

## ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФФЕКТИВНЫХ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

*И.Т. Трунов, Е.Н. Кадырова*

*Ростовский государственный строительный университет*

*Важнейшим условием рационального использования природных ресурсов является создание безотходных экологически чистых и высокорентабельных технологий. Выполненные исследования показывают, что решить эту проблему возможно только на основе высоких геоинформационных технологий, созданных в соответствии с научной парадигмой атомно-молекулярного строения вещества и химических элементов.*

*Исходя из этого, в предлагаемой статье авторами рассматриваются некоторые методические подходы по проведению исследований радиометрических свойств минеральных ресурсов с применением эффективных ГИС-технологий.*

*Ключевые слова: рациональное природопользование; высокие технологии; безотходное производство; высокая рента-2; стабилизация экологической среды; улучшение качества недвижимости; анализ экономических критериев; фонды производственной функции; высокая производительность труда; максимальная прибыль.*

*The most important condition of rational use of natural resources is creation of waste-free environmentally friendly and highly profitable technologies. The executed researches show that it is possible to solve this problem only on the basis of the high geoinformation technologies created according to a scientific paradigm of a nuclear and molecular structure of substance and chemical elements.*

*Proceeding from it, in the offered article some methodical approaches on carrying out researches of radiometric properties of mineral resources with application of effective GIS-technologies are considered by authors.*

*Key words: rational environmental management; high technologies; waste-free production; high rent-2; stabilization of the ecological environment; improvement of quality of real estate; analysis of economic criteria; funds of production function; high efficiency of work; maximum profit.*

Важнейшим условием рационального природопользования является создание безотходных экологически чистых технологий, обеспечивающих не только высокое сокращение загрязнителей и отходов, но и рентабельное производство из них объектов строительной отрасли и многих продуктов химических технологий (с учетом благоустройства социальной среды). Выполненные исследования показывают, что решить эту проблему возможно только на основе высоки ГИС-технологий, созданных в соответствии с научной парадигмой атомно-молекулярного строения вещества (с анализом электронно-ионных элементов и катионно-анионных частиц) и энергетических свойств приземного слоя тропосферы. Для обоснования таких технологий необходимо определить оптимальные параметры созданных электромагнитных полей различных видов материального вещества, их силу энергии и взаимодействия с энергетическими свойствами химических элементов разных отходов (при которых в этих видах минеральных масс образуются разделительные процессы) и загрязнителей, а так же закономерности различных энергетических свойств природно-социальной среды.

Эффективность этих ГИС зависит от их соответствия природным

электромагнитным свойствам конкретных отделяемых минералов (химических элементов), а также от характеристик первичных или вторичных излучений минеральных веществ и загрязнителей. Это условие и предопределяет многообразие вышеприведенных ГИС-технологий, которые являются элементами природно-производственных и антропогенно-функциональных комплексов.

Процесс производства из минерального сырья конечных продуктов и создание их стоимости представляет собой функционал Фпс, состоящий из систем функций  $\sum f_1, \sum f_2, \sum \psi, \sum \lambda_1, \sum \lambda_2$  различных изменяющихся в пространстве и времени производственных ингредиентов (включая энергетические) сквозного технологического цикла ТПК:

$$\Phi_{сп} = \sum \sum f_1(C_p, U_p, P_T)(x, t, v) \psi_1(e_0, K_n, a_0) \psi_2(e_n, K_n, a_n) + \sum \psi_1(\Pi, \Pi_0, C, U)(x, t, v) * (D_{вз}, Z_в)(D_0, Z_0) + \sum f_2(\Pi_{вх}, \Pi_{ох}, C_x, U_x)(x, t, Z_x) + \sum \lambda_1(x, t, p)(W_в, Z_в) + \sum \lambda_2(x, t, pt)(W_t, Z_t)(D_0, Z_0),$$

где  $\sum f(C_p, U_p, P_T)$  – системы функции совокупности геолого-химических показателей  $f(C_p)$ , образующих минеральное сырье, их качественных технологических  $f(U_p)$  – и лучевых радиометрических ингредиентов  $f_1(P_T)\psi_1(e_0, K_n, a_0)\psi_2(e_n, K_n, a_n)(x, t, v)$  – системы функций, извлекаемых из разных масс основных ( $e_0$ ) и неосновных ( $e_n$ ) наиболее ценных полезных компонентов, производимых продуктов ( $K_0, K_n$ ) и создания стоимости ( $a_0, a_n$ ) в зависимости от координат  $X_1$  и степени воздействия  $V$  на параметры ( $e_0, e_n$ ) различных технологических аспектов;

$\sum \psi_1(\Pi, \Pi_0, C, U)(x, t, v) * (D_{вз}, Z_в)(D_0, Z_0)$  – система функций ингредиентов качества различных отходов (вскрышных пород  $\Pi_в$  и при обогащении руд  $\Pi_0$ ), используемых для производства попутных продуктов  $D_в, Z_0$  (в основном в строительной отрасли различных районов), создание их стоимости и ренты  $Z_0, Z_в$ ;

$\sum f_2(\Pi_{вх}, \Pi_{ох}, C_x, U_x)(x, t, Z_x)$  – системы функций показателей не пригодных для производства попутных продуктов, отходов  $\Pi_{вх}, \Pi_{ох}$  и затрат  $Z_x$ , необходимых для очистки земельных участков;

$\sum \lambda_1(x, t, p)(W_в, Z_в)$  – системы функций качественных показателей объемов материалов  $W_в$  и затрат  $Z_в$ , необходимых для рекультивации нарушенных земель;

$\sum \lambda_2(x, t, pt)(W_t, Z_t)$  – системы функций объемов работ  $W_t$  и затрат  $Z_t$ , необходимых для охраны окружающей среды.

Анализ этого функционала показывает, что его технико-экономические показатели по конечным продуктам ТПК взаимосвязаны со всеми ингредиентами каждой стадии сквозного технологического цикла промышленных предприятий и зависят от качества рудного и промежуточного сырья, количества отходов и степени их использования в строительной отрасли, способов управления производственными и различными природоохранными процессами. Данные взаимосвязи означают, что изменения, какой либо характеристик качества рудной массы или технологического процесса на одной стадии неизбежно влияет на другие, в первую очередь на отходы и потери наиболее ценных полезных компонентов, а также безотходного и рационального использования природных ресурсов.

Важнейшее значение для создания безотходной технологии имеют технологические и радиометрические свойства различных видов минеральных ресурсов, т. е. их однородность и обогатимость (в том числе и хемосорбность), степень взаимодействия при различных облучениях, обеспечивающих автоматические отдельные процессы на всех стадиях ТПК.

В последние десятилетия для различных видов минеральных ресурсов разработаны эмиссионно-радиометрические, абсорбционно-радиометрические и различные комбинированные (в зависимости от свойств сырья) ГИС-технологии по улучшению качества исходных, промежуточных и конечных масс (включая отходы) до оптимального уровня.

К эмиссионно-радиометрическим относятся: фотометрические, люминесцентные, нейтронные рентгеновские и нейтронно-активационные ГИС. Фотометрические основаны

на различных светоотражательных свойствах и эффективны при сортировке широкого круга минерального вещества:

а) нерудного сырья (известняк, доломит, мел, барит, каменная соль, мрамор, полевой шпат, слюда, гипс, тальк, магнезит);

б) руд черных, цветных и благородных металлов;

в) при отделении карбонатов от оксидных пород, доломитов от известняков, каменной соли от ангидрида;

г) при отделении различных примесей и включений от всех вышеприведенных видов сырья (грунтов), почв, сыпучих строительных материалов, нерудного сырья и отходов.

Люминесцентные основаны на различных свойствах холодного свечения минералов под действием рентгеновского, ультрафиолетового и других видов излучений. Эти методы эффективны для повышения качества алмазов, шеелитовых, повелитовых и флюоритовых руд, а также некоторых видов нерудного сырья и отходов.

Рентгенорадиометрические основаны на флуоресцентном излучении химических элементов с атомным номером  $Z > 20$  многих видов нерудного (калийные соли, слюды, тальк) и рудного (содержащих вольфрам, молибден, селен, мышьяк) сырья и их отходов.

Нейтронно-активационные - на использовании искусственной радиоактивности, возникающей при облучении различных пород (алюмосодержащих, фосфатно-силикатных и т. д.) и их отходов.

Нейтронно-активационные целесообразно применять для отделения от пород (грунтов) и отходов борных, борно-силикатных, литиевых, и редкоземельных элементов, а так же для разделения неоднородных минеральных масс этого вида на ценные кондиционные однородные.

Гамма-абсорбционные - для повышения качества пород, руд и отходов (содержащие черные, цветные, хромовые, редкие и тяжелые металлы), а также отделения этих элементов от различных минеральных веществ.

Абсорбционно-радиометрические основаны на использовании степени снижения двух характеристик лучевых реакций:

1) интенсивных потоков вторичных излучений (разных пород и руд);

2) энергии первых электромагнитных полей. Количество  $N$  и скорости  $V$  импульсов этих характеристик излучений обратно-пропорциональны значениям содержания полезных компонентов.

При определенных соотношениях между основными физико-техническими параметрами и величинами  $N$ ,  $V$  образуются разделительные процессы руд и пород. На 1-м свойстве созданы нейтронно-абсорбционные, гамма-абсорбционные, радио-абсорбционные. На 2-м - индукционные и емкостные радиорезонансные методы.

Нейтронно-абсорбционные можно применять на всех стадиях рудоподготовки для отделения пород от борных, боросиликатных, литиевых, датолитовых руд и редкоземельных элементов. Этот метод легко сочетается с различными способами обогащения рудных шихт (в тяжелых суспензиях, магнитной сепарации и т.д.), что позволяет на последующих стадиях промышленного предела создавать по три-четыре потока ценных промежуточных продуктов (черновых концентратов).

Гамма-абсорбционные - для повышения качества углей (в том числе и отделения от угольной массы пород и шлама), кварцсодержащих руд (черных, цветных, хромовых, редких металлов) и пород. Остальные абсорбционные методы пока недостаточно изучены.

Радиорезонансные - для сепарации крупнокускового материала породных масс с их отделением от металлосодержащих руд (во всех видах минерального сырья), и обогащения руд (черных, магнетитовых, титаномагнетитовых и т.д.), цветных (серно-колчеданных, свинцовых, свинцово-цинковых, оловянных, медно-никелевых, вольфрамовых), редких металлов (сурьмяных, ртутных, молибденовых,

танталониобиевых) и т.д.

Комбинированные схемы радиометрической сортировки сепарации целесообразно применять для многих видов минерального сырья при условиях, когда необходимо использовать не одно, а несколько свойств рудного и нерудного сырья (включая вторичное) целесообразно крупные кусковые породные массы отделять от рудных и угольных еще на стадии их транспортировки. Вдоль ленточных конвейеров монтируются кронштейны, на которых устанавливаются излучатели и датчик. Энергия излучателей направляется в породно-рудную массу, в которой образуются разделительные процессы с их отделением крупных кусков породы. Более мелкие частицы пород можно отделять сложными устройствами (сепараторами) на стадии первичной переработки рудных масс и перечистки полученного черного первичного концентрата. На стадиях первичной переработки применяются различные сепараторы «Кварц» М-13, 711-М; фотонейтронные сепараторы вибрационного и ленточного типов, различные сепараторы нейтронно-рентгено- и радиоабсорбционные, радиорезонансные, фотонейтронные и т.д. (которые пригодны и для управления качеством почвы многих видов отходов). На последующих стадиях переработки минерального сырья для управления качеством промежуточных масс (полупродуктов) применяются линейные ускорители, ультразвуковые генераторы, плазматроны, электрохимические кондиционеры пульпы, аппараты МВК «Электрон» и другие прогрессивные комплексы ГИС-технологий, обеспечивающие безотходное использование природных ресурсов и рентабельное производство из них всех видов продуктов (основных и попутных) эффективны эти ГИС-технологии и при содержании в промежуточных массах редких, но очень ценных компонентов, которые традиционными технологиями не извлекаются и уходят в отходы.

Высокие автоматические ГИС-технологии необходимо создавать для всех горно-перерабатывающих промышленных комплексов и предприятий объектов стройиндустрии:

- отработки полезных ископаемых;
- их первичной переработки;
- рудоподготовке;
- дроблении и измельчении рудных шихт;
- их обогащению;
- плавке концентрата;
- при утилизации отходов обогатительных фабрик и их использовании в качестве вторичного строительного сырья;
- при использовании вскрышных пород (отходов горного предприятия) для производства попутных продуктов (в основном стройматериалов);
- рекультивации земель;
- при производстве отходов различных стройматериалов (включая вяжущие);
- восстановлении и охране окружающей среды.

Главной целью этих технологий является повышение качества рудных масс (на всех стадиях горно-перерабатывающих комплексов) нерудных и отходов (по стадиям предприятий стройиндустрии) до оптимальных уровней. На стадии открытых отработок полезных ископаемых можно использовать известные лазерные системы. Но более эффективным является радиометрические, которые (в том числе излучатель и фотоприемное устройство) размещается в специальном коробе (расположенном непосредственно на механизме перемещения). От излучателя лучи направляются к датчикам рабочего органа (РО) и затем в блок БУ, который координирует перемещение РО по линии в зависимости от содержания по ней основного полезного компонента, то есть так, чтобы  $C_{по} \sim C_{и}$  (где  $C_{и}$  - бортовое содержание). Аналогично можно оборудовать радиоизотопными системами любые горные механизмы (в том числе и при подземных отработках).

На стадиях б, в, г применяют разделительные радиометрические системы, которые подразделяются на два вида:

- радиометрическая крупнопорционная сортировка;
- радиометрическая сепарация.

Эти системы на стадиях отработки и рудоподготовки полезных ископаемых позволяют автоматически отделить от руд до 40 % крупных кусков породы (диаметром свыше 10 см) и разделить его общий поток по сортам (в соответствии с их технологическими свойствами). Исследованием установлено, что разделительные процессы по стадиям рудоподготовки наиболее эффективны при наибольшей вариации качественных показателей рудных масс, при их вибрации (встряхивании) и перемещении со скоростью до 1 м/с. При таких условиях целесообразно применять на стадиях измельчения и классификации различные сорбционные и экстракционные (в том числе радиометрические) технические мероприятия с целью отделения вредных компонентов и примесей. На последующих стадиях промышленного передела разработаны новые способы обогащения и сепарации рудных и промежуточных масс (магнитные, ферромагнитные и электрофлотации, гидрохимические, фазовые, химико-технологические, гидроциклонные и т.д.) с применением различных радиометрических систем. Эти способы позволяют более эффективно извлекать из этих масс вредные компоненты (мышьяк, селен и т.д.) и создавать концентраты высокого качества. В процессе обогащения образуется большое количество жидких отходов (в основном некачественных). Производя их перечистки и сепарации (с применением радиометрических сорбционных систем), качество отходов (пульпы) необходимо повысить до оптимального уровня (т.е. до уровня кондиционного вторичного сырья), а затем каждый вид этого сырья целесообразно направить отдельно в шламохранилище и использовать для производства попутных продуктов (в основном строительных материалов). В настоящее время на стадиях рудоподготовки, дробления и измельчения рудных шахт применяются различные фотометрические сепараторы «Кварц», М-13, 621 М, 711 М, рентгенолюминесцентные сепараторы ЛС-ОД-2, РС-24, фотонейронные сепараторы вибрационного (РАМБ3000) и ленточного типов (РМБЛ-100), различные сепараторы с использованием рентгеновского флуоресцентного излучения, фотонейронные, нейтронно-активационные, нейтронно-абсорбционные, рентгено-абсорбционные, радиоабсорбционные, радиорезонансные и т.д. Для стадий обогащения руд производится выпуск электрохимических кондиционеров пульпы, плазматронов, линейных ускорителей, ультразвуковых генераторов и других видов оборудования.

Исследованием установлено, что при открытых отработках многих месторождений (вольфрамомолибденовых, целестинов, цветных и черных металлов, серных, фосфоритовых и т.д.) дополнительная прибыль от производства попутных продуктов (в основном строительных материалов) настолько велика, что она быстро (за 3 - 4 года) окупает все затраты на строительство различных антропогенных систем (в том числе предприятий стройиндустрии и защитных сооружений), необходимых для безотходного использования природно-промышленных ресурсов и охраны окружающей среды. Применение радиометрических систем позволяет эффективно внедрить селективные способы отработки и переработки рудных масс с автоматическим управлением их качеством до оптимальных уровней, обеспечивая высокую рентабельность полученных из них товарных продуктов и для месторождений полезных ископаемых, которые при традиционных технологиях являются нерентабельными (табл. 1, в которой приведены расчеты для месторождений целестиновых руд Дагестана и Туркмении при их открытой отработке).

Выше приведенные ГИС-технологии позволяют не только более качественно выполнять (на всех стадиях) строительные процессы, но и полностью сократить управляемые загрязнители с оптимизацией каждого их вида (по основным экономическим критериям), обосновать улучшения по всем антропогенным комплексам с повышением стоимости и ценности земли в системе доходной недвижимости, т. е. эффективно решить социально-экономические проблемы по придорожным территориям.

Таблица 1

**Определение прибыли концентрата от 1 т. концентрата, полученного из целестиновых руд**

Наименование показателей	Виды руд (в соответствии с минерализацией целестина) и технико-экономические показатели готового концентрата					
	Руды со сплошной минерализацией		Руды прожилково-вкрапленные		Руды с вкрапленной минерализацией	
	Виды технологии: традиционные, радиометрические					
	Традиц	Радиометр	Традиц	Радиометр	Традиц	Радиометр
Содержание (%) целестина в руде	80,0	80,0	20,0	20,0	18,0	18,0
Затраты на добычу руды	25,0	15,0	22,0	15,0	19,0	10,0
Расход руды на 1 т. первичного концентрата	5,2	1,1	5,2	3,5	7,1	7,1
Содержание целестина, %	35,0	80,0	30,0	35,0	25,0	20,0
Затраты на переработку первичного концентрата	13,1	0,0	13,1	13,1	13,1	13,1
Себестоимость и прибыль (р/т) готового концентрата	156,5	22,0	156,5	80,5	185,6	126,0
	- 26,0	110,0	- 26,6	49,5	- 55,6	4,0

Для решения этих проблем необходимо разработать модели природно-антропогенных комплексов, выполнить системный анализ и на их основе установить экстремальные значения основных экономических критериев:

$$\sum^k * \sum^n Ц \rightarrow \max, \sum^k * \sum^n R \rightarrow \min, \sum^k * \sum^n Y \rightarrow \min, \sum K_{вл} \rightarrow \min, \\ \sum \Theta_b \rightarrow \max, \sum \Pi_{нз} \rightarrow \min, \sum^k * \sum^n D \rightarrow \max, \sum^k * \sum^n \lambda \rightarrow \min,$$

где  $\sum^k * \sum^n Ц$  – общая сумма прибыли от всех производственных комплексов промышленного  $\sum Ц_k$  и сельскохозяйственного  $\sum Ц_n$  профиля,

$\sum^k * \sum^n R$  – общая сумма всех экологических потерь,

$\sum^k * \sum^n Y$  – суммы ущербов от всех загрязнений.

В соответствии с вышеприведенными условиями функционал общей годовой прибыли Фпц от всех объектов недвижимности имеет вид:

$$\Phi_{пц} \sum^k * \sum^n \psi q_c [p(x, y, v)t] * \sum^k * \sum^n f(C_p, \sum W_{оз}) * \\ * \{[\sum(C_{к1} + C_{к2} + C_{к3} + \dots) + C_n] - \sum^k * \sum^n \lambda - \sum^k * \sum^n Y\} \rightarrow \max,$$

где  $\sum^k * \sum^n \psi q_c [p(x, y, v)t]$  – функция изменения экосистем ( $q_c$ ) придорожных земель и их взаимосвязей с техническими характеристиками ( $p, v$ ) различных придорожных производственных объектов.

$\sum f(C_p, \sum W_{оз})$  – функция возникающих загрязнителей при функционировании придорожных комплексов в зависимости от их качества.

Установлено, что условие  $\Phi_{пц} \rightarrow \max$  выполняется при полном сокращении управляемых и зависимых загрязнителей (количество которых достигает до 70% от величины  $\sum^k * \sum^n R$ , а по местам с отработкой минеральных ресурсов и производствам из них различных строительных материалов до 90%. Такое сокращение возможно при повышении качества различных минеральных масс (включая отходы) и производственных комплексов до «хорошего» уровня (на основе ГИС-технологий и других улучшений). При этом  $[\sum^k * \sum^n \lambda + \sum^k * \sum^n Y] \rightarrow \min$ , а себестоимость производимой продукции снижается в несколько раз и соответственно увеличивается  $\sum Ц, \sum Ц_n$  т.д. Рассмотрим эти вопросы на примере Тырнаузского ТПК. (табл. 2)

Таблица 2

**Количество и прибыль от сыпучих материалов, полученных от отходов**

Наименование попутного сырья (отходов) и полученных из них	Количество попутного сырья в	Количество используемого попутного сырья в год	Средняя себестоимо	Прибыль от каждого вида
--	------------------------------	--	--------------------	-------------------------

сыпучих различных фракций	объеме годовой вскрыши, тыс.м <sup>3</sup>	%	Тыс.м <sup>3</sup>	сть сыпучих материалов	сыпучих материалов в год, тыс.руб.
1)Роговиковые массы и фракции а) 0 -5 мм б) 5 – 10 мм в) 10 – 20 мм г) свыше 20 мм	4500,0	45,0	2200,0 440,0 440,0 660,0 660,0	8 2.	25000,0
2) Мраморные массы, их фракции а) 0 -5 мм б) 5 – 10 мм в) 10 – 20 мм г) 10 - 30 мм	1500,0	60,0	900,0 135,0 225,0 270,0 270,0	8 2,	85000,0
3) Пироксеновые и гранитные массы, их фракции а) 0 -5 мм б) 5 – 10 мм	350,0	60,0	200,0 40,0 160,0	8 2,	30000,0
4) Отходы обогащения руд (кварцевые пески)					10000,0
Всего					140000,0

Примечание: 1) при отработках вольфрамо-молибденовых руд на Тырнаузыском ТПК ежегодно образуются до 10,0 млн. м<sup>3</sup> отходов (включая хвосты обогатительных фабрик, которые можно использовать для производства сыпучих стройматериалов; 2) для более высокого уровня их использования (с производством более ценных стройматериалов) необходима их реконструкция и изменение технологических схем.

При отработке минерального сырья на Тырнаузском ТПК можно использовать до 10,0 млн. м<sup>3</sup> различных отходов (после повышения их качества на основе ГИС-технологий) и получить из различных видов рентабельного вторичного сырья (роговиконо, мраморного, пироксенового, гранитного, кварцевого) ценные строительные материалы и высокий экономический эффект.

Задача оптимизации внутрирайонного размещения промышленного производства, учитывающая нелинейную зависимость затрат на ресурсы от размеров их использования, формируется в виде функционала

$$\Phi = \sum_{m=1}^M \left[ \sum_{n=1}^N f_{mn}(Y_{mn}) + G(r_m) - \bar{S}(\bar{Y}_m) \right] \rightarrow \min$$

При ограничениях:  $0 \leq Y_{mn} \leq r_{mn}$ ;  $r_{mn} = b_{mn}x_{mn}$ .

Выполненные исследования показывают, что важнейшим условием рационального использования придорожных территорий является сокращение по ним всех видов загрязнителей (в том числе нуклидов и поллютантов) до нормального уровня с одновременным наиболее эффективным развитием экономики от каждого объекта недвижимости этих территорий. При анализе установлено, что даже при высоком уровне сокращения управляемых загрязнителей (возникающих из-за неудовлетворительного технического состояния дорожно-транспортных и сопутствующих сооружений), горных и строительных отходов (с производством из них рентабельных попутных продуктов), количество различных других видов загрязнителей (в основном нуклидов и поллютантов) по придорожным территориям нередко превышает ПДУ. При исследовании разработаны и производственно-эколого-экономические модели, выполнен их анализ, созданы автоматические системы экономического механизма, обеспечивающего высокий уровень повышения эффективности ТПК и строительной отрасли.

Строительная отрасль многогранна, охватывает очень сложные проблемы рационального использования природных ресурсов и территорий, наиболее эффективного возведения по ним материальной среды («вещественного богатства») и развития ее экономики. Для такой оценки применяются следующие критерии: сумма прибыли  $\sum V$ ,

рентабельности  $H_p$ , приведенных затрат, равенства затрат, удельных капвложений  $K_y$ , окупаемости капвложений, эффективности капвложений  $\mathcal{E}_k$ , показатели производственных функций и т.д.

Согласно этим критериям полезные ископаемые следует обрабатывать так, чтобы выполнялись условия

$$\sum \sum \Pi = \sum n_0(Q_0 - A_{0i}) + \sum n_{\Pi 1}(Q_{\Pi 1} - A_{\Pi 1}) + \sum n_{\Pi 2}(Q_{\Pi 2} - A_{\Pi 2}) + \sum n_{\Pi n}(Q_{\Pi n} - A_{\Pi n}) = \max$$

$$H_p = V/A = \max, \Pi_3 = A + K_y^E = \min, K_y = \sum K / \sum n = (\sum K / \sum \Pi) * \Pi,$$

где  $\sum \sum \Pi$  – общая сумма прибыли, полученная от всех продуктов в году,

$K_y, E$  – единовременные капитальные вложения и их нормативный коэффициент окупаемости,

$\sum K$  – общая сумма капвложений.

Основными экономическими показателями в этих категориях являются средняя себестоимость продуктов, прибыль от них и сумма капвложений.

В соответствии с вышеизложенным при таких условиях расчет эффективности использования отходов следует производить по критерию прибыли и производным от него критериям, дополняя их остальными критериями. Причем целесообразно выполнять строительство подъездных путей в 2 этапа в зависимости от сложности рельефа и затрат на км пути: 1) по несложному участку (длиной 50,0 км), Солдатская - Кызбурун - Заюково; 2) по сложному участку (длиной 45,0 км), Заюково-Качкарташ-Тырныауз. Особенно сложным является участок Заюково-Качкарташ (длиной 15 км), по которому необходимо построить в трудных условиях туннели и мосты. Затраты на их строительство составят свыше 40,0 млн. руб.

Затраты на строительство железной дороги Солдатская-Заюково  $\sum K = 66,0$  млн. руб. После строительства этого участка прибыль от использования мрамора, пироксена и гранита составит  $\sum \Pi = 75,0$  млн. руб.

Кроме того сокращаются затраты на транспортировку производимой комбинатом продукции в настоящее время. Прибыль от этих продуктов  $\sum \Pi_{\text{пп}} = 29,6$  млн. руб. Общая прибыль  $\sum \sum \Pi = 99,0$  млн. руб.

За счет этой прибыли можно построить участок дороги (железной) Заюково-Тырныауз и все объекты (дробильно-перегрузочные) на промплощадке  $\sum \sum K = 85,0$  млн. руб.

Общая годовая прибыль после этого  $\sum \sum \Pi = 140,8$  млн. руб. (в том числе 93,3 млн. руб. от использования отходов). За счет этой прибыли следует достроить объекты железной дороги (затраты на их строительство 25,0 млн. руб.). Поскольку строительство предлагается выполнить по этапам, и по этим этапам образуется прибыль не только от использования отходов предприятия, но и за счет сокращения затрат на транспортировку производимой продукции комбинатом в настоящее время, то затраты на капстроительство дифференцируем в соответствии с величиной прибыли, получаемой от каждого вида продукта.

Затем рассчитываем значения остальных критериев для 2-х этапов строительства.

Уровень рентабельности –  $H_p$  = после 1-го этапа –  $H_p = 21,06/14,5 = 1,5$ , после 2-го этапа –  $H_p = 18,8/0,2 = 2,4$ .

Срок окупаемости –  $T$  =, после 1-го этапа –  $T = 90,0/99,0 = 0,9$  года, после 2-го этапа –  $T = 200,0/140,8 = 1,5$  года.

Эффективность капвложений –  $\mathcal{E}_k = 1,8$ , после 1-го этапа –  $\mathcal{E}_k = 99,0/90,0 = 1,1$ , после 2-го этапа –  $\mathcal{E}_k = 140,8/200,0 = 0,7$ .

Рентабельность основных (ОС) и нормируемых (материальных) оборотных средств (ОбС) –  $H_{oc} = \sum \Pi / (ОС + ОбС) = 2,6$ .

Удельное капвложение: после 1-го этапа  $K_v = (90,0/99,0) * 21,06 = 19,0$  р/м,

после 2-го –  $K = (200,0/140,0) * 18,8 = 26,7$  р/м/

Приведенные затраты –  $\Pi_7 = A_v + EK_y$ , после 1-го этапа –  $\Pi_3 = 14,5 + 2,9 = 17,4$  р/м, 2-го –  $\Pi_3 = 8,2 + 4,0 = 12,2$  р/м.



Полученные результаты по всем критериям эффективны. Высокая прибыль и эффективность от использования нерудных полезных ископаемых позволит не только увеличить общую ценность и рентабельность всех (рудных и нерудных) полезных ископаемых, но и улучшить показатели рудных (в том числе снизить их предельные значения).

Поэтому целесообразно параллельно с разработкой ТЭО на строительство железной дороги и дробильно-перегрузочных объектов, и использование отходов карьера и обогатительных фабрик выполнить исследования для решения вопроса о повышении эффективности производства ценных строительных материалов и изделий из вышеназванных нерудных полезных ископаемых, расположенных за границами действующего рудного карьера и в долине р. Баксан. В соответствии с данными положениями целесообразно организовать в районе Баксанской долины (примерно в населенных пунктах Заюково или Лошкута) производство и сборных железобетонных изделий для их использования непосредственно при строительстве объектов в этой долине. Поэтому в этих населенных пунктах целесообразно построить несколько заводов ЖБК с общей производительной мощностью до 500 тыс. м<sup>3</sup> в год (включая ЖБК для промышленного и энергетического строительства).

Анализ вышеприведенных производственно-строительных технологий показывает, что важнейшей их составляющей является контроль и улучшение качества окружающей среды, ее различных защитных устройств, а также их многочисленных энергетических ингредиентов.

Для оценки качества окружающей среды целесообразно применить современные радиометрические системы (соответственно с газовыми, жидкими, твердыми и полупроводниковыми активными средами), лучи которых активно взаимодействуют с энергетическими свойствами исследуемых объектов. Отраженные лазерные лучи поступают в блоки спектроанализа и обработки сигналов, в которых определяется техническое состояние и качество соответствующей среды (объектов).

Выполненными исследованиями последних лет установлено, что качество окружающей среды зависит не только от общего количества загрязняющих ингредиентов, но и от соотношения в атмосфере и в верхнем слое гидросферы электронов «а» и ионов «и», катионов (+) и анионов (-). Эти ионы направляются в сторону защитных устройств (с некоторым количеством воды), проникают в них, образуют в них трещины и деформируют любые устройства по определенным закономерностям (примеры: защитные устройства Тырнаузского промышленного комплекса, плотин Саяно-Шушенской ГРЭС, объектов Перми, Челябинска и т.д.). существенные деформации образуются во всех видах инженерных сооружений и при небольших превышениях в плазмах анионов (-а > +к). Установлено, что неравенство (-а > +к) образуется в окружающей среде по территориям с размещением по ним низкого качества вод в различных водотоках, водоемах.

Следовательно, качество энергетической среды и ее негативное влияние на развитие деформаций в строительных инженерных сооружениях зависит не только от общего количества экологических загрязнителей в социальной городской среде, но и от соотношения в ней положительных (+к) и отрицательных (-а) зарядов. При (-а) >> (+к) деформации в строительных объектах прогрессивно развиваются даже при допустимых величинах общего количества загрязнителей в окружающей среде. Равенство (-а) = (+к) является устойчивым и его необходимо выполнять во всех случаях применяя катионирование окружающей среды (включая инженерные сооружения) или ее озонирование по отдельным участкам.

## Литература

1. Закон РФ от 21.02.1992 №2395-1 «О недрах» / Собрание законодательства РФ, 06.03.1995, № 10, ст. 823.

2. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды: Учеб. пособие для вузов / В.И. Козинцев, В.М. Орлов, М.Л. Белов и др. Под ред. В.Н. Рождествина. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. - 528 с.: ил. (Сер. Электроника)
  3. Трунов И.Т. Системы развития экономики и управления качеством процессов ТПК и градостроительства. Монография. Ростов-на-Дону, 2005.- 246 с.
  4. Трунов И.Т., Багмет М.Е. Системы рационального природопользования и развития экономики недвижимости и придорожных территорий. Монография. - М.: Высшая школа. 2008.
  5. От моделей поведения к искусственному интеллекту [Текст]: монография / Под ред. В. Г. Редько. – М.: Ком Книга, 2006.
  6. Ворожцов А.В. Путь в современную информатику. - М.: Ком Книга. 2007.
  7. Комплексное освоение месторождений полезных ископаемых/ Под ред. А.К. Трубецкого. – Вып. 2.- М.: Недра, 1994 -412 с.
  8. Трунов И.Т. Системы управления качеством процессов градостроительства и окружающей среды. Монография. - Ростов-на-Дону. 2013.
  9. Владимиров В.В., Давидян Г.Н., Расторгуев О.С., Шафран В.Л. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий. М.: «Архитектура-С». 2004. 238 с.
- 

**Иван Трофимович Трунов** – доктор технических наук, профессор кафедры Экономика природопользования и кадастра Ростовского государственного строительного университета.

**Ivan Trofimovich Trunov** – the Doctor of Engineering, professor of the Economy of Environmental Management and Inventory of the Rostov State Construction University chair.

344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162  
344022, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya St., 162  
Тел.: +7(863) 295-03-32; e-mail: [kafkadastra@yandex.ru](mailto:kafkadastra@yandex.ru)

**Елена Николаевна Кадырова** – кандидат экономических наук, ассистент кафедры Экономика природопользования и кадастра Ростовского государственного строительного университета.

**Elena Nikolaevna Kadyrova** – Candidate of Economic Sciences, the assistant to the Economy of Environmental Management and Inventory of the Rostov State University of Civil Engineering.

344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162  
344022, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya St., 162  
Тел.: +7(863) 201-91-01; e-mail: [helena\\_1@mail.ru](mailto:helena_1@mail.ru)

---