

Современное состояние горно-лесных ландшафтов Чеченской Республики находится в прямой зависимости от природно-антропогенных факторов, что ведет к ослаблению их экологических функций. Сохранение и воспроизводство лесов как сырьевой базы обеспечения спроса экономики региона на буковую древесину и как важнейшего средоформирующего компонента на основе рационального и неистощительного лесопользования имеет важное народно-хозяйственное значение. Интенсивная хозяйственная деятельность (вырубка, сенокосение, пастьба) и значительная аридизация (потепление климата почти на 1°) привели к тому, что пределы верхних и нижних границ лесного пояса сузились почти на 150–300 м.

#### Список литературы

1. Байраков И. А. Антропогенная трансформация геосистем Северо-восточного Кавказа и пути оптимизации природопользования : монография / И. А. Байраков. – Грозный : РИО ЧГУ, 2009. – 170 с.
2. Белов С. В. Лесоводство : учеб. пос. для вузов / С. В. Белов. – М. : Лесная промышленность, 1983. – 350 с.
3. Григорьев А. А. Закономерности строения и развития географической среды / А. А. Григорьев // Избранные теоретические работы. – М., 1966. – 384 с.

#### References

1. Bajrakov I. A. Antropogennaja transformacija geosistem Severo-vostochnogo Kavkaza i puti optimizacii prirodopol'zovanija : monografija / I. A. Bajrakov. – Groznyj : RIO ChGU, 2009. – 170 s.
2. Belov S. V. Lesovodstvo : uceb. pos. dlja vuzov / S. V. Belov. – M. : Lesnaja promyshlennost', 1983. – 350 s.
3. Grigor'ev A. A. Zakonomernosti stroenija i razvitija geograficheskoj sredy / A. A. Grigor'ev // Izbrannye teoreticheskie raboty. – M., 1966. – 384 s.

### СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

*Федунец Нина Ивановна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, Московский государственный горный университет, 119991, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 6, e-mail: arw2001@ngs.ru*

*Гончаренко Алексей Николаевич, старший преподаватель, Московский государственный горный университет, 119991, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 6, e-mail: gap@ngs.ru*

*Статья посвящена созданию модели построения структуры информационных технологий, интегрируемых на промышленном предприятии с помощью методов структурно-параметрического синтеза и динамического программирования. Применение модели построения оптимальной структуры программно-аппаратных средств позволило получить значительный прирост объемно-качественных показателей эффективности функционирования промышленного предприятия.*

*Ключевые слова: информационные технологии, промышленное предприятие, показатели эффективности функционирования предприятия.*

## STRUCTURALLY-PARAMETRICAL SYNTHESIS OF OPTIMUM PROGRAM-HARDWARE AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISE

*Fedunets Nina I., D.Sc. in Technic, Professor, Head of Department, Moscow State Mining University, 6 Leninsky prospect, Moscow, 119991, Russia, e-mail: arw2001@ngs.ru*

*Goncharenko Alexey N., Senior Lecturer, Moscow State Mining University, 6 Leninsky prospect, 119991, Moscow, Russia, e-mail: gan@ngs.ru*

*Article is devoted to creation integration model's construction of IT-technology structure at the mining enterprise by structurally-parametrical synthesis methods and dynamic programming. After software formation and application this model it was possible to receive a considerable gain of functioning efficiency at the industrial enterprise.*

**Key words:** *information technology, the industrial enterprise, efficiency indicators the industrial enterprise functioning.*

В целом, современный мировой уровень ИТ-систем для промышленности отличается разноплановостью, активностью, динамичностью развития, готовностью удовлетворять практически любые специфические требования заказчиков, при наличии у последних необходимых средств и достаточно квалифицированного персонала для освоения сложных программных продуктов.

На сегодняшний день современные промышленные предприятия обычно хорошо оснащены программным обеспечением и компьютерным оборудованием, которые работают в разных службах предприятия, обрабатывая большие объемы информации, где, как правило, визуализация, трансформация и анализ информации происходит с одними и теми же данными. Это приводит либо к очень большому количеству узкоспециализированных программных продуктов и к необходимости иметь связующие программные компоненты, либо сложная ИТ-система должна охватывать все информационные аспекты производственной жизни предприятия. В чистом виде эти варианты не встречаются, из-за изначально функционально ограниченных программ, которые развиваются и расширяют сферы своего действия на смежные участки производственного предприятия, либо по причине крайней сложности проектирования, настройки и обслуживания такой системы [1].

Данное обстоятельство приводит к существованию множества форматов данных на промышленном предприятии, нарушению системных связей между подразделениями, дублированию и избыточности данных. А недостаточное понимание значения информационных технологий часто приводит к потере производительности, эффективности управления и неполному использованию возможностей производства.

Вышеперечисленные недостатки могут быть устранены в рамках задач структурно-параметрического синтеза, направленного на консолидацию процессов горнопромышленного предприятия в рамках создания единого информационного поля. В этой связи необходимо создание модели построения структуры программно-аппаратных средств на промышленном предприятии, которая позволит значительно увеличить показатели эффективности производственных процессов, что в конечном итоге приведет к повышению эффективности функционирования горного предприятия.

Процесс проектирования структуры программно-аппаратных средств  $\{S\}$  можно представить в виде совокупности некоторых программных решений множества  $\{G\} \in \{T_k\}$  и взаимосвязей между этими программными продуктами из множества  $\{Q\}$ , т.е.:

$\{G_i\}$  –  $i$ -ое подмножество взаимозаменяемых программно-аппаратных средств, где  $\{G_i\} \in \{G\}$  ( $i = 1, \dots, n$ ;  $g_i \in \{G_i\}$ ),  $\{Q_i^j\}$  – подмножество взаимозаменяемых связей  $i$ -ой решений с другими  $j = 1, \dots, n$  ( $i \neq j$ ) ИТ, где  $\{Q_i^j\} \in \{Q\}$  ( $q_i^j \in \{Q_i^j\}$ ).

$\{S\} = \{g_1, \dots, g_n; q_1^2, \dots, q_1^n, \dots; q_1^k, \dots, q_k^n, \dots; q_1^n, \dots, q_n^{n-1}\}$ ,  
 где  $\{G\} = \{G_1, \dots, G_n\}$ ,

$\{Q\} = \{Q_1^2, \dots, Q_1^n, \dots; Q_1^k, \dots, Q_k^n, \dots; Q_1^n, \dots, Q_n^{n-1}\}$ .

Отсутствие связей  $q_1^1, \dots, q_k^k, \dots, q_n^n$  говорит о невозможности влияния на функционирование программного решения множества  $\{G\}$  этого же решения. Взаимозаменяемость означает, что из подмножества  $\{G_i\}$  можно применить любое из решений, а из подмножества  $\{Q_i^j\}$  любую реализуемую на практике связь при создании структуры программно-аппаратных средств. При этом любое из решений множества  $\{G\}$ , как и любая связь из множества  $\{Q\}$ , может отсутствовать в проектируемой структуре программно-аппаратных средств  $\{S\}$  [2].

Для определенности считаем, что все связи стационарные. Влияние связей на функционирование структуры  $\{S\}$ , как правило, описывается конструктивными параметрами и характеристиками, включаемыми в множество параметров и характеристик программных решений множества  $\{G\}$ . Следовательно, каждому программно-аппаратному средству множества  $g_i$  соответствует множество конструктивных параметров  $K_i$  и характеристик  $X_i$ , а связи из множества  $\{Q\}$  будут определять только структуру программно-аппаратных средств  $\{S\}$ :  $g_i = g_i(K_i, X_i)$  [3].

Математические модели  $M_i$  функционирования структуры программно-аппаратных средств  $\{S\}$  в различных условиях эксплуатации, сложность, инвариантность, полнота и адекватность моделей во многом определяются свойствами множеств  $\{G\}$  и  $\{Q\}$ , т.е.:

$$M_i = M_i(G_1, \dots, G_n; Q_1^2, \dots, Q_1^n, \dots; Q_1^k, \dots, Q_k^n, \dots; Q_1^n, \dots, Q_n^{n-1}).$$

Для решения задачи структурно-параметрической оптимизации в целом предлагается принцип дискретного изменения программных решений  $g_1, \dots, g_n$  структуры программно-аппаратных средств  $\{S\}$  из множества  $\{G\}$  и связей  $q_1^2, \dots, q_1^n, \dots; q_1^k, \dots, q_k^n, \dots; q_1^n, \dots, q_n^{n-1}$  из множества  $\{Q\}$ , т.е. принцип перебора различных структурных схем и определение оптимального параметрического решения для каждого возможного исполнения структуры программно-аппаратных средств. Дальнейший анализ оптимальных решений для всех возможных конструктивных исполнений структуры  $\{S\}$  позволяет

окончательно принять научно обоснованное решение, которое на практике можно решить с помощью динамического программирования. Более эффективным на уровне параметрического синтеза представляется метод динамического программирования [4].

Для выбора оптимальной структуры программно-аппаратных средств  $\{S\} = y_N(x)$ , состоящего из  $N$  вариантов ИТ, с показателями эффективности бизнес-процессов  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ , эффективность которых после внедрения ИТ соответственно  $\{S_1(x_1), S_2(x_2), \dots, S_N(x_N)\}$ , можно записать:

$$\{S\} = y_N(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_N) = S_1(x_1) + S_2(x_2) + \dots + S_N(x_N).$$

Сначала, согласно принципу оптимальности, следует установить оптимальные параметры на  $N$ -ого программно-аппаратного средства, затем на  $(N-1)$ -ой и т.д.

Пусть  $f_N(x)$  выражает оптимальную эффективность бизнес-процесса, образующуюся на  $N$ -ой структуре программно-аппаратных средств. Очевидно, что  $f_N(0) = 0$ ,  $f_1(x_1) = S_1(x_1)$  для  $x > 0$ . Тогда основное функциональное уравнение динамического программирования записывается в виде:

$$\{S\} = y_N(x) = f_N(x) = \text{opt}[S_N(x_N) + S_{N-1}(x_{N-1}) + \dots + S_1(x_1)] = \text{opt}[S_N(x_N) + f_{N-1}(x - x_N)]$$

для  $N = 2, 3 \dots$

Апробация модели построения структуры программно-аппаратных средств на промышленном предприятии была проведена на горнопромышленном предприятии, которое осуществляет разработку сульфидного медно-никелевого месторождения.

В связи с наличием сложных горно-геологических условий, несовершенством учетной политики на ряде бизнес-процессов, особенностями климатических условий, предприятие на сегодняшний день столкнулось с нерациональным использованием материальных и других производственных ресурсов, что непосредственно сказалось на его финансово-экономических показателях.

Системный подход к формированию исходного множества программно-аппаратных средств для внедрения на предприятии позволил определить следующие множества программно-аппаратных средств на горном предприятии:  $\{It_k\} = \{It_1\} \cup \{It_2\} \cup \{It_3\}$ ,  $k = 1, 2, \dots, l$ , где  $\{It_1\}$  – множество вариантов реализации ИТ TECHBASE Professional Mining,  $\{It_2\}$  – множество реализации систем диспетчеризации на горнопромышленном предприятии,  $\{It_3\}$  – множество вариантов реализации ИТ Data Mining (рис.).

Выбор вышеперечисленных программно-аппаратных средств предопределяет возможность интеграции на всех этапах производственного цикла.

На следующем этапе проведен статистический анализ показателей эффективности бизнес-процессов и определены значимые факторы, определяющие выбор показателей эффективности бизнес-процессов.

Для каждого бизнес-процесса определим множество показателей эффективности  $\{P\phi_i^j\} = \{X_1 \dots X_m\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ ,  $j = 1 \dots k$ . Используя методы факторного анализа, вычисляем матрицы парных коэффициентов корреляции показателей бизнес-процессов и показателей эффективности интеграции программно-аппаратных средств [2].

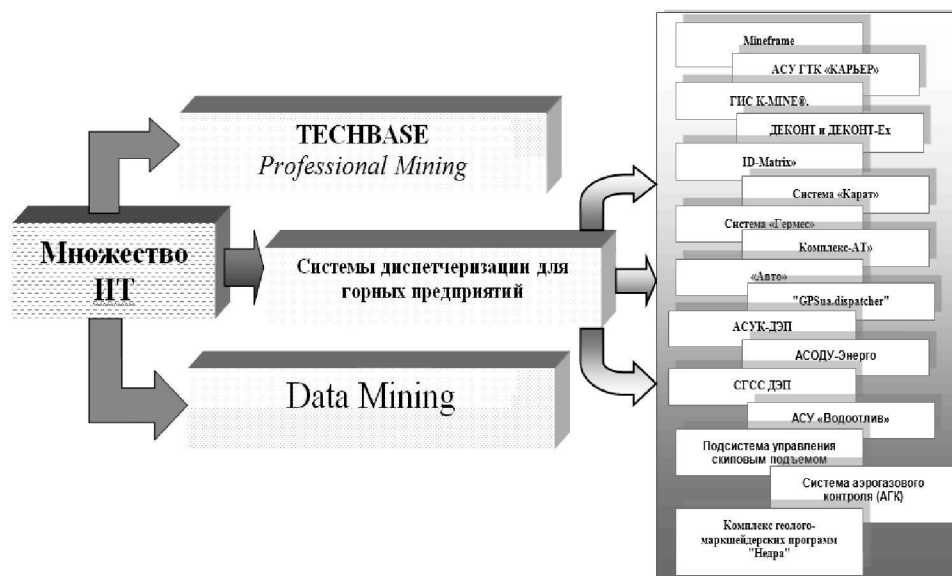


Рис. Формирование исходного множества программно-аппаратных средств

Методом главных компонент необходимо выразить показатели бизнес-процессов через технико-экономические, материально-технические, социально-экономические и организационные факторы  $F_i (i = \overline{1, m})$  ( $m=4$ ):  $X_m = a_{m1}F_1 + \dots + a_{mm}F_m \dots X_1 = a_{11}F_1 + \dots + a_{1m}F_m$ , где величина показателей эффективности бизнес-процесса  $X_j (j = \overline{1, m})$  и может быть представлена как функция небольшого числа общих факторов  $F_i (i = \overline{1, m})$  для заданного уровня дисперсии исходных признаков показателей эффективности ( $\geq 70\%$ ).

В результате анализа выявлена необходимость улучшения показателей эффективности процессов добычи  $\{P\phi_i^1\}$  и транспортировки горной массы  $\{P\phi_i^2\}$ , вследствие того что параметры сложности и контролируемости данных процессов выше нормативных значений.

Таким образом, полученная структура информационных технологий отражена в таблице 1.

Применение данной модели на горнопромышленном предприятии позволило значительно повысить показатели эффективности функционирования горнопромышленного предприятия (табл. 2).

Таким образом, в статье представлена модель построения структуры программно-аппаратных средств, интегрируемых на промышленном предприятии с помощью методов структурно-параметрического синтеза и динамического программирования. В математической модели функционирования структуры программно-аппаратных средств учтены различные условия эксплуатации, сложность, инвариантность, полнота. Анализ оптимальных решений для всех возможных конструктивных исполнений структуры программно-аппаратных средств позволил принять научно обоснованное решение, реализованное с помощью динамического программирования.

Таблица 1

**Оптимальная структура ИТ для каждого бизнес-процесса, наиболее чувствительного к внедрению информационных технологий**

Виды БП и ИТ		
Бизнес-процессы	Виды ИТ	Варианты реализации ИТ
Работы по добыче	TECHBASE Professional Mining	Cross Sections
		Statistics & Graphs
		Data Storage
		Mapping
		Productivity Module
	Системы диспетчеризации	Mineframe
		ГИС K-MINE®
		Подсистема управления скиповым подъемом
	Data Mining	Статистические пакеты
		Системы рассуждений на основе аналогичных случаев
		Деревья решений (decision trees)
		Генетические алгоритмы
Транспортировка горной массы	TECHBASE Professional Mining	Logs
		Statistics & Graphs
		Data Storage
		Data Modeling
		Productivity Module
	Системы диспетчеризации	ГИС K-MINE®
		ID-Matrix
	Data Mining	Предметно-ориентированные аналитические системы
		Статистические пакеты
		Деревья решений (decision trees)

Таблица 2

**Прирост эффективности функционирования горнопромышленного предприятия после внедрения информационных технологий**

Показатель эффективности функционирования горнопромышленного предприятия	Изменение эффективности
Время производственного цикла, $T_{БП}$	Уменьшилось на 15 %
Производительность, Q (количество обогащенной руды)	Увеличилась на 14 %
Себестоимость руды, С	Уменьшилась на 10 %

В процессе апробации данной модели подобраны программно-аппаратные средства, интеграция которых предопределялась возможностью интеграции в бизнес-процессы на всех этапах производственного цикла. А применение данной модели на примере горнопромышленного предприятия позволило значительно повысить показатели эффективности функционирования горнопромышленного предприятия: снизить время производственного цикла, увеличить производительность горного предприятия, уменьшить себестоимость руды на 15 %, 14 % и 10 % соответственно.

### Список литературы

1. Гончаренко А. Н. Разработка методики комплексной оценки ИТ-проектов на промышленном предприятии / А. Н. Гончаренко // Методы управления потоками в транспортных системах : сб. науч. тр. – М., 2009. – С. 83–94.
2. Гуськов О. И. Математические методы в геологии. Сборник задач : учеб. пос. для вузов / О. И. Гуськов, П. Н. Кушнарев, С. М. Таранов. – М. : Недра, 2006.
3. Колмогоров А. Н. Теория информации и теория алгоритмов / А. Н. Колмогоров. – М. : Наука, 2007. – 304 с.
4. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики / Ж. Матерон. – М. : Мир, 2008.
5. Федунец Н. И. Проблемы повышения производственного потенциала горнорудных предприятий по добыче медно-никелевых руд / Н. И. Федунец, С. Н. Гончаренко // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – № 9. – С. 189–196.

### References

1. Goncharenko A. N. Razrabotka metodiki kompleksnoj ocenki IT-proektov na promyshlennom predpriyatii / A. N. Goncharenko // Metody upravlenija potokami v transportnyh sistemah : sb. nauch. tr. – M., 2009. – S. 83–94.
2. Gus'kov O. I. Matematicheskie metody v geologii. Sbornik zadach : ucheb. pos. dlja vuzov / O. I. Gus'kov, P. N. Kushnarev, S. M. Taranov. – M. : Nedra, 2006.
3. Kolmogorov A. N. Teorija informacii i teorija algoritmov / A. N. Kolmogorov. – M. : Nauka, 2007. – 304 s.
4. Materon Zh. Osnovy prikladnoj geostatistiki / Zh. Materon. – M. : Mir, 2008.
5. Fedunec N. I. Problemy povyshenija proizvodstvennogo potenciala gornorudnyh predpriyatij po dobyche medno-nikelevyh rud / N. I. Fedunec, S. N. Goncharenko // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. – 2006. – № 9. – S. 189–196.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОДТОПЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ г. ЭЛИСТЫ

*Дорджиев Анатолий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, Калмыцкий государственный университет, 358000, Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста.*

*Скибин Геннадий Михайлович, доктор технических наук, профессор, Калмыцкий государственный университет, 358000, Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста.*

*Сангаджиев Мерген Максимович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Калмыцкий государственный университет, 358000, Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста.*

*Дорджиев Анатолий Анатольевич, ассистент, Калмыцкий государственный университет, 358000, Республика Калмыкия, г. Элиста, Калмыцкий государственный университет.*

*В статье рассмотрены вопросы экологического мониторинга подтопленных территорий города Элисты. Обоснована необходимость мониторинга отдельных зданий и застроенных территорий, а также обозначены перспективы развития экологического контроля. Для реализации экологического мониторинга разработаны методики, рекомендации и геоинформационная система для города Элисты.*

**Ключевые слова:** экология, мониторинг, контроль, строительство, безопасность, грунты, карты.