

УДК 65.011.56

**Л.П. Волкова, В.Н. Костин, А.И. Медноногов,
П.Ю. Панкрушин**

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК

Описаны две версии архитектуры САПР струговых установок, описаны алгоритмы взаимодействия прикладных модулей с управляющей программой, способы передачи параметров из модулей в базу данных и обратно применительно к описанным версиям САПР струговых установок. Приведен сравнительный анализ структуры и алгоритмов работы этих двух версий САПР струговых установок.

Ключевые слова: струговые установки, системы автоматизированного проектирования, концептуальная модель, программная технология, прикладные модули.

**L.P. Volkova, V.N. Kostin,
A.I. Mednonogov, P.U. Pankrushin
SYSTEMS OF THE AUTOMATED
DESIGNING KNIFE'S INSTALLATIONS**

In article two versions of architecture System of the automated designing knife's installations are described, algorithms of interaction of applied modules with operating program, ways of transfer of parameters from modules in a database and back with reference to described versions System of the automated designing knife's installations are described. The comparative analysis of structure and algorithms of work of these two versions System of the automated designing knife's installations is resulted.

Key words: knife's installations, systems of the automated designing, conceptual model, program technology, applied modules.

При создании систем автоматизированного проектирования струговых установок (САПР СУ) в основу были положены отраслевые методики расчета параметров струговых установок (СУ) [1,2,3,4]. На основе этих методик были разработаны математические модели и созданы затем по ним прикладные программные модули для расчетов ос-

новных параметров струговых установок [5, 6].

Проектирование сложных технических объектов обычно осуществляется с использованием прототипов. При автоматизированном проектировании струговых установок (СУ) прототипы играют важную роль, так как количество параметров, определяющих объект более 300. В связи с этим база данных (БД) САПР СУ должна содержать все необходимые параметры, относящиеся как к прототипам, так и к проектируемому СУ.

При проектировании БД был использован объектно-ориентированный подход. В струговой установке были определены следующие узлы с определенными параметрами (рис. 1) [6]:

- СУ – струговая установка (в целом);
- С – исполнительный орган (струг), обеспечивающий разрушение угля забоя (без грузчика);
- СГ – исполнительный орган (струг) с грузчиком, перемещающим уголь на конвейер;

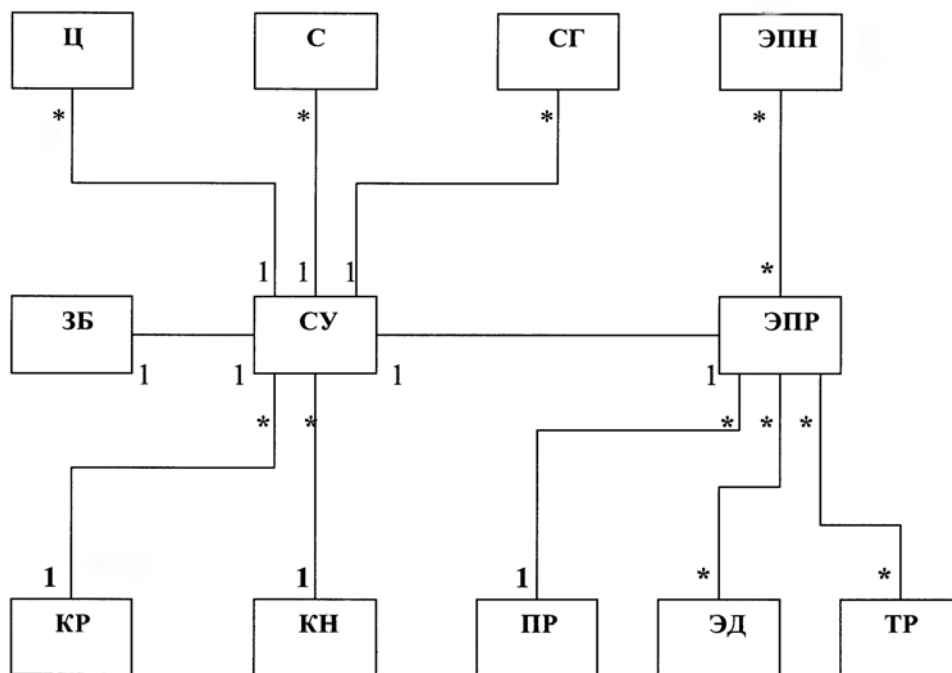


Рис. 1. Концептуальная модель данных для САПР струговых установок

- Ц – тяговая цепь СУ, передающая усилия на резцы струга от электропривода;
- КН – Конвейер, обеспечивающий перемещение угля от струга;
- КР – крепь, обеспечивающая ход гидродомкрата для обеспечения силы подачи струга на забой;
- ЭП – электропривод.

Собственно электропривод может быть нерегулируемым (ЭПН) или регулируемым (ЭПР) и содержит электродвигатель (Э), трансформатор (ТР) и преобразователь с системой управления (ПР). Кроме того, при проектировании важна характеристика забоя (ЗБ) – среды, в которой работает СУ.

Цель разработки 1-й версии САПР СУ заключалась в объединении уже созданных в соответствии с отраслевыми методиками отдельных прикладных программ. Поэтому последо-

вательность работы прикладных модулей была принята такой же, какой она была при неавтоматизированном расчете, а именно:

- определение максимальной толщины стружки;
- определение усилий резания угля;
- расчет параметров грузчика;
- определение тяговых усилий в цепи;
- расчет мощности электродвигателей;
- определение производительности струговой установки.

Алгоритм такого расчета требовал определения всех параметров для нескольких значений толщины стружки с целью построения графиков основных параметров для определения значений параметров СУ, соответствующих заданной производительности. Поскольку главной целью проек-

тирования новых конструкций струговых установок является достижение более высокой производительности при прочих равных условиях, был предложен новый алгоритм расчета параметров, реализованный во 2-й версии САПР СУ.

При реализации БД для 1-й версии была выбрана реляционная СУБД «Access». Передача параметров между БД и прикладными модулями осуществлялась системной программой ZAPYSK. В связи с тем, что параметры СУ являются входными, промежуточными или выходными параметрами прикладных модулей, в БД была введена информация, связывающая параметры различных узлов СУ с тем или иным прикладным модулем в виде специальных таблиц:

- MOD_NAMES – содержит имена прикладных модулей;
- MODULS – содержит порядок запуска прикладных модулей, определенный пользователем;
- ZNACH – содержит значения входных и выходных параметров, выполняемых прикладных модулей;
- MODUL – содержит перечень входных и выходных параметров каждого прикладного модуля.

Все прикладные модули в 1-й версии хранятся в объектной библиотеке с расширением .exe. Программа ZAPYSK осуществляет запуск прикладных модулей в порядке, заданном пользователем, передавая им входные параметры через запросы из БД и возвращая выходные параметры модулей в БД.

Основным параметром СУ является ее теоретическая производительность, поэтому во второй версии САПР СУ прежде всего рассчитывается максимальная толщина стружки, исходя из величины производительности. Дальнейший порядок расчета следующий:

- расчет высоты струга;
- расчет усилий резания;
- расчет параметров грузчика;
- расчет усилий в цепи;
- расчет параметров электропривода;
- расчет производительностей (эксплуатационной, сменной, суточной).

Известно, что струговые установки работают в реверсивном циклическом режиме с частыми пусками и набросами нагрузки. Благодаря наличию протяженных упругих связей (ветвей струговой цепи) в электромеханической системе струговых установок создаются условия для возникновения колебаний. Амплитуды колебаний деформации упругих элементов могут достигать опасных значений, что сопровождается срезанием предохранительных штифтов или порывом струговой цепи. Поэтому необходима оптимизация режимов работы струговых установок. Это возможно за счет применения регулируемого электропривода [7]. Для исследования динамики функционирования такого сложного технического объекта, как электромеханическая система струговых установок, могут использоваться математические модели, которые позволяют снизить затраты на экспериментальную проверку принимаемых проектных решений. Поэтому применение адекватной модели при автоматизированном проектировании современных струговых установок является актуальным. Модель электромеханической системы струговых установок программно реализована в модуле Dinamika, который предназначен для динамических испытаний образцов проектных решений. Модуль Dinamika представляет собой цифровую модель электромеханической системы струговой установки, состоящей из 2-х электродвигателей с редукторами,

приводными звездочками, и тяговой цепи, перемещающей струговой исполнительный орган вдоль линии забоя [7].

При проектировании новой архитектуры САПР СУ, кроме изменения порядка расчета модулей и введения дополнительных модулей, был изменен алгоритм запуска прикладных модулей и метод передачи параметров между БД и прикладными модулями. Кроме того, ставилось целью уменьшить связность программных компонентов. Это вызвано тем, что, например, замена СУБД ведёт к переписке и переработке кода компонентов пользовательского интерфейса. Замена СУБД связана с переходом от файл-серверной СУБД к клиент-серверной. Новая архитектура СУ представлена на рис. 2. Как видно из схемы, все программные компоненты сгруппированы по уровням. Каждый уровень приложения выполняет определённые функции. Такой подход помогает уменьшить связанность компонентов приложения. Например, «Уровень доступа к данным» инкапсулирует способ хранения и доступ к данным и «ничего не знает» о вышележащем «Уровне клиента».

Рассмотрим каждый уровень приложения в сравнении со старой архитектурой приложения.

«Уровень хранения данных» представляет собой СУБД, которая хранит информацию об узлах СУ и параметрах этих узлов. Основное изменение, сделанное на этом уровне – это смена файл-серверную СУБД «Access» на клиент-серверную СУБД Microsoft SQL Server 2005 Express. Важными критериями при выборе СУБД были:

- бесплатность СУБД. MS Access входит в пакет MS Office, который является платным ПО. MS SQL Express является бесплатным ПО.

- масштабируемость. MS Access имеет ограничение на количество подключений, SQL Express - нет.

- производительность. SQL Express более производительная СУБД, чем Access. Так же базу данных из SQL Express легко портировать на промышленную СУБД (полную версию MS SQL Server 2005)

«Уровень доступа к данным» инкапсулирует способ хранения и доступа к информации. Аналогии этому уровню в старой системе нет.

«Уровень клиента» – это приложение, основными задачами которого являются:

- отображение данных пользователю;

- запуск прикладных модулей для расчёта значений параметров узлов струговой установки.

Все вышеперечисленные задачи реализуются в головной программе, которая предоставляет пользовательский интерфейс для взаимодействия.

Для взаимодействия управляющей программы с прикладными модулями разработаны объекты: расчётный процессор и загрузчик прикладных модулей. В старой версии, за эти задачи отвечала системная программа ZAPYSK, которая предназначалась для записи и передачи входных и выходных параметров между модулями и базой данных. Кроме того, эта программа осуществляла запуск прикладных модулей в последовательности, сформированной пользователем. Прикладной модуль считывал файл, приготовленный для него программой ZAPYSK, и после произведённых расчётов сохранял результаты в файле. Программа ZAPYSK информацию из файлов, сформированных модулями, сохраняла в БД.

Недостатком этой версии САПР СУ являлось отсутствие чётко описанного способа взаимодействия между управляющей программой и прикладным

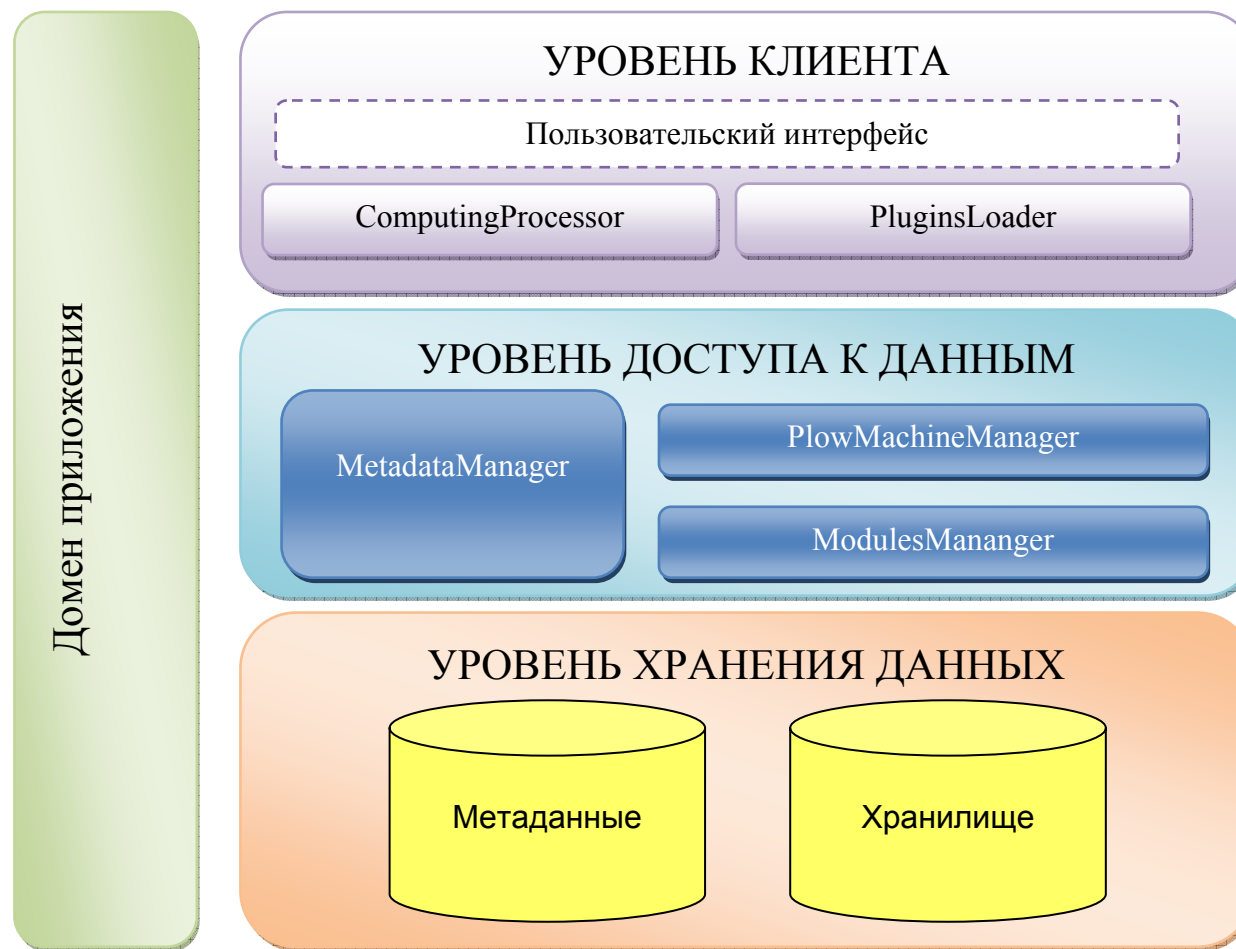


Рис. 2. Архитектура интерфейса САПР СУ

модулем, поэтому был разработан программный интерфейс для прикладных модулей. С помощью этого интерфейса, управляющая программа может получить список входных параметров, которые требует модуль для расчёта, и затем запустить модуль. Введение данного интерфейса позволяет избавиться от системных таблиц в БД, которые хранили информацию о прикладных модулях. Теперь модуль сам сообщает всю необходимую информацию о своих параметрах. Единственное, что необходимо соблюдать разработчикам прикладных модулей – это соблюдать соответствие имен параметров в модуле и в объектах СУ.

1. Для реализации данного интерфейса был переписан код прикладных модулей с добавлением описания соответствующего интерфейса. После переработки кода, прикладной модуль стал динамически подключаемой библиотекой (.dll). Приложение реализовано в среде Microsoft .NET Framework SP1. Программы написаны на языке программирования C#.

Анализ структуры и алгоритмов работы САПР двух версий показывает следующее:

- подход при построении концептуальной модели данных для САПР является объектно-ориентированным для двух версий;

- во 2-й версии САПР изменена последовательность расчетов основных параметров СУ, которая соответствует рекомендациям отраслевой методики, причем за основу расчета принята теоретическая производительность струговой установки, что позволило не прибегать к построению графиков основных параметров СУ;

- во второй версии принят новый (по сравнению с 1-ой версией) алгоритм запуска прикладных модулей и передачи данных между ними и БД.

Каждый алгоритм имеет свои плюсы и минусы, и поэтому серия расчетов основных параметров с использованием этих двух версий в ближайшее время поможет определить, какая версия наиболее эффективна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Методика* расчета оптимальных параметров струговых установок. ШахтНИУИ, г. Шахты, 1975.

2. *Машины* очистные. Струговые установки. Расчет параметров системы “струг – конвейер”. Методика. РТМ 12. 47. 003-74.

3. *Машины* очистные. Струговые установки. Расчет сил на резах струга. Методика. РТМ 12. 14.001-77.

4. *Машины* очистные. Струговые установки. Расчет тяговых усилий в цепи струга. Методика. РТМ 12.14.001-78.

5. *Разумов М.В., Волкова Л.П.* Выбор силовых и режимных параметров при авто-

матизации проектирования струговых установок. Горный информационно-аналитический бюллетень, 2002, № 1.

6. *Волкова Л.П., Разумов М.В., Костин В.Н.* Уточненная концептуальная модель данных для САПР струговых установок. Горный информационно-аналитический бюллетень, 2005, № 8, с. 289.

7. *Волкова Л.П.* Моделирование динамики струговых установок при автоматизированном проектировании. Ж. «Информационная математика», 2009, №1(7), с. 104.

ГИАБ

Коротко об авторах

Волкова Л.П. – кандидат технических наук, доцент,
Костин В.Н. – кандидат технических наук, доцент,
Медноногов А.И. – магистрант,
Панкрушин П.Ю. – аспирант, кафедра САПР,
Московский государственный горный университет,
Moscow state mining university, Russia, ud@msmu.ru