к бетону), удобрений для сельского хозяйства. Получены прогнозные оценки сценариев до 2037 года: экономический эффект; площадь восстановленных земель; объем загрязнений окружающей среды, полученных в результате производственной деятельности; численность населения горно-металлургического района; нормативные показатели; предотвращенный объем загрязнения, приходящийся на душу населения. Строительство комплекса планируется в течение 2019 – 2020 гг., ввод в эксплуатацию в 2021 г., поэтапное создание объектов социальной инфраструктуры с 2033 г. В результате моделирования выявлены ежегодный рост прогнозных показателей по рассматриваемым сценариям за счет синтеза поэтапных процессов переработки отходов и восстановления нарушенных земель, снижение объема загрязнений природной среды, обусловленное вводом в эксплуатацию без- и малоотходных производств.

Ключевые слова: концепция, информационная технология, концептуальная модель, критерии достоверности, переработка отходов.

DOI: 10.17073/0368-0797-2018-10-807-812

ВВЕДЕНИЕ

Рост объемов добычи и обогащения полезных ископаемых, являющихся сырьем для металлургической промышленности, обуславливает перманентное ухудшение показателей экологической обстановки, качества жизни населения горно-металлургических районов и увеличение нагрузки техногенного эффекта [1 – 3]. Ухудшение экологической и социальной обстановки предопределено постоянным увеличением нарушенных площадей, которые используются для складирования отходов горно-перерабатывающих предприятий и металлургических заводов [4, 5]. Следует отметить, что современные мало- и безотходные технологии по переработке отходов обеспечивают их эффективную утилизацию и получение продукции из техногенных ресурсов [6 – 12]. В 2017 г. переработка отходов от про-

изводства сырья для нужд металлургических заводов составила около 53 % [13, 14].

Таким образом, особое значение приобретают переработка ресурсов техногенных месторождений и восстановление земель, подвергнутых промышленным воздействиям. Создание различных объектов инфраструктуры на территории рекультивированных техногенных месторождений направлено на снижение и ликвидацию негативного влияния производств для создания благоприятных условий жизнедеятельности социума и повышения уровня экологической безопасности (ЭБ) горно-металлургических районов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В этой связи предлагается концепция социально ориентированной информационной технологии повы-

шения уровня ЭБ посредством интеграции диверсификационных и технологических процессов, ориентированная на улучшение социально-экологической обстановки с созданием дополнительной продукции и объектов инфраструктуры путем поэтапного структурного синтеза процессов переработки отходов, высвобождения и восстановления земель для повышения качества жизни населения [15].

Концептуальная структура социально ориентированной информационной технологии повышения уровня ЭБ горно-металлургического района представлена на рис. 1. Предлагаемая технология предусматривает утилизацию техногенных отходов, уменьшение затрат на охрану окружающей среды и снижение себестоимости основной и дополнительной продукции (полученной из отходов), снижение техногенного воздействия на окружающую среду, создание новых рабочих мест за счет строительства и использования объектов социальной инфраструктуры.

Выбор комплекса технологий переработки ресурсов техногенных месторождений, технологической и биологической рекультивации осуществляется с учетом параметров отвалов и отстойников (химический состав, зольность, влажность, марка угля, площадь нарушенных территорий и прочие) с их последующим комплексированием. Компоненты теоретических основ концепции состоят из принципов, концептуальной модели, требований реализации и показателей.

В соответствии с концепцией предложены следующие принципы [15]:

1 – предотвращение социально-экологического ущерба посредством проведения мероприятий по внедрению полного цикла рационального недропользования, контроль за образованием отходов, за нарушениями почвенного покрова, своевременная ликвидация и переработка техногенных ресурсов, что позволит уменьшить площадь отчуждаемых земель;

2 – диверсификация технологических процессов перерабатывающих предприятий и металлургических заводов – разрабатывается и корректируется проектная документация предприятий с внедрением мало- и безотходных производств, модернизируется существующее оборудование;

3 – выпуск дополнительной продукции, полученной из отходов, – при производстве осуществляется контроль качества товарного продукта, что увеличивает конкурентоспособность и рыночный спрос на эту продукцию;

4 – согласованность экологических, экономических и социальных интересов собственников, инвесторов, органов государственной власти и социума на основе показателей ЭБ обеспечит их заинтересованность во внедрении мало- и безотходных производств;

5 – поэтапная интеграция процессов переработки, рекультивации и создания объектов социальной инфраструктуры посредством параллельных процедур позволит экономически эффективно высвободить финансовые, минеральные и земельные ресурсы.

В соответствии с разработанной концепцией предлагается модель повышения уровня ЭБ горно-металлур-



Рис. 1. Концептуальная структура социально ориентированной информационной технологии повышения уровня ЭБ горно-металлургического района [15]

Fig. 1. Conceptual structure of socially oriented information technology for raising the level of ecologic safety of mining and metallurgical region [15]

гического района (рис. 2). Входные параметры модели: уровни выбросов, объем отходов, площадь нарушенных земель, виды и характеристики сырья, на выходе – дополнительная продукция из отходов, прибыль, новые рабочие места, объекты социальной инфраструктуры. В результате внедрения современных безотходных технологий производится дополнительная продукция из отходов (рис. 2).

При ликвидации базового производства вспомогательное становится основным, что обеспечивает конкурентоспособность горнопромышленных и металлургических предприятий на рынке и увеличивает время функционирования этих предприятий. Восстановление освобожденных земель осуществляется в два этапа: технологическая и биологическая рекультивация. На восстановленных территориях создаются объекты социальной инфраструктуры.

При строительстве объектов социальной инфраструктуры возможно использование отходов горнодобывающих, перерабатывающих и металлургических производств, в том числе вскрышных пород.

Учитывая неблагоприятную экономическую ситуацию в горно-металлургических районах, создание объектов инфраструктуры предполагается за счет частных инвесторов. При этом на восстановленных территориях возможно строительство как объектов промышленного, так и сельскохозяйственного назначения.

В соответствии с информационной технологией (рис. 1) представлены система управления, комплекс

показателей оценки, организационно-технологический механизм управления ЭБ, сценарии повышения уровня ЭБ, которые характеризуются следующими параметрами (в соответствии с методологией работ [16, 17]):

1 – предметность – все компоненты теоретических основ концепции и результаты ее реализации направлены на повышение уровня ЭБ горно-металлургического района;

2 – интерпретируемость – наличие эмпирически интерпретируемых результатов реализации концепции и рекомендаций для повышения уровня ЭБ горно-металлургического района;

3 – проверяемость – соответствие результатов реализации концепции функционированию реального объекта. Отклонение результатов прогнозных оценок от показателей, основанных на реальных данных, не должно превышать определенного значения;

4 – достоверность – система управления, комплекс показателей, организационно-технологический механизм и сценарии отражают изменение уровня ЭБ и социально-экономического потенциала горно-металлургического района;

5 – полнота – охват всех процессов переработки отходов, рекультивации нарушенных земель и создания объектов инфраструктуры горно-металлургического района, влияющих на уровень его ЭБ;

6 – непротиворечивость – концепция, принципы, результаты ее реализации (система управления, комплекс показателей, организационно-технологический

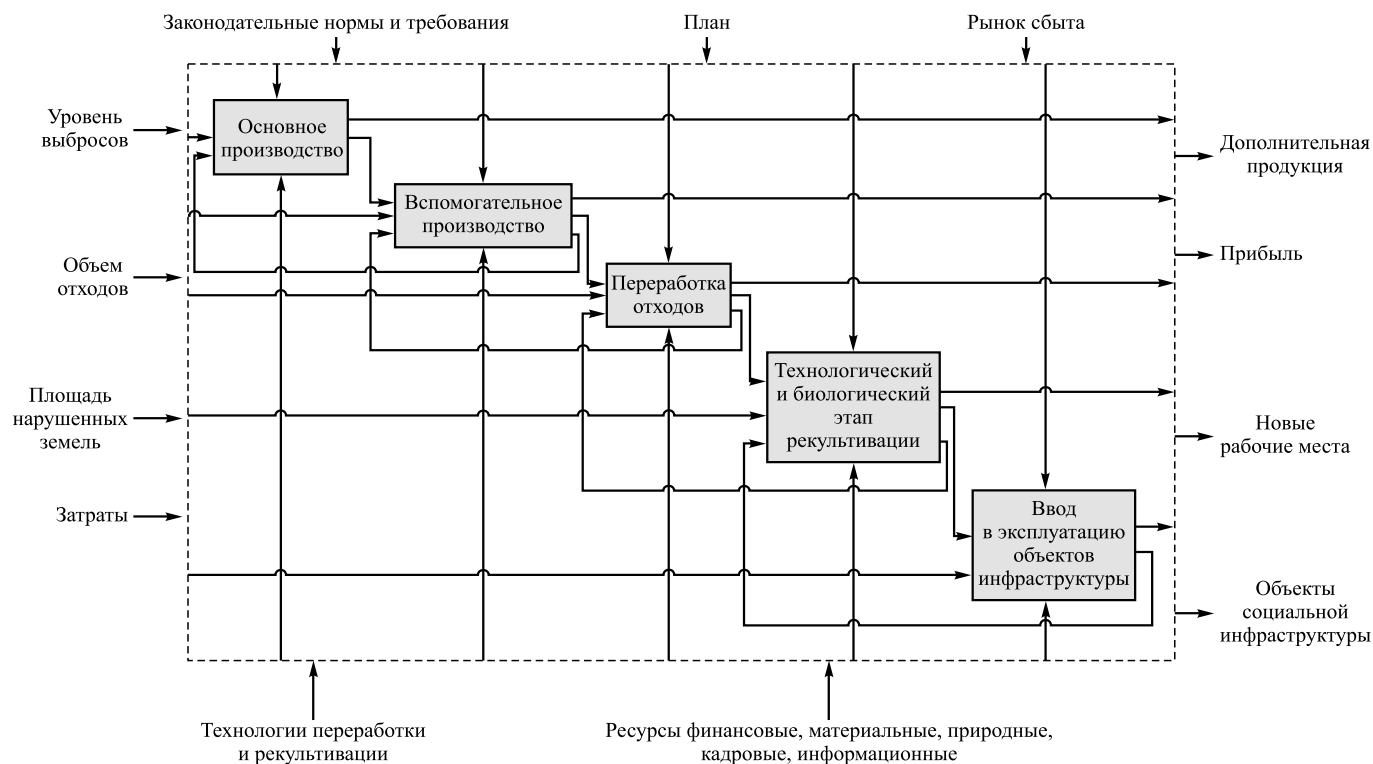


Рис. 2. Концептуальная модель повышения уровня ЭБ

Fig. 2. Conceptual model of raising the level of ES (Ecological Safety)

механизм управления ЭБ, сценарии) не противоречат и обуславливают друг друга.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с предлагаемой концепцией для повышения уровня ЭБ города Новокузнецка в условиях функционирующих горнопромышленных предприятий разработан набор сценариев. Рассмотренные сценарии предусматривают строительство комплекса по переработке отходов с получением в дальнейшем сырья для металлургических предприятий (коксования, литейного производства):

C1 – получение угольного концентрата гравитационными методами обогащения (сепараторы с качающейся постелью), строительных и огнеупорных материалов;

C2 – получение угольного концентрата гравитационными методами обогащения (масляная грануляция), материалов для строительных нужд;

C3 – получение угольного концентрата гравитационными методами обогащения в тяжелых средах, кирпичей для строительных нужд;

C4 – получение угольного концентрата гравитационными методами обогащения (масляная грануляция), строительных кирпичей;

C5 – получение угольного концентрата гравитационными методами обогащения (масляная грануляция), клинкера с предварительным дроблением и обжигом;

C6 – получение угольного концентрата гравитационными методами обогащения (масляная грануляция), добавок к бетону;

C7 – получение угольного концентрата гравитационными методами обогащения (в гидроциклонах), добавок к бетону;

C8 – производство удобрений для сельского хозяйства.

Результаты моделирования прогнозных оценок [18] показателей сценариев повышения уровня ЭБ представлены на рис. 3.

С 2019 по 2020 г. планируется осуществить строительство и внедрение безотходных технологий в производство (рис. 3). Вводится в эксплуатацию комплекс по переработке отходов в 2021 г. В период с 2021 по 2033 гг. прогнозируется рост показателей (F1, F2, F4, F5) за счет поэтапной интеграции процессов переработки отходов и восстановления бортов отвала [19, 20] по причине снижения затрат на экологические штрафы и выплаты за хранение отходов. После 2033 г. планируется создание объектов инфраструктуры.

В результате внедрения без- и малоотходных производств планируется ежегодное снижение объема за-

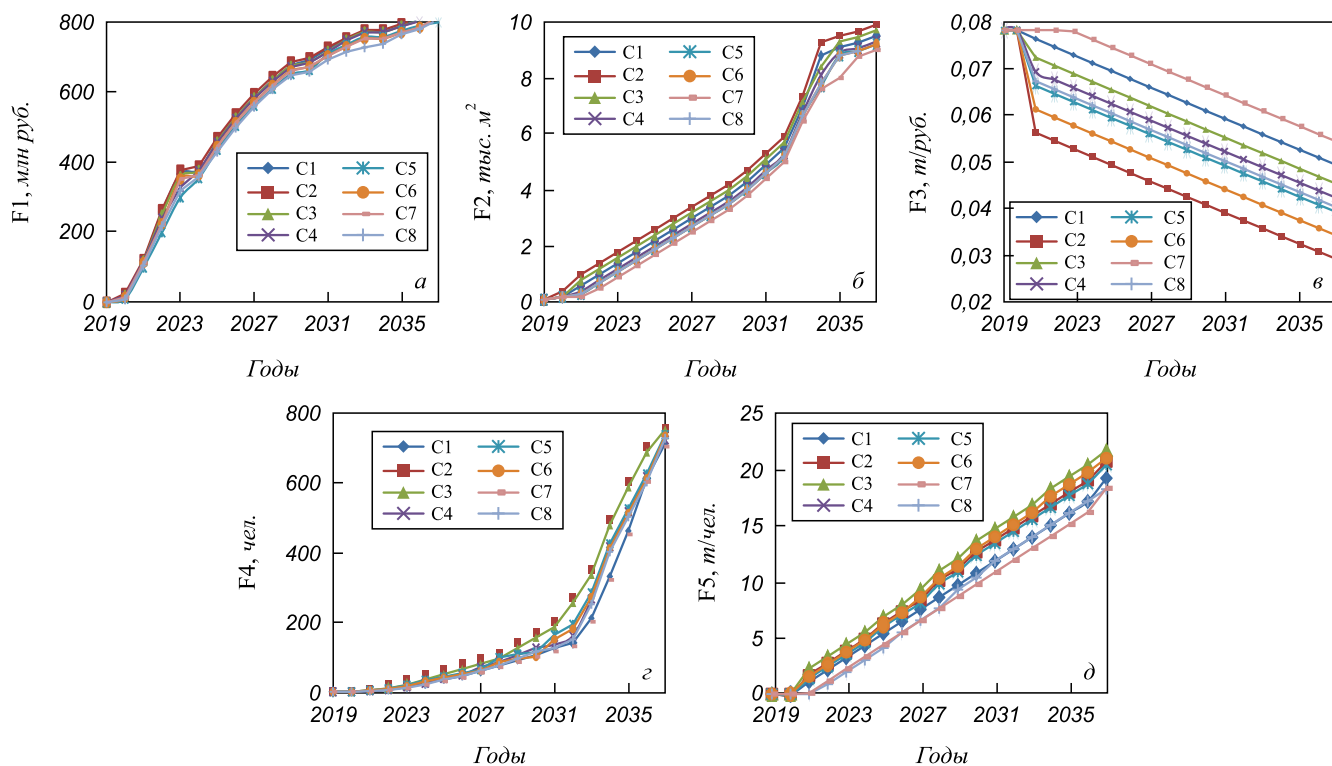


Рис. 3. Прогнозные оценки показателей для сценариев повышения уровня ЭБ города Новокузнецка до 2037 г.: а – экономический эффект; б – площадь восстановленных земель; в – объем загрязнений окружающей среды в результате производственной деятельности; г – численность населения горно-металлургического района с нормативными показателями; д – предотвращенный объем загрязнения, приходящийся на душу населения

Fig. 3. Predicted estimates of indicators for scenarios for raising the level of Novotuznetsk city ES until 2037: а – economic effect; б – area of restored lands; в – volume of environment pollution as a result of production activity; г – population of the mining and metallurgical area with standard indicators; д – the prevented volume of pollution falling per capita

грязнений окружающей среды, обусловленных производственной деятельностью (F3).

Выводы

Социально ориентированная информационная технология повышения ЭБ горно-металлургического района обеспечит внедрение безотходных технологий, рациональное недропользование и снижение эколого-экономического ущерба. Реализация рассмотренных сценариев повышения уровня ЭБ позволит экономически и экологически эффективно переработать накопленные и образующиеся отходы от производства сырья для нужд металлургической отрасли, снизить негативную деятельность производства, сократить площадь нарушенных земель и уровень безработицы путем создания новых рабочих мест.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Linda S. Environmental Management for Business. – Chichester; New York: J. Wiley, 1996. – 366 p.
2. Tarras-Wahlberga NH., Flachier A., Lane SN., Sangforsd O. Environmental impacts and metal exposure of aquatic ecosystems in rivers contaminated by small scale gold mining: the Puyango River basin, southern Ecuador // The Science of the Total Environment. 2001. Vol. 278. P. 239 – 261.
3. Mummy D.L., Stahl P.D., Buyer J.S. Soil microbiological properties 20 years after surface mine reclamation: spatial analysis of reclaimed and undisturbed sites // Soil biology and chemistry. 2002. Vol. 34. No. 11. P. 1717 – 1725.
4. Steinhauer G., Adlassnig W., Lendl T., Peroutka M., Weidinger M., Lichtscheidl I.K., Bichler M. Metalloid Contaminated Microhabitats and their Biodiversity at a Former Antimony Mining Site in Schlaining, Austria // Open Environmental Sciences. 2009. Vol. 3. P. 26 – 41.
5. Putz H.-J. Final fate of residues from the German recovered paper processing industry. – In book: 7 Research Forum on Recycling, Quebec City, Sept. 27 – 29. – PARTAC, 2004. P. 239 – 244.
6. Moises Frias, Rosario Garcia, Raquel Vigil de la Villa, Sagrario Martinez-Ramirez. Coal Mining Waste as a Future Eco-Efficient Supplementary Cementing Material: Scientific Aspects // Recycling. 2016. No. 1 (2). P. 232 – 241.
7. Mineral processing plant design, practice and control. Vol. 1. SME Symposium proceedings, Vancouver, B.C., Canada, Oct. 20 – 24, 2002. – 1264 p.
8. Thiel R.S., Smith M.E. State of the practice review of heap leach pad design Issues // Proc. GRI-18, Las Vegas, Nevada, USA. 2003. Vol. 22. P. 555 – 568.
9. Raymond L. Lowrie. Mining Reference Handbook. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration. Inc. (SME), 2002, Electronic edition published, 2009. – 448 p.
10. Шувалов Ю.В., Никулин А.Н. Ресурсосберегающие технологии получения тепловой энергии на основе переработки твердых горючих углеродсодержащих отходов // Записки горного института. 2007. Т. 170. № 1. С. 139 – 141.
11. Ческидов В.В., Сенченко Д.С. Учебно-рекреационная рекултивация карьерных комплексов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 7. С. 238 – 241.
12. Попов С.М., Резников Е.Л. Методические основы экономической оценки условий для размещения отходов в угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 3. С. 20 – 23.
13. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2015 года // Уголь. 2016. № 3. С. 58 – 72.
14. Образование, использование и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности в Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#. (Дата обращения 12.07.2018).
15. Шорохова А.В., Новичихин А.В. Повышение уровня экологической безопасности горнопромышленного района: концепция и конкретизация // Экономика и менеджмент систем управления. 2017. Т. 26. № 4.1. С. 188 – 194.
16. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: СИНТЕГ, 2007. – 668 с.
17. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология: словарь системы основных понятий. – М.: Либроком, 2013. – 208 с.
18. Шорохова А.В., Новичихин А.В. Имитационные модели социально-экологической безопасности горнопромышленных районов // Экономика и менеджмент систем управления. 2016. Т. 22. № 4. С. 93 – 100.
19. Shorokhova A.V., Novichikhin A.V. Processing of iron-ore waste from enrichment plants // Steel in Translation. 2017. Vol. 47. No. 6. P. 378 – 382.
20. Novichikhin A.V., Shorokhova A.V. Systematic processing of iron-ore waste in mining regions // Steel in Translation. 2017. Vol. 47. No. 7. P. 456 – 462.

Поступила 26 сентября 2018 г.

IZVESTIYA VUZOV. CHERNAYA METALLURGIYA = IZVESTIYA. FERROUS METALLURGY. 2018. VOL. 61. NO. 10, pp. 807–812.

SOCIALLY ORIENTED INFORMATION TECHNOLOGY OF INCREASING THE LEVEL OF ECOLOGICAL SAFETY OF MINING AND METALLURGICAL AREA

A.V. Shorokhova, A.V. Novichikhin, E.N. Yur'eva

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Kemerovo Region, Russia

Abstract. Conceptual bases were developed for socially oriented information technology based on integration of diversification and technological processes for creation of additional production and infrastructure facilities by means of stage-by-stage structural synthesis of processing and restoration of broken lands. The structure of conceptual bases is offered consisting of empirical prerequisites, principles, model of increase in level of ecological safety, indicators of assessment of requirements, results of realization and criteria of reliability. The principles are directed to prevention of ecological damage, full cycle of rational

environmental management, coordination of interests of public authorities, investors, owners and society, integration of technologies of waste processing, land reclamation and creation of objects of social infrastructure. The conceptual model of increase in level of ecological safety reflects interaction of the main and auxiliary production of technogenic resources utilization and restoration of the broken territories with subsequent creation of infrastructure facilities. Results of realization of socially oriented information technology have the following characteristics: concreteness, interpretability, checkability, reliability, completeness and consistency. In compliance with the offered tools, scenarios of increase in level of ecological safety of the city of Novokuznetsk have been developed for conditions of functioning of metallurgical plants producing materials from waste of metallurgical industry, materials for construction needs, construction bricks, addi-

tives to concrete and fertilizers for agriculture. Project scenarios till 2037 are described: economic effect; area of restored lands; volume of environmental pollution as a result of production activity; population of mining and metallurgical area with standard indicators; prevented pollution volume per capita. Construction of plant is planned from 2019 to 2020, with commissioning in 2021; stage-by-stage creation of social infrastructure objects is planned since 2033. As a result of modeling it was revealed as follows: annual growth of expected indicators of scenarios due to synthesis of stage-by-stage operations of waste processing, and restoration of broken lands, decrease in volume of environment pollution caused by commissioning of waste-free and low-waste productions.

Keywords: information technology, conceptual model, concept, reliability criteria, waste processing.

DOI: 10.17073/0368-0797-2018-10-807-812

REFERENCES

- Linda S. *Environmental Management for Business*. Chichester; New York: J. Wiley, 1996, 366 p.
- Tarras-Wahlberga NH., Flachier A., Lane SN., Sangforsd O. Environmental impacts and metal exposure of aquatic ecosystems in rivers contaminated by small scale gold mining: the Puyango River basin, southern Ecuador. *The Science of the Total Environment*. 2001, vol. 278, pp. 239–261.
- Mummey D.L., Stahl P.D., Buyer J.S. Soil microbiological properties 20 years after surface mine reclamation: spatial analysis of reclaimed and undisturbed sites. *Soil biology and chemistry*. 2002, vol. 34, no. 11, pp. 1717–1725.
- Steinhauser G., Adlassnig W., Lendl T., Peroutka M., Weidinger M., Lichtscheidl I.K., Bichler M. Metalloid contaminated microhabitats and their biodiversity at a former antimony mining site in Schläining, Austria. *Open Environmental Sciences*. 2009, vol. 3, pp. 26–41.
- Putz H.-J. Final fate of residues from the German recovered paper processing industry. In: *7 Research Forum on Recycling, Quebec City, Sept. 27 – 29. PARTAC, 2004*, pp. 239–244.
- Moises Frias, Rosario Garcia, Raquel Vigil de la Villa, Sagrario Martinez-Ramirez Coal Mining Waste as a future eco-efficient supplementary cementing material: Scientific Aspects. *Recycling*. 2016, no. 1 (2), pp. 232–241.
- Mineral processing plant design, practice and control. Vol. 1. *SME Symposium proceedings, Vancouver, B.C., Canada, Oct. 20 – 24, 2002*, 1264 p.
- Thiel R.S., Smith M.E. State of the practice review of heap leach pad design Issues. *Proc. GRI-18, Las Vegas, Nevada, USA, 2003*, vol. 22, pp. 555–568.
- Raymond L. Lowrie. *Mining Reference Handbook*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration. Inc. (SME), 2002. Electronic edition published, 2009, 448 p.
- Shuvalov Yu.V., Nikulin A.N. Resource-saving technologies for thermal energy production based on processing of solid combustible carbon-containing waste. *Zapiski gornogo instituta*. 2007, vol. 170, no. 1, pp. 139–141. (In Russ.).
- Cheskidov V.V., Senchenko D.S. Educational and recreational rehabilitation of quarry sites. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2007, no. 7, pp. 238–241. (In Russ.).
- Popov S.M., Reznikov E.L. Methodical basics for economic assessment of conditions for waste disposal in coal mines. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2007, no. 3, pp. 20–23. (In Russ.).
- Tarazanov I.G. Production of coal industry in Russia in January-December 2015. *Ugol'*. 2016, no. 3, pp. 58–72. (In Russ.).
- Образование, испол'зование и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности в Российской Федерации* [Formation, use and disposal of industrial and consumption waste by economic activity in the Russian Federation]. Electronic resource. Available at URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/# (Accessed 12.07.2018). (In Russ.).
- Shorokhova A.V., Novichikhin A.V. Improving the level of environmental safety of mining region: concept and specification. *Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya*. 2017, vol. 26, no. 4.1, pp. 188–194. (In Russ.).
- Novikov A.M., Novikov D.A. *Metodologiya* [Methodology]. Moscow: SINTEG, 2007, 668 p. (In Russ.).
- Novikov A.M., Novikov D.A. *Metodologiya: slovar' sistemy osnovnykh ponyatii* [Methodology: vocabulary of the basic concepts]. Moscow: Librokom, 2013, 208 p. (In Russ.).
- Shorokhova A.V., Novichikhin A.V. Simulation models of social and environmental safety of mining areas. *Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya*. 2016, vol. 22, no. 4, pp. 93–100. (In Russ.).
- Shorokhova A.V., Novichikhin A.V. Processing of iron-ore waste from enrichment plants. *Steel in Translation*. 2017, vol. 47, no. 6, pp. 378–382.
- Novichikhin A.V., Shorokhova A.V. Systematic processing of iron-ore waste in mining regions. *Steel in Translation*. 2017, vol. 47, no. 7, pp. 456–462.

Information about the authors:

A.V. Shorokhova, Cand. Sci. (Eng.), Senior Lecturer of the Chair of Business and Innovation (Shoroxova_a@mail.ru)

A.V. Novichikhin, Dr. Sci. (Eng.), Assist. Professor, Head of the Chair of Transport and Logistics (novitichihin@bk.ru)

E.N. Yur'eva, Candidates for a degree of Cand. Sci. (Eng.) of the Chair of Transport and Logistics

Received September 26, 2018