УДК 541.662:
04.004

Ю.И. Кураков, О.И. Николенко, П.П. Олейник

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЯДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассмотрен вопрос оптимальной организации группы предприятий горной промышленности с целью повышения рентабельности и снижения себестоимости конечного выпускаемого продукта. Представлен оптимальный план организации экономического кластера угольный промышленности, рассмотрена необходимость наличия фабрик и цехов. Описана номенклатура выпускаемой продукции, получаемой при глубокой переработке углеродсодержащих материалов и актуальные цены на них, собранные из разных источников. Представлены процесс производства основных углеродсодержащих продуктов и технологические параметры производства и базовая архитектура разрабатываемой корпоративной информационной системы, обеспечивающей эффективное функционирование звеньев в едином кластере. Для представления архитектуры использованы диаграммы классов унифицированного языка моделирования UML, позволяющие описать статические структурные составляющие системы в виде иерархии классов и набора отношений ассоциаций. Дальнейшим развитием системы является добавление производных классов, написание бизнес-правил и правил валидации, проверяющие допустимые значения.
Ключевые слова: углеводороды, глубокая переработка углеводородов, кластер предприятий, угольная промышленность, проектирование информационных систем, унифицированный язык моделирования UML, базы данных, объектно-ориентированное программирование.

Каждая организация или группа компаний в настоящее время использует единую корпоративную информационную систему для удовлетворения информационных потребностей.

В данной статье рассматривается вопрос проектирования ядра информационной системы, автоматизирующей деятель-

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 7. С. 227–236.
© 2016. Ю.И. Кураков, О.И. Николенко, П.П. Олейник.

ность группы предприятий угольной промышленности, организованных в экономический кластер с целью повышения общей рентабельности и снижения себестоимости конечного продукта. В работе освещена структура экономического кластера и описана необходимость наличия отдельных звеньев и определена номенклатура выпускаемой продукции, получаемой при глубокой переработке углеродсодержащих ископаемых. В конце статьи представлена UML диаграмма классов, составляющих ядро информационной системы экономического производственно-энергетического кластера угольной промышленности.

На наш взгляд, экономически целесообразно организовать производственно-технологический кластер по добыче и глубокой переработке угля на основании схемы, представленной на рис. 1. Схема построена на основе многолетних научных исследований выполненных одним из авторов статьи [1–5]. Объем статьи не позволяет подробно рассмотреть рисунок, поэтому опишем его лишь кратко.

Выданная нагора горная масса кроме угля всегда содержит определенное количество породы. Кроме того, большое количество породы образуется при подготовительных работах (нарезание лав, проходке штреков, бремсбергов и др). Первичная переработка горной массы осуществляется на обогатительной

Рис. 1. Структурный план организации экономического производственно-энергетического кластера

фабрике. Отделенная от угля порода используется для производства аглопорита, сульфата алюминия.

Порода угольных шахт содержит широкий спектр различных химических соединений и элементов. Это германий и редкоземельные элементы, железная руда, глинозем для производства бокситов. Из обогатительной фабрики порода транспортируется в цех по ее переработке, который относится к комбинату углеродных изделий.

После обогатительной фабрики и передела на стадии отмыва антрацита от угольной пыли (производство гидроантрацита, т.е. фильтранта) штыб и шлам попадает в цех брикетирования. Брикет угольный представляет собой смесь компонентов: штыб антрацитовый, шлам антрацитовый, шлам каменноугольный и связующие элементы. В качестве связующего элемента можно применить каменноугольный пек, нефтяной пек, некоторые полимеры.

При добыче и обогащении углей образуются отходы – это шламы и тонкие мелкодисперсные и высокозольные продукты, содержащие от 30 до 80% органической массы, на основе которой изготавливают водоугольное топливо.

Водоугольное топливо (ВУТ) разработано и внедрено в промышленном масштабе в США, Италии, Японии, Германии, Польше, Китае, Швации и других государствах в 60-е годы прошлого столетия.

Водоугольные суспензии являются одной из оптимальных форм нового вида топлива. В качестве добавок, улучшающих физические свойства суспензий, предлагаются в основном соединения четырех типов: 1 – анионные ПАВ (поверхностно-активное вещество); 2 – неионногенные ПАВ; 3 – сополимеры на основе акриловой кислоты, полиэфирные соединения и др., 4 – щелочные добавки.

Шламообразование на угледобывающих предприятиях происходит за счет того, что шахтным водопритоком мелкие частицы угля из подготовительных и очистных забоев, из транспортных выработок выносятся в водоотливные камеры и далее с шахтной водой выдаются в отстойники. На обогатительных фабриках шламообразование происходит при некачественных процессах обогащения, осветления, классификации и обезвоживании мелких классов угля (-0,5 мм составляет до 90%). Выход шламов достигает 10% от общего объема перерабатываемого угля.

Низкозольные шламы можно использовать как сырье для шихтования или компонента концентрата, как сырье для из-

готовления брикетов или получения ВУТ. Цена ВУТ в 2–4 раза меньше цены мазута.

Примером топливно-энергетического кластера с технологией глубокой переработки антрацита могло бы послужить предприятие, образованное путем объединения таких организаций, как ЗАО «Сибирский антрацит» (которое в настоящее время занимается лишь добычей антрацита) и завода НовЭЗ, занимающегося глубокой переработкой углеродсодержащих материалов.

Перейдем к рассмотрению реализации программного обеспечения для экономического кластера. В настоящее время наибольшую популярность получила разработка в соответствии с принципами MDA (Model Driven Architecture), предполагающими наличие развитой метамодели объектной системы, интерпретируемой при выполнении приложения. Реализация метамодели, используемая при реализации ядра кластера, описана в работах [6–7] и представлена в виде диаграммы классов языка UML на рис. 2.

Базовым классом рассматриваемой иерархии является Meta ModelItem, который содержит общие свойства и методы, характерные для всех элементов метамодели. Основное свойство описываемого класса содержит тип самого элемента и используется многократно для получения метаинформации. Элементы метамодели, которые должны иметь название и заголовок (класс, атрибут класса, ассоциация и т.п.) унаследованы от CaptionedMetaModelItem. Для представления различных классов системы используется корневой абстрактный класс Class.

В системе предусмотрено два вида наследования. Первое предполагает простое наследование классов без возможности добавления атрибутов пользователем. Данный тип наследования может использоваться классами лингвистического транслятора, который предполагает создание иерархии классов, представляющей элементы русского языка (например, морфемы). Для решения описанной задачи введен абстрактный класс SimpleInheritanceClass.

Для реализации классического наследования, предполагающего добавление как унаследованных классов, так и определения имеющихся атрибутов, используются производные от CustomAttributedClass классы. В частности реализованный (неабстрактный) DomainClass класс введен для реализации сущностей предметной области, каждая из которых может быть унаследована от нескольких базовых. Множественное наследование

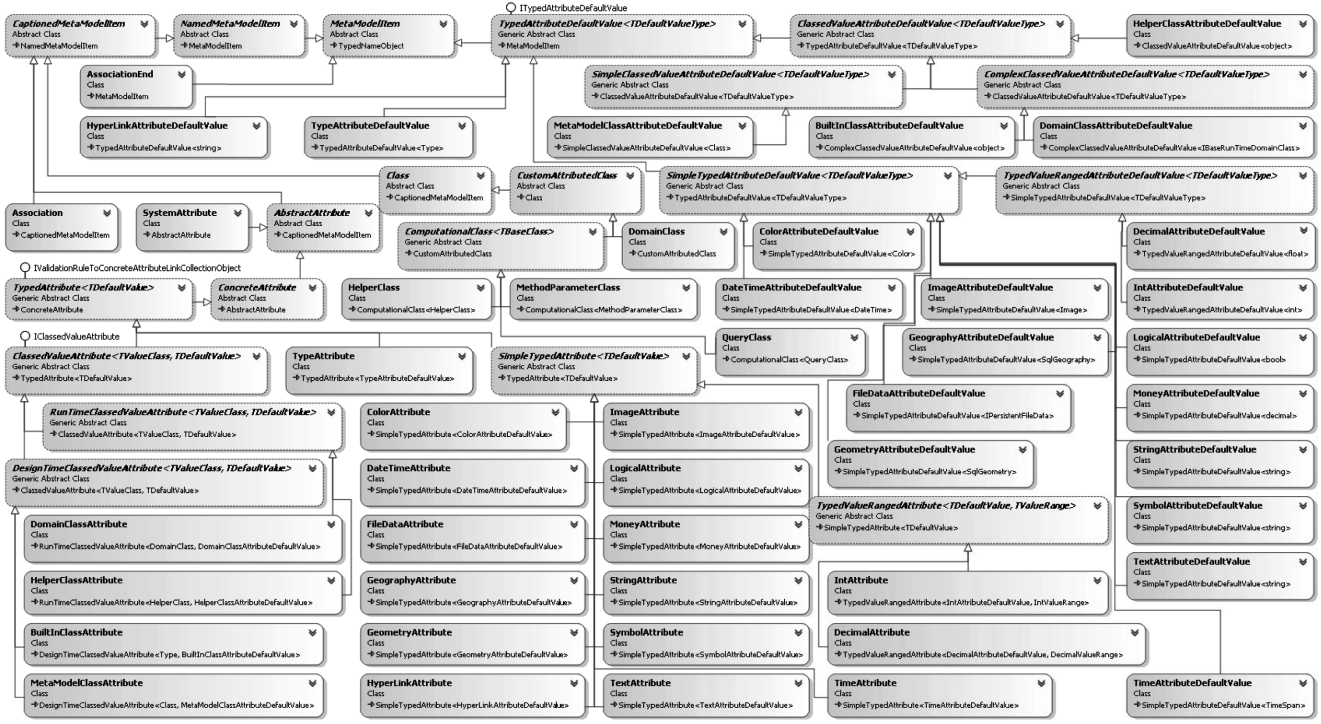

Рис. 2. Метамодель объектной системы

позволяет проектировать более гибкие системы, автоматизирующие широкий спектр прикладных предметных областей. Например, при проектировании классов, представляющих некоторые товары, может потребоваться реализовать их структуру в виде дерева. Т.е. необходимо одновременно наследоваться от базового класса представляющего товар, и от системного класса, представляющего древовидную структуру.

При проектировании иерархии атомарных литеральных типов (целых чисел, строк, дробных чисел и т.п.) используется общий подход, подробно описанный в работе [7]. Однако с целью упрощения процесса рефакторинга было принято решение о сокращении набора классов и применение параметризованных типов (Generic в языке C#). Корневым является класс AbstractAttribute, от которого унаследованы SystemAttribute и ConcreteAttribute. Первый используется для описания атрибутов системных классов, которые не могут редактироваться или добавляться пользователем. Второй представляет непосредственно атрибуты, добавляемые пользователем в режиме выполнения приложения.

Базовый параметризованный класс TypedAttribute является корневым для всех атрибутов, у которых параметр типа выступает в качестве типа данных для значения атрибута. Абстрактный класс SimpleTypedAttribute выступает корнем иерархии атомарных литеральных типов. В свою очередь ClassedValueAttribute выступает корнем для всех атрибутов, значениями которых выступает объект определенного класса.

Для представления связей между классами используется механизм ассоциаций языка UML [7], для реализации которого выделен класс Association. В системе предусмотрена возможность описания только бинарных связей, т.к. для них проще всего определить кратность каждого участника. Поэтому для представления отдельного края ассоциации используется экземпляр класса AssociationEnd.

С глобальной точки зрения, представленная метамодель позволяет описать любую предметную область, в том числе и экономический кластер. На рис. 3 представлена иерархия классов экономического угольно-энергетического кластера, для проектирования которой использовалась описанная метамодель.

Рассмотрим изображенную иерархию более подробно. Для представления территориальных объектов создан класс TerritoryObject. Класс TerritoryObjectKind описывает виды территориальных объектов: страна, округ, город и т.п. Для представления

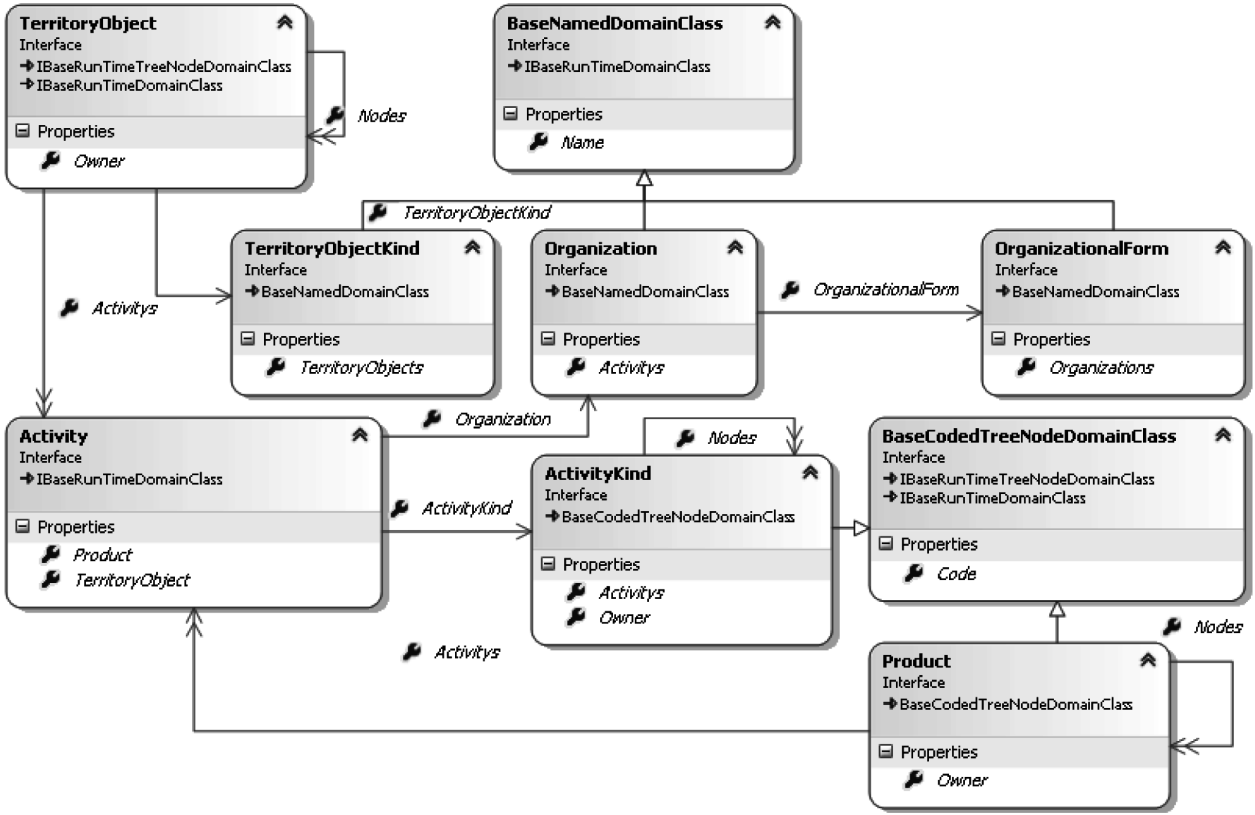

Рис. 3. Иерархия классов экономического производственно-энергетического кластера

поставщиков/потребителей углеродсодержащих материалов используется класс Organization, а для организационно-правовой формы – класс OrganizationForm. Для сохранения информации о товарах и услугах введен класс Product, структура которого соответствует Общероссийскому классификатору продукции. Каждая организация одновременно может быть поставщиков одного вида продукции и потребителем другого. Для унифицированной реализации подобной структуры выделено два класса: 1) ActivityKind – для описания видов деятельности (продажа, производство, логистика и т.п.); 2) Activity – для непосредственного описания деятельности (например, указания конкретного антрацита, выработанного на определенной угольной шахте в конкретном населенном пункте). Одной из ключевых особенностей объектно-ориентированного проектирования является наследование, предоставляющее возможность выделения базовых абстрактных классов, содержащих общие свойства для производных классов. Так, класс BaseNamedDomainClass содержит атрибут Name, содержащий название. Класс BaseCoded TreeNodeDomainClass содержит атрибут Code, используемый для сохранения кодов классификаторов.

Многие из представленных классов (TerritoryObject, Organization, Product, ActivityKind) необходимо организовать в древовидную структуру данных. Именно поэтому рассматриваемые классы унаследованы от системного класса IBaseRunTime DomainClass, имеющегося в метамодели объектной системы [6–7]. Описанные действия привели к автоматической генерации свойства Nodes, содержащего дочерние (вложенные) узлы. Все выделенные ассоциации являются бинарными и двунаправленными. Т.е. каждый класс, участвующий в ассоциации, имеет атрибут, представляющий класс противоположного края ассоциации.

Представленная иерархия классов экономического кластера является базовым ядром разрабатываемой системы. В настоящий момент в систему заносится информация об угольных шахтах Ростовской области и обо всех ключевых потребителях углеродсодержащих материалов. Дальнейшее развитие предполагает миграцию в сторону Веб-приложения и реализацию различных элементов личного кабинета пользователя, а также развитых средств поиска информации по введенным параметрам. Отметим, что представленная иерархия является унифицированной и позволяет автоматизировать деятельность экономического кластера для любой отрасли (а не только угольной).

В статье представлена структура экономического производственно-энергетического кластера глубокой переработки углеродсодержащих материалов. Детально описана номенклатура выпускаемой продукции, рассмотрена структура ядра единой управляющей информационной системы для автоматизации деятельности кластера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кураков Ю. И.* Влияние отвалов угольных шахт на состояние атмосферы // Химия твердого топлива. – 2005. – № 6. – С. 70–76.

2. *Кураков Ю. И.*, *Передерий М. А.*, *Самофалов В. С.* Углеродные молекулярные сита из антрацита // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. Приложение. – 2004. – № 1. – С. 84–92.

3. *Кураков Ю. И.*, *Передерий М. А.*, *Самофалов В. С.* Дробленные и гранулированные сорбенты из антрацита // Химия твердого топлива. – 2004. – № 3. – С. 46–59.

4. *Кураков Ю. И.* Износостойкость композитов на основе антрацитов. // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Спец. выпуск. – 2005. – С. 46–53.

5. *Кураков Ю. И.* Применение антрацитов Донбасса в качестве наполнителей электродных изделий // Химия твердого топлива. – 2006. – № 3. – С. 68–76.

6. *Олейник П. П.* Иерархия классов метамодели объектной системы // Объектные системы – 2012: материалы VI Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 10–12 мая 2012 г.) / Под общ. ред. П. П. Олейника. – Ростов-на-Дону: ШИ ЮРГТУ (НПИ), 2012. – С. 37–40.

7. *Олейник П. П.* Элементы среды разработки программных комплексов на основе организации метамодели объектной системы // Бизнес-информатика. – 2013. – № 4(26). – С. 69–76. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Кураков Юрий Иванович[1] – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой, e-mail: phisycs@yandex.ru,
Николенко О. И.[1] – студентка,
Олейник Павел Петрович[1] – кандидат технических наук, доцент, системный архитектор программного обеспечения, ОАО «Астон», e-mail: xsl@list.ru,
[1] Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016. No. 7, pp. 227–236.

UDC 541.662:
04.004

Yu.I. Kurakov, O.I. Nikolenko, P.P. Oleynik

CORE OF THE INFORMATION SYSTEM OF ECONOMIC PRODUCTION AND ENERGY CLUSTER IN COAL INDUSTRY

This article discusses the optimal organization of the group of mining industry company to improve profitability and reduce the cost of the final manufactured product. An optimal plan for the organization of economic cluster of the coal industry, considered in detail the need for factories and workshops. In the work range of products obtained during deep processing of carbonaceous materials and prices on them, collected from various sources is described. Further it provided a process of production of carbonaceous products and the main process parameters of production. At the end the article presents the basic architecture of a corporate information system developed to ensure effective functioning of the units in a single cluster. To represent the architecture we used class diagrams unified modeling language UML, allowing to describe the static structural components of the system as a hierarchy of classes and a set of relations of association. A further development of the system is to add the derived classes, writing business rules and validation rules which checks the allowed values.

Key words: hydrocarbons, deep processing of hydrocarbons, a cluster of enterprises, the coal industry, design of information systems, the unified modeling language UML, databases, object-oriented programming.

AUTHORS

Kurakov Yu.I.[1], Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair,
e-mail: phisycs@yandex.ru,
Nikolenko O.I.[1], Student,
Oleynik P.P.[1], Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
System Architect Software, Aston OJSC, e-mail: xsl@list.ru,
[1] M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),
346428, Novocherkassk, Russia.

REFERENCES

1. Kurakov Yu. I. *Khimiya tverdogo topliva*. 2005, no 6, pp. 70–76.
2. Kurakov Yu. I., Perederiy M. A., Samofalov V. S. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennye nauki*. Application. 2004, no 1, pp. 84–92.
3. Kurakov Yu. I., Perederiy M. A., Samofalov V. S. *Khimiya tverdogo topliva*. 2004, no 3, pp. 46–59.
4. Kurakov Yu. I. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Tekhnicheskie nauki*. Special edition. 2005, pp. 46–53.
5. Kurakov Yu. I. *Khimiya tverdogo topliva*. 2006, no 3, pp. 68–76.
6. Oleynik P. P. *Ob"ektnye sistemy 2012: materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (Rostov-na-Donu, 10–12 maya 2012 g.). Pod obshch. red. P. P. Oleynika (Object systems 2012: The 6th International Scientific–Practical Conference Proceedings (Rostov-on-Don, 10–12 may 2012), Oleynik P. P. (Ed.), Rostov-on-Don, ShI YuRGTU (NPI), 2012, pp. 37–40.
7. Oleynik P. P. *Biznes-informatika*. 2013, no 4(26), pp. 69–76.