

Ю.И. Кураков, П.П. Олейник**МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ УНИФИЦИРОВАННОЙ
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 угольной промышленности, детально 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. Представлен процесс производства основных углеродсодержащих продуктов и технологические параметры производства. Представлена 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 деятельность 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 то или иное количество породы. Кроме того,



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

большое количество породы образуется при подготовительных работах (нарезание лав, проходке штреков, бремсбергов и др).

Эффективная переработка горной массы осуществляется на обогащательной фабрике. Отделенная от угля порода используется для производства аглопорита, сульфата алюминия.

Аглопорит – пористый заполнитель для легких бетонов получают методом спекания отходов добычи твердого топлива на агломерационных установках при температуре порядка 1300 °С. Стоимость одной тонны аглопорита в ценах 2014 г. составляет 28 350 руб.

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

Минимальное значение себестоимости добытой горной массы в зависимости от горно-геологических условий, технологии добычи, уровня автоматизации и др. составляет величину от 800 руб./т.

По состоянию на 2014 г. цена на мировом рынке составляет: диоксид германия – 1400 долл. США за 1 кг, германий – 1900 долл. США за 1 кг.

Таким образом переработка 1 млн 716 т породы (средний вес небольшого террикона) позволяет получить доход в сумме $62\,000\text{ кг} \cdot 1900\text{ долл./кг} = 117\,800\,000\text{ долл.}$ только лишь от продажи германия.

Редкоземельные элементы широко применяют в атомной технике, химической промышленности, приборостроении, радиоэлектронике и др.

Определенную долю в представленном кластере занимает производство синтетического жидкого топлива. Производство жидкого топлива (гидрогенизация) – это бензин, дизельное топливо и т.д.

Гидрогенизация угля представляет собой процесс насыщения органической массы угля водородом при температуре порядка 500 °С в присутствии катализаторов, органических растворителей и т.д. Исследования гидрогенизации углей в настоящее время широко проводятся в Австралии, Англии, Германии, Китае, Пакистане, США и др.

В США фирмами Exxon, Gulf Oil Corp, Pittsburg and Midway Coal Mining отработана технология гидрогенизации угля под давлением 20 МПа с рециркулирующим пастообразователем – донором в присутствии алюмокобальтмолибденового катализатора.

Сырьевой базой для производства жидких продуктов из угля под невысоким давлением водорода могут служить бурые и каменные угли невысокой стадии метаморфизма (категории Б, Д, ДГ, Г, ГЖ). На основе многолетних исследований Институтом горючих ископаемых (г. Москва, ИГИ) был спроектирован и построен опытный завод СТ-5 (работал с 1984–1991 гг.), спроектирована установка СТ-75. Применительно к переработке бурых углей Канско-Ачинского бассейна специалистами «Тулаинжнефтегаз» составлен товарный баланс модуля производительностью 500 тыс. т жидких горючих продуктов в год.

Взято на переработку: бурый уголь (влажность 33%) – 1,6 млн т/год; отходы полимеров – 56 т/год; аммоний молибденовокислый – 74 т/год. Получено: бензин АИ-93 – 135 тыс. т/год; дизельное топливо ($S = 0,05\%$) – 365 тыс. т/год; сера элементная – 700 т/год; аммиак – 4 тыс. т/год; шлак гидрогенизации – 70,7 тыс. т/год. Себестоимость жидкого топлива при этом не более 4800 руб. за т.

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.

Количество штыба и шлама (отходы угледобычи) может достигать 30% от объема добычи угля. Основная технологическая сложность при производстве брикетов – подготовка штыба и шлама к прессованию. Влажность их не должна превышать 12%.

Угольные брикеты находят применение на тепловых электростанциях, котельных коммунальных и промышленных предприятиях, в частном секторе (камины, печи).

На 2014 г. стоимость одной тонны угольного брикета составляет 2300 – 3800 руб.

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, Швеции и др. 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 водоприток

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

Рассмотрим производство фильтрантов. Антрацитовые фильтранты не обладают вредными для человека свойствами, не образуют токсичных соединений, химически стойки, нерастворимы в нейтральных, щелочных и кислотных средах. Потенциальная потребность в фильтрантах для хозяйственно-питьевого водоснабжения России – 250–300 тыс. т/год. Рекомендуемые пласты для производства антрацитовых фильтрантов: пласт I_6 (шахты «50 лет Октября», «Алмазная», расположенные в Ростовской области), пласт k_2^{11} (шахта «Замчаловская») пласт k_2 (шахта «Шерловская–Наклонная») [2].

Цены на фильтранты, полученные из антрацита (называемый гидроантрацитом, т.к. его получают из антрацита путем отмывания водой), колеблются от 13 000 до 22 500 тыс. руб./т.

Рассмотрим производство сорбентов. Сырьем для производства адсорбентов служат не только угли всего метаморфического ряда (бурые, каменные, антрациты), но и торф, древесина и отходы переработки продукции сельскохозяйственного назначения (шелуха подсолнечника и риса, виноградные косточки, скорлупа оре-

хов и т.д.), отходы при утилизации авто- и тракторных шин и т.д.

Стоимость оборудования, отладки техпроцесса цеха по производству адсорбентов составляет 250 тыс. долл. США, срок реализации – 9 месяцев.

Углеродные сорбенты необходимы для использования в промышленных процессах для очистки производственных, коммунальных и сточных вод, для разделения газовых смесей, рекуперации паров летучих веществ, для очистки твердых и водных поверхностей от разливов нефти и нефтепродуктов; как основа для катализаторов различных химических процессов.

Катализаторы на углеродных носителях способны работать в агрессивных средах и утилизироваться с извлечением ценных компонентов. Узкопористые углеродные сорбенты обладают молекулярно-ситовыми свойствами (возможно разделение воздуха на азот и кислород).

Сферические гемо- и энтеросорбенты применяют в аппаратах гемодиализа (искусственная почка) для очистки крови и других биологических жидкостей от токсических веществ.

Промышленностью углеродные сорбенты выпускаются в трех различных формах: гранулированной, дробленой и порошкообразной. Гранулированные – марки АГ-2, АГ-3, АР, АРТ, СКТ, АГС-4 и др.; дробленые – марки КАД-йодный, ЛАУ, БАУ, ДАК; порошкообразные – марки ОУ, КАД-молотый, УАФ.

На Российском рынке сорбенты представлены иностранными компаниями Chemviron Carbon, Norit, Sutcliffe Carbon и др. Мировое производство сорбентов оценивается величиной порядка полумиллиона т/год. Основным производителем – США, на долю которого приходится почти половина всего мирового производства.

Цена сорбентов на мировом рынке находится в пределах 2–7 тыс. долл. США за одну тонну.

Производство сульфоуглей. Сульфоугли – это сульфокатиониты, которые используют для снижения щелочности и ионосодержания в котлах паровых турбин, для очистки растворов в пищевой промышленности, для извлечения катионов из растворов пульпы цветных и редких металлов и т.п.

Основные потребители – РАО ЕЭС России, Минсельхоз, Минхим, Миннефтехим, коммунально-бытовые предприятия. Ежегодное потребление сульфоуглей в России составляет 15 тыс. т. Хорошо сульфатируются угли низких стадий метаморфизма, это угли марок Ж, К и ОС.

В настоящее время при очистке технологических вод применяют карбоксильные катиониты. Это импортный продукт, цена этого искусственного материала около 5,5 тыс. долл США за тонну. Цена на сульфат угля на рынке от 19,2 тыс. до 55 тыс. руб. за тонну.

Рассмотрим комбинат углеродных изделий и выпускаемую им продукцию. Мощность комбината нецелесообразно завышать, т.к. достаточный объем переработки, по мнению автора, составляет 15 000 т/год. О целесообразности подобного выбора свидетельствует опыт зарубежных стран (Япония, США, Чехия, Южная Африка).

Комбинат малой мощности можно построить за 2–3 года, срок окупаемости которого составит 5–7 лет, в эксплуатацию он вводится за один год, а стоимость строительства в ценах 1990 г. составляла 50 млн руб.

Рассмотрение выпускаемого комбинатом продукта начнем с термоантрацита. Антрациты после термической обработки применяют в производстве композитов (перекачивающие агрегаты, угольные электроды, катодные блоки для алюминиевых электролизеров, набивные электроды ферросплавных и карбидных печей и т.д.). Кроме того, термоантрацит применя-

ют в вагранках и доменных печах на металлургическом и литейном производствах в качестве заменителя дефицитного кокса.

Технические требования к термоантрацитам различного назначения имеют определенные отличия. Исследования изменения микротвердости антрацитов различной степени метаморфизма и генезиса показали рост микротвердости до 2900 МПа при росте температуры до 1200 °С. Дальнейшее повышение температуры прокаливания приводило к снижению микротвердости.

Для производства электродов на основе термоантрацита используют электродный антрацит трех классов крупности: 20–120 мм, 10–120 мм и 10–70 мм высшего и первого сортов (ГОСТ 4794–97). Кроме таких показателей как зольность, механическая прочность, массовая доля общей влаги и др. существенное значение имеет удельное электрическое сопротивление, величина удельного электрического сопротивления не более $970 \cdot 10^{-6}$ Ом·м для высшего сорта термоантрацита и $1000 \cdot 10^{-6}$ Ом·м для первого сорта.

Для изделий, применяемых при футеровке лещади и горна доменных печей, электропроводность не столь важна, но важны – термическая стойкость, механическая прочность, пористость.

Итак, термическая обработка антрацита до температуры порядка 1200 °С приводит к увеличению микротвердости до 3000 МПа, плотности до 1700–1800 кг/м³, прочности до 300%. Такой материал целесообразен для изготовления композитов, в которых электрическое сопротивление не играет решающего значения.

Кроме того, такой антрацит целесообразно применять в качестве ваграночного топлива при выплавке чугуна. Ваграночное топливо должно удовлетворять следующим показателям: содержание влаги не более 4%,

зольность не более 14%, содержание серы не более 1,4%, размер кусков не менее 40 мм, реакционная способность желательна 50%.

В термоантраците (в зависимости от пласта) максимальное содержание серы 1,2%, золы Г – 8%, реакционная способность – 20–25%, теплотворная способность – 31 МДж/кг. Термоантрацит в сталелитейном производстве вполне замещает дефицитный кокс.

Стоимость термоантрацитового отсева в ценах 2014 г. составляет 240 тыс. руб/т.

Одним из основных видов в производстве изделий для футеровки доменных печей, химических реакторов и электродов сталеплавильного производства, осветительных и спектральных углей, шеток электродвигателей и др. является получаемый из антрацита термоантрацит. Термоантрацит в промышленных масштабах получают в вертикальных обжиговых печах, в горизонтальных вращающихся печах, в коксовых батареях и в печах кальцинации. Температура термообработки от 1300 до 1700 °С.

Угольные электроды используются для производства в электроплавильных печах кремния, фосфора, ферросплавов, карбидов и др. Объем мировых продаж около 100 млн долл. США.

Во вращающихся печах температуры достигают порядка 1000 °С. В печах шахтного типа температура достигает 1800 °С при высокой однородности качества. Капитальные затраты для организации производств шахтных печей на порядок меньше, чем при использовании электрокальцинаторов той же производительности. Затраты на организацию производства окупаются за 1–2 года. Потери сырья при принятой схеме будут минимальны, в связи с исключением ж/д транспорта, погрузок, разгрузок и т.п.

Для использования термоантрацита в качестве электродных изделий

необходима температура прокалики антрацита 1600–1800 °С. Наиболее распространены в настоящее время технологии прокаливания – электрокальцинация и газокальцинация.

Угольные электроды применяются для производства кремния, фосфора, ферросплавов, карбидов и других продуктов. Объем продажи угольных электродов в мире оценивается в 100 млн долл. США.

Крупнейшими производителями угольных электродов диаметром более 1000 мм являются фирмы «СП Карбон», «Юкер», Новосибирский электродный завод (НовЭЗ), Челябинский электродный завод (ЧЭЗ).

НовЭЗ и ЧЭЗ поставляют угольные электроды диаметром 1205 мм на заводы СНГ. Одним из важных показателей угольных электродов является термическая прочность. Так при плавке кремния температура в зоне плавления достигает 2000 °С и более.

Катодные блоки подразделяются на подовые и боковые блоки. Подовые блоки – это электропроводящая часть электролизной ванны (катод), боковые блоки – это боковая футеровка электролизной ванны.

Основным наполнителем при изготовлении катодных блоков является термоантрацит. В последние годы в рецептуре катодных блоков стали широко применять термографит, нефтяной кокс. По состоянию на 2014 г. стоимость угольных электродов составляет 1,5 млн руб./т, стоимость катодных блоков – от 30 000 до 90 000 руб./т.

Рассмотрим производство искусственного графита (термографита). Термографит является продуктом высокотемпературной обработки антрацита. Нагрев антрацита свыше 2500 °С приводит к образованию графитовой структуры. Основным элементом углеграфитовых изделий является углерод. Порядковый номер углерода в таблице Д.И. Менделеева – 6, атомный

вес – 12,011. Графит содержит изотоп C_6^{12} – 98,9%, изотоп C_6^{13} – 1,1%. Атомы углерода в sp^3 – состоянии образуют кубическую гранецентрированную решетку алмаза, состоящую из регулярных тетраэдров. В центре тетраэдра размещается атом углерода, связанный с четырьмя атомами углерода, находящимися в вершинах тетраэдра. Атомы углерода в sp^2 – гибридизации образуют плоскую гексагональную структуру и молекулы графита напоминают соты, расположенные слоями.

Лазерное испарение графита (10 000 °C) позволяет получить два вида углеродных молекул. Молекулы C_{60} имеют структуру, похожую на футбольный мяч и получили название бакминстерфуллерены (в честь изобретателя «геодезического» купола Р. Бакминстера Фуллера).

Принципиальное отличие фуллеренов от графита в том, что у графита sp^2 – гибридизации связи расположены двумерно, а у фуллерена они криволинейны в трехмерном измерении. Предполагается, что фуллерены могут быть использованы в качестве полупроводников с новыми свойствами, углерод-гибрид-никелевых аккумуляторов, лекарственных препаратов, оптоэлектронных устройств.

Коллоидно-графитовые препараты нетоксичны, морозоустойчивы, обладают устойчивыми физико-химическими свойствами. Применяются в разных отраслях промышленности при изготовлении электропроводящих покрытий, смазок во время штамповки тяжелой поковки, при вытягивании нитей молибдена, вольфрама, для покрытия электроннолучевых трубок и др.

Тонкий помол термографита осуществляется на виброустановках, струйных мельницах, коллоидных мельницах и другом специальном оборудовании.

Сухие коллоидно-графитовые препараты выпускаются в виде трех ма-

рок С-1, С-2, С-3. Маслянные коллоидно-графитовые препараты – это концентрированная суспензия высокодисперсного термографита в минеральном масле, стабилизированная нефтяными смолами.

Водные коллоидно-графитовые препараты – это агрегатно-устойчивая суспензия высокодисперсного термографита, в воде со стабилизаторами (сульфатный шелок, карбоксиметилцеллюлоза, сульфанол и др.).

Графитовые материалы обладают высокой термо- и коррозионной стойкостью и теплопроводностью. В химической промышленности все большее применение находят непроницаемые углеграфитовые материалы для производства химической аппаратуры. Графит химически стоек к действию кислот, растворов солей, щелочей, органических и неорганических растворителей. На воздухе окисляется лишь при температуре более 400 °C. Антифрикционные свойства графита нашли применение при производстве углеграфитовых вставок пантографов. Пантографы используют на железнодорожных участках переменного тока в Австрии, Германии, Швеции, Швейцарии и т.д. на участках постоянного тока в Голландии, Дании, Алжире, Японии.

Графитные блоки нашли большое применение для футеровки тиглей, ковшей, литейных форм в металлургических печах, т.к. могут выдерживать температуру порядка 2500 °C. Кроме перечисленных применений существует много специфических областей (атомная промышленность, «Роскосмос», авиационная, судостроительная и т.д.), в которой используют углеграфитовые материалы.

В атомной промышленности графит используется в качестве замедлителей активной зоны реактора (и др. изделий) для реактора типа РБМК. На 2014 г. цены на графит (термо-

графит) и изделия из него составляют от 40 000 до 130 000 руб./т.

Пиролитический углерод представляет собой класс материалов, получаемых из парогазовой фазы. Он получается методом осаждения из нагретых разлагающихся газов и паров. Источником для получения пироуглерода могут быть: пары бензола, четыреххлористого углерода, метана, пропан-бутановых смесей.

Пироуглерод применяют в соплах блоков ракетных двигателей, для покрытия камер сгорания ракетных двигателей, носовых частей ракет, тормозных дисков для самолетов, в теплообменной аппаратуре и т.д.

Легированный пирографит обладает тромборезистентностью по отношению к крови, поэтому он нашел применение в медицине для создания имплантируемого искусственного сердечного клапана и электродов электростимулятора.

Цена 1 т пироуглерода по состоянию на 2014 г. составляет 500–900 долл. США.

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 реали-

зации ядра кластера, описана в работах [6–7] и представлена в виде диаграммы классов языка UML на рис. 2.

Базовым классом рассматриваемой иерархии является `MetaModelItem`, 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 позволяет проектировать более гибкие системы, автоматизирующие широкий спектр прикладных предметных областей. Например, при проектировании классов, представляющих некоторые товары, может потребоваться реали-

зовать 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 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 поставщиком 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 `BaseCodedTreeNodeDomainClass` содержит атрибут `Code`, используемый для хранения кодов классификаторов.

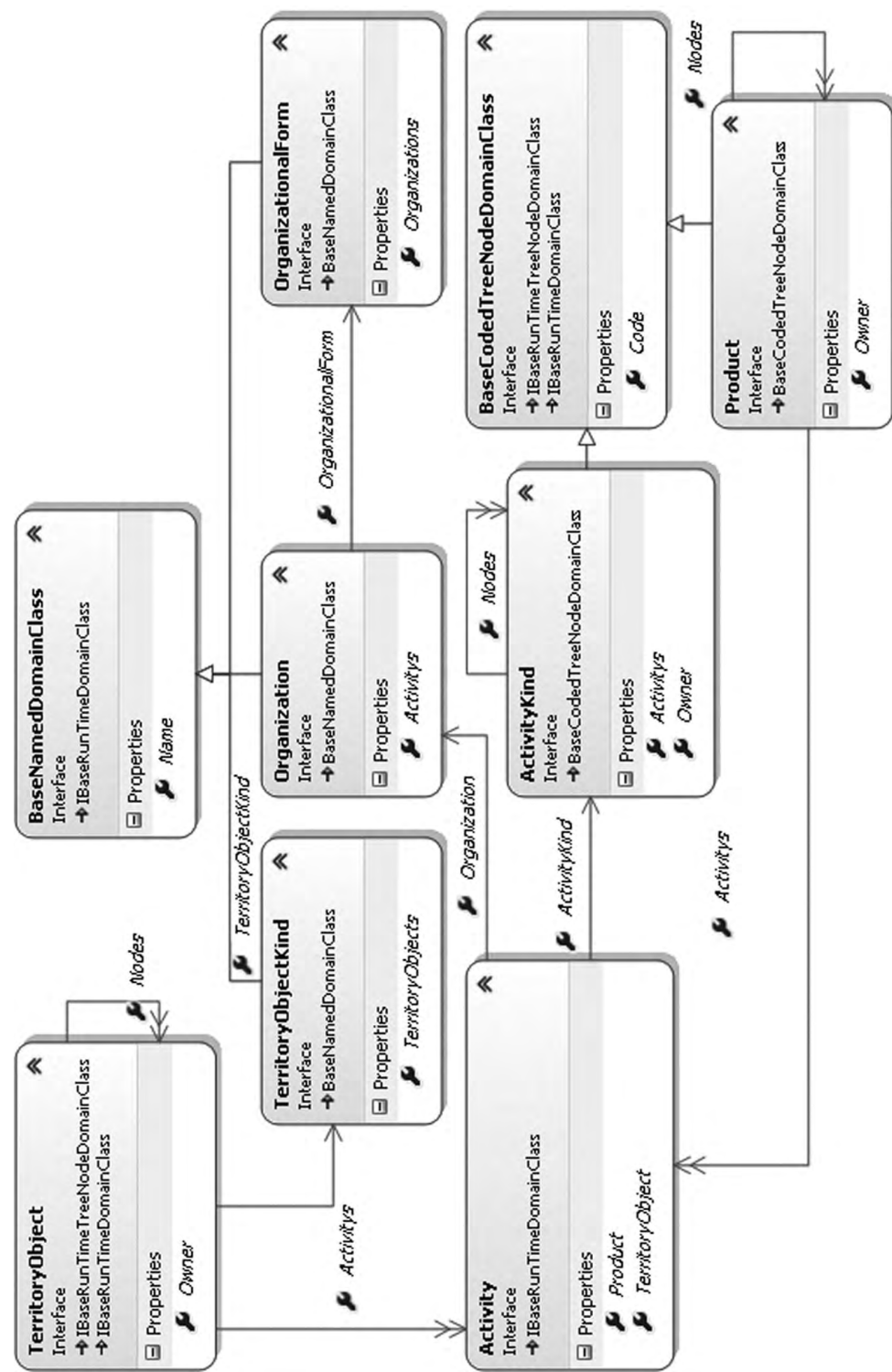


Рис. 3. Иерархия классов экономическо-энергетического кластера

Многие из представленных классов (TerritoryObject, Organization, Product, ActivityKind) необходимо организовать в древовидную структуру данных. Именно поэтому рассматриваемые классы унаследованы от системного класса IBaseRunTimeDomainClass, 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. Дальнейшим развитием системы является добавление производных классов, написание бизнес-правил и правил валидации, проверяющие допустимые значения.

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., Самфалов 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., Самфалов 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*. – 2014. – № 4(26). – С. 69–76. **ПИС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Кураков Юрий Иванович – доктор технических наук, профессор, директор,
e-mail: phisyscs@yandex.ru,

Олейник Павел Петрович – кандидат технических наук, доцент,

системный архитектор программного обеспечения,

ОАО «Астон», e-mail: xsl@list.ru,

Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного политехнического университета им. М.И. Платова.

IMPLEMENTATION METHOD A UNIFIED INFORMATION SYSTEM OF ECONOMIC PRODUCTION AND ENERGY CLUSTER IN COAL INDUSTRY

Kurakov Yu.I.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director, e-mail: phisycs@yandex.ru,
Oleynik P.P.¹, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
System Architect Software, Aston OJSC, e-mail: xsl@list.ru,
¹ Shakhty Institute (branch) of Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Shakhty, Russia.

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.

REFERENCES

1. Kurakov Yu.I. *Khimiya tverdogo topliva*. 2005, no 6, pp. 70–76.
2. Kurakov Yu.I., Perederii M.A., Samofalov V.S. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskii region. Estestvennyye nauki. Prilozhenie*. 2004, no 1, pp. 84–92.
3. Kurakov Yu.I., Perederii M.A., Samofalov V.S. *Khimiya tverdogo topliva*. 2004, no 3, pp. 46–59.
4. Kurakov Yu.I. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskii region. Tekhnicheskie nauki. Spetsial'nyi vypusk*. 2005, pp. 46–53.
5. Kurakov Yu.I. *Khimiya tverdogo topliva*. 2006, no 3, pp. 68–76.
6. Oleinik P.P. *Ob"ektnye sistemy 2012: Materialy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, 10–12 maya 2012 g., pod red. P.P. Oleinika (6. Object Systems–2012: Proceedings of VI International Conference, 10–12 May 2012, Oleinik P.P. (Ed.)), Rostov-na-Donu, ShI YuRGU (NPI), 2012, pp. 37–40.
7. Oleinik P.P. *Biznes-informatika*. 2014, no 4(26), pp. 69–76.



НОВИНКИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА»



English for miners. Профессионально-ориентированный курс английского языка

Автор: Графова Л.Л., Бабичев В.Т.

Год: 2015, второе издание

Страниц: 505

ISBN: 978-5-98672-208-5

UDK: 811.11

Курс, предназначенный для студентов, аспирантов и слушателей ИПК горных специальностей с базовыми знаниями английского языка, ставит своей целью развитие навыков чтения профессиональных текстов, а также совершенствование коммуникативных навыков устной и письменной речи на основе текстов по горной тематике. Книга содержит задания, которые могут успешно применяться при обучении студентов с разным уровнем языковой подготовки, а также при самостоятельной работе.