УДК 004.9; 004.41; 51–74; 622

Р.К. Халкечев

МУЛЬТИКОМПОНЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Предложен метод мультикомпонентного моделирования, заключающийся в разработке составной математической модели – набора взаимодействующих друг с другом моделей, согласованных по функциям и форматам данных, предназначенных для решения функциональных задач автоматизированной системы управления технологическими процессами. Применение данного метода в данной статье демонстрируется на примере решения такой функциональной задачи как определение деформационных свойств минерала в упругопластическом с упрочнением и идеально-пластическом состояниях.

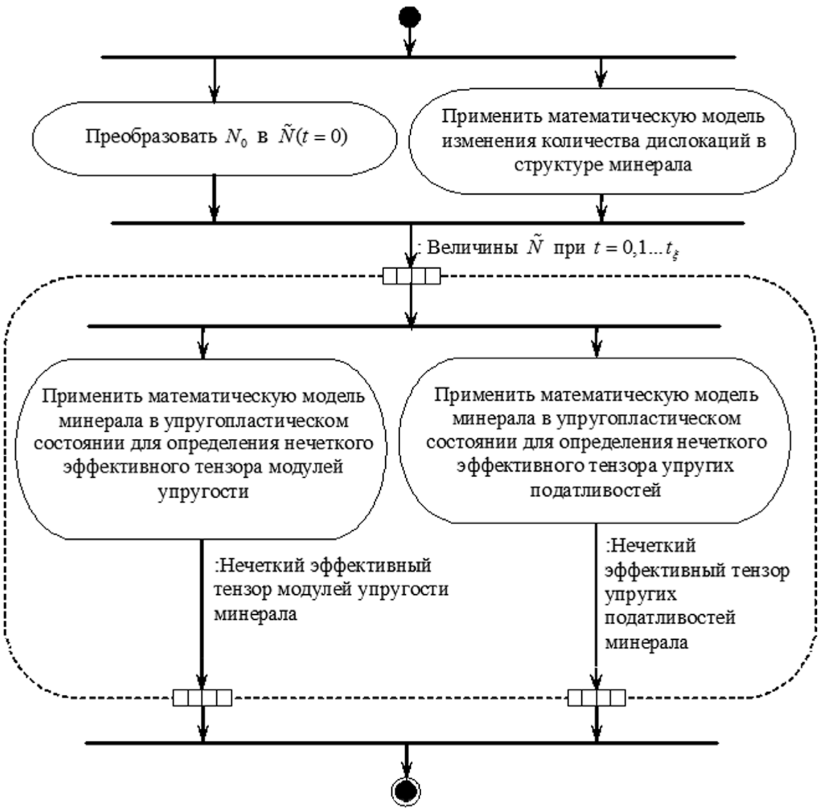
Ключевые слова: мультикомпонентное моделирование, функциональные задачи, минерал, деформационные свойства, нечеткий тензор.

К одной из главных функциональных задач автоматизированной системы управления технологическими процессами горного производства относится определение деформационных свойств минералов в таких состояниях как идеально-пластическое и упругопластическое с упрочнением.

Разработаем математическую модель минерала в упругопластическом состоянии с упрочнением. В математической модели минерала в упругопластическом состоянии [1] количество дислокаций N, совершающих движение в структуре этого объекта постоянно, т.е. N = const. В свою очередь в разрабатываемой модели количество дислокаций N, кроме начального значения N_0, имеет нечеткий вид и изменяется согласно закону $\tilde{N}(t)$.

Это обстоятельство позволяет задачу по определению деформационных свойств минерала в упругопластическом состоянии с упрочнением свести к разработке процедурной математической модели. Она дает возможность получать величины эффективных тензоров модулей упругости и упругих податливостей путем подстановки различных значений $\tilde{N}(t=0)$, $\tilde{N}(t=1)$, $\tilde{N}(t=2)$, ..., $\tilde{N}(t=t_\xi)$ (где t_ξ – конечный момент модельного времени) в математическую модель минерала в упругопластическом состоянии [1].

Воспользуемся мультикомпонентным подходом для построения такой процедурной модели. Этот подход заключается в разработке составной математической модели, представляющей собой набор взаимодействующих друг с другом моделей, согласованных по функциям и форматам данных, предназначенных для решения функциональных задач автоматизированной системы управления технологическими процессами. Каждую модель из этого набора будем называть компонентной. В рассматриваемом случае мультикомпонентная модель будет состоять из двух компонентных. Первая из них определяет значения $\tilde{N}(t=0)$, $\tilde{N}(t=1)$, $\tilde{N}(t=2)$,..., $\tilde{N}(t=t_\xi)$. Значение нечеткого параметра $\tilde{N}$ в момент времени t = 0 получается путем преобразования N_0 в нечеткую форму. Количество движущихся дислокаций в последующие моменты времени, т.е. значения $\tilde{N}(t)$ при t = 1, 2,... t_ξ, устанавливаются с помощью разрабо-



танной математической модели изменения количества движущихся дислокаций в структуре минерала [2].

Вторая компонентная модель – для каждого полученного значения $\tilde{N}(t=0)$, $\tilde{N}(t=1)$, $\tilde{N}(t=2)$,…, $\tilde{N}(t=t_\xi)$ с помощью математической модели минерала в упругопластическом состоянии [1], устанавливает деформационные свойства. Следует особо отметить, ввиду того, что значения $\tilde{N}(t=0)$, $\tilde{N}(t=1)$, $\tilde{N}(t=2)$, …, $\tilde{N}(t=t_\xi)$ имеют нечеткий вид, то эффективные тензоры модулей упругости и упругих податливостей в моменты времени t = 0, 1,… t_ξ будут также нечеткими. Воспользовавшись языком UML в части похода основанного на моделях деятельности [3], предлагаемую математическую модель можно представить в следующем виде (рисунок).

Приведем пояснения к представленной модели. Вначале параллельно выполняются два действия: «Преобразовать N_0 в $\tilde{N}(t=0)$» и «Применить математическую модель изменения количества дислокаций в структуре минерала». Первое из них выполняет преобразование N_0 в нечеткую форму, тем самым определяя $\tilde{N}$ в момент времени t = 0. В свою очередь, второе действие заключается в определении количества дислокаций $\tilde{N}(t)$ при t = 1, 2,… t_ξ.

Далее поток управления объединяется в один и входит в область расширения, в которой один входной набор и два выходных. Входным набором является массив $\tilde{N}(t=0)$, $\tilde{N}(t=1)$, $\tilde{N}(t=2)$,…, $\tilde{N}(t=t_\xi)$. Первый выходной набор содержит величины нечетких эффективных тензоров модулей упругости

$\overset{(efm)}{\tilde{C}}(t=0)$, $\overset{(efm)}{\tilde{C}}(t=1)$, $\overset{(efm)}{\tilde{C}}(t=2)$,… $\overset{(efm)}{\tilde{C}}(t=t_\xi)$, а второй – величины нечетких эффективных тензоров упругих податливостей $\overset{(efm)}{\tilde{C}'}(t=0)$, $\overset{(efm)}{\tilde{C}'}(t=1)$, $\overset{(efm)}{\tilde{C}'}(t=2)$,… $\overset{(efm)}{\tilde{C}'}(t=t_\xi)$. Здесь и далее помета «~» над тензорами указывает на то, что они имеют нечеткую форму.

Когда значения массива поступают во входной набор, происходит их разбиение на индивидуальные объекты. Далее для каждого элемента входного массива область расширения исполняется в отдельности. А именно, для каждого значения $\tilde{N}(t=0)$, $\tilde{N}(t=1)$, $\tilde{N}(t=2)$,…, $\tilde{N}(t=t_\xi)$ параллельно выполняются действия «Применить математическую модель минерала в упругопластическом состоянии для определения нечеткого эффективного тензора модулей упругости» и «Применить математическую модель минерала в упругопластическом состоянии для определения нечеткого эффективного тензора упругих податливостей». После этого область расширения заканчивается, в результате чего имеем два выходных массива, которые описывают эволюцию деформационных свойств минерала в упругопластическом состоянии с упрочнением.

Определим все действия из данной модели. Рассмотрим первое действие – «Преобразовать N_0 в $\tilde{N}(t=0)$». Согласно [4], любое четкое число можно представить в виде одноточечного нечеткого множества. Тогда рассматриваемое действие заключается в вычислении нечеткого параметра $\tilde{N}(t=0)$ с помощью следующего выражения:

$$\tilde{N}(t=0)=\{(\mu(N_0),N_0)\},\tag{1}$$

где $\mu(N_0)=1$.

Определим второе действие представленной модели «Применить математическую модель изменения количества дислокаций в структуре минерала». Для реализации этого действия необходимо получить закон $\tilde{N}(t)$. Поэтому используем разработанную математическую модель изменения количества движущихся дислокаций в структуре минерала [5]:

$$\frac{dN}{dt}=\tilde{q}N^2+\tilde{p}N-\tilde{g}.\tag{2}$$

Решая данное уравнение, получим:

$$\tilde{N}(t)=\frac{\left(\tilde{p}-\sqrt{4\tilde{q}\tilde{g}+\tilde{p}^2}\right)}{2\tilde{q}}\times$$

$$\times\frac{\left(1-\exp\left(\frac{4\tilde{q}^3t}{\sqrt{4\tilde{q}\tilde{g}+\tilde{p}^2}}+\frac{\left(\sqrt{4\tilde{q}\tilde{g}+\tilde{p}^2}\right)^3}{4\tilde{q}^3}\times\ln\left|\frac{N_0+\frac{\tilde{p}-\sqrt{4\tilde{q}\tilde{g}+\tilde{p}^2}}{2\tilde{q}}}{N_0+\frac{\tilde{p}+\sqrt{4\tilde{q}\tilde{g}+\tilde{p}^2}}{2\tilde{q}}}\right|\right)\right)}{\left(\exp\left(\frac{4\tilde{q}^3t}{\sqrt{4\tilde{q}\tilde{g}+\tilde{p}^2}}+\frac{\left(\sqrt{4\tilde{q}\tilde{g}+\tilde{p}^2}\right)^3}{4\tilde{q}^3}\times\ln\left|\frac{N_0+\frac{\tilde{p}-\sqrt{4\tilde{q}\tilde{g}+\tilde{p}^2}}{2\tilde{q}}}{N_0+\frac{\tilde{p}+\sqrt{4\tilde{q}\tilde{g}+\tilde{p}^2}}{2\tilde{q}}}\right|\right)-1\right)}.\tag{3}$$

Итак, полученное решение дифференциального уравнения (2) позволяет определить второе действие модели (рисунок) – «Применить математическую модель изменения количества дислокаций в структуре минерала». Оно заключается в вычислении выражения (3) при $t = 1, 2, \ldots t_{\xi}$.

Определим следующее действие – «Применить математическую модель минерала в упругопластическом состоянии для определения нечеткого эффективного тензора модулей упругости». Для этого воспользуемся понятием нечеткого тензора [5].

Нечетким тензором $\tilde{Q}$, определенным на некоторой тензорной предметной области Y, называется множество пар:

$$\tilde{Q} = \{(\mu_Q^*(X), X)\},\ \forall X \in Y, \tag{4}$$

где для каждого элемента $X \in Y$, являющегося тензорной величиной, степень μ_Q^* его принадлежности тензору $\tilde{Q}$ задается с помощью функции принадлежности $\mu_Q^*(X)$, при этом $\mu_Q^*(X) \in [0,1]$.

Тогда, согласно данному определению, нечеткий эффективный тензор модулей упругости представляет собой множество пар:

$$\overset{(efm)}{\tilde{C}} = \left\{\left(\mu_C^*\left(\overset{(efm)}{C}\right), \overset{(efm)}{C}\right)\right\} =$$

$$= \left\{\left(\mu_C^*\left(\overset{(efm)}{C}_{[1]}\right), \overset{(efm)}{C}_{[1]}\right), \left(\mu_C^*\left(\overset{(efm)}{C}_{[2]}\right), \overset{(efm)}{C}_{[2]}\right), \ldots, \left(\mu_C^*\left(\overset{(efm)}{C}_{[h]}\right), \overset{(efm)}{C}_{[h]}\right)\right\}, \tag{5}$$

при этом $\forall \overset{(efm)}{C} \in Z$, где Z – предметная область (базисный диапазон) нечеткого тензора $\overset{(efm)}{\tilde{C}}$; квадратные скобки с индексом у тензоров, указывают на порядок (номер) пары в нечетком множестве $\overset{(efm)}{\tilde{C}}$.

Тогда, используя операции объединения одноточечных множеств и работу [1], получим следующее выражение для тензора $\overset{(efm)}{\tilde{C}}(t)$:

$$\overset{(efm)}{\tilde{C}}(t) = \left\{\left(\mu_C^*\left(\overset{(efm)}{C}(t)\right), \overset{(efm)}{C}(t)\right)\right\} = \bigcup_{i=1}^{h\left(\tilde{N}(t)\right)} \left(\mu_C^*\left(\overset{(efm)}{C}_{[i]}(t)\right), \overset{(efm)}{C}_{[i]}(t)\right), \tag{6}$$

где $\mu_C^*\left(\overset{(efm)}{C}_{[i]}(t)\right) = \mu\left(N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)\right)$;

$$\overset{(efm)}{C}_{[i]}(t) = <\overset{(m)}{C}\left(\mathrm{I} + \overset{(m)}{\mathrm{B}} \cdot \left[\pm \overset{(1m)}{C} - \overset{(m)}{C} \times\right.\right.$$

$$\times \left(\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)} f_i(n_i \sigma e_i)(n_i \otimes e_i + e_i \otimes n_i) \otimes (n_i \otimes e_i + e_i \otimes n_i)\right) \times$$

$$\times\overset{(m)}{C}\left(\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)} f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\overset{(m)}{C}+I\right)^{-1}-$$

$$-<\overset{(1m)}{C}-\overset{(m)}{C}\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)} f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\times$$

$$\left.\left.\times\overset{(m)}{C}\left(\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)} f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\overset{(m)}{C}+I\right)^{-1}>\right]\right)^{-1}>\times$$

$$\times<\left(\mathrm{I}+\overset{(m)}{\mathrm{B}}\cdot\left[\overset{(1m)}{C}-\overset{(m)}{C}\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)} f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\times\right.\right.$$

$$\times\overset{(m)}{C}\left(\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)} f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\overset{(m)}{C}+I\right)^{-1}-$$

$$-<\overset{(1m)}{C}-\overset{(m)}{C}\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)} f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\times$$

$$\left.\left.\times\overset{(m)}{C}\left(\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)} f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\overset{(m)}{C}+I\right)^{-1}>\right]\right)^{-1}>^{-1}$$

$h\left(\tilde{N}(t)\right)$ – функция, определяющая количество упорядоченных пар в нечетком множестве $\overset{(efm)}{\tilde{C}}(t)$.

Итак, действие «Применить математическую модель минерала в упругопластическом состоянии для определения нечеткого эффективного тензора модулей упругости» заключается в вычислении с помощью (6) $\overset{(efm)}{\tilde{C}}(t)$ – нечеткого тензора при $t = 0,\ 1,\dots\ t_{\xi}$.

Перейдем к определению последнего действия «Применить математическую модель минерала в упругопластическом состоянии для определения нечеткого эффективного тензора упругих податливостей». Оно заключается в вычислении нечеткого тензора при на основе следующего выражения:

$$\overset{(efm)}{\tilde{C}'}(t)=\left\{\left(\mu^{*}_{C}\left(\overset{(efm)}{C'}(t)\right),\overset{(efm)}{C'}(t)\right)\right\}=\bigcup_{i=1}^{h\left(\tilde{N}(t)\right)}\left(\mu^{*}_{C}\left(\overset{(efm)}{C'_{[i]}}(t)\right),\overset{(efm)}{C'_{[i]}}(t)\right), \tag{7}$$

где $\mu^{*}_{C}\left(\overset{(efm)}{C'_{[i]}}(t)\right)=\mu\left(N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)\right)$; $\overset{(efm)}{C'_{[i]}}(t)=<\left(\mathrm{I}+\overset{(m)}{\mathrm{B}}\cdot\left[\pm\overset{(1m)}{C}-\overset{(m)}{C}\times\right.\right.$

$$\times\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)}f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\times$$

$$\times\overset{(m)}{C}\left(\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)}f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\overset{(m)}{C}+I\right)^{-1}-$$

$$-<\overset{(1m)}{C}-\overset{(m)}{C}\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)}f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\times$$

$$\left.\left.\times\overset{(m)}{C}\left(\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)}f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\overset{(m)}{C}+I\right)^{-1}>\right]\right)^{-1}>\times$$

$$\times<\overset{(m)}{C}\left(\mathrm{I}+\overset{(m)}{\mathrm{B}}\cdot\left[\overset{(1m)}{C}-\overset{(m)}{C}\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)}f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\times\right.\right.$$

$$\times\overset{(m)}{C}\left(\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)}f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\overset{(m)}{C}+I\right)^{-1}-$$

$$
-<\overset{(1m)}{C}-\overset{(m)}{C}\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)} f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\times
$$

$$
\times\overset{(m)}{C}\left(\left(\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N_{[i]}\left(\tilde{N}(t)\right)} f_i(n_i\sigma e_i)(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\otimes(n_i\otimes e_i+e_i\otimes n_i)\right)\overset{(m)}{C}+I\right)^{-1}>\right]\right)^{-1}>^{-1}.
$$

В заключение перейдем к разработке мультикомпонентной математической модели минерала в идеально-пластическом состоянии.

Применяя мультикомпонентный подход к моделированию, придем к выводу, что разрабатываемая модель эквивалентна представленной выше математической модели минерала в упругопластическом состоянии с упрочнением (рисунок). Единственным отличием данной модели является то, что функция $\tilde{N}(t)$ при идеально-пластическом состоянии минерала, является возрастающей, т.е. модальное значение нечеткого параметра $\tilde{N}(t)$ с течением времени увеличивается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Халкечев Р.К.* Об одном методе усреднения упругопластических свойств геоматериалов на основе теории мультифрактального моделирования // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2012. – № 4. – С. 39–43.

2. *Халкечев Р.К.* Математическая модель упругопластического деформирования пористых минералов с учетом изменения количества дислокаций // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельные статьи (специальный выпуск). Методы математического моделирования в горной промышленности. – 2011. – № 12. – С. 12–18.

3. *Ларман К.* Применение UML и шаблонов проектирования. – М.: Вильямс, 2002. – 206 с.

4. *Пегат А.* Нечеткое моделирование и управление. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.

5. *Халкечев Р.К.* Нечеткий тензор как основа для определения деформационных свойств природного мультифрактального объекта в упругопластическом состоянии с упрочнением // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельные статьи (специальный выпуск). Прикладная и промышленная математика. – 2013. – № 9. – С. 16–19. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Халкечев Руслан Кемалович – кандидат физико-математических наук,
доцент, e-mail: syrus@list.ru, МГИ НИТУ «МИСиС».

UDC 004.9; 004.41; 51–74; 622

MULTICOMPONENT MODELLING OF FUNCTIONAL PROBLEMS OF THE AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEM OF MINING

Khalkechev R.K., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor, e-mail: syrus@list.ru,
Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia.

In the presented article the method of multicomponent modeling consisting in development of compound mathematical model – a set of the models interacting with each other coordinated on functions and formats of *the data intended for the solution of functional problems of an automated process control system is offered. Application of this method in this article is shown on the example of the solution of such functional task as determination of deformation properties of a mineral in elasto-plastic with hardening and ideal and plastic states.*

Key words: multicomponent modeling, functional tasks, mineral, deformation properties, fuzzy tensor.

REFERENCES

1. Khalkechev R.K. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2012, no 4, pp. 39–43.
2. Khalkechev R.K. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. Special edition. Metody matematicheskogo modelirovaniya v gornoy promyshlennosti. 2011, no 12, pp. 12–18.
3. Larman K. *Primenenie UML i shablonov proektirovaniya* (Applying UML and design patterns), Moscow, Vil'yams, 2002, 206 p.
4. Pegat A. *Nechetkoe modelirovanie i upravlenie* (Fuzzy modeling and control), Moscow, BINOM. Laboratoriya znaniy, 2009, 798 p.
5. Khalkechev R.K. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. Special edition. Prikladnaya i promyshlennaya matematika. 2013, no 9, pp. 16–19.

О Т Д Е Л Ь Н Ы Е   С Т А Т Ь И ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТЬЮ КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА

Кулецкий Валерий Николаевич[1] – кандидат технических наук, исполнительный директор,
Рыбинский Андрей Борисович[1] – заместитель исполнительного директора по производству,
Горохов Андрей Викторович[1] – начальник ГТУ,
Пожидаев Юрий Иванович[1] – зам. начальника ГТУ,
Довженок Александр Сергеевич – доктор технических наук,
ведущий научный сотрудник ООО «НИИОГР»,
[1] ОАО «Разрез Тугнуйский».

Рассмотрены виды ремонтных воздействий, влияющие на техническую готовность карьерного автотранспорта, а также влияние производительности труда в системе ремонта, качества ремонтных работ и условий эксплуатации автосамосвалов на техническую готовность автосамосвалов. Приведены расчеты фактического и возможного значений коэффициента технической готовности автосамосвала БелАЗ 7530 в условиях ОАО «Разрез Тугнуйский», показаны основные пути управления технической готовностью машин. Брошюра предназначена для руководителей и специалистов предприятий, как методическое пособие по оценке технической готовности автотранспорта и управления ею.

Ключевые слова: техническая готовность автосамосвалов, коэффициент технической готовности, управление, связи, производительность труда, качество ремонта, условия эксплуатации.

AN APPROACH TO CONTROLLING MECHANICAL AVAILABILITY OF MOTOR TRANSPORT IN AN OPEN PIT MINE

Kuletskiy V.N.[1], Candidate of Technical Sciences, Executive Director,
Rybinskiy A.B.[1], Deputy Executive Director for Production,
Gorokhov A.V.[1], Head of Mine Transport Department,
Pozhidaev Yu.I.[1], Deputy Head of Mine Transport Department,
Dovzhenok A.S., Doctor of Technical Sciences, Principal Researcher, NIOGR LTD,
[1] Tunguska Open Pit Mine, Russia.

The authors discuss types of repair that influence mechanical availability of motor transport in an open pit mine, as well as the influence of repair activity efficiency and quality and operational conditions of dump trucks on their mechanical availability. The factual and possible values of the mechanical availability coefficient are calculated for dump truck BelAZ 7530 in service in Tunguska Open Pit Mine. The basic ways to control mechanical availability of dump trucks are indicated. The booklet is intended for the use of mine authorities and technicians as a guideline on estimating and controlling mechanical availability of motor transport.

Key words: mechanical availability of dump trucks, mechanical availability coefficient, control, connections, labor efficiency, repair quality, operational conditions.