

УДК 621.928.93+681.3.068

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ПЫЛЕУЛОВИТЕЙ

В.С. Асламова, А.А. Жабей

Ангарская государственная техническая академия

E-mail: veras@pisem.net

*Представлена автоматизированная система расчета эффективности очистки циклонов. Расчеты производятся по общеизвестным методам и по методам, разработанным авторами. Система предоставляет пользователям возможность удобного и быстрого доступа к данным из базы, в которой хранится информация о пылеуловителях, поиска циклонов по заданным критериям*

### **Ключевые слова:**

*Автоматизированная система, эффективности очистки, циклон, пылеуловители.*

Возрастающие темпы и объемы промышленного производства приводят к увеличению выбросов различных загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Среди таких веществ 16...20 % занимают пылевидные отходы предприятий химической и нефтехимической, угледобывающей, металлургической, цементной промышленности и др. Пыль, которая содержит в своём составе диоксид кремния, оксиды различных тяжёлых металлов, оказывает негативное влияние на человека и природную среду. Таким образом, из всего этого вытекает проблема повышения качества очистки промышленных выбросов с наименьшими материальными и энергетическими затратами. Эффективным решением данной проблемы является установка на предприятиях циклонов – аппаратов, предназначенных для улавливания пыли под воздействием центробежной силы. Высокая степень очистки обеспечивается в том случае, если для данного типа производства подобран соответствующий циклон, спроектированный с учетом максимального числа параметров: диаметра, плотности и слипаемости пыли, температуры, давления, плотности, расхода и вязкости газа, скорости потока, характера работы – в гидравлической сети или на прямой выброс очищенного газа в атмосферу и других характеристик.

Существует множество методов расчета эффективности пылеуловителей. Некоторые из них многоэтапны и довольно трудоемки для вычисления вручную. Для определения пылеуловителя, обладающего наибольшей эффективностью очистки при заданных режимах работы, можно использовать разработанную авторами автоматизированную систему расчета эффективности очистки циклонов.

Система представляет собой совокупность базы данных «Циклоны» и клиентского приложения, предоставляющего пользователю возможность удобного и быстрого доступа к данным из базы, ввода и редактирования информации, поиска циклонов по заданным критериям, а также проведение расчетов. Пользователям предоставляется выбор системы управления базами данных (БД): MS SQL Server (в том случае, если планируется большое количество клиентских приложений) или MS Access (локальная база данных).

В базе данных хранятся основные конструктивные (диаметры сепарационной камеры и патрубка очищенного газа, длина аппарата) и технологические параметры циклонов (диапазон оптимальных средних скоростей, объемный расход очищаемого газа, коэффициент гидравлического сопротивления, потери давления в аппарате, медианный диаметр по массе и плотность пыли, запыленность потока). Также база данных содержит информацию о свойствах газов и пылей, сведения о литературных источниках. Структура базы данных представлена на рис. 1.

В клиентском приложении реализован интерфейс для взаимодействия пользователя с базой данных. Клиентская часть, выполненная в среде Borland Delphi, отвечает за обработку результатов запросов и двустороннюю связь с базой данных.

При запуске программы выводится главное окно (рис. 2), на котором расположены все элементы для управления данными БД. С помощью этих элементов возможен просмотр, добавление, редактирование и удаление данных. В верхней части формы размещены таблицы, в нижней – результаты запросов к серверу базы данных.

При добавлении и редактировании информации возникают отдельные формы, в которых все поля таблицы представлены в удобном для пользователя виде. Также на форме расположены элементы, предоставляющие доступ к формам для расчетов. Выбор метода расчета конкретного циклона предоставляется пользователю.

При расчетах используются следующие методы для оценки качества очистки проектируемого циклона: типовая методика НИИОГАЗ [1]; эмпирические методы, разработанные авторами на основе статистической обработки экспериментальных данных различных циклонов (универсальный метод расчета эффективности циклонов разных типов [2], метод расчета прямоточных циклонов с учетом скорости потока [3]); расчет фракционной эффективности очистки по методу М.И. Шилиева [4].

При расчете эффективности пылеулавливания циклонов по универсальному эмпирическому методу учитывается влияние параметров запыленности и плотности пыли, медианный диаметр частиц

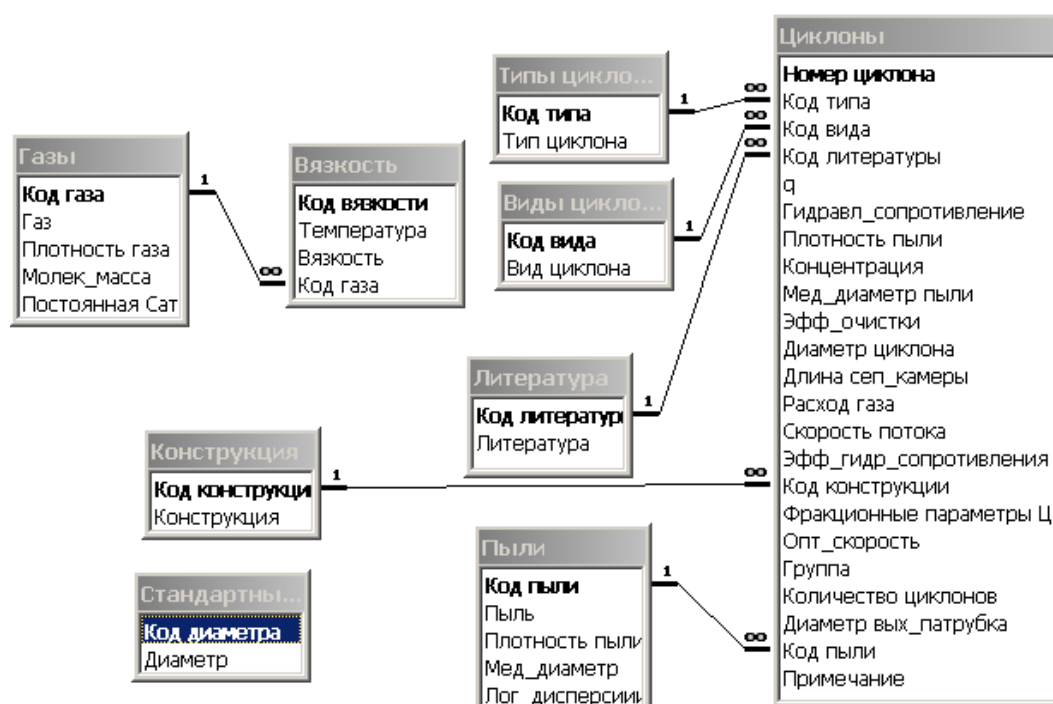


Рис. 1. Структура базы данных «Циклоны»

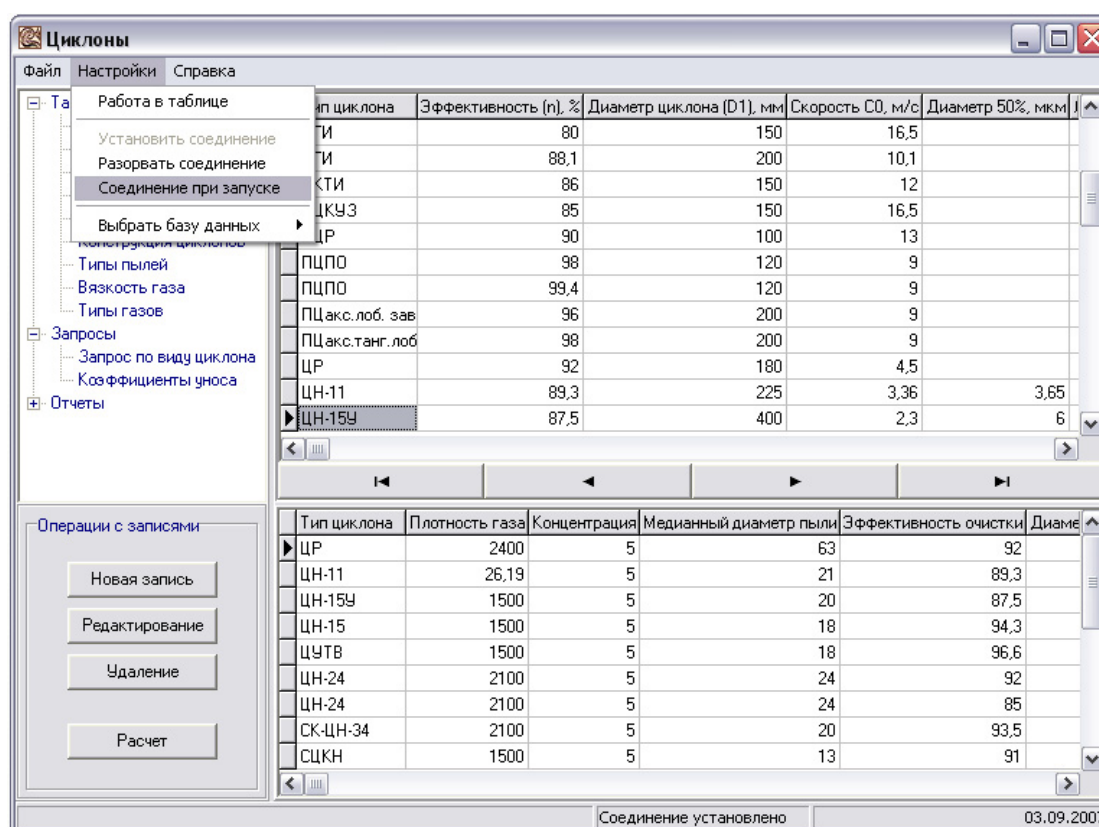


Рис. 2. Главное окно программы

и диаметр сепарационной камеры циклона. Возможен расчет по данной модели эффективности циклона любого типа, даже при отсутствии сведений о его фракционной эффективности. Обеспечивает

ся высокая точность прогнозного значения эффективности пылеулавливания циклонных пылеуловителей по сравнению со стандартной методикой НИИОГАЗ.

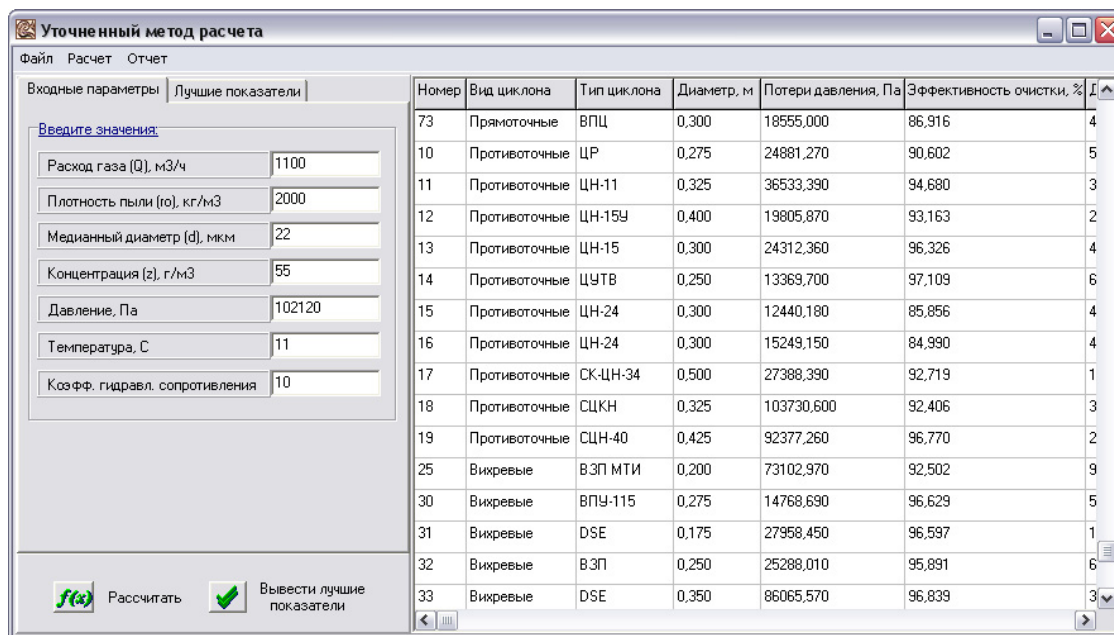


Рис. 3. Результаты расчета по уточненному эмпирическому методу

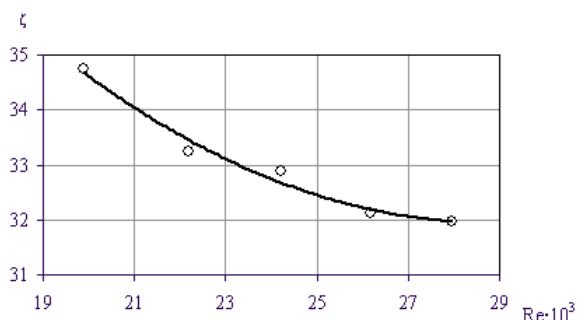


Рис. 4. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса

Пример результата расчета по данному методу приведен на рис. 3. Рассчитывается эффективность очистки и гидравлическое сопротивление известных циклонов, результаты представлены в виде таблицы. Для ускорения поиска и выбора наилучшего среди прямооточных, противоточных и вихревых пылеуловителей, можно воспользоваться встроенными средствами для вывода лучших показателей. Это позволяет принять оптимальное решение о виде проектируемого циклона для заданных режимов работы.

Система предоставляет возможность сохранить результаты расчета и сформировать отчеты и графики, представляющие в удобном для пользователя виде итоги. В качестве примера на рис. 4 представлена зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса. Диа-

грамма автоматически формируется в книге MS Excel. Предусмотрена защита от некорректного ввода данных.

К достоинствам автоматизированной системы можно отнести простоту обновления и недорогую стоимость программного обеспечения; дружелюбный, интуитивно понятный интерфейс, не требующий длительного изучения; централизованное хранение информации.

Автоматизированная система расчета эффективности очистки циклонных пылеуловителей зарегистрирована в отраслевом фонде алгоритмов и программ (№ 8990) [5]. Система внедрена в учебные процессы Ангарской государственной технической академии и Восточно-Сибирского технологического университета на кафедре «Промышленная экология и защита в чрезвычайных ситуациях» и на научно-производственном объединении «Экопромсфера» (г. Улан-Удэ).

В настоящее время система дорабатывается для предоставления возможностей расчета других типов пылеуловителей, в частности, для скрубберов.

Проводятся эксперименты для прямооточного циклона с промежуточным отбором пыли для вычисления эффективности пылеулавливания, гидравлического сопротивления и других характеристик. При использовании программы для автоматизации эмпирических расчетов процесс изучения режимов работы циклона для различных видов пылей в значительной степени упрощается и ускоряется.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под ред. А.А. Русанова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 312 с.
2. Асламова В.С., Асламов А.А., Мусева Т.Н., Жабей А.А. Универсальный метод расчета эффективности пылеулавливания циклонов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2007. – № 10.
3. Асламова В.С., Асламов А.А., Жабей А.А. и др. Метод оценки эффективности сепарации прямоточных циклонов // Математические методы в технике и технологии: Сб. трудов XX Междунар. конф. – Т. 3. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2007. – С. 208–212.
4. Шияев М.И., Шияев А.М., Грищенко Е.П. Методы расчета пылеуловителей. – Томск: Том. гос. архит.-строит. ун-т, 2006. – 385 с.
5. Асламова В.С., Асламов А.А., Жабей А.А. Автоматизированная система расчета эффективности циклонных пылеуловителей // Инновации в науке и образовании. – 2007. – № 8 (31). – С. 27.

Поступила 31.05.2008 г.

УДК 004.4:32.973.26

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА SSA ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ, СОБИРАЕМОЙ ИНФОРМАЦИОННЫМ КОМПЛЕКСОМ ТЭЦ

С.В. Поршневу, К.Э. Аронсон, И.В. Соломаха

Уральский государственный технический университет, г. Екатеринбург  
E-mail: iluxa\_s@mail.ru

*Описаны результаты спектрального анализа технико-экономических показателей полученных с помощью метода главных компонент (Singular Spectrum Analysis – SSA). Проведено сравнение результатов, полученных при использовании методов SSA и классического спектрального анализа (быстрого преобразования Фурье). Дана интерпретация полученных результатов с технологической точки зрения.*

### Ключевые слова:

*Метод главных компонент, SSA, временной ряд, тепловая электрическая станция (ТЭЦ), технико-экономические показатели.*

### Введение

В настоящее время в различных отраслях промышленности происходит активное внедрение систем сбора и хранения информации. Это, во многом, обусловлено тем, что на сегодняшний день осуществлена стандартизация и унификация датчиков, контроллеров и программного обеспечения, поэтому задача создания информационных систем (ИС), осуществляющих сбор и хранение технологической информации, в том числе и распределенных [1], сегодня принципиальных трудностей не представляет. Отметим, что технические задания на разработку подобных систем предусматривают сбор максимально возможного числа тех или иных технико-экономических показателей, однако, одновременный выбор методов обработки собираемой информации, а также ее представления и интерпретации, в них, как правило, не предусматривается. Как следствие, результаты, получаемые от внедрения ИС, далеко не всегда соответствуют ожиданиям заказчиков и оправдывают сделанные финансовые вложения. В этих условиях одной из наиболее актуальной становится проблема анализа, визуализации и интерпретации собираемой информации. (Один из примеров, решения данной задачи описан в [2]).

Данная проблема актуальна и для электроэнергетической отрасли. Например, на Сургутской

ГРЭС-1 создана и с 2003 г. введена в эксплуатацию ИС, осуществляющая сбор и хранение технико-экономической информации, «коэффициент полезного действия» использования которой был крайне невысок. Для изменения сложившейся ситуации, руководством электростанции была поставлена задача выбора адекватных методов обработки и анализа собираемой информации.

Из представленной базы данных, содержащей среднемесячные значения четырех технико-экономических показателей (ТЭП), нами были выбраны следующие: «Выработка электроэнергии блоком» (показатель № 1), «Отпуск тепла внешнему потребителю» (показатель № 2), «Температура охлаждающей воды на входе в конденсатор» (показатель № 3) и «Содержание кислорода в уходящих газах» (показатель № 4), измеренные за период с 2003 по 2007 гг. – всего 68 замеров (рис. 1).

Наш выбор обусловлен тем, что показатели № 1 и № 2 характеризуют объем производства тепловой электрической станции (объекта). Показатель № 3 определяется влиянием внешней среды на исследуемый объект. Показатель № 4, значение которого определяется внутренним состоянием объекта исследования, характеризует состояние одного из элементов энергоблока – котельного агрегата, в частности, его хвостовых поверхностей нагрева. (В то-