

- 1.5. Обновление продуктов компании Borland:  
["http://www.borland.com/products/downloads/registered/download\\_delphi.html"](http://www.borland.com/products/downloads/registered/download_delphi.html)
- 1.6. Набор средств интернационализации, включая GnuGetText и poEdit, распространяемых по лицензии GNU для Delphi, C++ Builder, Kylix, FreePascal и Lazarus,:"<http://dybdahl.dk/dxgettext/download/>"
- 1.7. Домашняя страница разработки графической библиотеки GLScene для Delphi и C++ Builder:  
["http://glscene.sourceforge.net"](http://glscene.sourceforge.net)
- 1.8. Репозиторий с 3D моделями различных форматов: "<http://www-rocq1.mpa.fr/gamma>"
- 1.9. Сканерные модели 3- мерных объектов Станфордского университета:  
["http://graphics.stanford.edu/data/3Dscanrep"](http://graphics.stanford.edu/data/3Dscanrep)

#### Библиографический список

1. Александров, В. В. Представление и обработка изображений: рекурсивный подход [Текст] / В. В. Александров, Н. Д. Горский. – Л. : Наука, 1985. – 188 с.
2. Амбарцумян, Р. В. Введение в стохастическую геометрию [Текст] / Р. В. Амбарцумян, Й. Мекке, Д. Штойян. – М. : Наука, 1989. – 400 с.
3. Васильев, П. В. Развитие функциональных характеристик геоинформационной системы Geoblock с открытым исходным кодом [Текст] / П. В. Васильев // Научные ведомости БелГУ. – 2004. – С. 87-97. (Серия «Информатика. Прикладная математика Управление»).
4. Кендалл, М. Геометрические вероятности [Текст] : пер. с англ. / М. Кендалл, П. Моран М. : Наука, 1972. – 192 с.
5. Матерон, Ж. Случайные множества и интегральная геометрия [Текст] / Ж. Матерон. – М. : Мир, 1978. – 318 с.
6. Препарага, Ф. Вычислительная геометрия [Текст] : пер. с англ. / Ф. Препарата, М. Шеймос. – М. : Мир, 1989 – 478 с.
7. Рыков, В. В. Модели и методы стохастической геометрии в геологии [Текст] / В. В. Рыков, Д. Шгойян. – М. : ВИЭМС, 1987. – 74 с.
8. Сангало, Л. Интегральная геометрия и геометрические вероятности [Текст] : пер. с англ. / Л. Сангало. – М. : Наука, 1983. – 360 с.
9. Талдыкин, С. И. Атлас структур и текстур руд [Текст] / С. И. Талдыкин, Н. Ф. Гончарик, Г. Н. Еникеева, Б. Б. Розина – М. : Госгеолтехиздат, 1954. – 268 с.
10. Федотов, Н. Г. Методы стохастической геометрии в распознавании образов [Текст] / Н. Г. Федотов. – М. : Радио и связь, 1990. – 144 с.
11. Чернявский, К. С. Принципы анализа геометрической структуры материалов (стереология реальных структур) [Текст] // К. С. Чернявский // Заводская лаборатория. – 1985. № 9. – С. 38-44.
12. Hilliard, J. E. Stereology and Stochastic Geometry : computational Imaging and Vision [Text] / J.E. Hilliard, L. R. Lawson. – Место издания? Springer, 2003. – 512 p.

УДК 669.218.013: 628.8

### СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО АППАРАТА МОКРОЙ ОЧИСТКИ

*М. В. Анфилов*

Производство цветных металлов почти на всех стадиях технологического процесса сопровождается образованием пыли, которая уносится технологическими и вентиляционными газами. В эти газы в виде примесей переходят окислы серы, хлористый водород, хлор, фтор. Производство никеля характеризуется значительным кашлеуносом, причем каплями уносится пыль, состоящая на 80% из никеля [1-2].

Для улавливания капельного аэрозоля и пыли в настоящее время применяются двухступенчатые или трехступенчатые системы очистки [3]. На ОАО «Норильская Горная Компания» для очистки газов электродуговых печей восстановления никеля применяется трехступенчатая система очистки, состоящая из пылеосадительной камеры, средненапорного скруббера Вентури и жалюзийного каплеуловителя. Эффективность пылеулавливания достигает 99,4%. Но при этом определились и отрицательные стороны,

наиболее значимыми из которых являются высокая агрессивность очищаемых газов и выброс значительного количества аэрозолей серной кислоты, разрушающих газоходы, строительные конструкции и наносящих большой вред окружающей среде.

В работах [4-5] описан высокоэффективный энергосберегающий аппарат для улавливания капельных аэрозолей серной и сернистой кислоты – мокрый инерционный электростатический фильтр (МИЭФ), который состоит из зарядного поля – высоковольтного ионизатора и осадительного поля – жалюзийного каплеуловителя. В основу разработки данного аппарата положена идея коагуляции капельного аэрозоля в неоднородном электрическом поле отрицательного коронного разряда и последующего улавливания укрупненных капель в скоростном механическом жалюзийном каплеуловителе. Необходимо отметить что центром конденсации капель являются частицы никеля, которые затем вместе с каплями выбрасываются в окружающую среду.

Нами разработан программный комплекс, позволяющий производить вычислительные эксперименты, определять конструктивно-технологические параметры мокрого инерционного электростатического фильтра, и система автоматизированного проектирования аппарата.

При разработке программной системы для автоматизированного проектирования необходимо добиться независимости пользовательского интерфейса, а также стандартных алгоритмов от конкретной прикладной задачи. Это упростит внесение возможных изменений в существующую математическую модель, а также предоставит возможность использования ядра программной системы для решения других прикладных задач.

Проблема использования единого ядра заключается в том, что объекты конкретной прикладной задачи могут содержать не только некоторый набор свойств но и методы, реализующие сложные алгоритмы, которые трудно поддаются формализации. Одним из способов разрешения подобной проблемы является внедрение в программную систему собственного языка для описания вычислительных алгоритмов, но такой подход связан с рядом трудностей, а также снижает быстродействие за счет необходимости лингвистического и синтаксического анализа. Другой способ – это использование динамически-подключаемой библиотеки (DLL), в которой реализованы все алгоритмы, а также структуры данных, трудно поддающиеся формализации. К ядру системы для автоматизированного проектирования, реализующий в себе методы оптимизации и интерфейс с пользователем, динамически подключается библиотека, разработанная для конкретной прикладной задачи (рис. 1).

Задачи подсистем (ядра и подключаемого модуля) разделены таким образом, чтобы ядро системы параметрического проектирования не зависело от конкретной прикладной задачи и в то же время могло эффективно взаимодействовать с подключаемой библиотекой, реализующей в себе математическую модель проектируемого аппарата. Для обеспечения взаимодействия и обмена данными между ядром и подключаемой библиотекой необходимо разработать программный интерфейс, включающий фиксированный набор функций и процедур, формат и имена которых заранее известны ядру системы.

На рис. 1. представлены подсистемы – ядро и динамически подключаемый модуль, а также функции, которые выполняет каждая подсистема.

**Структура динамически подключаемого модуля.** Динамически подключаемый модуль было решено реализовать в виде динамически подключаемой библиотеки (DLL). В файле проекта DLL (MIEF.dpr) описан программный интерфейс, позволяющий ядру системы взаимодействовать и обмениваться информацией с объектами предметной области.



Рис. 1. Общая структура программного комплекса для параметрического проектирования

Структура ядра системы. В отличие от динамически подключаемого модуля ядро программной системы реализует функциональные возможности, не зависящие от конкретной предметной области и решающие общие задачи проектирования.

В основном модуле ядра программной системы (Main.pas) реализована большая часть пользовательского интерфейса, включающая работу с главной формой программной системы. В этом же модуле осуществляется явное подключение к динамической библиотеке реализующей мат. модель МИЭФ. Вызов функций экспортируемых DLL осуществляется с помощью динамической компоновки. При динамической компоновке связь между вызовом функции и её исполняемым кодом образуется во время выполнения приложения путем использования внешней ссылки на конкретную функцию DLL [6]. Подключение к библиотеке происходит во время загрузки проекта (команда «Файл» → «Открыть...» главного меню) или при ручном выборе подключаемой DLL («Моделирование» → «Выбрать динамически-подключаемую библиотеку модели...»). Подключение выполняется во время выполнения приложения при помощи вызова функции LoadLibrary, описанной в модуле Windows.pas. В качестве аргумента функция использует название файла подключаемой библиотеки, а возвращает дескриптор, при помощи которого можно вызывать функции, экспортируемые DLL. Название подключаемой библиотеки хранится в файле проекта, имеющем расширение prg, вместе со структурой и значениями входных и выходных параметров.

При создании нового проекта ядро программной системы предоставляет пользователю возможность составить структуру входных и выходных параметров модели. Для удобства просмотра и поиска (при большом количестве параметров) входные и выходные параметры организованы в виде древовидной структуры. Узлы такой структуры не имеют численных значений и играют роль названия группы параметров более низкого уровня. Кроме текущего значения входной параметр имеет максимальное и минимальное значение, которые используются в алгоритмах оптимизации для ограничения области поиска.

#### Библиографический список

1. Алиев, Г. М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов [Текст] : справ. / Г. М.-А. Алиев. – М. : Metallurgy, 1986. – 544 с.
2. Гордон, Г. М. Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии [Текст] : учеб. для техникумов / Г. М. Гордон, И. Л. Пейсахов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Metallurgy, 1977. – 455 с.
3. Защита атмосферы от промышленных загрязнений [Текст] : справ. : в 2-х ч. : пер. с англ. – М. : Metallurgy, 1988 – 759 с.
4. Кушев, Л. А. Энергосберегающие аппараты для улавливания твердой и жидкой фазы аэрозолей [Текст] / Л. А. Кушев. – Белгород : Логия, 2002 – 187 с.
5. Кушев, Л. А. Математическое моделирование процессов улавливания капельных аэрозолей серной кислоты в современных энергосберегающих аппаратах при производстве цветных металлов [Текст] / Л. А. Кушев, В. Г. Шаптала, Г. Л. Окунева, В. Б. Карпман, М. В. Анфалов // Научные ведомости БелГУ. – 2005. – С. – (Серия «Информатика. Математика. Управление»)
6. Пачеко, К. Borland Delphi 4 [Текст] : руководство разработчика : пер. с англ. : учеб. пособие / К. Пачеко, С. Тейксефра. – М. : Вильямс, 1999. – 912 с.