DOI: 10.17117/na.2015.04.266

Поступило в редакцию: 27.04.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.04.266.pdf>

Босиков И.И.

Оценка влияния горнопромышленных объектов на природные экосистемы

Bosikov I.I.

Assessing the impact of mining and industrial projects on natural ecosystems

Статья посвящена применению математических моделей, которые описывают опасные процессы, происходящие в экосистемах. По результатам экспериментов разработаны рекомендации по повышению эффективности существующей или проектируемой экосистемы

Ключевые слова: математическое моделирование, экосистема, эффективность, оптимальные решения, прогнозирование, модели системы

The article focuses on the use of mathematical models that describe the dangerous processes in ecosystems. The recommendations are developed to improve the effectiveness of existing or projected ecosystem according to the results of experiments

Key words: mathematical modeling, ecosystem, efficiency, optimal solutions, forecasting, models of the system disturbances

Босиков Игорь Иванович

Кандидат технических наук, доцент
Северо-кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)
г. Владикавказ, ул. Космонавта Николаева, 44

Bosikov Igor Ivanovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy
Vladikavkaz, Cosmonaut Nikolayev st., 44

Введение. При рассмотрении природно-промышленной системы горно-перерабатывающих производств возникают многочисленные задачи, требующие оценки количественных и качественных закономерностей процессов функционирования такой системы. Ограниченность возможностей экспериментального исследования большой системы делает актуальной разработку методов и моделирования, которые позволили бы в соответствующей форме представить процессы функционирования системы, описание протекания этих процессов с помощью математических моделей, получение результатов экспериментов с моделями по оценке характеристики исследуемых объектов.

В связи с этим важными научными задачами являются:

- изучение влияния добывающих и перерабатывающих предприятий на состояние окружающей среды;
- разработка эколого-математических моделей выбора эффективных технологий добычи полезных ископаемых, которые обеспечат увеличение

прибыли от использования эффективных технологий добычи и переработки руд.

Таким образом, научное обоснование выбора эффективных технологий при разработке месторождений полезных ископаемых является актуальной научной задачей.

Постановка задачи и методы ее решения. При проведении системного анализа необходимо выявить критерии и взаимозависимости показателей, отражающих эколого-экономические аспекты технологии добычи от внутрипроизводственных факторов, и параметры природно-промышленной системы, выделив среди них наиболее значимые. [1,88с., 2, 54с.]

Для более полной оценки эколого-экономической эффективности внедрения метода для определения эффективной технологии, была разработана эколого-математическая модель с целевой функцией максимизации возможного эффекта, получаемого от внедрения предлагаемого способа, в основу, которой легли установленные зависимости [3, 72 с.].

С целью полного учета экономических и экологических сторон вопроса определения эколого-экономической эффективности предлагаемых технологий эколого-математическая модель дополняется рядом ограничений, к которым относятся:

– экологические ограничения: концентрация вредных веществ в результате выбросов в момент производства по разным рассматриваемым технологиям разработки должна быть в пределах предельно допустимых выбросов (ПДВ) и предельно допустимых сбросов (ПДС), по всем видам загрязняющих веществ, в том числе с эффектом их суммации;

– экономические, т.е. затраты по внедрению предлагаемого способа разработки должны быть не больше средств, имеющихся у предприятия, с учетом средств поступивших со стороны, рентабельность предлагаемой технологии разработки должна быть не ниже, чем рентабельность уже существующей.

С учетом предложенных ограничений и проведенного анализа модели распределения концентрации вредных веществ (уравнения диффузии) имеют следующий вид:

$$c(\underline{x}, t = \tau) = \frac{2m_0 A_0}{\sqrt{B_0}} \cdot e^{2C_0} \int_{\sqrt{B_0/t}}^{\infty} \exp \left[-\xi^2 - \frac{B_0 D_0}{\xi^2} \right] d\xi;$$

$$A_0 = \frac{1}{8\pi^{3/2} \sqrt{K_1 K_2 K_3}}; \quad B_0 = \sum_{i=1}^3 (x_i - x'_i)^2 / 4K_i;$$

$$C_0 = \sum_{i=1}^3 (x_i - x'_i) u_i / 4K_i; \quad D_0 = \sum_{i=1}^3 u_i^2 / 4K_i,$$
(1)

1. Среда в зоне рассеяния неподвижна, $\tau=t$:

$$u=0 \rightarrow C_0 = D_0 = 0; \quad c(\underline{x}, t) = \frac{m_0 A_0 \sqrt{\pi}}{\sqrt{B_0}} \left[1 - \Phi \left(\sqrt{\frac{B_0}{t}} \right) \right].$$
(2)

2. Среда в зоне рассеяния изотропна: $K_1=K_2=K_3=K$; $\tau=t$:

$$c(\underline{x}, t) = \frac{m_0}{4\pi K R} \left[1 - \Phi \left(\frac{R}{\sqrt{4Kt}} \right) \right], \quad R = \sqrt{\sum_{i=1}^3 (x_i - x'_i)^2}.$$
(3)

3. Режим установившийся: $\tau = t \rightarrow \infty$. 4. $\tau = t \rightarrow \infty$, $u=0$;

$$c(\underline{x}) = \frac{m_0 A_0 \sqrt{\pi}}{\sqrt{B_0}} ; \quad (4)$$

где

- $c(\underline{x}, t = \tau)$ – концентрация вредного вещества в момент времени t ;
- ξ – безразмерный множитель, определяемый для различных степеней вертикальной устойчивости атмосферы, с помощью специальных эколого-математических справочников;
- C_0 – массовая концентрация вредного вещества, в момент времени t в заданной точке с координатами (x, y, z) , максимальная на оси облака, кг/м³;
- K_1, K_2, K_3 – коэффициенты атмосферной диффузии;
- B_0 – ударная волна, амплитуда (м);
- D_0 – коэффициент, учитывающий шероховатость местности;
- Φ – функция гамма – распределения (функция Лапласа, интегралом ошибок или эрфик – функцией);
- m_0 – интенсивность выбросов вредных веществ;
- A_0 – коэффициент, зависящий от класса устойчивости атмосферы;
- u_i – скорость несущей среды, в заданной точке вдоль i -й координатной оси;
- K_i – коэффициент турбулентного обмена вещества с атмосферой вдоль i -й оси;
- Kt – турбулентная вязкость;
- R – текущее значение радиуса облака, имеющее равномерное распределение вредного вещества по всему его объему;
- K – интенсивность, эмиссии, вредного вещества;
- x_i, x_i' – координаты точек трехмерного (x, y, z) поля концентрации вредного вещества и мгновенного источника выброса в момент времени t ;
- τ – продолжительность поступления вредного вещества в открытое пространство [4, 40 с.].

Предложенные эколого-математические модели в совокупности с взаимосвязями экологических показателей и внутрипроизводственных факторов позволяют сформировать метод выбора эффективной технологии природно-промышленной системы горно-перерабатывающих производств, которая показана на рисунке.

Первый этап: осуществляется анализ параметров горно-перерабатывающего производства, где представлена информация о технологических, экологических и экономических характеристиках рассматриваемой природно-промышленной системы.

Второй этап: на основе проведенного анализа происходит формирование приемлемых природосберегающих вариантов.

После этого предлагаемые природосберегающие варианты рассматриваются через экологические и экономические ограничения, если вариант не соответствует этим ограничениям и предъявляемым в них требованиям, то его рассмотрение прекращается.

Третий этап: если вариант соответствует предлагаемым ограничениям, то происходит его оценка посредством моделей распределения концентрации вредных веществ (уравнения диффузии).

После чего определяется наиболее оптимальный из них.

Четвертый этап: определение эффективной оценки экологической безопасности природно-промышленной системы горно-перерабатывающего производства $c(\underline{x}, t = \tau)$.

Рис. 1. Метод оценки выбора эффективной технологии

Практическая реализация моделирования, и ее обсуждение.

В качестве объекта практической реализации метода и модели были выбраны предприятия Жезказганского горно-металлургического комбината, где за базовый вариант принимался применяемый в настоящее время способ с выемкой руд технологиями с потерями в недрах и в хвостах на поверхности, сбросами металлосодержащих сточных вод водохранилища. Для комплексной оценки влияния промышленных объектов на окружающую среду использовалась предлагаемая методология.

Экономический эффект определялся для основного участка на основании предложенного метода и разработанных моделей распределения концентрации вредных веществ. Вероятность прогнозов распространения антропогенных загрязнений экосистемы от промышленных объектов находилась в диапазоне 6-11%, а экономический эффект от природоохранных мероприятий повысился на 18% с применением метода выбора эффективной технологии и математических моделей распределения концентрации вредных веществ (уравнения диффузии).

Заключение. Таким образом, использование предложенной методологии и разработанных автором технических средств с использованием эколого-математических моделей повышает, информационную насыщенность экологического мониторинга, что способствует решению вопросов по эффективности управления экологической безопасностью и комплексной оценке влияния промышленных объектов на окружающие экосистемы горно-перерабатывающего производства.

Список литературы:

1. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981. 488 с.
2. Рыков А.С. Модели и методы системного анализа: принятие решений и оптимизация. М.: МИСИС, Руда и металлы, 2005. 352 с.
3. Босиков И.И., Аликов А.Ю. Исследование закономерностей функционирования ППС горно-перерабатывающего комплекса с помощью математических моделей // Перспективы науки. №1(28). Тамбов, 2012. С. 70-72.
4. П.Г. Белов. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. М., 2003. 512 с.

© 2015, Босиков И.И.

Оценка влияния горнопромышленных объектов на природные экосистемы

© 2015, Bosikov I.I.

Assessing the impact of mining and industrial projects on natural ecosystems