

Рис. 3. Модель системы сжатия

экспериментов, полученные при тестировании, представлены в таблице 1 (обозначено как «Арифметический кодек»). Дополнительно приведено сравнение результатов с другими распространенными кодеками (7-Zip, G-Zip, BZip2, LZMA) для оценки эффективности предлагаемой модели.

В качестве тестового набора использовались кадры Maine из набора AVIRIS со следующими параметрами:

- пространственное разрешение – 680x512 пикселей;
- число спектральных слоев – 224;
- радиометрическое разрешение – 12 бит;
- суммарный объем – 114 240 килобайт.

Таблица 1. Результаты тестов

Алгоритм сжатия	Maine AVIRIS
Арифметический кодек (вейвлет-разложение)	3,04
Арифметический кодек (медианный предсказатель)	3,00
Кодек 7-Zip	2,95
Кодек GZip	2,85
Кодек BZip2	2,82
Кодек LZMA	2,95

На исследуемую модель накладывались следующие ограничения:

- вейвлет-разложение – оптимизированная версия Хаара без потерь;

- 3D-реструктуризация битовых плоскостей на данном этапе не применяется, т.к. это требует дополнительных исследований.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности предлагаемой модели системы сжатия в сравнении с альтернативными алгоритмами сжатия без потерь. Предлагаемая последовательность операций является математически простой и не требует существенных вычислительных ресурсов, что позволяет применить алгоритмы на борту летательного аппарата.

В дальнейшем предполагается:

- исследование различных версий вейвлет-преобразований;
- расширение тестового набора (предполагается включить тесты AVIRIS, LANDSAT, SPOT-4);
- разработка 3D-версии контекстного моделирования и переход на битовую версию арифметического кодирования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Airborne Visible / Infrared Imaging Spectrometer [Электронный ресурс] / AVIRIS. – Режим доступа: <http://aviris.jpl.nasa.gov/>. – Дата доступа: 20.11.2015.
2. Yellowstone calibrated scene 11 [Электронный ресурс] / AVIRIS. – Режим доступа: http://compression.jpl.nasa.gov/hyperspectral/imagdata/aviris_sc11.cal.zip. – Дата доступа: 20.11.2015.
3. Christophe, E. Hyperspectral Data Compression Tradeoff / E. Christophe // Optical Remote Sensing. – 2011. – Springer Berlin Heidelberg. – P. 9–29.

Материал поступил в редакцию 25.11.15

DOUDKIN A.A., PERTSEV D.Y. Hyperspectral data compression model for remote sensing

Hyperspectral data characteristics are described in the paper. Based on it the model of hyperspectral data compression system is introduced. In developing the model, the main criterion is the possibility of its application in the conditions of limited computing resources on-board systems at the aircraft. The evaluation of the compression system efficiency is introduced based on the AVIRIS sample set (Maine test set).

УДК 658.589

Саченко О.А.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ МОДЕРНИЗАЦИИ НА ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИИ

Введение. Для решения задач эффективного функционирования распределительных электросетей типового энергетического предприятия в Украине целый ряд элементов электросетей нуждаются в модернизации, в частности, воздушных линий напряжением 10 кВ и 0,4 кВ (15,8%), а также трансформаторных подстанций напряжением 10 / 0,4 кВ (35,7%). Предварительный технико-экономический анализ состояния объектов распределительных электрических сетей показывает, что модернизация элементов электросетей требует капитальных инвестиций с целью уменьшения технологических расходов электроэнергии и продолжительности перерывов в электроснабжении потребителей. Применение качественного планирования для реализации процесса инвестирования не всегда дает необходимый эффект из-за сложностей, связанных с недостаточностью времени или средств [1]. Поэтому в данном слу-

чае целесообразно применить специальную организационную форму – портфель проектов [2]. В целом управление портфелем инновационных проектов модернизации оборудования электросетей представляет собой недостаточно исследованную совокупность многоаспектных процессов, зависящих от выбора стратегии, применяемых методов и моделей [15]. Автором ниже приведены результаты разработки методов и использования инструментальных средств для управления портфелем инновационных проектов модернизации оборудования на электроэнергетическом предприятии и принятия соответствующих решений.

В частности, предложена модель выбора критериев оценки инновационных проектов для электроэнергетического предприятия путем обоснованного разделения критериев оценки энергоэффективности на пять основных групп и применения комбинации двух

Саченко Олег Анатольевич, преподаватель кафедры информационно-вычислительных систем и управления Тернопольского национального экономического университета.

Украина, 46009, г. Тернополь, Тернопольская область, ул. Львовская, 11.

Физика, математика, информатика

методов: DEMATEL – DEcision MAKING Trial and Evaluation Laboratory для построения карт взаимовлияния [10–12] и ANP – Analytic Network Process для вычисления веса критериев на основе карт взаимовлияния [13, 14]. Это дало возможность сконструировать карту групповых взаимовлияний критериев и получить рейтинг критериев для оценки проектов при формировании портфеля [3].

Кроме того, разработан метод формирования эффективного портфеля инновационных проектов модернизации оборудования электроэнергетического предприятия на основе сравнительной оценки альтернативных проектов портфеля путем определения стандартизованных показателей эталонного проекта и интегрального критерия, что позволяет построить базовую матрицу для выбора наиболее эффективного проекта [4].

1. Концепция системы поддержки принятия решений. Для практической реализации методов управления портфелем инновационных проектов модернизации актуальной является разработка концепции системы поддержки принятия решений на основе предложенных методов и моделей с дружественным (максимально упрощенным) интерфейсом для руководящего состава энергопредприятия. Среди возможных инструментальных систем для реализации данной концепции CLIPS, DB2 IBM, AnyLogic, Oracle, Deductor 5.3 [5–9] целесообразно выбрать последнюю, имеющую ряд преимуществ [9]: минимизируются сроки создания законченного решения на ее базе; комбинирование методов анализа данных позволяет создать решение, учитывающее специфические особенности каждой организации; единое программное обеспечение тестируется и эксплуатируется во множестве организаций параллельно, гарантируя качество продукта; отсутствие необходимости программирования и разнообразие поставляемых учебно-методических материалов позволяет практически все работы выполнять самостоятельно и независимо от разработчика системы; русскоязычная версия платформы заметно облегчает ее использование менеджерами различного уровня при выполнении проектов модернизации энергопредприятия.

1.1 Аналитическая платформа Deductor. Аналитическая платформа Deductor предназначена для эффективной поддержки

процессов тиражирования знаний. Для реализации концепции тиражирования знаний на первом этапе нужно аккумулировать данные (необходимые для анализа) на основе разработанных методов и моделей, формализовать знания экспертов с их последующей трансформацией в модели для автоматизированной обработки, подобрать удобные способы визуализации. Таким образом, руководящий состав энергопредприятия получает возможность работать с формализованными знаниями экспертов как с «черным ящиком», то есть без необходимости вникать в сущность устройства «черного ящика».

При достаточно сложной структуре энергопредприятия (концерна) на втором этапе могут быть реализованы следующие функции аналитической платформы [9]: создается хранилище данных – Deductor Warehouse для консолидации всей необходимой для анализа целостной информации и настраиваются механизмы автоматического обновления конкретных данных (на основе разработанных методов и моделей) в хранилище; эксперт настраивает сценарии обработки, то есть определяет последовательность шагов, которую необходимо провести для получения нужного результата – обычно это целая цепочка разного рода процессов. В дальнейшем возможны два основных варианта использования аналитической платформы Deductor [9]:

1. При работе в интерактивном режиме вывести на панель учетную информацию для руководящего состава, сгруппировав ее в папки в зависимости от решаемой задачи, настроить способы визуализации полученных данных и подобрать наиболее оптимальные методы отображения с использованием, например, специального приложения Deductor Viewer;

2. При работе в автоматическом режиме построены модели переносятся на сервер и настраиваются клиентские программы, которые взаимодействуют с Deductor Analytical Server (или Deductor Integration Server) таким образом, что в момент принятия решения происходит обращение к серверу, который актуализирует новые данные через построенные сценарии и возвращает решение в ответ.

Описанный выше *второй* этап, связанный с созданием хранилища данных Deductor Warehouse, может быть рекомендован для сложно-структурированных территориально энергопредприятий, что требует дополнительного исследования. Отметим, что даже при

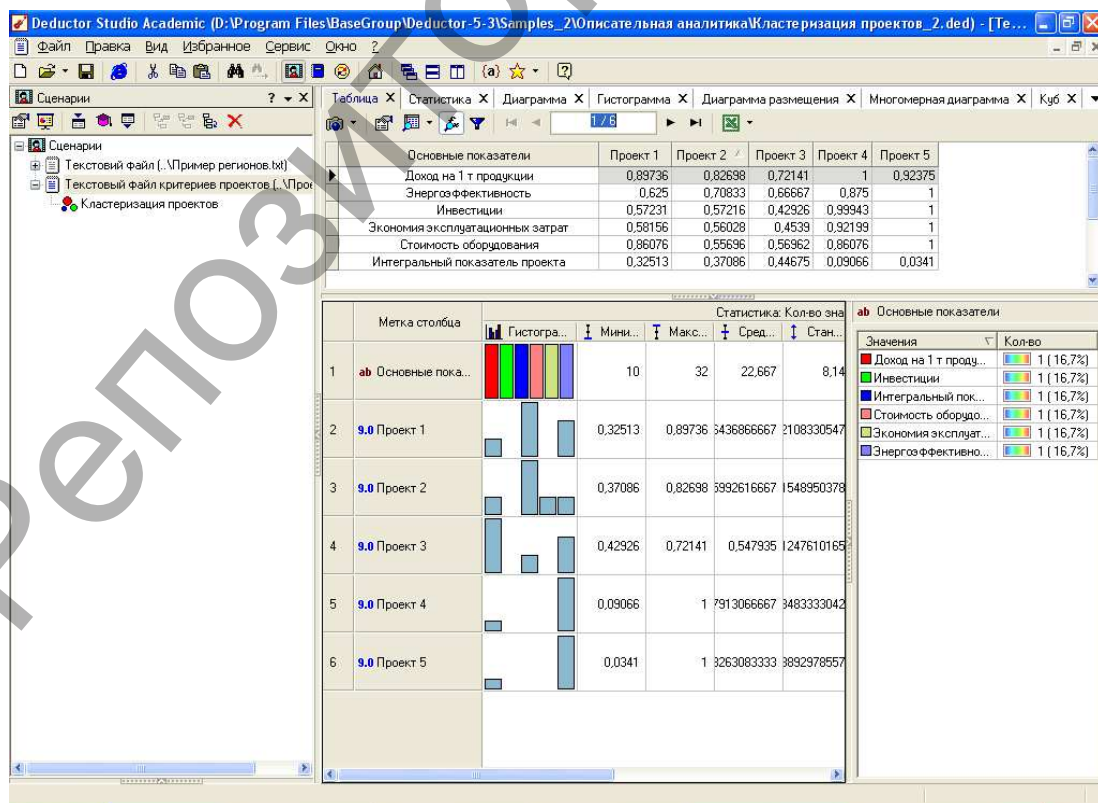


Рис. 1. Исходная таблица данных и статистические результаты

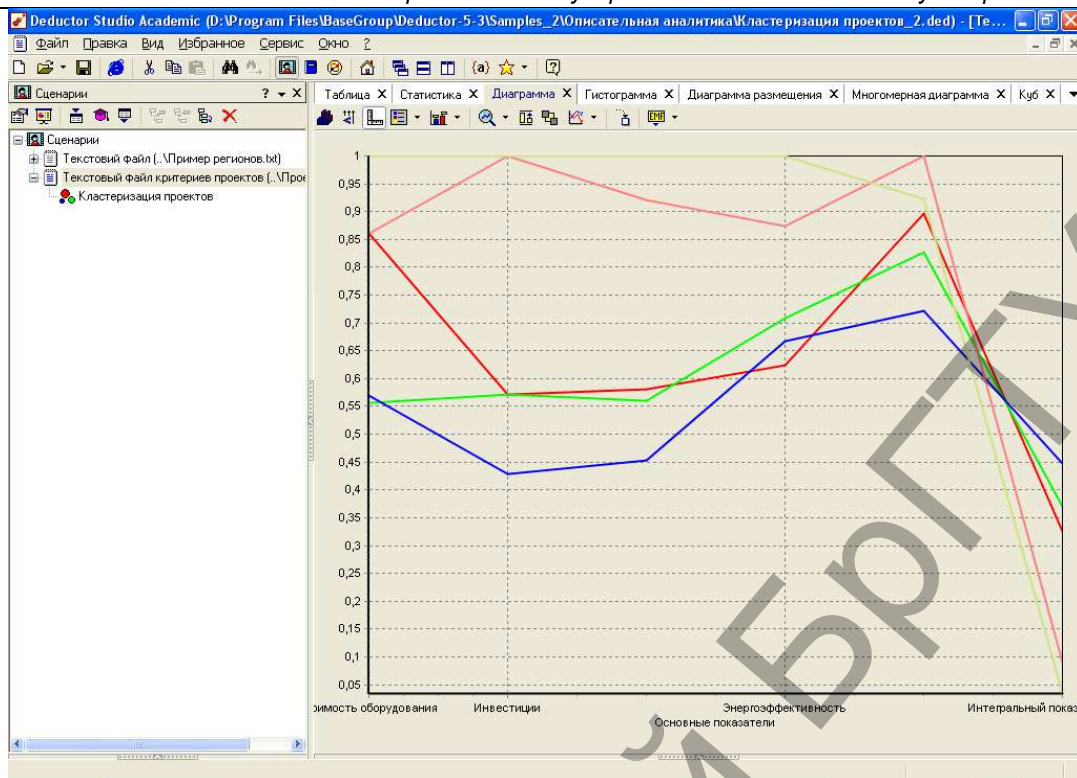


Рис. 2. Зависимость интегрального показателя от основных показателей для различных проектов

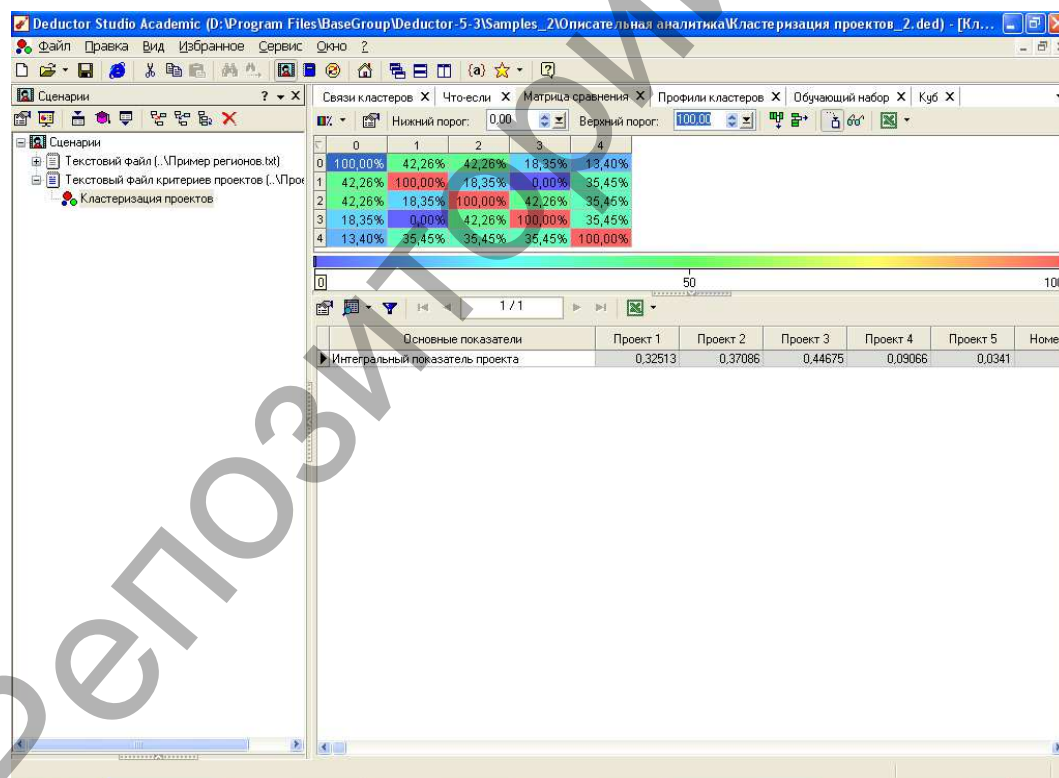


Рис. 3. Матрица сравнения кластеров

реализации *первого* этапа руководящему составу энергопредприятия будут доступны результаты обработки с улучшенной визуализацией, в наиболее удобном для анализа и принятия решения виде. Поэтому представляется целесообразным в данной статье ограничиться реализацией только *первого* этапа.

2. Пример визуализации процедур выбора эффективного портфеля с использованием аналитической платформы

Физика, математика, информатика

Deductor. В основу данного примера легли разработанный метод формирования эффективного портфеля инновационных проектов модернизации оборудования электроэнергетического предприятия [4], процедуры и практические результаты которого внесены в аналитическую платформу Deductor. Ниже представлены лишь некоторые (из широкого спектра возможных сервисов) варианты визуализации.

Из результатов кластерного анализа данных следует, что «Интегральный показатель проекта» [4] (рис. 2) следует рассматривать как главный показатель для выбора оптимального проекта (рис. 3).

Из профилей кластеров (рис. 4) видно, что помимо «Интегрального показателя проекта» важными показателями для управления портфелем инновационных проектов модернизации оборудования электроэнергетического предприятия являются также «Инвестиции» и «Энергоэффективность».

Из кросс-диаграммы и изображения куба OLAP (рис. 5) следует еще одно подтверждение о том, что показатель «Интегральный показатель проекта» выбран в качестве главного показателя.

В целом рис. 1–5 наглядно иллюстрируют технические возможности аналитической платформы Deductor, создавая базу для гибкого и достаточно простого мониторинга и управления инновационными проектами модернизации на энергопредприятии.

Заключение. Разработана концепция и описаны применяемые инструментальные средства для управления инновационными проектами модернизации на энергопредприятии. Предложенный подход позволяет максимально упростить принятие решений по выбору оптимального проекта, освобождает руководителей энергопредприятий от необходимости анализа данных и создания сложных моделей управления, даёт возможность сравнительно легко принимать решения на основе дружественного интерфейса.

Разработанная концепция системы поддержки принятия решений прошла апробацию на Хмельницком Облэнерго, Украина. Ожидается, что внедрение системы позволяет сократить время и повысить точность и эффективность принятия решений в ходе формирования портфеля проектов в соответствии со стратегией развития электроэнергетического предприятия.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Потенциал инновационного развития предприятия: монография / Под ред. д.э.н., проф. С.Н. Козьменко – Сумы: деловые перспективы, 2005. – 256 с.
2. Кендалл, Д.И. Современные методы: управления портфелями проектов и офис управления проектами [Текст] / Д.И. Кендалл, С.К. Роллинз. – Питер, 2004. – 570 с.

3. Sachenko, O. Criteria for Selecting the Investment Projects on DEMATEL and ANP Combination / Oleg Sachenko, Grygoriy Hladiy, Sergey Bushuyev, Zbyshkek Dombrowsky // Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2015). September 24–26. – 2015. – Warsaw: Poland. – P. 555–558.
4. Саченко, О.А. Управление портфелем инновационных проектов по модернизации оборудования: сборник научных трудов / О.А. Саченко // Управление проектами и развитие производства – 2013. – № 4(48). – С. 129–135.
5. Программная среда для разработки экспертных систем. – Режим доступа: CLIPS: <http://clipsrules.sourceforge.net>.
6. Семейство систем управления реляционными базами данных. – Режим доступа: DB2: <http://www-01.ibm.com/software/data/db2>.
7. Режим доступа: The AnyLogic Company: <http://www.anylogic.ru/>
8. Режим доступа: Oracle Corporation: <http://www.oracle.com/>
9. Аналитическая платформа. – Режим доступа: Deductor: <https://basegroup.ru/>
10. Fontela E. The DEMATEL Observer. DEMATEL 1976 Report / E. Fontela, A. Gabus. – Geneva: Battelle Institute, Geneva Research Center, Женева, Швейцария. – 1976.
11. Tamura, M. Extraction and systems analysis of factors that prevent safety and security by structural models / M. Tamura, H. Nagata, K. Akazawa // Proceedings of the IEEE 41st SICE Annual Conference, SICE. – 2002. – 5–7 Aug. – 2002. – Vol. 3. – P. 1752–1759.
12. Jerry, Ho W.-R. Combined DEMATEL technique with a novel MCDM model for exploring portfolio selection based on CAPM / Ho W.-R. Jerry, C.-L. Tsai, G.-H. Tzeng, S.-K. Fang // Expert Systems with Application – 2011. – № 38. – P. 16–25.
13. Saaty, T.L. Decision making with dependence and feedback: The analytic network process. – Pittsburgh, PA: RWS Publications, 1996.
14. Tzeng, G.H. Multiple Attribute Decision Making: methods and Applications / G.H. Tzeng, J.-J. Huang. – Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. – 335 p.
15. Тянь, Р.Б. Проблемы управления энергопотреблением и энергосбережением на предприятиях: монография / Р.Б. Тянь, М.К. Сухонос // ХНАМГ. – Х.: Изд-во «Форт», 2010. – 296 с.

Материал поступил в редакцию 08.01.16

SACHENKO O.A. Tools for Managing a portfolio of Innovative Projects on Modernization in the Electric Utilities Company

There was developed a concept and describes the tools used for the management of innovative projects on the modernization of the electric utilities. The model selection criteria for evaluating the innovative projects for electric power enterprise through sound separation criteria for assessing energy efficiency into five major groups, and use a combination of two methods: DEMATEL - DEcision MAKING Trial and Evaluation Laboratory for mapping mutually influence and ANP -- Analytic Network Process to calculate the weight the criteria on the basis of mutual cards. This made it possible to construct a map of group interferences criteria and get top criteria for evaluating projects in the formation of the portfolio. A method of forming an effective portfolio of innovative modernization projects equipment of the electricity companies on the basis of a comparative evaluation of alternative projects portfolio by identifying standardized indicators in the reference design and integral criterion that allows you to build a base matrix for selecting the most effective projects. The proposed approach makes possible to simplify the decision-making on forest-you optimal design frees managers from power companies request data analysis and create complex management models, allowing comparative, but easy to make decisions based on user-friendly interface.

УДК 004.032.26

Марушко Е.Е.

ПРИМЕНЕНИЕ АНСАМБЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Введение. Благодаря возможности обучения, нейронные сети (НС) позволяют при анализе данных учесть не только случайный характер сигналов, но и особенности поведения конкретных подсистем космического аппарата (КА) в заданных условиях [1, 2]. Хотя при этом процедура обучения НС связана с проведением больших объемов вычислений. Также существуют проблемы переобучения, недообучения и локальных минимумов, что приводит к необходимо-

сти многократного проведения экспериментов. Для решения данных проблем могут использоваться ансамбли нейронных сетей (АНС) [3].

АНС – это набор НС, принимающий решение путем усреднения результатов работы отдельных моделей. Частные решения индивидуальных сетей попадают на обобщающий модуль, который и делает окончательное решение.

В прогнозном анализе и машинном обучении существует термин «дрейф целевой переменной», означающий, что статистические