

УДК 303.7: 519.85:519.87

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ ДЛЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ

Петров Ю.С., Соколов А.А.

*Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет), Владикавказ, e-mail: asklv@mail.ru*

В работе приводятся результаты исследований автора по разработке новой оптимизационной модели для системного анализа информации в разработанных ранее системах анализа, управления и обработки информации. На основе проведенного мониторинга информационного обеспечения предприятия по существующим показателям информационной системы были построены гистограммы, по которым определили средние значения исследуемых параметров и произвели оценку дисперсии. В результате исследований установили нормальный закон распределения значений и с целью устранения недостатков по надежности обеспечения системы видами техногенной информации в зависимости от временного интервала сформулировали оптимизационную модель. Применение модели повышает эффективность анализа обработки информации, качество и надежность работы системы и вносит значительный вклад в математическое обеспечение систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

Ключевые слова: системный анализ, информационная система, математическая оптимизационная модель, информация.

DEVELOPMENT OF NEW MATHEMATICAL MODELS AND METHODS FOR THE SYSTEM ANALYSIS OF INFORMATION

Petrov Y.S., Sokolov A.A.

*North Caucasian mining and metallurgical institute (the state technological university),
Vladikavkaz, e-mail: asklv@mail.ru*

In work results of researches of the author on development of new optimizing model for the system analysis of information are given in the systems of the analysis developed earlier, managements and information processing. On the basis of the carried-out monitoring of information support of the enterprise, for existing indicators of information system, histograms by which determined average values of studied parameters were constructed and made a dispersion assessment. As a result of researches established the normal law of distribution of values and for the purpose of elimination of shortcomings on reliability of providing system types of technogenic information depending on a time interval formulated optimizing model. Application of model increases efficiency of the analysis of information processing, quality and reliability of work of system and makes the significant contribution to software of systems of the analysis, optimization, management, decision-making and information processing.

Keywords: system analysis, information system, mathematical optimizing model, information

Состояние вопроса и постановка задачи исследований

Создание новых математических моделей и методов для информационных систем анализа, управления и обработки информации является актуальным, поскольку повышает эффективность системного анализа в целом и ускоряет оперативность принятия решений в них. В качестве недостатка существующих в настоящее время систем следует отметить то, что по причине стремительного роста научно-технического процесса в области компьютерных технологий, современные инновационные технологии используются не в полной мере в существующем оборудовании. Последнее обстоятельство объясняется тем, что технический прибор был создан до появления того или иного программного обеспечения, способа моделирования или конкретной технологии и по этой причине или вообще не способен работать с данным пакетом программ, типом моделирования, или не всегда доста-

точно поддерживает скорость обработки информации.

Направления исследований

В работах [1,2] были определены недостатки в существующих информационных системах (далее ИС), приводящие к неэффективному анализу техногенных систем (далее ТС) и определены направления дополнительных исследований, сформулированы задачи работы по направлениям повышения эффективности работы ИС, среди которых:

а) увеличение объема поступающего информационного потока для анализа за счет максимальной загруженности каналов;

б) разработки новых математических методов обработки информации применительно к распространению техногенных загрязнений. Созданные ИС [3–6] предусматривают введение дополнительных блоков под постоянно действующие модели и новое программное обеспечение в существующие подсистемы анализа и обработки информации.

Разработка новых методов и моделей.

На основе проведенного мониторинга информационного обеспечения предприятия [7–10] по существующим показателям информационной системы были построены гистограммы, по которым определили средние значения исследуемых параметров и произвели оценку дисперсии. В результате исследований установили нормальный закон распределения средних значений и с целью устранения недостатков по надежности обеспечения системы видами техногенной информации в зависимости от временного интервала сформулировали оптимизационную модель, приведенную ниже.

$$F = \left[\sum_{R=1}^R \overline{Q}_R \cdot K_R \cdot \overline{\infty}_R \right] \cdot t \rightarrow \max (F \geq 800000);$$

$$R = \overline{1, R}; K = \overline{40, 160};$$

$$K \geq 0; \infty_R \geq \overline{1000, 1200}; 5 \geq Q_R \geq 15;$$

$$\sum_{R=1}^R z_{CP} \cdot \infty_{R\text{ ОБЩ}} \leq Z_{\text{ОБЩ}};$$

$$1 \leq Z_{CP} \leq 5; Z_{\text{ОБЩ}} \leq 1000,$$

где R – территориальная единица (промышленный объект); Q – вес заявки (от 5 до 15 кб); Q_R – среднее значение веса заявки из R -го объекта; K – число действующих каналов (от 40 до 160); K_R – число действующих каналов на R -м объекте; ∞_R – среднее значение числа заявок из R -го объекта, проходящих по 1 действующему каналу (от 1000 до 1200) за определенный интервал времени (1 ч) – интенсивность потока за-

явок; $\infty_{\text{ОБЩ}}$ – общее значение числа заявок из R -го объекта, $\infty_{R\text{ ОБЩ}} = K_R \cdot \infty_R$; t – временной интервал в течение которого исследуется процесс наполнения системы информацией (1 ч); z_{CP} – средние затраты на извлечение одной заявки из R -го объекта (от 1 до 5 копеек); $Z_{\text{ОБЩ}}$ – консолидированные средства для информационной системы (1000000 копеек).

Процесс наполнения системы анализа, управления и принятия решений потоками от исследуемых объектов происходит следующим образом (рис. 1). С объекта R за определенный интервал времени t по действующим информационным каналам K_R неограниченной пропускной способности поступают заявки ∞_R различного объема Q_R содержащие данные по производственному процессу. Система считается загруженной и способной эффективно осуществлять анализ и управление при загрузке ее не менее 800000, и экономически эффективной, если средние затраты на извлечение информации по одной заявке z_{CP} умноженные на интенсивность поступления информации по всей системе, будут меньше консолидированных средств $Z_{\text{ОБЩ}}$, потраченных для создания системы на R -х объектах.

На рис. 1 приведена схема наполнения системы анализа управления и принятия решений (далее САУПР) потоком заявок, поступающих по действующим каналам связи от объекта R_1 , в котором по каналам K_{R_1} информация с интенсивностью ∞_{K_1} (значение числа заявок, проходящих канал за интервал времени) поступает в систему для последующего анализа. В работе системы определены следующие направления целевой функции и ограничения работы:

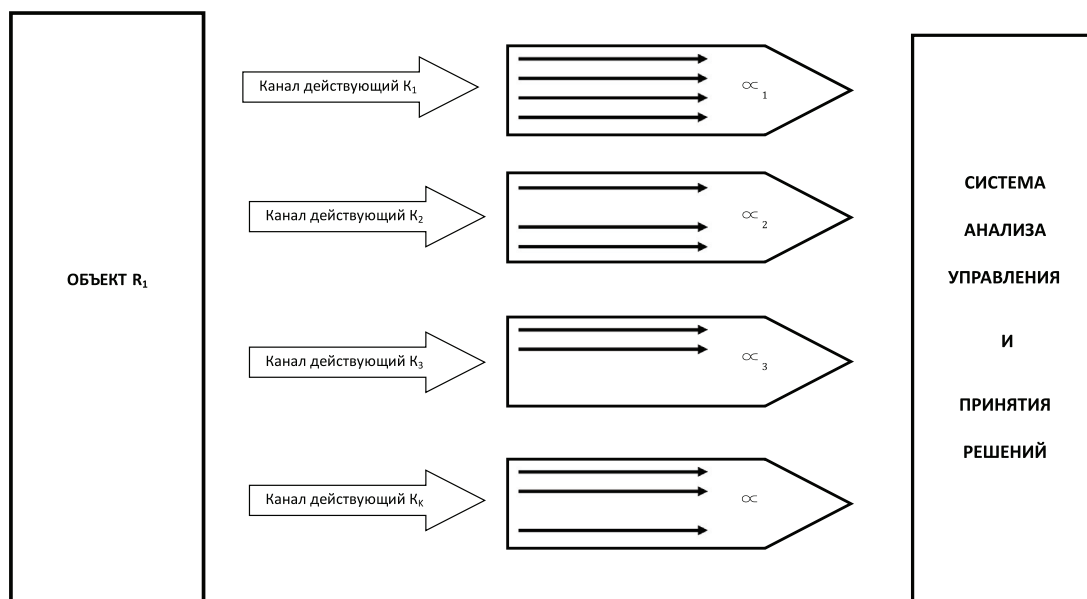


Рис. 1. Схема наполнения САУПР потоком заявок, поступающих по действующим каналам связи от объекта R

1) на заданном интервале времени целевая функция стремится к максимуму, чтобы процесс информационного обеспечения не прекращался, каналы, обеспечивающие систему информацией были загружены, и интенсивность поступления информации была максимальна.

2) для любого канала, вида информации, территориальной единицы справедливо условие:

– средние затраты на извлечение информации, умноженные на интенсивность поступления информации, должны быть меньше консолидированных средств, для

информационной системы (в расчетном случае меньше 1000000 копеек).

– число каналов, обеспечивающих систему информацией, не должно быть равно нулю;

– интенсивность поступления информации не должна быть равна нулю.

Результаты исследований и их обсуждение. Для решения оптимизационной модели применялся метод Монте-Карло, результаты расчета которого для отдельного R -го объекта по оптимизации наполнения системного архива за определенный интервал времени (1 ч) представлены в табл. 1, а по оптимизации экономической эффективности системы в табл. 2.

Таблица 1

Результаты расчета методом Монте-Карло наполнения системы информацией из R -го объекта

№ п/п	\overline{Q}_R среднее значение веса заявки из R -го объекта	K_R – число действующих каналов на R -м объекте	∞_R – среднее значение числа заявок из R -го объекта	t – временной интервал (1 ч)	F – целевая функция	Выполняется ли условие по максимальному наполнению системы информацией?
	От 5 до 15	От 40 до 160	от 1200 до 1000	1		$\max (F \leq 8000000)$
1	9,4	74,2	1087,2	1	757 999	Нет
2	13,1	79,7	1071,6	1	1 116 197	Да
3	11,2	102,3	1046,0	1	1 193 862	Да

Таблица 2

Результаты расчета методом Монте-Карло экономической эффективности системы для R -го объекта

№ п/п	z_{CP} – средние затраты на извлечение одной заявки из R -го объекта (копеек)	K_R – число действующих каналов на R -м объекте	∞_R – среднее значение числа заявок из R -го объекта	F – целевая функция	Выполняется ли условие по экономической эффективности системы?
	От 1 до 5	От 40 до 160	от 1000 до 1200		$\max (F \leq 1000000)$
1	3,4	144,3	1101,6	534 327	Да
2	2,7	102,1	1120,3	311 850	Да
3	2,8	148,0	1042,9	429 645	Да

На представленной ниже гистограмме представлена вероятность распределения данных по диапазонам значений, с учетом технических требований, при которых минимальный рост объема системного архива в час составляет 400000 байт, максимальный не превосходил 2000000 байт, а оптимальный находился в пределах от 800000 до 1600000 байт.

Работая по вышеописанной схеме модель позволяет наполнять систему необходимым объемом информации о технологических и технологических параметрах, увеличивая эффективность анализа и обработки информации системой, на основании которого осуществляется поддержка принятия решений при управлении промышлен-

ном предприятием или комплексом предприятий в зависимости от поставленных перед САУПР задач.

Заключение

Разработанная оптимизационная модель положена в основу наполнения информацией системы анализа, управления и принятия решений принцип действия которой подробно изложен в литературе [1, 2]. Применение модели повышает эффективность анализа обработки информации, качество и надежность работы системы и вносит значительный вклад в математическое обеспечение систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

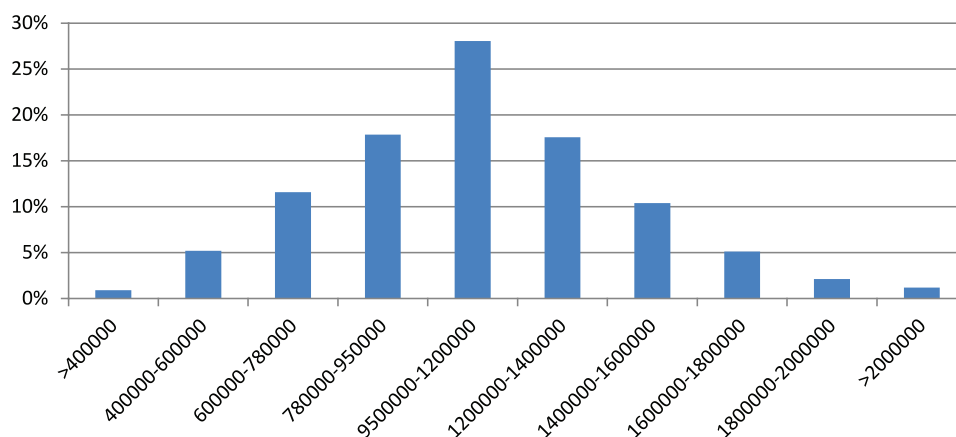


Рис. 2. Гистограмма распределения вероятности числа работающих каналов, необходимых для создания оптимального объема системного архива

Список литературы

1. Соколов А.А. Анализ природно-технических систем: от теории к практике // Доклады МОИП. Т. 46. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 116 с.
2. Соколов А.А. Разработка новых методов и средств анализа обработки информации и управления сложными природно-техническими системами // Доклады МОИП. – Том 44. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 96 с.
3. Соколов А.А. Исследование влияния промышленных объектов на окружающие экосистемы разработанными техническими средствами. Перспективы науки. Science prospects. – 2010. – № 2 (04). – С. 110–113.
4. Соколов А.А. Комплексная оценка воздействия промышленных объектов на окружающие экосистемы с применением разработанных методов системного анализа // Экология урбанизированных территорий. – № 2. – 2010. – С. 94–98.
5. Соколов А.А., Соколова Е.А. Геоинформационная система мониторинга экологических рисков. Патент РФ № 87280 приоритет полезной модели от 22 июня 2009 г. Оpubl. 27 сентября 2009 г. Бюл. изобрет. № 27, 4 часть, 1013, (2009).
6. Хосаев Х.С. Разработка математических моделей и численно-аналитических методов решения задач математической физики колебаний стержня произвольного очертания: сборник рефератов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Серия 16: 29. Физика. 30. Механика. 41. Астрономия. 89. Космические исследования. – 2007. – № 4. – С. 130.
7. Соколов А.А., Соколова О.А. Реализация теории и методов мониторинга подземных вод на сеточных моделях участков экосистем как объектов с распределенными параметрами // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 3. – С. 138–141.
8. Соколов А.А., Соколова О.А., Соколова Е.А. Разработка стенда для исследования и моделирования экологических рисков. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) // Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). – 2009. – № 7. – С. 169–172.
9. Соколов А.А., Соколова Е.А. К проблеме повышения эффективности комплексной оценки влияния промышленных объектов на экосистемы // Экология урбанизированных территорий. – 2009. – № 3. – С. 42–43.
10. Соколов А.А., Петров Ю.С., Соколова О.А. Стенд для исследования и моделирования экологических рисков. Патент на полезную модель RUS 84144, 16.01.2009.

References

1. Sokolov A.A. Analiz prirodno-tehnicheskikh sistem: ot teorii k praktike // Doklady MOIP. 2010, Tom 46. Moskva.: «MAKS Press», 2010. 116 p.

2. Sokolov A.A. Razrabotka novykh metodov i sredstv analiza obrabotki informacii i upravlenija slozhnymi prirodno-tehnicheskimi sistemami // Doklady MOIP. 2010, Tom 44. Moskva.: «MAKS Press», 2010. 96 p.
3. Sokolov A.A. Issledovanie vlijanija promyshlennykh ob#ektov na okruzhajushhie jekosistemy razrabotannymi tehničeskimi sredstvami. Perspektivy nauki. Science prospects. no. 2 (04). 2010, pp. 110–113.
4. Sokolov A.A. Kompleksnaja ocenka vozdeystvija promyshlennykh ob#ektov na okruzhajushhie jekosistemy s primeneniem razrabotannykh metodov sistemnogo analiza. // Jekologija urbanizirovannykh territorij. no. 2. 2010. pp. 94–98.
5. Sokolov A.A., Sokolova E.A. Geoinformacionnaja sistema monitoringa jekologičeskikh riskov. Patent RF № 87280 prioritet poleznoj modeli ot 22 ijunja 2009g. Opubl. 27 sentjabrja 2009g. Bjul. izobret. no. 27, 4 chast', 1013, (2009).
6. Hosaev H.S. Razrabotka matematicheskikh modelej i chislenno-analiticheskikh metodov reshenija zadach matematicheskij fiziki kolebanij sterzhnja proizvol'nogo ochertanija. Sbornik referatov nauchno-issledovatel'skikh i opytно-konstruktorskikh rabot. Serija 16: 29. Fizika. 30. Mehanika. 41. Astronomija. 89. Kosmicheskie issledovanija. 2007. no. 4. pp. 130.
7. Sokolov A.A., Sokolova O.A. Realizacija teorii i metodov monitoringa podzemnykh vod na setochnykh modeljah uchastkov jekosistem kak obektov s raspredelennymi parametrami. Problemy regional'noj jekologii. 2009. no. 3. pp. 138–141.
8. Sokolov A.A., Sokolova O.A., Sokolova E.A. Razrabotka stenda dlja issledovanija i modelirovanija jekologičeskikh riskov. Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' (nauchno-tehničeskij zhurnal) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2009. no. 7. pp. 169–172.
9. Sokolov A.A., Sokolova E.A. K probleme povыshenija jeffektivnosti kompleksnoj ocenki vlijanija promyshlennykh obektov na jekosistemy. Jekologija urbanizirovannykh territorij. 2009. no. 3. pp. 42–43.
10. Sokolov A.A., Petrov J.S., Sokolova O.A. Stend dlja issledovanija i modelirovanija jekologičeskikh riskov. Patent na poleznuju model' RUS 84144, 16.01.2009.

Рецензенты:

Сорокер Л.В., д.т.н., профессор, Научно-производственный комплекс «Югцветметавтоматика», г. Владикавказ;
 Каменецкий Е.С., д.ф.-м.н., заведующий отделом математического моделирования, ФГБУН «Южный математический институт ВМЦ РАН РСО-А», г. Владикавказ.
 Работа поступила в редакцию 18.02.2014.