

МЕТОДОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ОТКРЫХ РАЗРАБОТКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

С.Ж. Галиев^{1*}, Е.Т. Утешов¹, Е.Е. Сарсенбаев¹, Д.А. Галиев², Н.Е.Аксаналиев³

Институт горного дела им. Д.А.Кунаева РГП «НЦ КПМС» МИИР РК, г. Алматы, Казахстан,

ТОО «Qazakstan smart technology», г. Алматы, Казахстан,

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан,

email: seitgaligaliyev@mail.ru

Статья посвящена актуальной теме, в которой сочетаются проблемные вопросы энергоэффективности и низкоуглеродного развития горного производства с открытым способом разработки месторождений твёрдых полезных ископаемых. В ней затрагиваются методологические аспекты повышения экологичности и энергоэффективности основных производственных процессов на примере одного из горнодобывающих предприятий Казахстана. В качестве описания методов и подходов представлен алгоритм учёта энергозатрат и экологических выбросов в процессе функционирования геотехнологического комплекса с применением автомобильного транспорта извлекаемой горной массы, в зависимости технического состояния, организации и условий эксплуатации основного горного и транспортного оборудования в ходе имитационного моделирования. В виде выходной таблицы демонстрируется перечень выходной информации по экологическим выбросам, а также диаграммы энергозатрат и объёмов экологических выбросов по участкам автомобильной трассы, в зависимости от качества дорожного покрытия, численности и интенсивности пропуска транспортных средств по ним. Уделяется внимание использованию автотранспорта с электрическими и дизельными двигателями. По результатам исследования представлена оценка эффективности принятия комплекса мер, направленных на повышение энерго- и экологической эффективности геотехнологических комплексов.

Ключевые слова: открытые горные работы, геотехнологический комплекс, экологические выбросы, энергоэффективность, энергосбережение, экономика, оптимизация, автоматизация.

ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАР КЕН ОРЫНДАРЫН АШЫҚ ИГЕРУДЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ӘДІСНАМАСЫ

С.Ж. Галиев^{1*}, Е.Т. Өтешов¹, Е.Е. Сарсенбаев¹, Д.А. Галиев², Н.Е. Аксаналиев³

Д.А.Құнаев атындағы Тау-кен ісі институты "ҚР ИЖТМ" ҰО "РМК, Алматы қаласы, Қазақстан,

«Qazakstan smart technology» ЖШС, Алматы қаласы, Қазақстан,

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан,

email: seitgaligaliyev@mail.ru

Мақала қатты пайдалы қазбалар кен орындарын игерудің ашық тәсілімен тау-кен өндірісін энергия тиімділігі мен төмен көміртекті дамытудың проблемалық мәселелері ұштасатын өзекті тақырыпқа арналған. Онда Қазақстанның тау-кен өндіру кәсіпорындарының бірінің мысалында негізгі өндірістік процестердің экологиялық тазалығы мен энергия тиімділігін арттырудың әдіснамалық аспектілері қозғалады. Әдістер мен тәсілдерді сипаттау ретінде имитациялық модельдеу барысында негізгі тау-кен және көлік жабдықтарының техникалық жай-күйіне, ұйымдастырылуына және пайдалану шарттарына байланысты алынатын тау-кен массасының автомобиль көлігін қолдана отырып, геотехнологиялық кешеннің жұмыс істеу процесінде энергия шығынын және экологиялық шығарындыларды есепке алу алгоритмі ұсынылған. Шығу кестесі түрінде экологиялық шығарындылар бойынша шығу ақпаратының тізбесі, сондай-ақ автомобиль

трассасының учаскелері бойынша энергия шығыны мен экологиялық шығарындылар көлемінің диаграммасы көрсетіледі.

Түйінді сөздер: ашық тау-кен жұмыстары, геотехнологиялық кешен, экологиялық шығарындылар, энергия тиімділігі, энергия үнемдеу, экономика, оңтайландыру, автоматтандыру.

METHODOLOGY FOR IMPROVING ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS AND ENERGY EFFICIENCY IN OPEN PIT MINING OF MINERAL DEPOSITS

S.J. Galiev^{1*}, E.T. Uteshov¹, E.E. Sarsenbaev¹, D.A. Galiev², N.E. Aksanaliev³

Institute of Mining Engineering named after D.A. Kunayev RGP "NC CPMC" MIIR RK, Almaty, Kazakhstan.
Almaty, Kazakhstan,

LLP "Qazakstan smart technology", Almaty, Kazakhstan,

K.I. Satpayev Kazakh National Technical University, Almaty, Kazakhstan,

email: seitgaligaliyev@mail.ru

The article is devoted to the actual topic, which combines problematic issues of energy efficiency and low-carbon development of mining production with the open-pit method of development of solid mineral deposits. It touches upon the methodological aspects of improving the environmental friendliness and energy efficiency of the main production processes on the example of one of the mining enterprises in Kazakhstan. As a description of methods and approaches is presented an algorithm for accounting energy consumption and environmental emissions in the functioning of geotechnological complex with the use of road transport of extracted rock mass, depending on the technical condition, organization and operating conditions of the main mining and transport equipment in the course of simulation modeling. The list of output information on ecological emissions, as well as diagrams of energy consumption and volumes of ecological emissions by sections of the highway, depending on the quality of the road surface, the number and intensity of vehicles passing along them, is demonstrated in the form of an output table. Attention is also paid to the use of vehicles with electric and diesel engines. Based on the results of the study, an assessment of the effectiveness of taking a set of measures aimed at improving the energy- and environmental efficiency of geotechnological complexes is presented.

Keywords: open-pit mining, geotechnological complex, environmental emissions, energy efficiency, energy conservation, economy, optimization, automation.

Введение. Увеличение экологической нагрузки при одновременном возрастании платежей за выбросы становится одним из основных факторов, влияющих на эффективность открытых горных работ. Опасность антропогенных загрязнений состоит в их локальных высоких концентрациях. Рост добычи, естественно, обуславливает увеличение объема транспортирования сырья, и как следствие рост загрязнения воздушного бассейна, основные энергозатраты и выбросы приходятся на карьерный транспорт. Следовательно, возникает необходимость решения экологических проблем в горнопромышленных регионах, учета этого фактора при планировании горнотранспортных работ и сравнительной оценке вариантов.

Высокая интенсивность движения автомобильного транспорта в карьерах приводит к большой запыленности воздуха, которая отрицательно влияет на работу транспорта и создает антисанитарные условия, особенно с увеличением глубины разработки

и нарушением естественного воздухообмена. Запыленность воздуха даже при применении орошения дорог водой в три-пять раз превышает санитарные нормы, а при отсутствии средств пылеподавления на отдельных карьерах составляет десятки и сотни миллиграммов на кубометр воздуха. Основными источниками пылеобразования на карьерах являются автомобильные дороги, не имеющие покрытия. Наиболее неблагоприятными по условиям пылеобразования являются рудные карьеры, где запыленность воздуха в кабинах автосамосвалов в летний период достигает 360 мг/м³.

Пыль на карьерных автодорогах образуется из продуктов разрушения и измельчения материала дороги и грунта, приносимого на колесах автомашин с забойных и отвальных дорог, а также наносимого с обочин дорог и откосов уступов. Кроме того, пыль образуется от породной и рудной мелочи, просыпавшейся на дорогу из кузовов автомашин, а также приносится ветром при производстве взрывных,

погрузочных и отвальных работ, с откосов, площадок уступов.

Методология повышения экологичности и энергоэффективности на открытых разработках месторождений полезных ископаемых включает в себя ряд шагов и подходов, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду и эффективное использование энергоресурсов. Вот некоторые из них:

- интегрированный подход к планированию: разработка месторождений должна начинаться с комплексного анализа возможностей влияния на окружающую среду;

- минимизация отходов: разработка и внедрение методов добычи и обогащения, обработки руды, которые позволят максимально эффективно извлекать ценные компоненты из материала и минимизировать образование отходов и выбросов;

- использование технологий восстановления: применение технологий снижения экологической нагрузки на природные экосистемы и снижения воздействия на ландшафт, контроль над загрязнением;

- энергоэффективность и альтернативные источники энергии: использование энергосберегающих технологий, оптимизация процессов для снижения энергозатрат и переход к альтернативным источникам энергии, позволяющих существенно сократить негативное воздействие на окружающую среду;

- социальная ответственность: взаимодействие с местными сообществами, информирование об исследованиях и планах разработки, учёт интересов местных жителей, предоставление рабочих мест и инвестирование в социальные программы;

- мониторинг и оценка: постоянное наблюдение за воздействием на окружающую среду, сбор данных и оценка эффективности принимаемых мер, внесение корректив при необходимости;

- исследования и инновации: исследования в области новых технологий и методов разработки, направленных на улучшение экологичности и эффективности, позволяют постепенно совершенствовать процессы добычи и обогащения.

Эффективная методология должна сочетать эти и другие подходы в зависимости от специфики месторождения и условий его разработки. Важно стремиться к балансу между потребностями промышленности и сохранением природной среды.

Материалы и методы. Методика расчета вредных выбросов и пылевыведения в процессе ра-

боты геотехнологического комплекса базируется на применении имитационного моделирования в рамках процессного подхода к управлению геотехнологическими комплексами и позволяет адекватно учесть практически весь аспект основных определяющих факторов горнотехнического, горно-геометрического, горно-геологического, организационного и экономического характера, а её реализация - компьютерная программа, которая позволяет с высокой точностью

определить расход топлива и выбросы вредных веществ автосамосвалами в процессе движения по любому маршруту (технологический, хозяйственный) [1-6].

Моделирующий алгоритм имитационного моделирования работы экскаваторно-транспортных комплексов предусматривает воспроизведение качественно различных экологических ситуаций, а также возможности их регулирования с учетом приоритетов и конкретного состояния геотехнологических систем. Кроме того, он обеспечивает адекватное моделирование всевозможных технологических событий, операций и процессов, связанных с интенсивным выделением вредных веществ и пыли, таких как: выемка горной породы в забое, транспортировка автотранспортом, буровые работы.

Для получения таких значений, как интенсивность пылевыведения и выбросов вредных веществ, необходимо адекватно учитывать технологические параметры горнотранспортного комплекса, как в целом, так и по каждой транспортной и выемочной единице в отдельности. Такие показатели моделирования технологического процесса, как: расход топлива, время выемки и погрузки, объемы перевозимой горной массы и т.д. являются исходными данными для определения объемов выбросов.

Расход топлива зависит от режима работы двигателей и суммарного воздействия внешних и внутренних факторов. Расход топлива повышается при работе в плохих дорожных условиях, при низкой температуре, при износе двигателя, в зимний сезон, в условиях частых остановок и разгонов. Суммарное влияние этих факторов повышает расход топлива в 1,5 раза от номинального.

Количественная характеристика выбрасываемых вредных компонентов, зависит от технических параметров и конструктивных особенностей автосамосвалов, условий внешней среды, сроков и условий эксплуатации. Выбросы вредных веществ зависят от режима работы двигателей и суммарного воз-

действия внешних и внутренних факторов. Расход топлива повышается при работе в плохих дорожных условиях, при низкой температуре, при износе двигателя, в зимний сезон, в условиях частых остановок и разгонов.

Основные факторы, влияющие на объемы выбросов в карьере, следующие:

- качество дорожного покрытия, определяемое удельным сопротивлением качению;
- состояние двигателя и трансмиссии автосамосвала, срок его эксплуатации;
- типов и моделей используемого автотранспорта;
- степень накачки и качество протекторов шин автосамосвалов;
- геометрические особенности автотранспортных коммуникаций - зависят от главных параметров карьера (расстояния откатки, средневзвешенная высота транспортирования);
- качество призабойных и разгрузочных площадок;
- полезная масса автосамосвала;
- способы применяемых природоохранных мероприятий
- климатические особенности и географическое положение карьера.

В тяговых расчетах при вычислении скорости движения и расхода топлива автосамосвалами, их техническое состояние учитывается через коэффициент полезного действия (КПД) двигателей. Показателем качества покрытия автотрасс является удельное сопротивление качению.

Расчет выбросов вредных веществ технологическим автотранспортом, работающим на дизельном топливе, основан на адекватном учете расхода топлива при воспроизведении технологического процесса работы горнотранспортной системы карьера (ГТСК) в ходе имитационного моделирования.

Алгоритм реализации предлагаемого расчета вредных выбросов и пылевыведения технологическим комплексом в процессе работы представлен на рисунке 1.

Обозначенная в блоке 1 систематизация основных факторов производится на стадии подготовки исходных данных. В процессе расчетов в рамках каждого устанавливаемого технологически стабильного периода работы горнотранспортного комплекса карьера объемы выбросов вычисляются по наиболее значимым загрязнителям.

На уровне подготовки данных исходной информацией служат: план горных работ с предполагаемым вариантом вскрытия и обработки карьера; количество и вид горного и транспортного оборудования; плановые показатели по объемам выемки горной массы и плотность пород; стоимостные показатели, экологические характеристики горнотранспортного оборудования и транспортных коммуникации и т.д. В процессе подготовки исходных данных на планах горных работ выделяются рабочие блоки по горизонтам карьера, осуществляется расстановка выемочно-погрузочного и разгрузочного оборудования, формируются схемы автодорог, с установлением длин всех их блок-участков, определяются средневзвешенные расстояния от пунктов обмена поездов до места стояния экскаваторов, формируются графы и определяется порядок движения передвижных транспортных средств (ПТС); исходя из принятого оборудования и физико-механических свойств пород рассчитывается время погрузки и разгрузки ПТС и т.д. (блок 1).

В процессе непосредственного моделирования, моделирующий алгоритм в каждом шаге имитации делает выборку очередного, автосамосвала, к которому производятся тяговые расчеты и осуществляется вычисление расхода топлива на текущий момент времени (блок 2). Для более детального определения выбросов предлагается учет режима работы двигателя транспортного средства, так как количественный состав выбрасываемых вредных компонентов в режимах различен. При этом выделяется четыре основных режима: холостой ход, ускорение, движение на постоянной скорости, замедление.

В блоке 3 коэффициентам выхода вредных компонентов, согласно текущему режиму, присваиваются значения из таблицы 2. Режим работы определяется по тяговым расчетам, по разности скоростей текущего и предыдущего шагов, рабочего состояния транспортного средства и особенностей трассы (на погрузке, разгрузке, по уклону трассы). Расчеты выбросов вредных компонентов и пылевыведения в конкретном шаге моделирования производятся по формулам (2-4) и реализованы в блоке 4. Процесс вычисления продолжается, пока не будут обработаны данные всех транспортных средств, находящихся в работе (блок 5). После этого рассчитываются значения выбросов (пылевыведение) для экскаваторов, расположенных в забоях, отвалах и на перегрузочных складах (блок 6). После каждого шага моделирования производится суммирование количества вредных веществ с последующей записью результа-

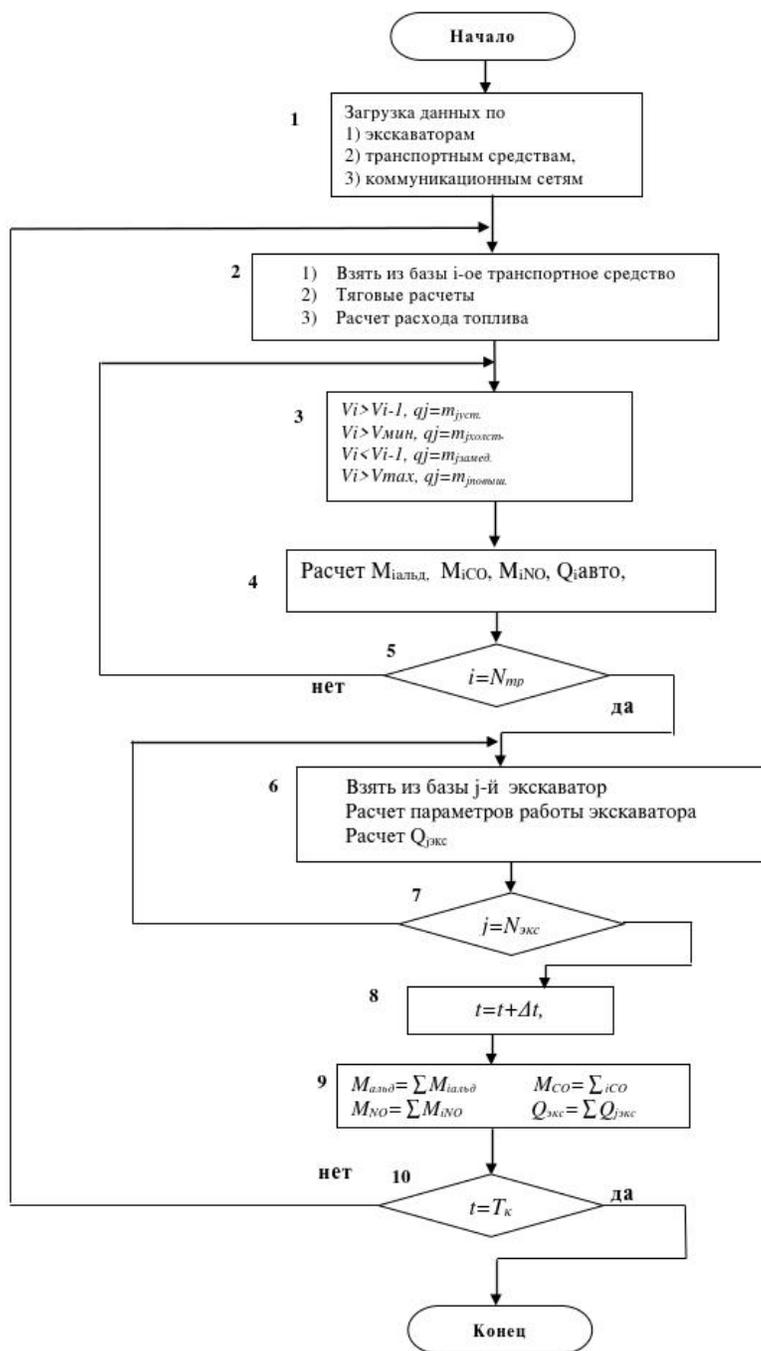


Рис. 1 - Алгоритм реализации расчета вредных выбросов и пылевыведения

тов в соответствующие базы данных. Процесс имитации продолжается до достижения времени окончания периода (блок 10).

На основе представленной методики, алгоритм которой интегрирован в программное обеспечение имитационного моделирования функционирования геотехнологического комплекса, в процессе воспроизведения формируются данные, на основе которых формируются выходные таблицы и диаграммы, представленные на рисунках 2-4 и таблице 1.

На рисунках 2-3 представлены диаграммы энергоёмкости каждого из 256 блок-участков автотрассы в целом, а также в грузовом и порожняковом направлении в отдельности по одному из карьеров Казахстана.

Полученные на модели распределения энергоёмкости и загруженности автотрассы обусловлены фактически полученными скоростями движения автосамосвалов по участкам автотрассы, имеющимися скоростными ограничениями и заданным качеством дорожного покрытия по ним.

Судя по диаграммам, в грузовом направлении энергопотребление на участках практически в два раза превышает аналогичный показатель для порожнякового направления. Принципиальное значение тут играют качество дорожного покрытия, геометрия блок-участка, а также фактор безопасности транспортного процесса. Особенностью данного фактора является то, что при минимальных затратах на поддержание дорог в качественном состоянии, данный фактор имеет в существенной мере большее влияние на снижение энергорасхода при транспортировке горной массы, а также минимизирует затраты на экологию, обеспечивая уменьшение экологических выбросов в атмосферу и порой, определяя тем самым, в существенной мере производительность геотехнологического комплекса. Полученные на модели распределения энергоёмкости и загруженности автотрассы обусловлены фактически полученными скоростями движения автосамосвалов по участкам автотрассы, имеющимися скоростными ограничениями и заданным качеством дорожного покрытия по ним.

Коэффициент занятости автомобильной трассы в рассматриваемом варианте составляет 33,77%, из которых по временным дорогам он составляет 14,24%, а по постоянным с грунтовым укатанным покрытием - 19,53%. Средняя скорость движения автосамосвалов по первым составляет 18,68 км/час, а по вторым - 25,89 км/час. При этом показатель

удельного расхода дизельного топлива распределяется соответственно 0,9 л/м и 1,56 л/м, что обусловлено, прежде всего, повышенной загруженностью участков постоянной категории дорог.

Результаты и обсуждение. В диаграмме 4 распределение выбросов показано по всем участкам трассы. Наличие информации о характере загруженности участков автодороги, а также наиболее загруженные из них, на предприятии появляется возможность производить текущую классификацию с разбивкой транспортных участков по группам с определённой степенью загруженности, а также более целенаправленного распределения средств из амортизационного фонда и дополнительно выделяемых на поддержание дорог в рабочем состоянии. Это в существенной мере обеспечивает повышение скорости движения автосамосвалов по ним, снижение расхода дизельного топлива и изнашивания шин, что, в конечном итоге, обуславливает и повышение производительности горнотранспортного комплекса и снижение затрат на его работу.

В существенной мере в последнее время, под влиянием мировой экологической политики, а также в связи с тем, что Казахстаном приняты на себя обязательства по достижению углеродной нейтральности и снижению экологических выбросов на 15-25% до 2030 года, становится фактор экологических выбросов. При заданной производительности и используемом горнотранспортном комплексе, геотехнологический комплекс карьера Бакырчикского месторождения производит до 2762,95 тонн в год экологических выбросов в атмосферу в результате сжигания дизельного топлива, запыление в результате погрузочно-разгрузочных работ, а также при транспортировке горной массы производится в объёме до 7524,63 тонн в год, как это следует из таблицы 1.

Информация по экологическим выбросам, как и по запылённости, выдаётся с распределением по участкам горнотранспортной системы, как это видно по данным таблицы 1 и диаграммы по выбросам на рисунке 4. Зная данную информацию, можно регулировать объёмы экологических выбросов и запылённости с помощью ряда мер, включая такие, как техническое состояние машин, КПД двигателей, качество дорожного покрытия, скоростные режимы эксплуатации, а также целенаправленным поливом дорог, преимущественно на самых запылённых участках.

К настоящему времени в стране и в мире вырабатывается политика квотирования выбросов, а также наложения штрафов за их превышение, что в суще-

Таблица 1 - Экологические аспекты горнотранспортного процесса

№	Параметры	За смену	За среднюю недельную смену	За период	Максимальные [г/сек]
I По автосамосвалам					
1.1	-Оксид углерода, тонн	2,924	2,193	1 578,823	67,679
1.2	-Углероды, тонн	0,877	0,658	473,647	20,304
1.3	-Диоксид азота, тонн	0,292	0,219	157,882	6,768
1.4	-Сажа, тонн	0,439	0,329	236,823	10,152
1.5	-Сернистый газ, тонн	0,585	0,439	315,765	13,536
1.6	-Свинец, тонн	0,000	0,000	0,000	0,000
1.7	-Бенз(а)пирен, тонн	0,000	0,000	0,005	0,000
2 В пунктах погрузки					
2.1	-Оксид углерода, тонн	0,000	0,000	0,000	0,000
2.2	-Углероды, тонн	0,000	0,000	0,000	0,000
2.3	-Диоксид азота, тонн	0,000	0,000	0,000	0,000
2.4	-Сажа, тонн	0,000	0,000	0,000	0,000
2.5	-Сернистый газ, тонн	0,000	0,000	0,000	0,000
2.6	-Свинец, тонн	0,000	0,000	0,000	0,000
2.7	-Бенз(а)пирен, тонн	0,000	0,000	0,000	0,000
II Запыление					
1	По автосамосвалам, тонн	0,546	0,410	294,867	12,640
2	По пунктам погрузки, тонн	4,718	3,538	2 547,711	109,213
3	По пунктам выгрузки, тонн	8,670	6,503	4 682,057	200,705
III Сводные технико-экономические показатели					
1	Выбросы от сжигания топлива в тоннах	5,117	3,837	2 762,945	118,439
2	Запыленность, тонн	13,935	10,451	7 524,634	322,558
3	Платежи, тенге	30,631	22,973	16 540,691	
4	Затраты на полях, тыс.тг	55,825	41,868	30 145,277	
5	Суммарные экол. затраты, тг./куб.м	0,208	0,156	0,156	0,208
6	Удельные экологические затраты, тг./куб.м	0,379	0,505	0,379	

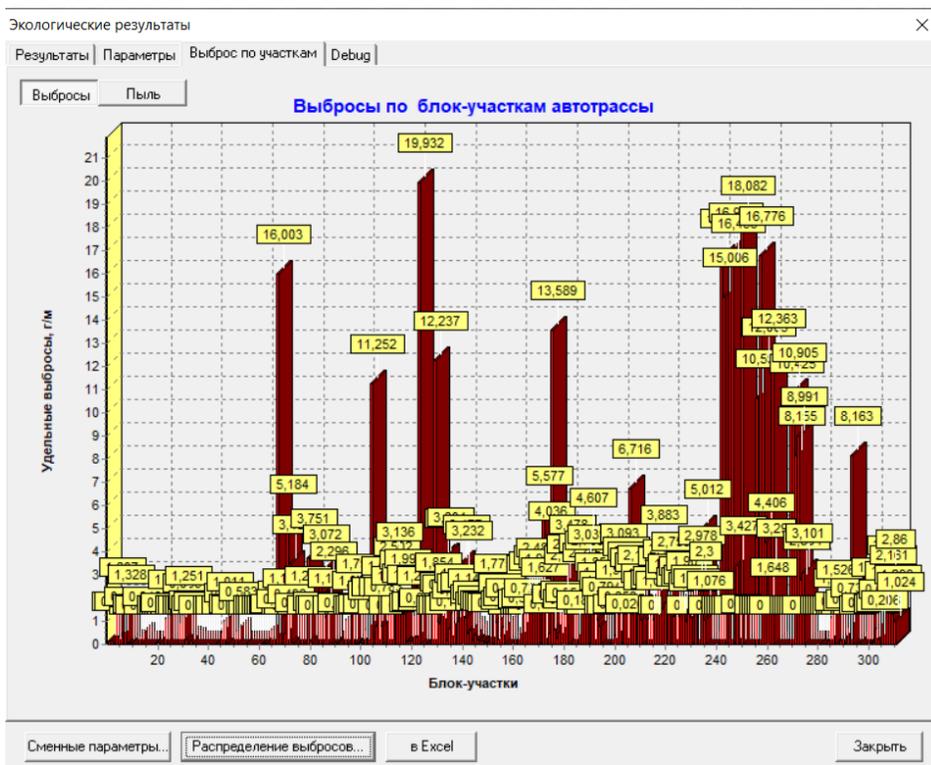


Рис. 4 - Диаграмма распределения экологических выбросов от автотранспорта по участкам автотрассы карьера

ственной мере будет сказываться на себестоимости как горнотранспортных работ, так и не цене вырабатываемой и реализуемой геотехнологическим комплексом продукт. Согласно принятых в Республике Казахстан нормативов, затраты за выбросы, при заданной производительности по горной массе, могут составить порядка 25,3 млн. тенге в год, а в совокупности с мерами противозапылённости они возрастут до 32,6 млн. тг. [7-8].

Ставка платы за эмиссии в окружающую среду в процессе моделирования функционирования геотехнологического комплекса карьера определялась исходя из принятых Решением Восточно-Казахстанского областного маслихата от 12 апреля 2018 года № 19/220- значений [8]. По дизельному топливу, в рассматриваемом варианте, она определена в регионе на уровне 0,9 МРП за тонну загрязняющих веществ от передвижных источников. В свою очередь, данное решение принималось в соответствии с пунктом 8 статьи 576, пунктом 2 статьи 577 Кодекса Республики Казахстан от 25 декабря 2017 года «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» (Налоговый кодекс), пунктом 5 статьи 6 Закона Республики Казахстан от 23 января 2001 года «О местном государственном управлении и самоуправлении в Республике Казахстан».

Согласно Закону РК от 1 декабря 2022 года № 163-VII, с 1 января 2023 года месячный расчетный показатель (МРП) составляет 3 450 тенге (для исчисления пособий и иных социальных выплат, а также применения штрафных санкций, налогов и других платежей в соответствии с законодательством Республики Казахстан). Таким образом, в данном случае, платы за выбросы загрязняющих веществ в объёме 2762,945 тонн составляет 8578944,23 тенге. Вместе с затратами на полив автодорог от запыления, составляющими на карьере в объёма 30145,23 тыс. тенге в год, общие затраты за период, связанные с экологией и безопасностью работы персонала, составляют по предприятию 38724,17 тыс. тенге.

Выводы. Процессный подход в управлении геотехнологическими комплексами на модели показывает возможность адекватного пооперационного учёта энергорасхода и экологических выбросов, а также возможность регулировать и оптимизировать эти показатели. Аналогичный подход может быть эффективно реализован на реальных объектах горнодобывающих предприятий с открытым способом освоения месторождений полезных ископаемых.

Одним из важных и принципиальных направлений повышения экономической, а также экологической эффективности функционирования геотехнологических комплексов в условиях освоения месторождения открытого способа разработки может стать замена в списочных парках предприятий дизельных экскаваторов на электрические. В этом случае снижение экологических выбросов сопровождается существенным экономическим эффектом в связи со снижением себестоимости горнотранспортных работ из-за более низкой стоимости электрической энергии, снижения затрат на выбросы, а также меньшим влиянием технического состояния погрузочно-оборудования на их производительность и энергопотребление.

Оперативный мониторинг экологических выбросов может также обеспечить, в соответствующих климатических и местных природных условиях, а также минимизацию периодов приостановки горных работ по условиям загрязнённости воздуха в карьерном пространстве, что также позволит повысить общую производительность геотехнологического комплекса и снижение затрат на добычу основного продукта. В этих целях, можно, исходя из фактической розы ветров, зная интенсивность экологических выбросов, производить автоматизированные расчёты концентрации выбросов в карьерном пространстве, в рамках встроенных модулей в общую автоматизированную систему управления геотехнологическим комплексом.

Литература

1. Дохолян С. В., Петросянц В. З. Реализация процессного подхода к управлению на промышленных предприятиях.- Апробация.- 2014.-№ 6.- стр. 52-57.
2. Каплан А.В., Галиев С.Ж. Процессное управление горнотранспортным комплексом в карьере на основе экономических критериев.-Горный журнал.- № 6 (2239).- 2017.-М:-стр. 28-33.
3. Анпилогов А.Е., Вагин Э.Б. Оптимизация транспортного процесса на угольных разрезах с применением имитационно-статистического моделирования.- Всесоюзн. Научн.-техн. конференция по карьерному транспорту: Тез. докл. - Свердловск.- 1978.- стр. 32-33.
4. Каплан А. В. Управление социально-экономическим развитием горнодобывающего предприятия. - М.:

Экономика.-2015. - 270 с.

5. Галиев С.Ж., Саменов Г.К. Автоматизированная система корпоративного управления геотехнологическим комплексом.- Сборник докладов и каталог VII Межотраслевой конференции «Автоматизация производства - 2016».- 29 ноября 2016 г. -М.- стр. 38-41.
6. Галиев С.Ж., Галиев Д.А., Сейтаев Е.Н., Утешов Е.Н. О единой методологии управления геотехнологическим комплексом на открытых горных работах.-Горный журнал.- № 12 (2239).- 2017.-М:- стр.70-75.
7. Методика расчета нормативов выбросов от неорганизованных источников. Утверж. Министром окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан от 12 июня 2014 года № 221-Ө.-2014.- 23с.
8. О ставках платы за эмиссии в окружающую среду Восточно-Казахстанской области <https://cdb.kz>.-Дата обращения - 30.06.2023.

References

1. Dokholyan S. V., Petrosyants V. Z. Realization of the process approach to management at industrial enterprises.- Approbation. 2014. - № 6.- pp. 52-57.
2. Kaplan A.V., Galiev S.J. Process management of mining transportation complex in a quarry on the basis of economic criteria.-Mining Journal.- No. 6 (2239).- 2017.-М:-2017.- pp.28-33.
3. Anpilogov A.E., Vagin E.B. Optimization of the transport process at coal mines with the use of simulation-statistical modeling.-All-Union. Scientific and Technical Conference on Quarry Transportation: Proc. of Dokl. - Sverdlovsk.- 1978.- pp. 32-33.
4. Kaplan A. V. Management of socio-economic development of mining enterprise. - Moscow: Ekonomika.- 2015. - 270 с.
5. Galiev S.J., Samenov G.K. Automated system of corporate management of geotechnological complex/ Collection of reports and catalog of VII Intersectoral Conference "Production Automation - 2016".- November 29.- 2016. -М.-pp. 38-41.
6. Galiev S.J., Galiev D.A., Seitayev E.N., Uteshov E.N. On a unified methodology of management of geotechnological complex at open-pit mining.- Mining Journal.- № 12 (2239).- 2017.-М:- pp.70-75.
7. Methodology for calculation of emission standards from non-organized sources/ Approved by the Minister of Environment and Water Resources of the Republic of Kazakhstan from June 12, 2014 № 221-Ө.-2014. Minister of Environment and Water Resources of the Republic of Kazakhstan from.- June 12.- 2014.- № 221-Ө.-2014.-23 p.
8. About rates of payment for emissions into the environment of East Kazakhstan region/ <https://adilet.zan.kz/rus/>- <https://cdb.kz> - Date of the application - 06.30.2023

Сведения об авторах

Галиев С. Ж. - доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан. Филиал Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан «Институт горного дела им. Д.А. Кунаева», Алматы, Казахстан, e-mail: seitgaligaliyev@mail.ru;

Галиев Д.А. - доктор PhD, Филиал Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан «Институт горного дела им. Д.А. Кунаева», Алматы, Казахстан, e-mail: 87773012986@mail.ru;

Утешов Е.Т. - доктор PhD, заведующий лабораторией, РГП «НЦ КПМС МИР РК» Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, Алматы, Казахстан e-mail: yuteshov@gmail.com;

Сарсенбаев Е. Е.- инженер программист, ТОО «Qazakstan smart technology», Алматы, Казахстан, e-mail: seebox@mail.ru;

Аксаналиев Н. Е. - магистрант, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Алматы, Казахстан, e-mail: nurekeaks@gmail.com.

Information about the authors

Galiyev S. Zh. - doctor of Technical Sciences, professor, corresponding member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Branch of RSE NC CPMC MIIR RK Institute of Mining Engineering named after D.A.Kunaev, Almaty, Kazakhstan, e-mail:seitgaligaliyev@mail.ru;

Galiyev D. A. - PhD professor, Branch of RSE NC CPMC MIIR RK Institute of Mining Engineering named after D.A.Kunaev, Almaty, Kazakhstan, e-mail: 87773012986@mail.ru;

Uteshov E.T.- PhD professor, Head of laboratory, 1 Branch Republican State Enterprise «National center for complex processing of mineral raw materials of the Republic of Kazakhstan» Mining institute after D. A. Kunayev, Almaty, Kazakhstan, e-mail: yuteshov@gmail.com;

Sarsenbayev Ye.Ye.- software engineer, «Qazakstan smart technology» LTD, Almaty, Kazakhstan, e-mail: seebox@mail.ru.

Axanaliyev N. E. - master student, Kazakh National Research Technical University after K.I.Satpaev, Almaty, Kazakhstan, e-mail: nurekeaks@gmail.com.