

**А. В. Поносов**

**Комплекс программ  
"Ремонт ЭМ"**

**Описание программы  
"Обмотка ЭМ 4.2"**

## Содержание

Введение .....	2
1. Аппаратные требования.....	2
2. Функции программы.....	3
3. Сценарии использования программы "Обмотка ЭМ".....	3
4. Описание интерфейсных элементов программы "Обмотка ЭМ".....	4
4.1. Главное окно .....	4
4.2. Назначение кнопок.....	4
4.3. Ввод исходных данных.....	4
4.4. Результаты расчёта.....	4
4.5. Соединения катушечных групп.....	5
4.6. Представление фазных зон.....	5
4.7. Печать отчёта.....	5
5. Демонстрационные примеры.....	6
6. Новое в версии "Обмотка ЭМ 4.2" .....	9

## Введение

Программа "Обмотка ЭМ" входит в комплекс программ (КП) "Ремонт ЭМ" (ранее "Ремонт АД ЛТ").

КП "Ремонт ЭМ" предназначен для автоматизации ряда специализированных задач, имеющих отношение к организации и технической подготовке ремонта электрических машин (ЭМ).

КП "Ремонт ЭМ" состоит из трёх автономных программных модулей:

- "Обмотка ЭМ" – программа предназначена для расчёта, построения и печати развёрнутых схем обмоток электрических машин (ЭМ).
- "Справочник АД" – программа предназначена для автоматизации поиска справочно-технических (обмоточных) данных широкого ряда серий асинхронных двигателей (АД), требующихся в повседневной работе специалистов, занятых ремонтом АД.
- "Учёт ЭМ" – программа предназначена для автоматизации документооборота электроремонтного производства (ЭРП) - повседневного составления, хранения и поиска специальной сопроводительной документации.

Разработка программ была начата в ходе работ над диссертацией на соискание автором (Поносков А.В.) ученой степени кандидата технических наук по теме "Автоматизация прогнозирования энергомеханических характеристик асинхронных двигателей при капитальном ремонте" (1999-2002, ПермГТУ) и в дальнейшем продолжена.

### 1. Аппаратные требования

Программа "Обмотка ЭМ" работает под управлением операционных систем MS Windows 95/XP. Совместима с MS Windows Vista/7/8/10.

Минимальные требования к графическому разрешению экрана: 800x600.

Установка программы на компьютер пользователя осуществляется при помощи инсталляционной программы. Для установки программы требуется наличие CD-ROM-привода.

## 2. Функции программы

Программа "Обмотка ЭМ" предназначена для расчёта, построения и печати развёрнутых схем обмоток ЭМ. Программа создана на основе анализа общих подходов к построению развёрнутых схем обмоток, изложенных в научной и справочной литературе. Программа "Обмотка ЭМ" может использоваться для построения развёрнутых схем обмоток асинхронных, синхронных машин, генераторов.

"Обмотка ЭМ 4.2" позволяет выполнять **построение следующих типов обмоток:**

- однослойных петлевых;
- двухслойных петлевых;
- однослойных концентрических (двухплоскостных);
- однослойных концентрических "вразвалку" (трёхплоскостных);
- указанных выше обмоток с целым числом пазов, приходящихся на полюс и фазу ( $q$ );
- двухслойных петлевых обмоток с дробным числом  $q$ ;
- указанных выше обмоток с числом параллельных ветвей  $a = 1, 2, 3, 4$ .
- указанных выше обмоток с числом пазов до 300;
- указанных выше обмоток с числом полюсов  $2p = 2, 4, 6, 8, 10, 12$ .

В качестве **исходных данных** для расчёта и построения обмоток используются:

- тип обмотки;
- число слоёв обмотки;
- число полюсов ( $2p$ );
- число параллельных ветвей ( $a$ );
- число пазов ( $z$ ).

Программа позволяет выполнять:

- расчёт обмоточных данных (число пазов, приходящихся на полюс и фазу, диаметральный шаг по пазам, сдвиг по пазам, коэффициент укорочения, число катушечных групп);
- построение развёрнутой схемы обмотки на основе исходных и рассчитанных данных;
- представлять расположение проводников обмотки по пазам (в виде сетки);
- представлять последовательность соединения катушечных групп (в виде текстовой информации);
- контроль корректности ввода исходных данных;
- настройка содержания, выбор цветового режима, масштабирование и печать отчёта (развёрнутых схем с результатами расчёта).

## 3. Сценарий использования программы

**Предполагаемый (типовой) сценарий** использования программы может включать следующее:

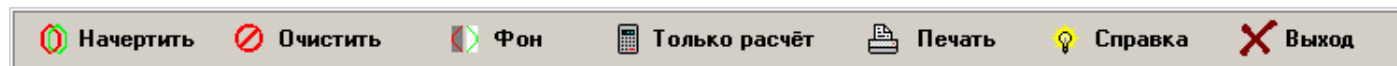
- Загрузка программы;
- Ввод исходных данных (группа выбора "Исходные данные").
- Расчёт и построение развёрнутой схемы обмотки (кнопка "Начертить");
- Просмотр результатов (развёрнутая схема, расчётные данные, расположение проводников по пазам, последовательность соединения катушечных групп, фазные зоны);
- Выбор содержания отчёта, установка масштаба, установка свойств принтера, печать отчёта (кнопка "Печать").
- Возврат к главному окну программы (изменение исходных данных либо завершение работы).

## 4. Описание интерфейсных элементов программы "Обмотка ЭМ"

### 4.1. Главное окно

После загрузки открывается главное окно программы. В главном окне расположены все основные управляющие элементы (кнопки, группы выбора, результаты расчёта, область построения развернутой схемы). Графическое изображение главного окна программы представлено на рисунке 1.

### 4.2. Назначение кнопок



- Кнопка "Начертить" - предназначена для запуска расчётных и графических процедур программы. Производится расчёт, построение развернутой схемы и заполнение информационных элементов. Аналогичные действия будут произведены, если щёлкнуть мышкой в области представления развёрнутой схемы.
- Кнопка "Очистить" - приведение программы в исходное состояние. Производится очистка всех информационных элементов.
- Кнопка "Фон" - смена цвета фона области, в которой выполняется построение развёрнутой схемы. Доступны два цвета: серый/белый. Значение выбранного цвета сохраняется.
- Кнопка "Только расчёт" - запуск расчётных процедур программы. Производится заполнение информационной группы "Расчётные данные".
- Кнопка "Печать" – настройка параметров и печать отчёта. После нажатия на кнопку запускается окно "Опции печати", которая позволяет изменять содержание отчёта.
- Кнопка "Справка" - справочная информации о программе.
- Кнопка "Выход" - завершение работы программы.

### 2.4.3. Ввод исходных данных

Ввод исходных данных производится в группе выбора "Исходные данные". Ввод реализован методом выбора из выпадающих списков (кроме выбора числа пазов). Число пазов выбирается методом инкрементации/декрементации (кнопка с обозначением "стрелки вверх/вниз"). Следует отметить, что выпадающие списки взаимосвязаны, т.е. содержание списков формируется динамически, в зависимости от уже выбранных параметров (например, число параллельных ветвей). Поэтому, рекомендуется осуществлять выбор последовательно, сверху вниз. При выборе производится предварительный контроль корректности ввода.

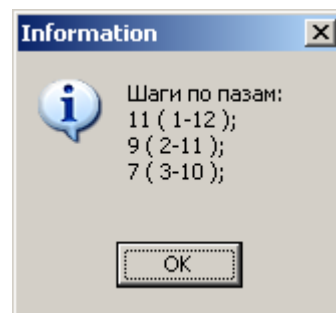
### 2.4.4. Результаты расчёта

Результаты расчёта представляются в информационной группе "Расчётные данные".

Если рассчитанное число пазов, приходящихся на полюс и фазу ( $q$ ) дробное, то оно представляется в виде правильной дроби.

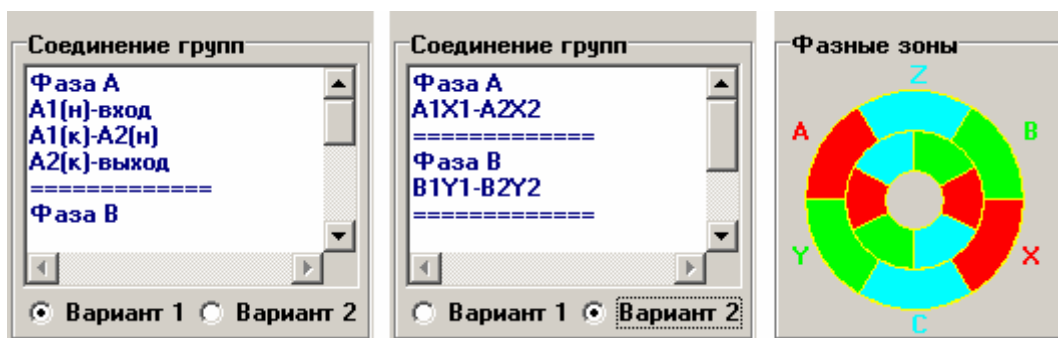
В случае если рассчитываются обмотки концентрические или обмотки "вразвалку", то для

получения подробной информации о шагах по пазам следует щёлкнуть мышкой в поле "Информация".



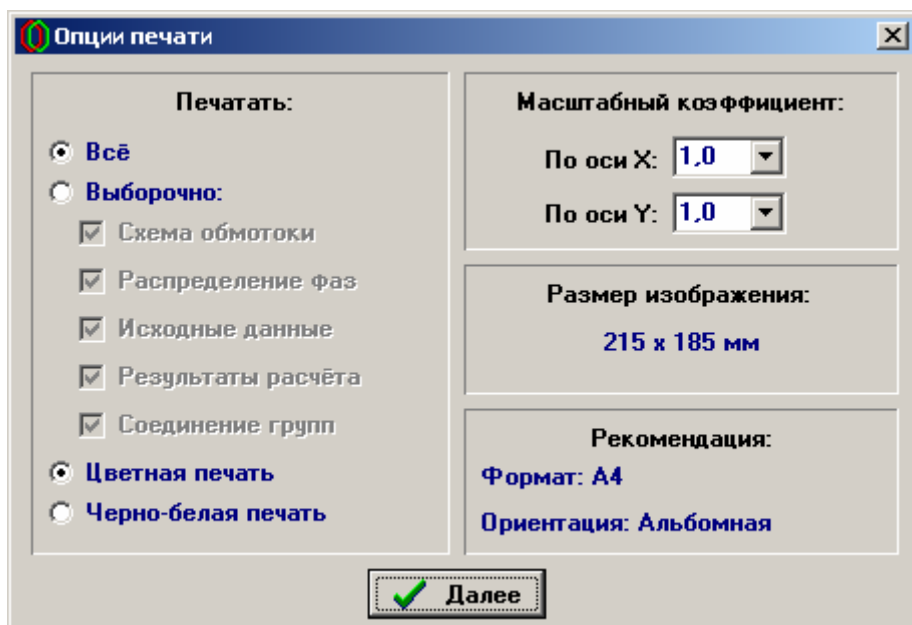
### 4.5. Соединения катушечных групп

Последовательность соединения катушечных групп представляется в информационном поле "Соединение групп". Реализованы два варианта представления результатов.



### 4.6. Представление фазных зон

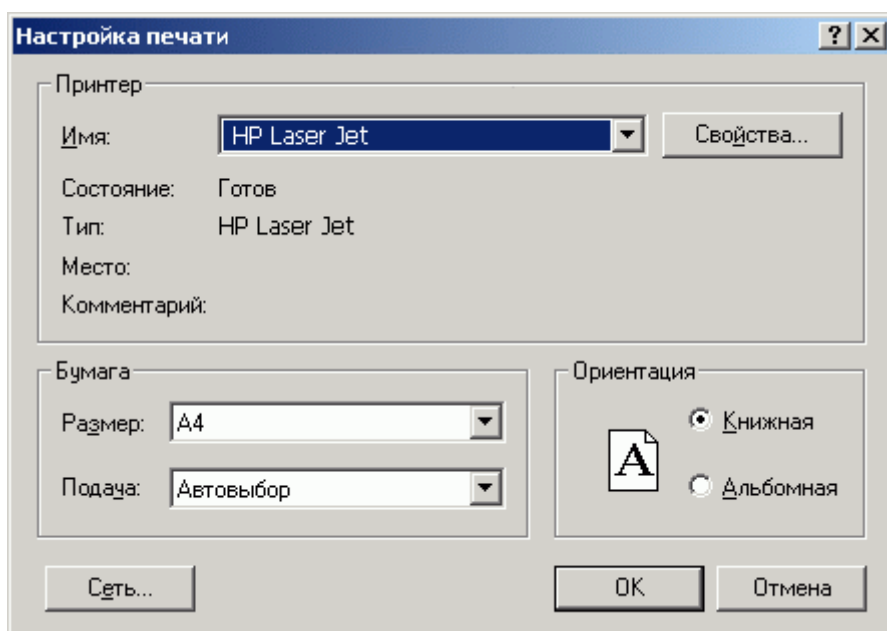
Информационное поле "Фазные зоны" представляет расположение фазных зон в пространстве.



### 4.7. Печать отчёта

При нажатии на кнопку "Печать" появляется диалоговое окно "Опции печати". Окно "Опции печати" предоставляет пользователю следующие возможности:

- выбор содержания и цветового режима отчёта;
- выбор масштаба изображения при печати (масштабный коэффициент по оси X и Y);
- получение рекомендации о размере и расположении листа отчёта.



После выбора опций печати (кнопка "Далее") появляется сервисное окно "Настройка принтера", которое позволяет выбрать свойства печати, размер и ориентацию листа.

Кнопка "OK" запускает процесс печати. Кнопка "Отмена" отменяет процесс печати.

## 5. Демонстрационные примеры

В качестве демонстрации приведены следующие примеры:

- Обмотка петлевая, однослойная,  $2p = 4$ ,  $z = 24$ ,  $a = 1$  (рис. 1);
- Обмотка петлевая, двухслойная,  $2p = 4$ ,  $z = 24$ ,  $a = 2$  (рис. 2);
- Обмотка концентрическая, однослойная,  $2p = 6$ ,  $z = 36$ ,  $a = 1$  (рис. 3);
- Обмотка "вразвалку", однослойная,  $2p = 4$ ,  $z = 36$ ,  $a = 1$  (рис. 4).
- Распечатанный лист отчёта с развёрнутой схемой обмотки (рис. 5).

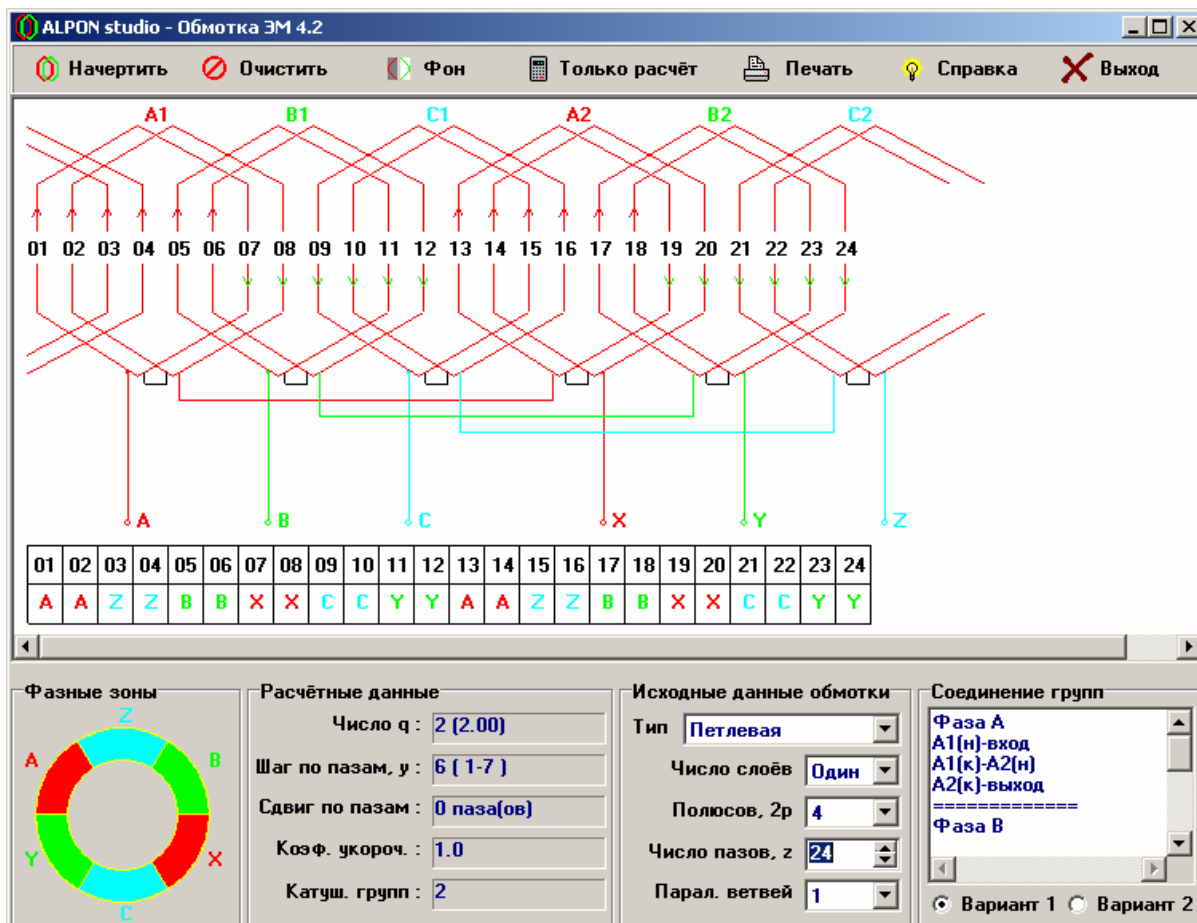


Рисунок 1. Главное окно (петлевая однослойная обмотка).

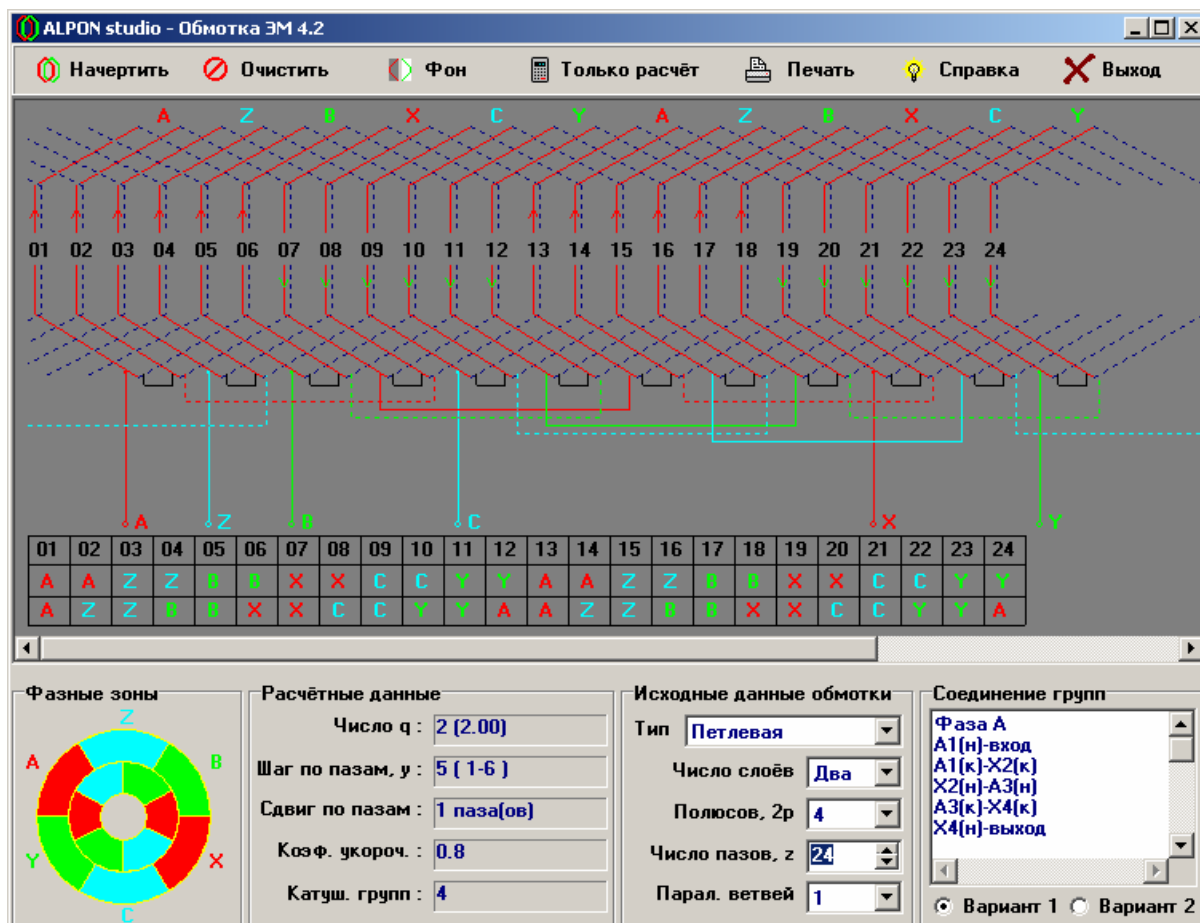


Рисунок 2. Главное окно (петлевая двухслойная обмотка).

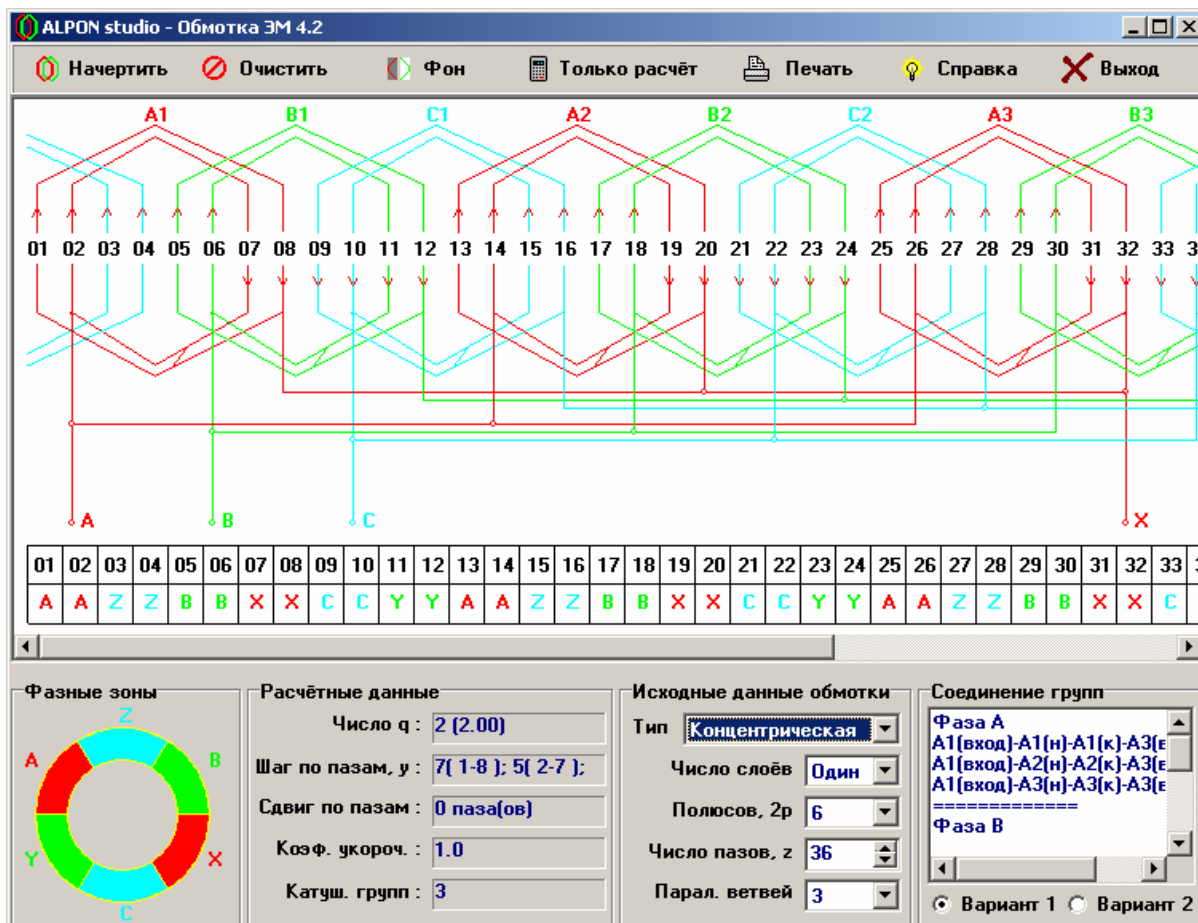


Рисунок 3. Главное окно (концентрическая однослойная обмотка).

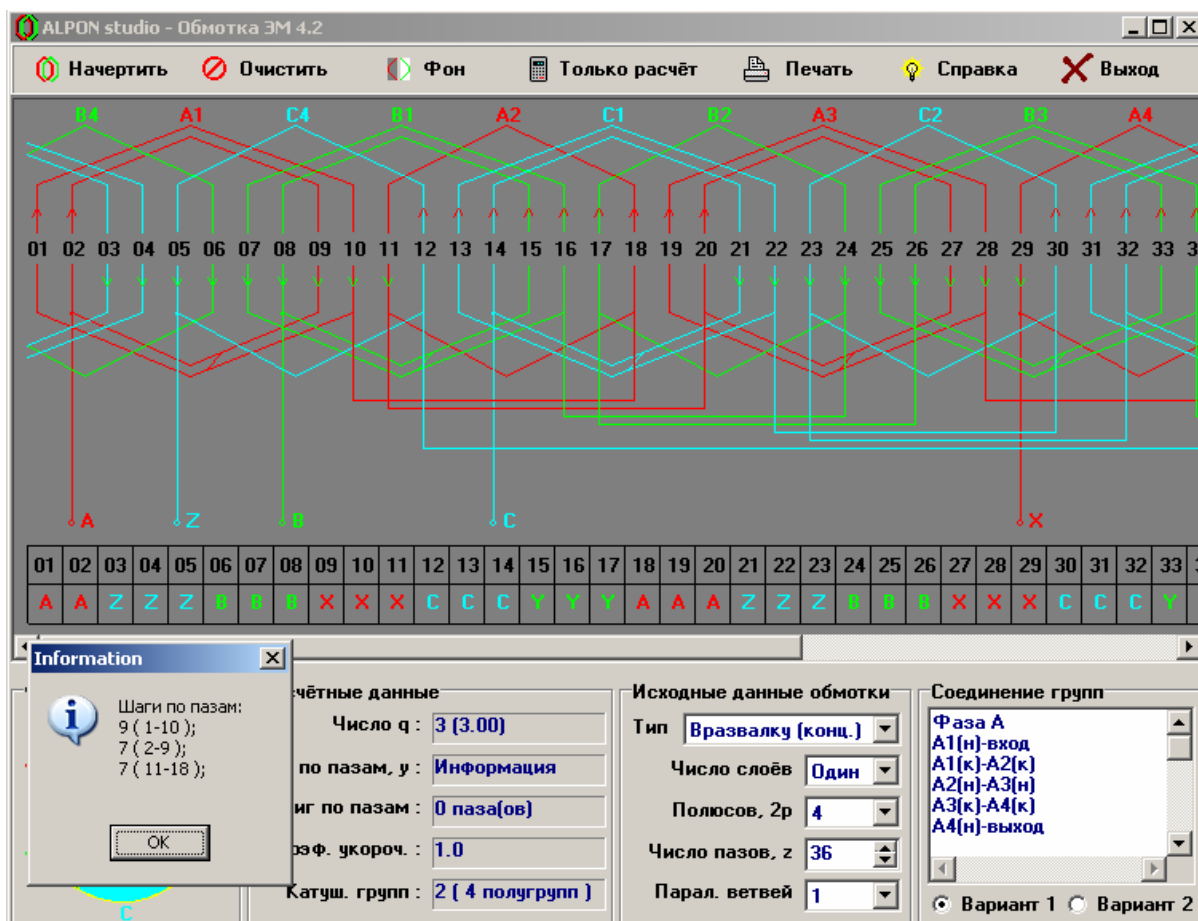


Рисунок 4. Главное окно (обмотка однослойная “вразвалку”).



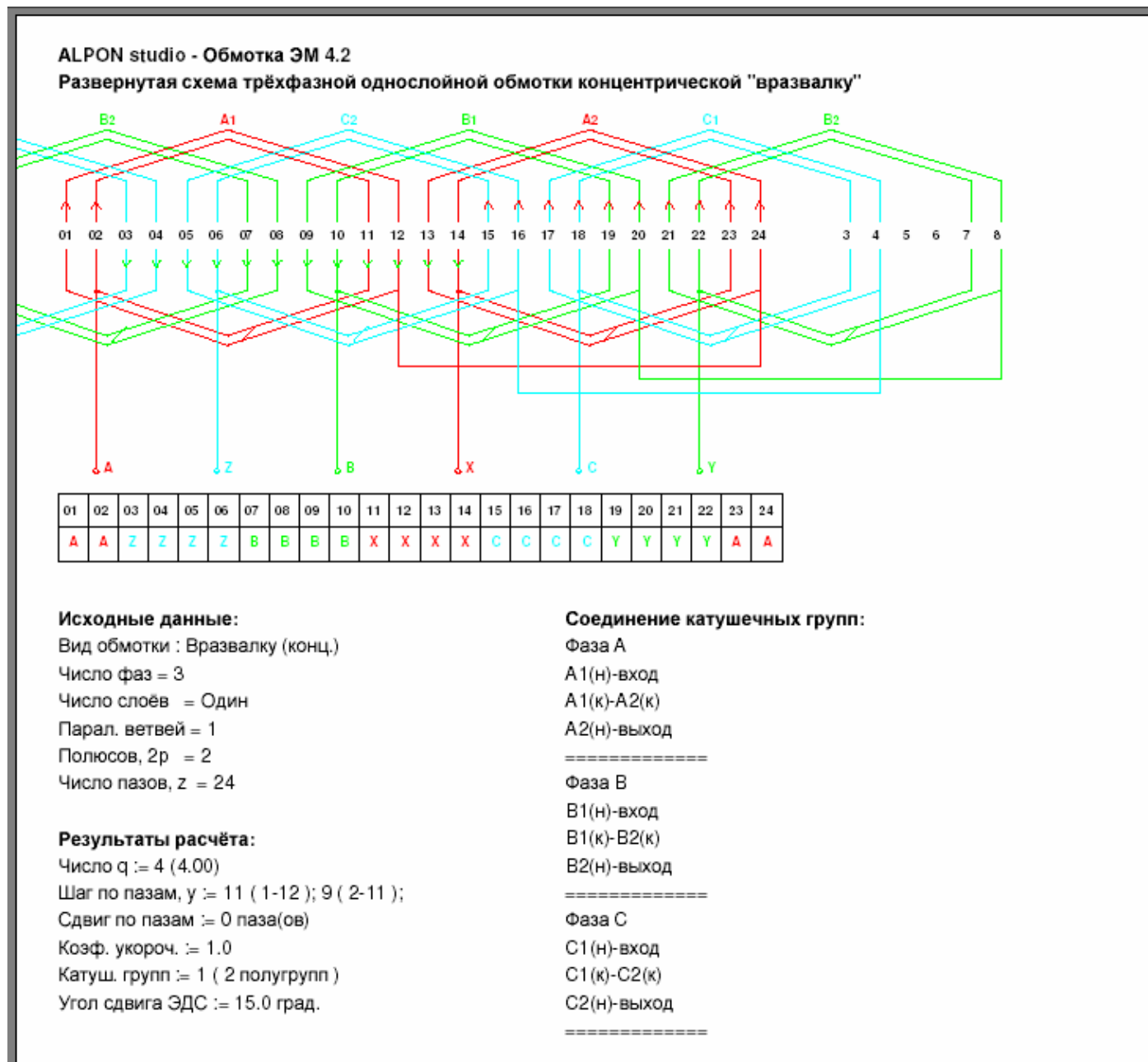


Рисунок 5. Распечатанный лист отчёта с развёрнутой схемой обмотки.

## 6. Новое в версии "Обмотка ЭМ 4.2"

### Изменения по сравнению с версией "Обмотка ЭМ 4.1":

1. Внесены незначительные изменения в оформление интерфейса программы.
2. Добавлена поддержка нестандартных значений коэффициента масштабирования шрифта интерфейсных элементов (разрешение более 96 dpi, размер шрифта более 100%).
3. Внесены изменения для совместимости с ОС Windows Vista/7/8/10.
4. Скорректировано поведение интерфейса при разворачивании на весь экран.
5. Изменён алгоритм расчёта области печати (размера изображения).
6. Увеличено максимальное значение числа пазов до 300 (ранее 200).
7. Добавлена кнопка "Фон", отвечающая за смену фона области построения развёрнутой схемы обмотки.