

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Информационные технологии»

**Е. Г. Стародубцев, В. И. Токочаков**

## **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И САПР**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к курсовому проекту по одноименной дисциплине  
для студентов специальности 1-43 01 05  
«Промышленная теплоэнергетика»  
дневной и заочной форм обучения**

**Гомель 2008**

УДК 681.3.06(075.8)  
ББК 30.2-5-05я73  
С77

*Рекомендовано научно-методическим советом  
факультета автоматизированных и информационных систем  
ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 7 от 12.03.2007 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Промышленная теплоэнергетика и экология»  
ГГТУ им. П. О. Сухого *М. Н. Новиков*

**Стародубцев, Е. Г.**

С77 Основы конструирования и САПР : метод. указания к курсовому проекту по одному им. дисциплине для студентов специальности 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» днев. и заоч. форм обучения / Е. Г. Стародубцев, В. И. Токочаков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 32 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

Рассматриваются постановка задачи, основные этапы выполнения курсового проекта, подготовка пояснительной записки. Использование различных видов обеспечения САПР изучается на примере решения конкретной задачи – разработки информационного приложения (тепловой схемы, связанной с базой данных) средствами пакета AutoCAD и СУБД MS Access. Рассматривается разработка информационного обеспечения по заданной технической документации (по перечню и характеристикам элементов тепловой схемы), представление и обработка графической информации, адаптация пользовательского интерфейса (разработка графического меню AutoCAD) для решения задачи курсового проектирования.

Для студентов специальности 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 681.3.06(075.8)  
ББК 30.2-5-05я73**

© Стародубцев Е. Г., Токочаков В. И., 2008  
© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2008

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие компьютерной техники, программного обеспечения проектирования и производства в различных областях привели к широкому применению систем автоматизированного проектирования (САПР). В настоящее время к САПР относят большое количество пакетов программ, разных по своим функциям и характеристикам. В данном руководстве рассматриваются основные этапы создания и использования информационного приложения, предназначенного для автоматизации нескольких видов работы инженера-энергетика, в частности разработки тепловых схем, учета и анализа нормативно-справочной и оперативной информации об энергетическом оборудовании, представленном тепловой схемой, обработки данных об оборудовании согласно заданным критериям. Для этих целей предлагается совместное использование широко распространенных пакетов программ: графической системы AutoCAD и системы управления базами данных (СУБД) MS Access.

### 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

**1.1.** Цель курсового проекта – разработать с использованием пакета AutoCAD тепловую (энергетическую) схему и связать элементы схемы с базой данных СУБД MS Access, в которой хранится и обрабатывается информация об элементах схемы (энергетическом оборудовании).

**1.2.** Обязательные условия защиты курсового проекта:

- 1) разработка пояснительной записки, согласно требованиям оформления курсовых работ (см. источники [17, 18] предлагаемого списка литературы, раздел б) и требованиям, описанным ниже;
- 2) наличие и демонстрация работы файлов AutoCAD, MS Access, созданных по заданию своего варианта.

**1.3.** Для основных элементов тепловой схемы (всех единиц оборудования, за исключением трубопроводов различных типов) в базе данных (БД) должна храниться следующая информация:

1.3.1) инвентарный и серийный номера оборудования;

1.3.2) марка, наименование оборудования;

1.3.3) данные о подразделении, где установлено оборудование: адрес (город, улица, дом, корпус); реквизиты главного энергетика;

1.3.4) организация - производитель оборудования (наименование, основные реквизиты, контактное лицо);

- 1.3.5) год выпуска, дата (год, месяц) ввода в эксплуатацию;
- 1.3.6) даты испытаний (год, месяц);
- 1.3.7) основные технические характеристики: масса (кг); номинальная теплопроизводительность (кВт, для соответствующего оборудования); габариты (длина X ширина X высота, м); гарантийный срок эксплуатации (месяцев); средняя наработка на отказ (ч); полный назначенный срок службы (лет);
- 1.3.8) лицо, ответственное за эксплуатацию оборудования (ФИО, подразделение, должность, телефон);
- 1.3.9) балансовая стоимость оборудования (млн. руб., обновляется ежегодно); информация за 3 года;
- 1.3.10) даты и характеристики ремонтов (год, месяц); выполнялось по 2-3 ремонта для каждой единицы оборудования;
- 1.3.11) даты и характеристики планового технического обслуживания (год, месяц); каждая единица оборудования 2-3 раза проходила техническое обслуживание;
- 1.3.12) энергосберегающие мероприятия, связанные с оборудованием: наименование мероприятия, дата выполнения (год, квартал), суммарные затраты на внедрение (млн. руб.); экономический эффект от внедрения мероприятия за квартал (млн. руб.); для 30 % оборудования выполнялось по 2-3 мероприятия.

**Примечание:** пункты 1.3.1-1.3.8 выполняются *для всех вариантов заданий* на курсовой проект; *один из пунктов* 1.3.9-1.3.12 выполняется согласно заданию своего варианта; данные для заполнения таблиц *подбираются самостоятельно* исходя из тепловой схемы по своему варианту.

**1.4.** В БД должен быть создан *запрос на выборку* для получения сведений об оборудовании с заданными характеристиками. Запрос выбирается по заданию своего варианта из следующего списка:

- 1.4.1) оборудование с заданной маркой и годом выпуска в заданном интервале;
- 1.4.2) оборудование заданного подразделения с истекшим гарантийным сроком;
- 1.4.3) оборудование с заданным наименованием и датой ввода в эксплуатацию, ранее заданной;
- 1.4.4) оборудование заданного производителя с датами ремонтов в заданном интервале;
- 1.4.5) оборудование заданного подразделения с датами технического обслуживания в заданном интервале;

- 1.4.6) оборудование с датой ввода в эксплуатацию в заданном интервале;
- 1.4.7) оборудование с датой ремонта в заданном интервале;
- 1.4.8) оборудование, находящееся на гарантийном сроке эксплуатации;
- 1.4.9) оборудование заданного ответственного за эксплуатацию;
- 1.4.10) оборудование с датой испытания в заданном диапазоне;
- 1.4.11) оборудование с датами технического обслуживания и ремонта в заданных диапазонах;
- 1.4.12) оборудование, для которого не выполнялись энергосберегающие мероприятия;
- 1.4.13) оборудование, для которого выполнялись энергосберегающие мероприятия в текущем году;
- 1.4.14) оборудование, для которого выполнялись ремонты в течение гарантийного срока эксплуатации;
- 1.4.15) оборудование с заданным инвентарным номером;
- 1.4.16) оборудование с полным назначенным сроком службы в заданном интервале;
- 1.4.17) оборудование со средней наработкой на отказ в заданном интервале.

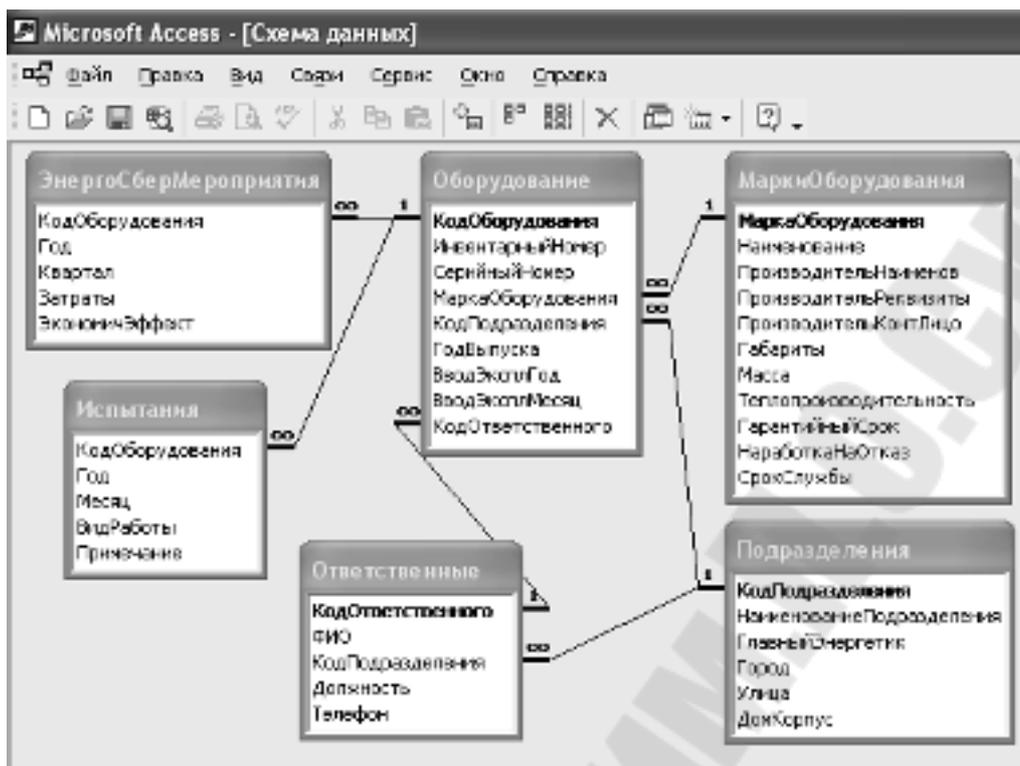
Условия отбора для запросов *задаются самостоятельно* с учетом данных, занесенных в таблицы.

**1.5.** Основные элементы тепловой схемы связываются с данными, соответствующими: 1) таблице *Оборудование* (см. раздел 2); 2) результатам запроса на выборку (п. 1.4).

**1.6.** В файле AutoCAD, включающем тепловую схему, необходимо разработать пользовательское графическое (мозаичное) меню, содержащее *7 основных элементов тепловой схемы* (на выбор) по своему варианту.

## 2. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ

Требуемую информацию об оборудовании можно разными способами распределить по реляционным таблицам. Одну из возможностей проектирования БД по заданию курсового проекта иллюстрирует схема данных MS Access (окно создания схемы данных вызывается из основного меню MS Access командами **Сервис / Схема данных**):



Приведенная схема данных соответствует учету информации по пунктам 1.3.1-1.3.8 (обязательная часть информационного обеспечения по всем вариантам), а также по пункту 1.3.12. Между таблицами используются связи типа «один ко многим» (обозначаются 1:M, 1: ). Поля на стороне отношения «один» (на схеме данных выделяются полужирным шрифтом) являются первичными ключами таблиц. Первичные ключи *КодОборудования*, *КодОтветственного*, *КодПодразделения* имеют тип данных *Счетчик*, а соответствующие поля на стороне отношения «многие» имеют тип данных *Числовой* (при этом свойство *Размер поля* имеет значение *Длинное целое*). Для таблиц *Оборудование*, *МаркиОборудования* поле *МаркаОборудования* имеет тип данных *Текстовый*. Остальные поля имеют типы данных *Текстовый*, *Числовой* в зависимости от заносимых данных. При этом задается *минимально необходимое* значение свойства *Размер поля* (например, нет необходимости для текстового поля *МаркаОборудования* задавать размер, больший 10-15 символов).

### 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКОВ В AUTOCAD

#### 3.1. Концепция блоков

*Блок* – совокупность связанных объектов рисунка (чертежа), обрабатываемых как единый объект (*графический примитив*).

Формирование часто используемых или повторяющихся объектов рисунка можно выполнить один раз, затем они объединяются в блок, сохраняются как блок и могут использоваться многократно путем вставки блока. При вставке блока на рисунке появляется *вхождение блока*. Блоки можно вставлять с масштабированием и поворотом, разделять на объекты, составляющие блок. Возможно редактирование, изменение описания блока; при этом автоматически обновляются все существующие вхождения блока на рисунке.

При создании тепловых схем с использованием AutoCAD в качестве блоков удобно использовать типовые обозначения стандартных элементов схемы (котел, насос, клапан, дроссель и т. д.), состоящие из наборов базовых графических примитивов различных типов (отрезок, дуга, окружность и др.).

Далее при рассмотрении различных операций для определенности будут описаны команды, кнопки, диалоговые окна, относящиеся к пакету AutoCAD 2004. Для более поздних версий AutoCAD возможны некоторые отличия элементов интерфейса, не затрагивающие общих технологий работы с пакетом.

### 3.2. Создание блока

Имеется несколько возможностей создания блока: 1) формирование блока для использования *только в текущем рисунке* (команда **\_BLOCK**); 2) формирование блока как отдельного файла, который можно использовать *в различных рисунках* (команда **\_WBLOCK**).

**Создание блока в текущем рисунке.** Команда **\_BLOCK** (**БЛОК**) вызывается одним из способов: из командной строки AutoCAD, из основного меню (**Рисование/ Блок/ Создать**) или с помощью кнопки **Создать блок** панели инструментов «Рисование». В результате открывается диалоговое окно «Описание блока» (см. рисунок ниже), содержащее следующие основные настройки. В области **Объекты** нужно щелкнуть по кнопке **Выбрать объекты**, а затем на рисунке выделить с помощью мыши объекты, входящие в блок. При этом окно «Описание блока» временно закрывается. После выделения всех необходимых объектов на рисунке нужно нажать клавишу **Enter** на клавиатуре для повторного открытия окна «Описание блока». Кнопка **Быстрый выбор** в области **Объекты** служит для открытия диалогового окна «Быстрый выбор», в котором можно выбирать объекты для создания блока по их свойствам.

Далее нужно задать имя блока (поле **Имя**) и способ обработки объектов рисунка, выбранных для создания блока, определяемый настройками: **Оставить** – выбранные объекты остаются в текущем рисунке в их исходном состоянии; **Сделать блоком** – выбранные объекты заменяются вхождением блока; **Удалить** – после создания описания блока выбранные объекты удаляются.



Если опция **Удалить** использована по ошибке, удаленные объекты можно восстановить с помощью команды **\_OOPS (ОЙ)**. Эта команда восстанавливает объекты, выбранные для создания блока, а также последний объект, удаленный с помощью команды **\_ERASE (СТЕРЕТЬ)**, даже если после удаления выполнялись другие команды. С другой стороны, одно из преимуществ удаления объектов, выбранных для создания блока, – то, что их исчезновение подтверждает правильность выбора всех необходимых для блока объектов.

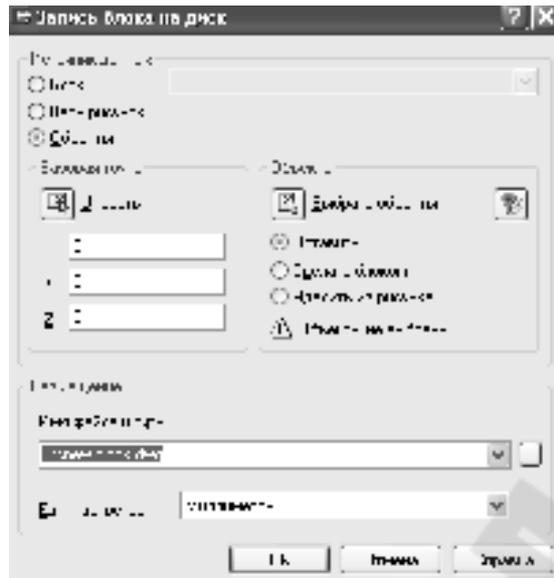
В области **Базовая точка** нужно задать декартовы координаты *базовой точки* или щелкнуть по кнопке **Указать** для выбора базовой точки мышью. Базовой называется точка, используемая для вставки блока. При вставке блока в рисунок базовая точка будет иметь координаты, указанные при вставке блока, координаты *точки вставки*. Все объекты блока вставляются на соответствующие места относительно точки вставки блока. Базовую точку рекомендуется выбирать таким образом, чтобы относительно нее требуемым образом размещался блок. Например, если блок представляет собой штамп (рамка и основная надпись чертежа), то базовую точку можно разместить в точке с координатами (0, 0, 0) – левом нижнем углу рамки; для блока – элемента тепловой схемы – в качестве базовой

можно взять точку в центре области, занимаемой объектами блока. По умолчанию, базовая точка имеет координаты (0, 0, 0).

В области **Образец для просмотра** можно указать, требуется ли создание графического образца (пиктограммы) для описания блока. При выборе настройки **Создать образец по объектам блока** изображение, используемое для предварительного просмотра блока, сохраняется с описанием блока и отображается в области **Образец для просмотра**. В поле со списком **Единицы вставки** выбираются единицы измерения, которые будут использованы при вставке блока. В поле **Пояснение** вводится текстовое пояснение о назначении и характеристиках блока. Кнопка **Гиперссылка** служит для вызова диалогового окна «Вставка гиперссылки», в котором можно связать гиперссылку с описанием создаваемого блока.

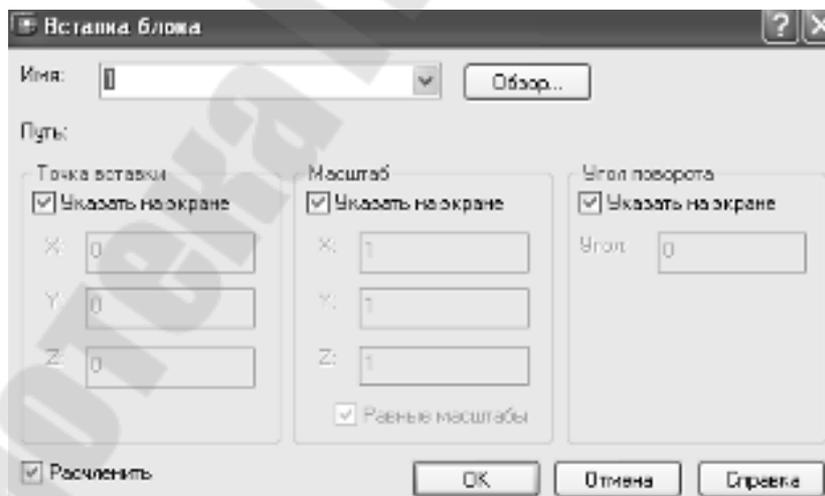
**Формирование блока как отдельного файла.** Команда **\_WBLOCK (ПБЛОК)** вызывается из командной строки AutoCAD. В результате открывается диалоговое окно «Запись блока на диск» (см. рисунок ниже), содержащее следующие основные настройки. В области **Источник данных** задаются опции: **Блок** – указание блока (выбором из предлагаемого списка), сохраняемого в отдельный файл (опция недоступна, если текущий рисунок не содержит блоков); **Весь рисунок** – блоком становится весь текущий рисунок; **Объекты** – указание объектов, сохраняемых в отдельном файле. Настройки областей **Базовая точка**, **Объекты** аналогичны настройкам для диалогового окна «Описание блока», рассмотренным выше.

В области **Размещение** задаются: имя файла (dwg-файла), в который сохраняется блок, и путь к этому файлу; **Единицы вставки** - единицы измерения, которые должны использоваться при вставке создаваемого файла в виде блока (если выбрана опция «Не определены», блок вставляется без масштабирования).



### 3.3. Вставка блока

Для вставки существующих блоков или файлов рисунков в качестве блоков используется команда **\_INSERT (ВСТАВИТЬ)**, вызываемая из командной строки AutoCAD, основного меню (**Вставка/ Блок**) или с помощью кнопки **Блок** панели инструментов «Рисование». В результате открывается диалоговое окно «Вставка блока» (см. рисунок ниже) со следующими настройками. Для вставки блока, уже определенного в *текущем рисунке*, имя блока выбирается в поле со списком **Имя**. Для *вставки файла* используется кнопка **Обзор...**, загружающая окно для выбора файла рисунка.



Если в областях **Точка вставки**, **Масштаб**, **Угол поворота** установлены флажки **Указать на экране**, то в командной строке AutoCAD последовательно выводятся запросы команды **\_INSERT**. В ответ на запросы выполняются следующие действия (с помощью мыши или вводом чисел в командной строке): *Точка вставки блока* –

указывается точка вставки; *Масштаб по осям X, Y и Z* – задаются масштабные коэффициенты по соответствующим осям (если используется мышь, то на рисунке указывается точка – вторая точка диагонали масштабного прямоугольника; первая точка диагонали определяется точкой вставки); *Угол поворота* – задается угол поворота блока относительно оси X; при этом точка вставки является центром поворота; если необходимо, чтобы угол поворота был кратен 90 градусам, включается режим ОРТО.

При необходимости вставки блока в виде отдельных объектов, из которых состоит блок, устанавливается флажок **Расчленить**. Если один рисунок вставляется в другой, то вставленный рисунок обрабатывается так же, как и обычное вхождение блока.

### 3.4. Редактирование блока

Если при создании блока были допущены ошибки или требуется изменить блок, то выполняется *переопределение блока*. Если блок был создан только что, можно использовать команду **\_UNDO (ОТМЕНИТЬ)** для отмены одной или нескольких последних операций редактирования блока. Если блок был создан ранее, то его нужно вставить в рисунок при выбранной опции **Расчленить**. Затем повторяется процесс определения блока, используя то же самое имя блока, и подтверждается переопределение блока. При переопределении блока, который был вставлен в чертеж, автоматически обновляются все блоки-копии. Это позволяет синхронно изменять все однотипные обозначения на чертеже, если для их создания использовались блоки.

## 4. РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ МЕНЮ В AUTOCAD

Для работы с графическими данными часто требуется настройка (адаптация) стандартных меню AutoCAD или создание новых пользовательских меню различных типов. Настройки меню определяются системными файлами AutoCAD следующих типов (со следующими расширениями):

**mnu** – текстовый файл шаблона меню, который можно редактировать для настройки меню. При наличии изменений в этом файле автоматически изменяются все другие файлы меню.

**mns** – исходный файл меню, автоматически создаваемый на основе mnu-файла. Это тоже текстовый файл, в который вносятся изменения при адаптации панелей инструментов.

**mnc** – откомпилированный двоичный файл, используемый при выборе пользователем некоторого элемента меню. Файлы меню компилируются для ускорения доступа к ним. При изменениях mnu- и mns-файлов автоматически выполняется перекомпиляция mnc-файла.

**mnr** – двоичный файл, кодирующий растровые изображения, используемые в меню (например, при создании графических меню).

**mnl** – текстовый файл, содержащий программы на языке AutoLISP, используемые в меню.

В поставку AutoCAD входят стандартные файлы меню с именем acad и расширениями, указанными выше. Перед настройкой меню рекомендуется сделать резервную копию данных файлов. Для нового меню создается текстовый файл, например, user.mnu. На основе этого файла автоматически создаются, по крайней мере, два файла: user.mns, user.mnr. Созданные (отредактированные) файлы меню помещаются в любой каталог (папку), который должен быть задан в *списке путей доступа к вспомогательным файлам AutoCAD* (задается с помощью команд основного меню **Сервис / Настройка** и опции *Путь доступа к вспомогательным файлам* в диалоговом окне «Настройка»).

Рассмотрим общий порядок действий по созданию одного из видов меню – графического (мозаичного) меню, входящего в задание на курсовой проект:

- 1) Создать рисунки (dwg-файлы) выбранных элементов тепловой схемы. Примерные размеры рисунков – 10 X 10 единиц (при десятичных единицах измерения), окончательно размеры подбираются с учетом вида меню и вставки элементов меню в схему.
- 2) На основе каждого рисунка создать слайд – файл с расширением **sld** (sld-файл), представляющий собой копию экрана чертежа (растровое изображение), используемую в меню. Создание слайдов выполняется при открытом dwg-файле с помощью команды **\_MSLIDE**. Просмотр слайдов выполняется с помощью команды **\_VSLIDE**.
- 3) Создать (отредактировать) mnu-файл с использованием текстового редактора (например, MS Word, Блокнот). Поместить sld-файлы и файлы меню в один каталог и указать этот каталог в списке путей доступа к вспомогательным файлам AutoCAD.
- 4) Загрузить разработанное меню с помощью команд основного меню AutoCAD **Сервис / Адаптация / Меню**, вызывающих диалоговое

окно «Адаптация меню» (в данном окне используются настройки вкладок **Группы меню**, **Строка меню**).

Примером графического (мозаичного) меню может служить стандартное меню AutoCAD для работы с трехмерными поверхностями, вызываемое из основного меню: **Рисование / Поверхности / 3М поверхности...**

## 5. СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ AUTOCAD С ВНЕШНИМИ БАЗАМИ ДАННЫХ

Графические объекты на рисунках (чертежах) AutoCAD можно связать с информацией из внешних БД. Один из способов организации такого связывания – применение связей. *Связь* – указатель на определенную запись (строку) таблицы или запроса (представления) БД, относящийся к графическому объекту и сохраняемый вместе с объектами рисунка.

Модуль взаимодействия AutoCAD с внешними БД включает следующие элементы:

*средство настройки источников данных* – позволяет настраивать параметры подключения чертежа к используемому файлу БД;

*диспетчер подключения к базе данных* – средство создания в чертежах связей, формирования запросов к БД;

*окно просмотра данных* – позволяет работать с записями таблицы (запроса) внешней БД из чертежа AutoCAD;

*редактор запросов* – служит для создания, выполнения и сохранения запросов к БД на языке SQL;

*средство преобразования связей и отображаемых атрибутов* – используется для преобразования связанных с БД чертежей, выполненных в старых версиях AutoCAD, в файлы новых версий;

*средство выбора объектов по связи* – позволяет создавать наборы графических объектов чертежа, соответствующих результатам запросов к БД, а также получать информацию из БД об объектах, указанных на чертеже.

После настройки доступа к файлу БД возможно совместное использование чертежа с БД даже при отсутствии на компьютере той программы (СУБД), с помощью которой была создана БД.

Подготовка к совместной работе AutoCAD с внешней БД включает следующие общие операции:

1) Проверить, что компонент работы с БД установлен в AutoCAD – в основном меню **Сервис (Инструменты, Tools)** должен быть пункт **Связь с БД (dbConnect)**.

2) Создать файл БД (для БД MS Access – файл с расширением mdb), содержащий требуемую информацию об объектах чертежа.

3) Выполнить в AutoCAD команду **Связь с БД** (с помощью основного меню **Сервис / Связь с БД** или команды **\_dbConnect** в командной строке), загружающую окно диспетчера подключения к БД. В данном окне выполняются основные действия по совместному использованию AutoCAD с внешней БД:

а) настройка *источника данных* – установка связи с таблицами (запросами) БД; при этом обеспечивается прямой доступ к таблицам (запросам) из AutoCAD;

б) вызов окна просмотра данных, в котором выводится информация из таблиц (запросов) источника данных;

в) создание *шаблонов связи*, определяющих, значения каких полей (столбцов) таблицы (запроса) подключаются к графическим объектам чертежа (данные столбцы должны иметь уникальные значения для каждой строки данных);

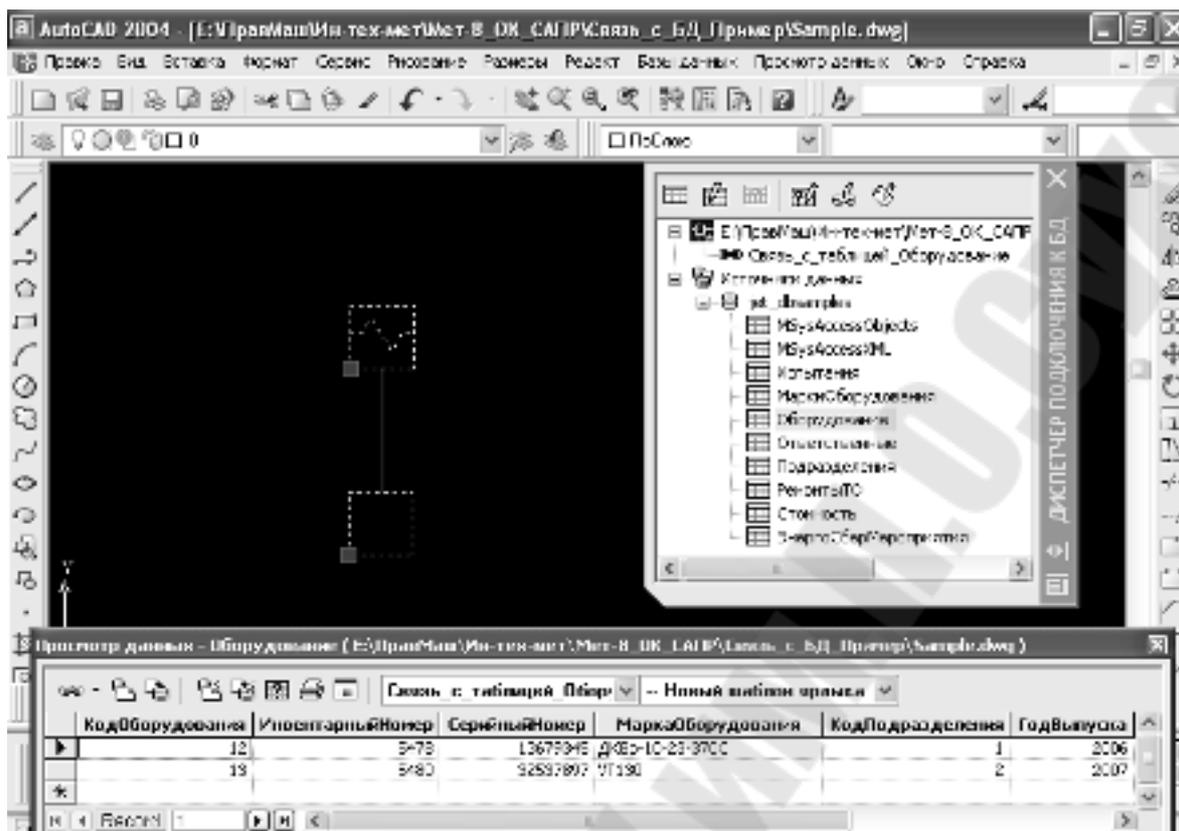
г) создание *связей* (на основе ранее созданных шаблонов);

д) просмотр связанных графических объектов и записей (строк) БД в различных режимах;

е) поиск и исправление поврежденных связей.

Курсовое проектирование включает создание БД, содержащей сведения об элементах тепловой схемы, с помощью СУБД MS Access. Тепловую схему рекомендуется создавать с помощью блоков, отображающих основные элементы оборудования (котел, насос, клапан, дроссель и т. д.). Далее каждый блок схемы нужно связать с соответствующей информацией (записью таблицы или запроса) об оборудовании, отображаемом блоком. Данная информация содержится в таблице *Оборудование* и запросе по анализу данных.

Пример работы с чертежом AutoCAD (частью тепловой схемы) при подключенной БД, содержащей сведения об оборудовании, приведен на рисунке:



На рисунке выделено 2 единицы оборудования (паровой котел и теплообменник), в окне просмотра данных, связанном с таблицей *Оборудование*, отображаются сведения о выбранном оборудовании. Справа на рисунке отображено окно диспетчера подключения к БД. Шаблон *Связь\_с\_таблицей\_Оборудование* используется для организации связи. Кнопки панели инструментов окна просмотра данных применяются для выбора различных режимов совместной работы с БД. В диалоговом окне «Параметры просмотра данных и запросов» (на рисунке не показано) для настройки *Режимы пометки записей* выбрано значение *Только записи для выбранных объектов*.

## 6. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Общий объем записки должен составлять **26-28 рукописных или печатных страниц формата А4**, включая распечатки титульного листа и приложений; **примерное** количество страниц по каждому разделу приведено в скобках после названия раздела. В записке рассматриваются **конкретные действия**, выполненные по своему варианту задания, а не общие приемы работы с пакетами программ.

Структура и требования к содержанию пояснительной записки приведены ниже.

### ***Введение (1)***

Обосновывается актуальность темы проекта, указывается цель работы, назначение информационного приложения, разрабатываемого в соответствии со своим вариантом, краткое описание исходных данных и планируемых результатов, постановки задачи. Дается обоснование выбора программного обеспечения (СУБД MS Access, пакета AutoCAD) для решения поставленной задачи.

## ***1. Разработка информационного обеспечения САПР***

### ***1.1. Перечень полей базы данных (1)***

На основе анализа исходных данных и требований к обработке данных тепловой схемы составляется список полей. Заполняется таблица «Информация о полях», где для каждого поля приводятся: 1) название поля; 2) комментарий – пояснение назначения поля; 3) указывается информационный объект, описываемый полем.

### ***1.2. Схема данных (2)***

Поля распределяются по таблицам ***с учетом требований нормализации*** для реляционных БД (все таблицы должны соответствовать третьей нормальной форме), определяются связи между таблицами, приводится и **обосновывается** схема данных разрабатываемого информационного приложения.

### ***1.3. Типы данных и свойства полей (2)***

Для каждой таблицы MS Access указываются характеристики полей: 1) имя; 2) тип данных; 3) основные свойства. Описывается создание таблиц MS Access, задание основных свойств полей, определение ключей, подстановок, занесение данных в таблицы.

### ***1.4. Подготовка отладочных данных (1)***

Определяются ***минимально необходимые*** отладочные данные для каждой таблицы, позволяющие проверить работу БД (правильность связей между таблицами, целостность данных, функционирование полей с подстановками).

### ***1.5. Анализ данных (1-2)***

Рассматривается разработка запроса по анализу данных: схема данных запроса, типы связей между таблицами, входящими в схему данных запроса; названия и источники полей запроса; применяемые условия отбора, вычисляемые выражения и итоговые функции.

## ***2. Разработка тепловой схемы***

### 2.1. Разработка чертежа (6)

Подробно описывается процесс разработки чертежа (тепловой схемы) *по своему варианту* в пакете AutoCAD: основные настройки чертежа, создание графических примитивов, блоков, вставка блоков, создание рамки, основной надписи и перечня элементов. Приводятся и поясняются листинги команд по созданию основных элементов тепловой схемы, других часто использовавшихся команд. В разделе описываются **конкретные действия** по разработке тепловой схемы по своему варианту, а не общие методы работы с пакетом AutoCAD. Раздел **является основным** в пояснительной записке.

### 2.2. Разработка пользовательского меню (3)

Описываются основные принципы разработки и настройки пользовательских меню в пакете AutoCAD, назначение и структура файлов меню. Подробно рассматриваются операции по созданию графического (мозаичного) меню **в соответствии со своим вариантом задания**: 1) создание чертежей элементов тепловых схем; 2) создание слайдов; 3) редактирование файлов меню; 4) загрузка и выгрузка пользовательских меню.

### 2.3. Организация связи элементов чертежа с базой данных (2)

Описываются принципы связывания графических элементов чертежа AutoCAD с БД на примере СУБД MS Access. Рассматриваются типовые операции по связыванию основных элементов тепловой схемы по своему варианту с данными: 1) таблицы *Оборудование*; 2) запроса по анализу данных. Описывается настройка источника данных, создание шаблонов, определение связей.

## 3. Инструкция пользователя (2)

Приводится подробное описание типовых действий пользователя по работе с информационным приложением. Описывается редактирование данных таблиц БД из AutoCAD, ввод новых данных в таблицы БД, запуск запроса по анализу данных, возможные ошибки пользователя и способы их устранения.

Рассматриваются основные режимы использования чертежа AutoCAD, связанного с БД: 1) автоматическое отображение графических объектов (основных элементов тепловой схемы), соответствующих выбранным записям источника данных; 2) автоматическое отображение записей источника данных, соответствующих выбранным на чертеже графическим объектам. Описываются: действия по добавлению в тепловую схему новых графических элементов (единиц оборудования), применение пользовательского меню, исправление поврежденных связей.

#### **4. Аппаратное и программное обеспечение (3)**

Приводятся основные, **минимально необходимые**, характеристики ЭВМ, периферийного оборудования, требуемые для работы с информационным приложением. Дается краткая характеристика программного обеспечения (СУБД MS Access, пакета AutoCAD), с помощью которого разработано информационное приложение. Описываются разработанные файлы MS Access, AutoCAD (включая файлы, обеспечивающие работу графического меню): 1) имена; 2) типы; 3) назначение; 4) объем файлов.

#### **Заключение (1)**

Полученные результаты, возможная практическая значимость использованных информационных технологий и созданного информационного приложения.

#### **Приложение 1. Тепловая схема (1)**

Распечатка тепловой схемы (формат А4).

#### **Приложение 2. Пользовательское меню (1)**

Распечатка пользовательского графического меню (копия экрана).

#### **Список литературы (1)**

(из предлагаемого рекомендуемого списка необходимо **убрать неиспользуемые источники**, при необходимости, добавить свои источники; по тексту пояснительной записки должны быть ссылки на **все источники**, приведенные в списке литературы)

1. Системы автоматизированного проектирования. В 9-ти кн. Под ред. И.П. Норенкова – Мн.: Выш. шк., 1987 - 1988.
2. Норенков И.П. Автоматизированное проектирование. - М., 2000.
3. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. - Мн.: ДизайнПРО, 1997.
4. Информатика / Под ред. Н.В. Макаровой. - М.: Финансы и статистика, 1997, 2004.
5. Бекаревич Ю.Б., Пушкина Н.В. Microsoft Access 2000. - СПб.: ВHV - Санкт-Петербург, 1999.
6. AutoCAD. Практическое руководство / Э.Т. Романычева, Т.М. Сидорова, С.Ю. Сидоров. – М.: ДМК, Радио и связь, 1997.
7. Россоловский А.В. AutoCAD 2000. Настольная книга пользователя. - М.: Нолидж, 2001.

8. Финкельштейн Э. AutoCAD 2000. Библия пользователя. - М.: Вильямс, 2003.
9. Ткачев Д.А. AutoCAD 2005. Самоучитель. - СПб.: Питер; Киев: ВНУ, 2005.
10. Соколова Т. AutoCAD 2005 для студента. Популярный самоучитель. - СПб.: Питер, 2005.
11. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). - СПб.: Питер, 2004.
12. Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы: Справочник / Под. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. – 3-е изд. – М.: Издательство МЭИ, 1999 (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 1).
13. Асенчик О.Д., Стародубцев Е.Г. Практическое пособие по теме "СУБД MS Access" для студентов экономических специальностей дневного и заочного отделений. – Гомель: ГГТУ, 2001 (м/у 2505), 2005 (м/у 3094, 2-е стереотипное издание м/у 2505).
14. Асенчик О.Д., Стародубцев Е.Г., Токочаков В.И. Использование СУБД MS Access. Задания для контрольных и лабораторных работ курса "Компьютерные информационные технологии" для студентов экономических специальностей дневного и заочного отделений. – Гомель: ГГТУ, 2001. (м/у 2606).
15. Малашенко В.С. Практическое пособие к выполнению лабораторных работ по курсу "САПР" для студентов специальности Т.03.01.00. – Гомель: ГГТУ, 1999. (м/у 2423).
16. Шупляков Ю.А. Практическое руководство к лабораторным работам по курсу "Основы САПР в энергетике" для студентов специальности Т.01.01. – Гомель: ГГТУ, 1999. (м/у 2387).
17. Трохова Т.А., Самовендюк Н.В., Романькова Т.Л. «Информатика». Практическое руководство к курсовому проектированию по одноименному курсу для студентов технических специальностей дневной и заочной формы обучения. – Гомель: ГГТУ, 2004. (м/у 3014).
18. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД «Общие требования к текстовым документам».

Варианты тепловых схем

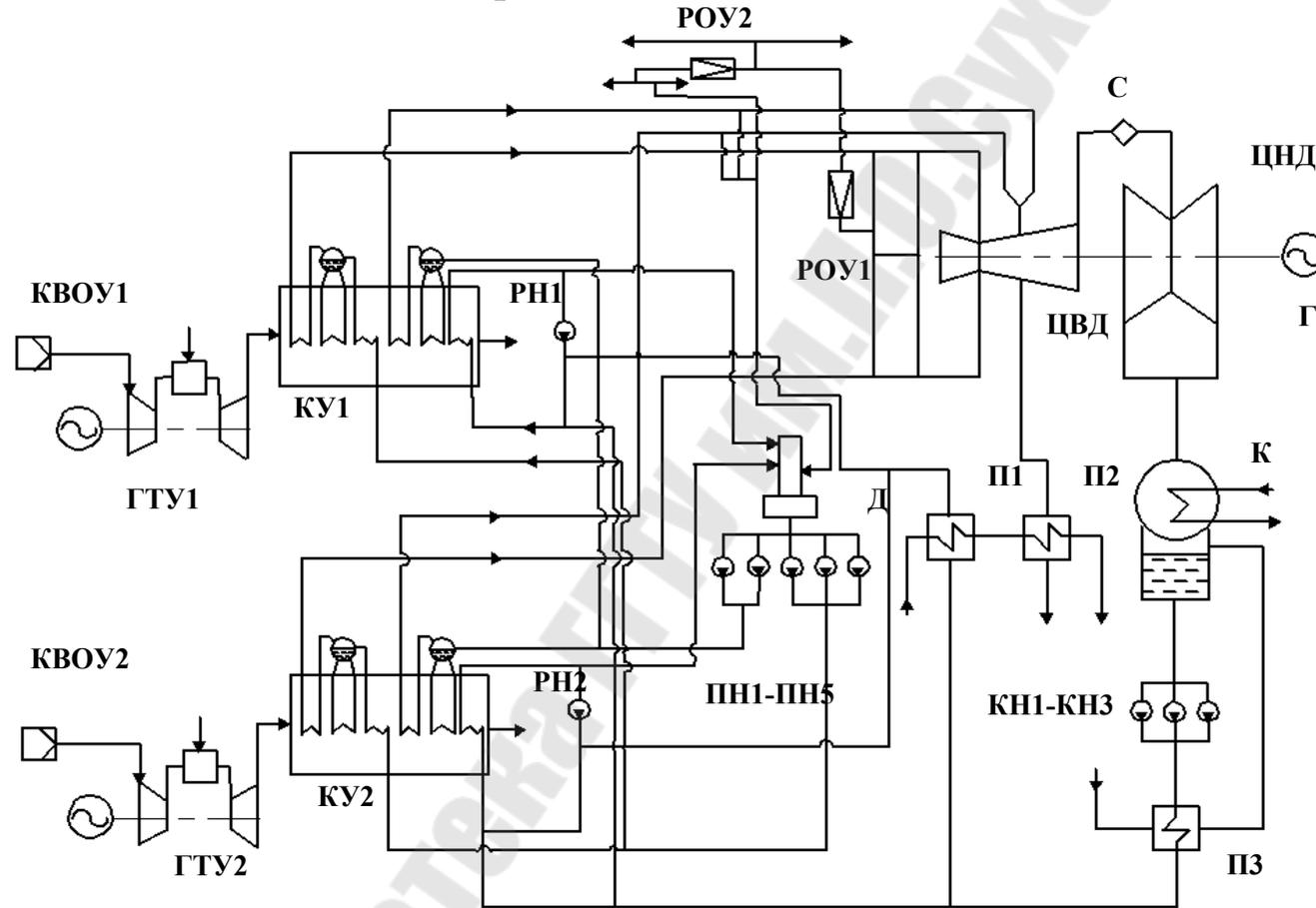


Рис. 1. Тепловая схема ПГУ-325: КВОУ1-КВОУ2 – комплекты воздухоочистительные установки, ГТУ1-ГТУ2 – газотурбинные установки, КУ1-КУ2 – котлы-утилизаторы, РН1-РН2 – рециркуляционные насосы, РОУ1-РОУ2 – редукционно-охладительные установки, ПН1-ПН5 – питательные насосы, П1-П3 – пароводяные подогреватели, КН1-КН3 – конденсатные насосы, ЦВД и ЦНД – цилиндры высокого и низкого давления турбины, Г – электрогенератор, К – конденсатор, Д – деаэрактор.

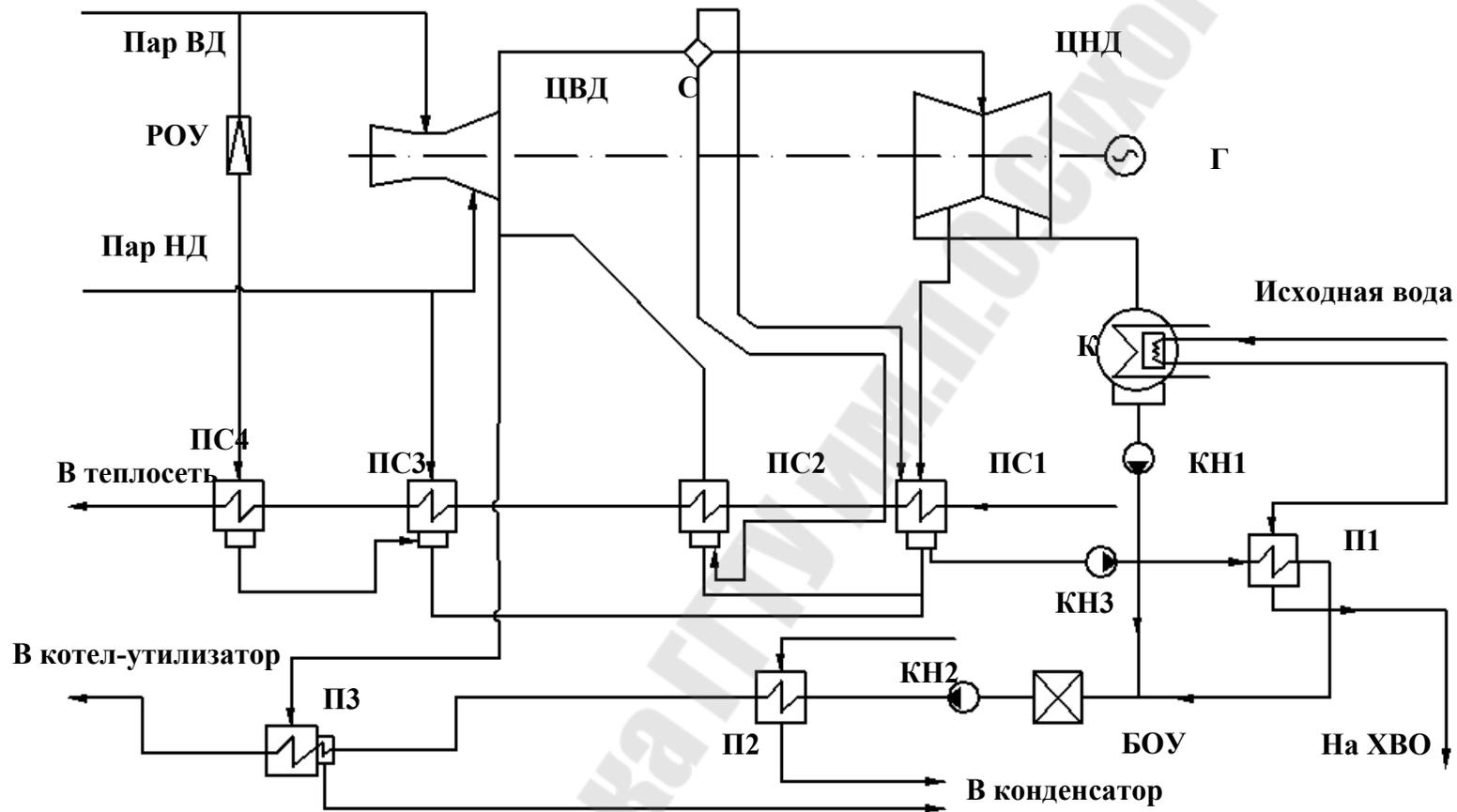


Рис. 2. Балансовая схема ПГУ-450Т: РОУ – редуционно-охладительная установка, ПС1-ПС4 – сетевые подогреватели, П1-П3 – подогреватели, КН1-КН3 – конденсатные насосы, ЦВД и ЦНД – цилиндры высокого и низкого давления турбины, Г – электрогенератор, К – конденсатор, БОУ – блочная обессоливающая установка, С – сепаратор.

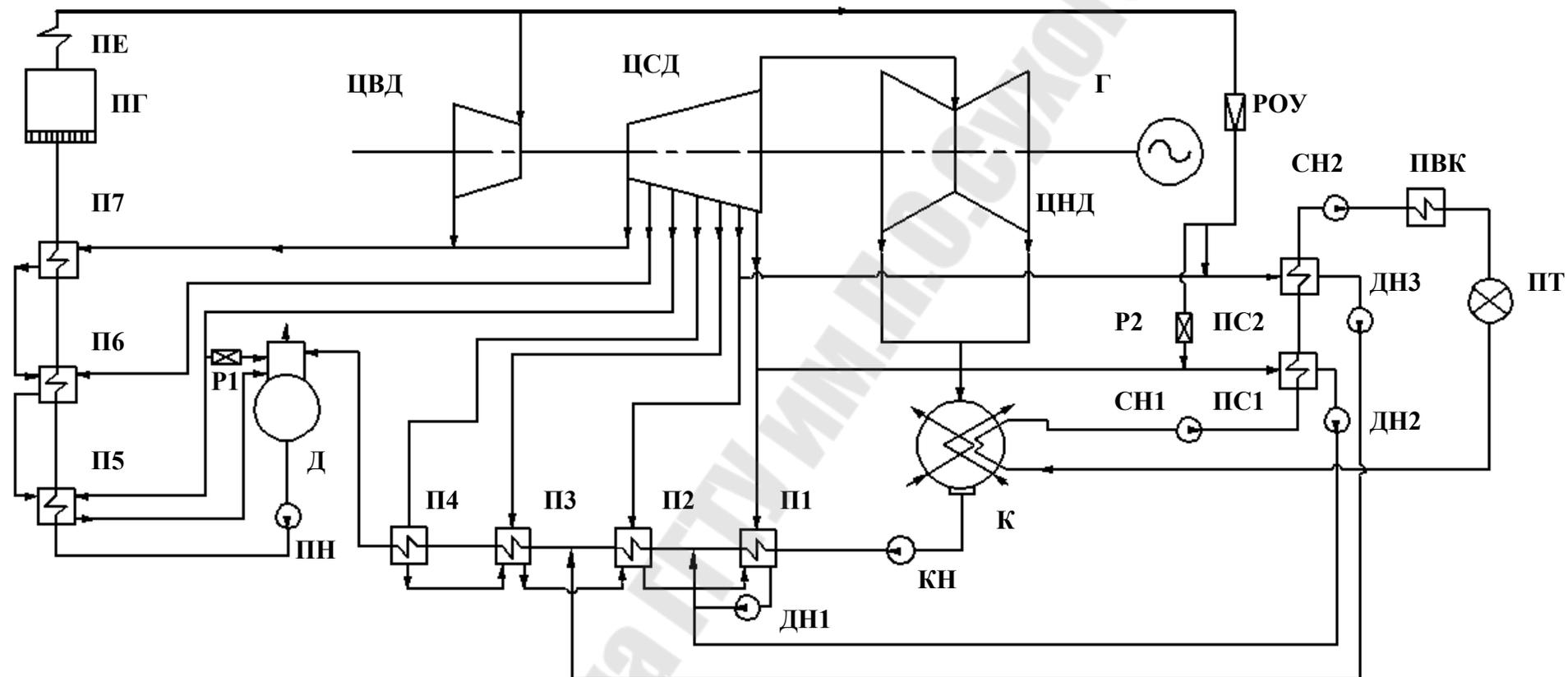


Рис. 3. Тепловая схема блока К-160-130: РОУ – редуционно-охладительная установка, ПС1-ПС2 – сетевые подогреватели, П1-П7 – подогреватели, КН – конденсатный насос, ЦВД, ЦСД и ЦНД – цилиндры высокого, среднего и низкого давления турбины, Г – электрогенератор, К – конденсатор, Р1-Р2 – редуционная установка, Д – деаэратор, СН1-СН2 – сетевые насосы, ДН1-ДН3 – дренажные насосы, ПВК – пиковый водогрейный котел, ПТ – тепловые потребители, ПГ – парогенератор, ПЕ – пароперегреватель, ПН – питательный насос.

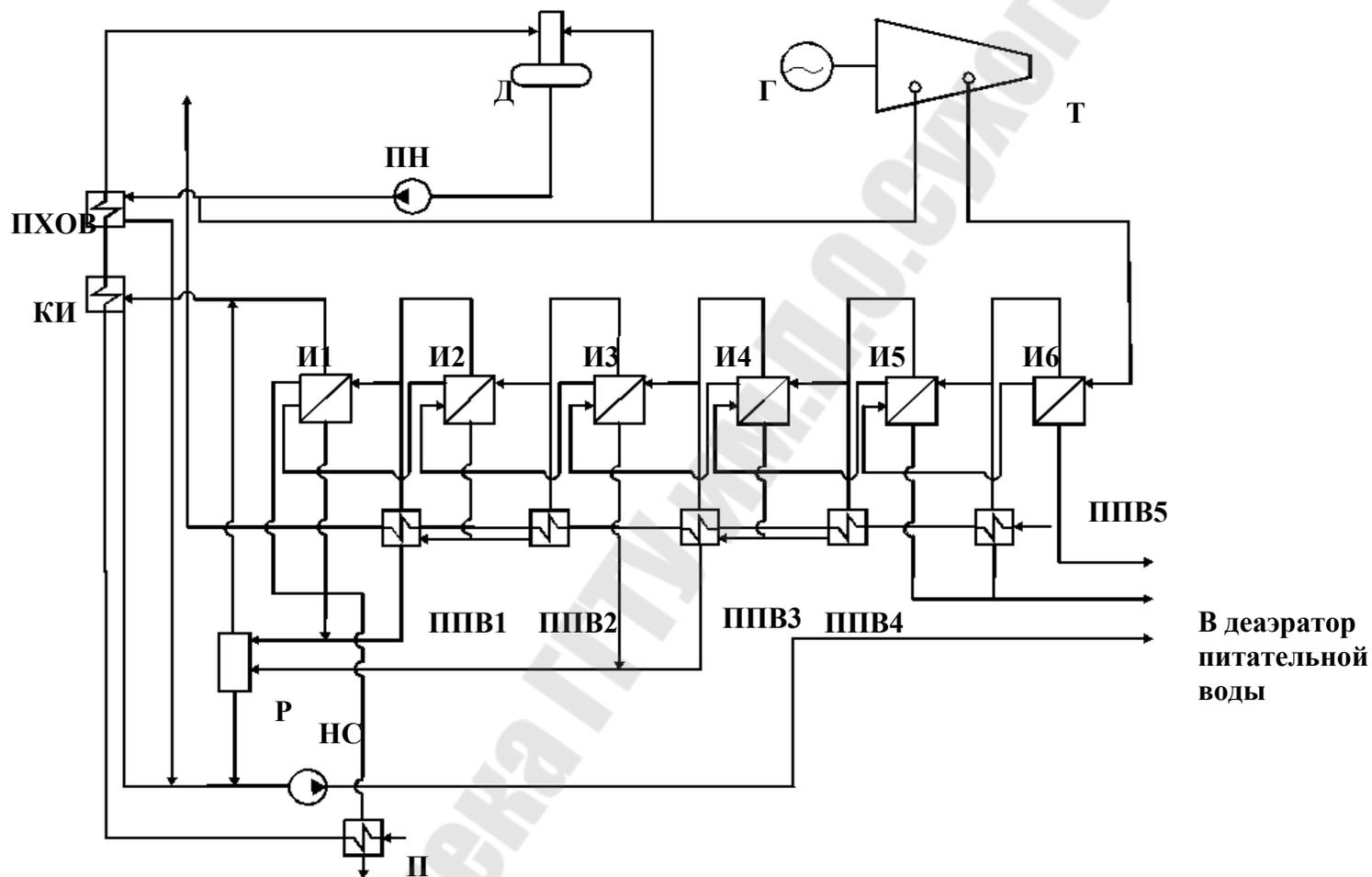


Рис. 4. Шестиступенчатая испарительная установка ТЭЦ: И1-И6 – испарители, ППВ1-ППВ5 – подогреватели питательной воды, КИ – конденсатор-испаритель, ПХОВ – подогреватель химочищенной воды, ПН – питательный насос, Г – электрогенератор, Т – турбина, П – подогреватель, Р – расширитель, Д – деаэратор, НС – насос слива.

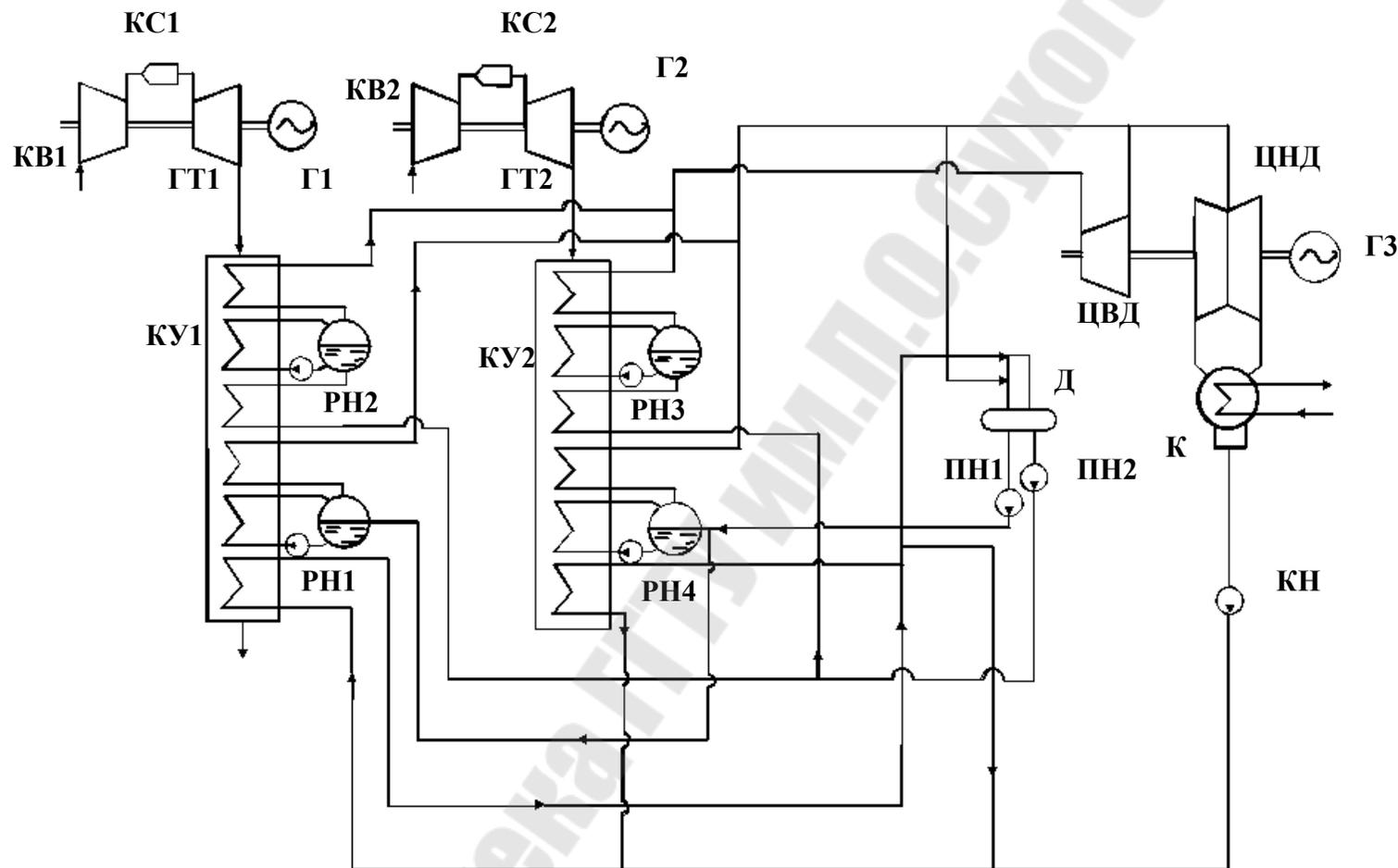


Рис. 5. Схема двухконтурной ПГУ с двумя ГТУ: КУ1-КУ2 – котлы-утилизаторы, РН1-РН4 – рециркуляционные насосы, ПН1-ПН2 – питательные насосы, КН – конденсатные насосы, ЦВД и ЦНД – цилиндры высокого и низкого давления турбины, Г1-Г3 – электрогенераторы, К – конденсатор, Д – деаэратор, КВ1-КВ2 – воздушные компрессоры, КС1-КС2 – камеры сжигания, ГТ1-ГТ2 – газотурбинные установки.

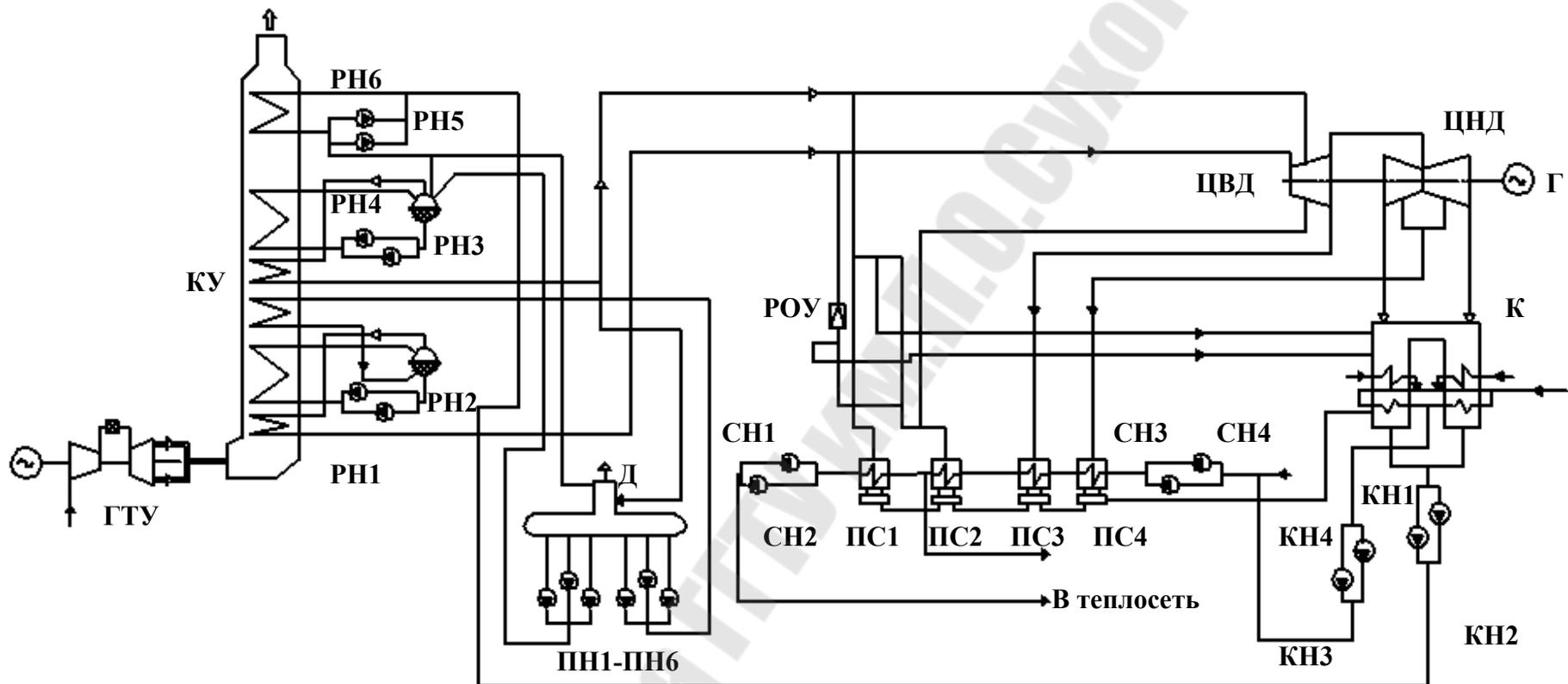


Рис. 6. Тепловая схема ПГУ-450Т: КУ – котел-утилизатор, РН1-РН6 – рециркуляционные насосы, ПН1-ПН6 – питательные насосы, КН1-КН4 – конденсатные насосы, ЦВД и ЦНД – цилиндры высокого и низкого давления турбины, Г – электрогенератор, К – конденсатор, Д – деаэратор, ГТУ – газотурбинная установка, РОУ – редуционно-охладительная установка, СН1-СН4 – сетевые насосы, ПС1-ПС4 – сетевые подогреватели.

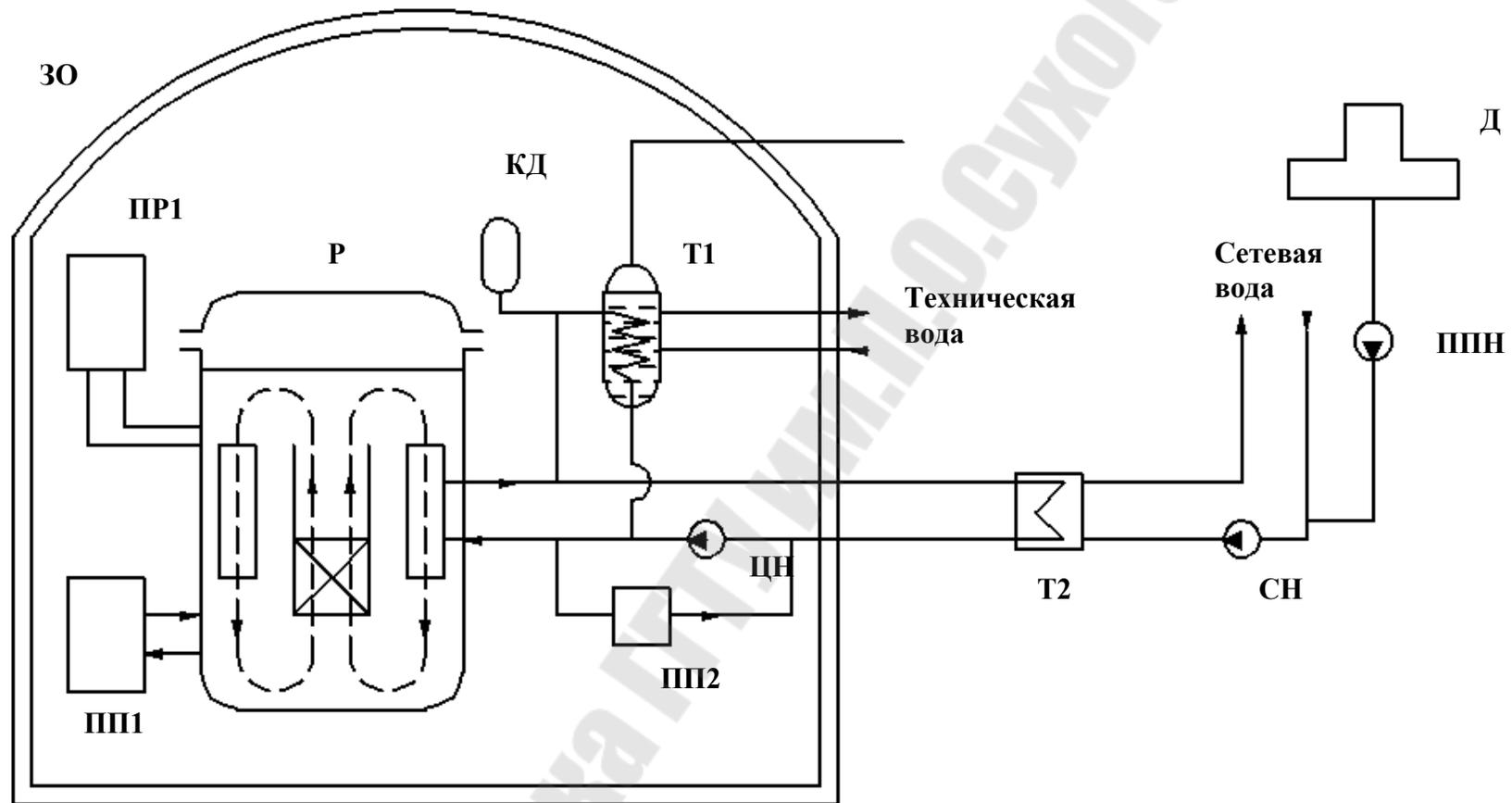


Рис. 7. Схема атомной станции теплоснабжения: P – реактор с естественной циркуляцией, ZO – защитная оболочка, PP1 – продувка первого контура, ПП1-ПП2 – подпитка первого и второго контуров, KD – компенсатор давления второго контура, T1-T2 – теплообменники, ЦН – циркуляционный насос, СН – сетевой насос, ППН – подпиточный насос, Д – деаэратор.

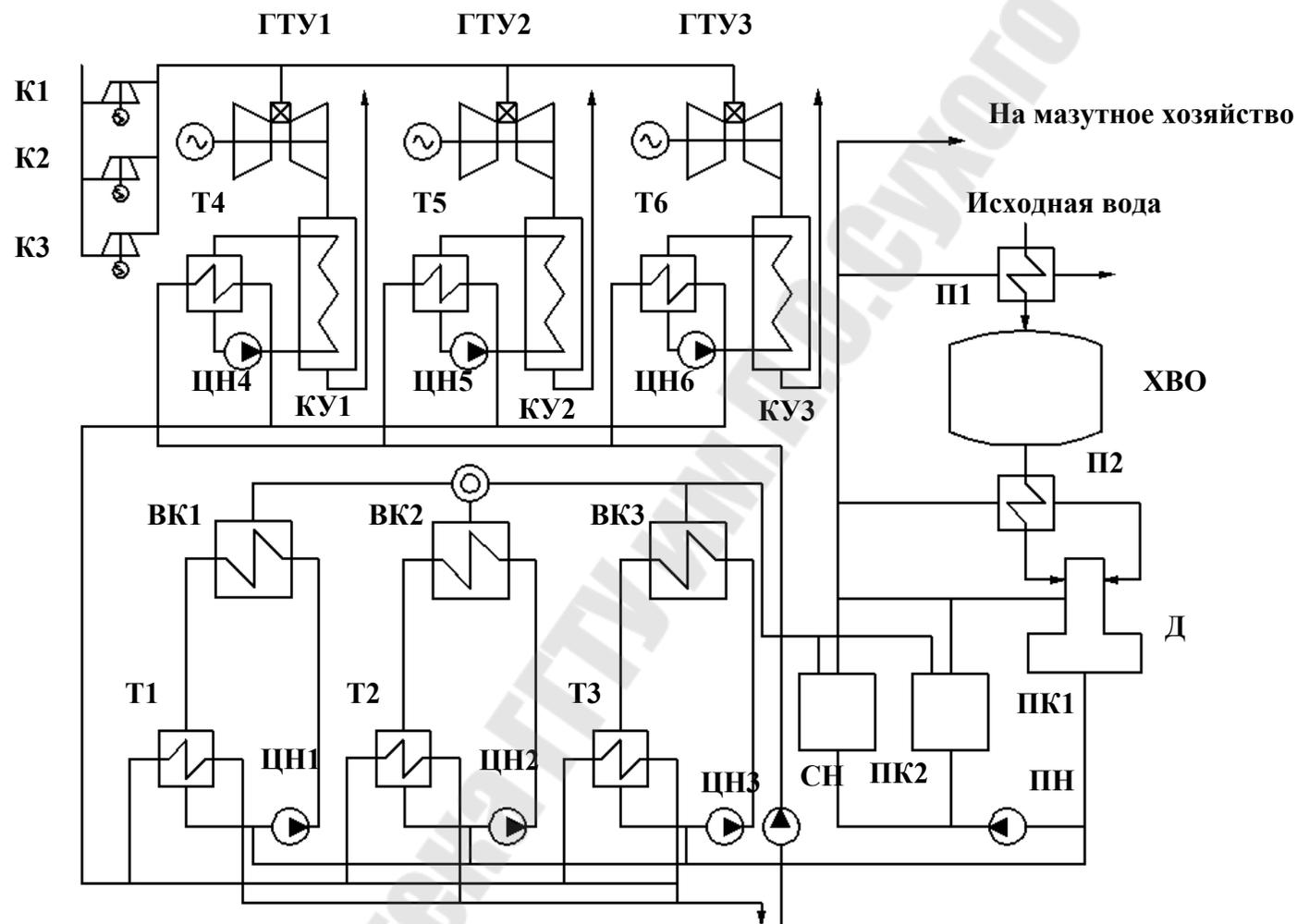


Рис. 8. Тепловая схема ГТУ-ТЭЦ: К1-К2 – компрессоры, ГТУ1-ГТУ3 – газотурбинные установки, Т1-Т6 – теплообменники, КУ1-КУ3 – котлы-утилизаторы, ЦН1-ЦН6 – циркуляционные насосы, П1-П2 – подогреватели, ХВО – химводоочистка, ВК1-ВК3 – водогрейные котлы, Д – деаэратор, ПК1-ПК2 – паровые котлы, СН – сетевой насос, ПН – питательный насос.

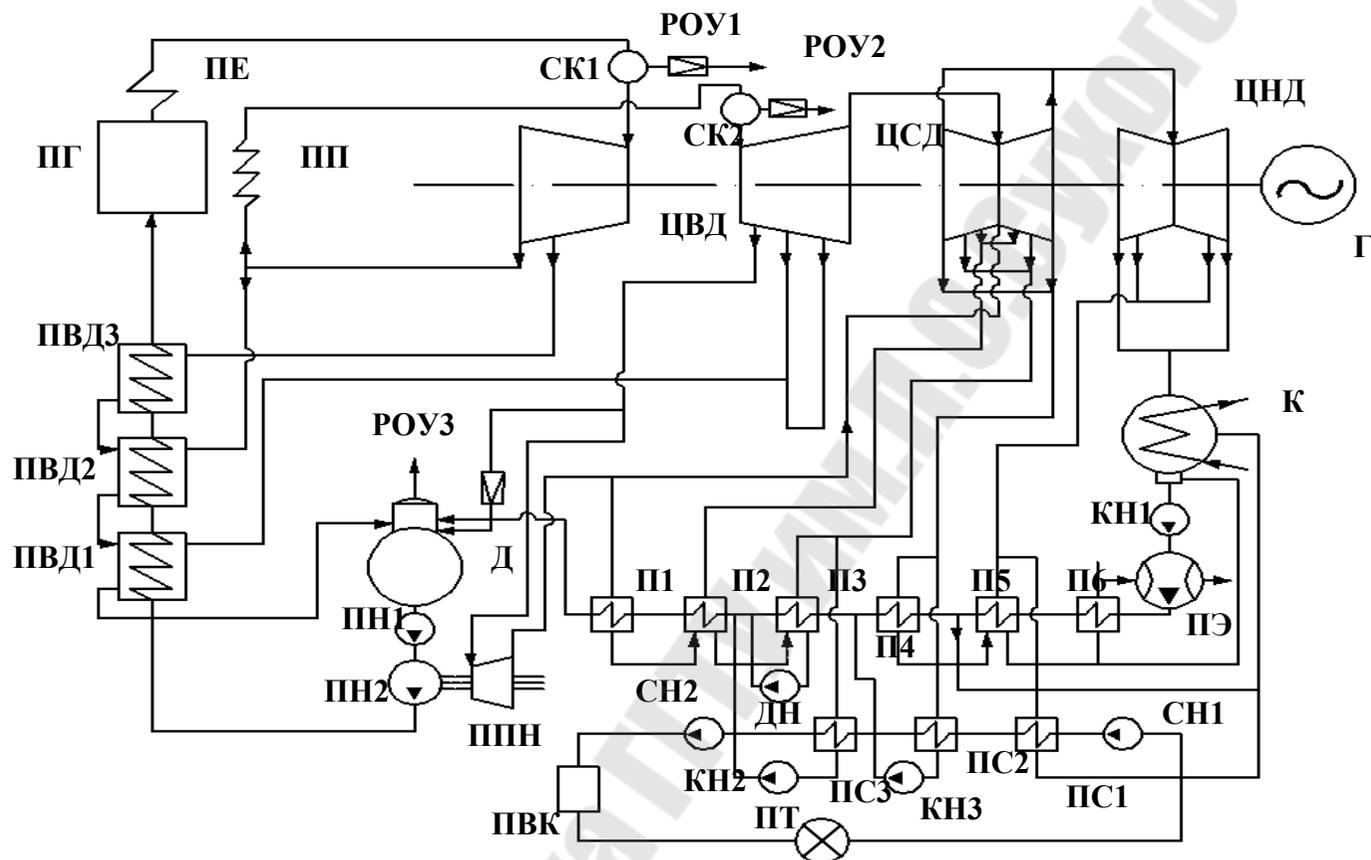


Рис. 9. Тепловая схема блока Т-100-130: РОУ1-РОУ3 –редукционно-охладительные установки, ПС1-ПС3 – сетевые подогреватели, П1-П6 – подогреватели, КН1-КН3 – конденсатные насосы, ЦВД, ЦСД и ЦНД – цилиндры высокого, среднего и низкого давления турбины, Г – электрогенератор, К – конденсатор, Д – деаэратор, СН1-СН2 – сетевые насосы, ДН – дренажный насос, ПВК – пиковый водогрейный котел, ПТ – тепловые потребители, ПГ – парогенератор, ПЕ – пароперегреватель, ПН1-ПН2 – питательные насосы, ПП – промежуточный перегреватель, ПВД1-ПВД3 – подогреватели высокого давления, СК1-СК2 – стопорные клапаны, ПЭ – эжекторный подогреватель.

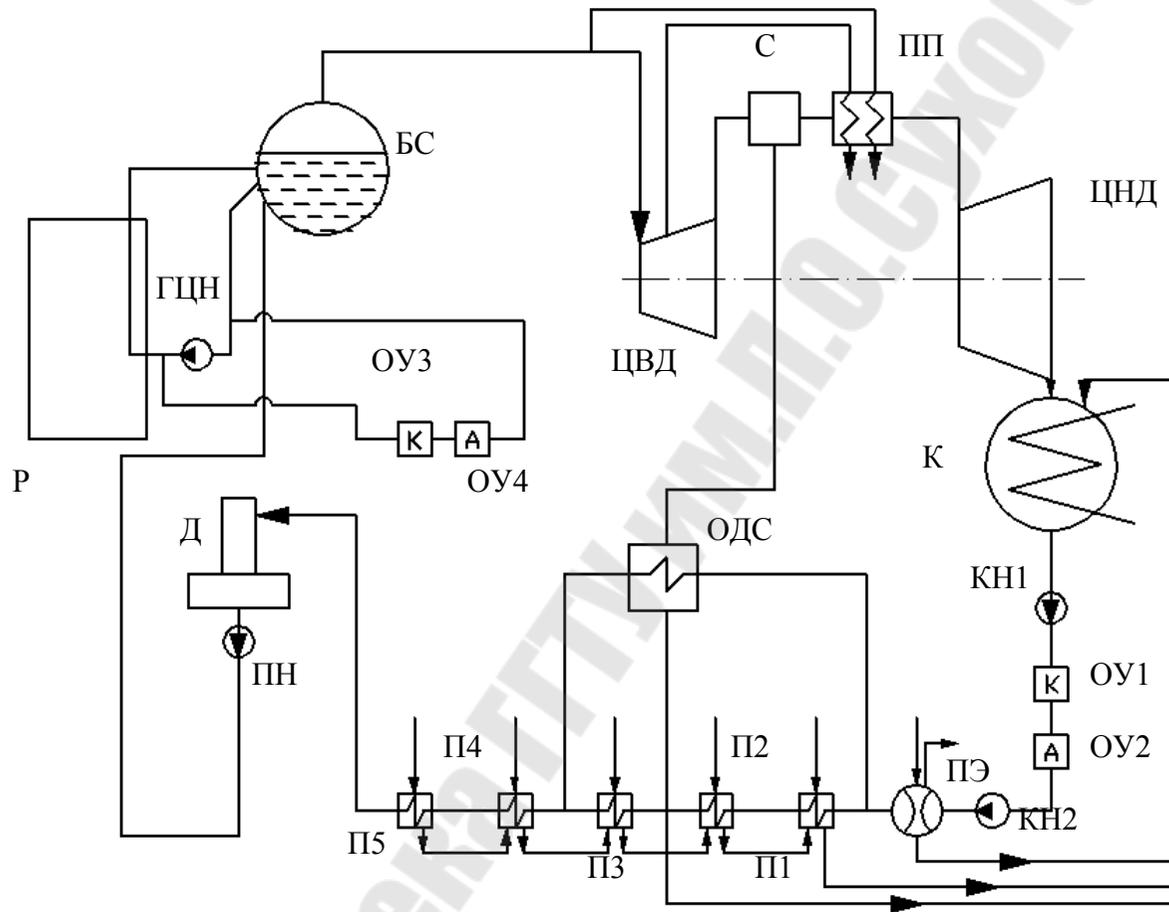


Рис. 10. Тепловая схема блока с водяным кипящим реактором АЭС: П1-П5 – подогреватели, КН1-КН2 – конденсатные насосы, ЦВД и ЦНД – цилиндры высокого и низкого давления турбины, К – конденсатор, Д – деаэратор, ПН – питательный насос, Р – реактор, ГЦН – главный циркуляционный насос, ОУ1-ОУ4 – очистительные установки, БС – барабан-сепаратор, С – сепаратор, ОДС – охладитель дренажа сепаратора, ПЭ –эжекторный подогреватель, ПП – промежуточный пароперегреватель.

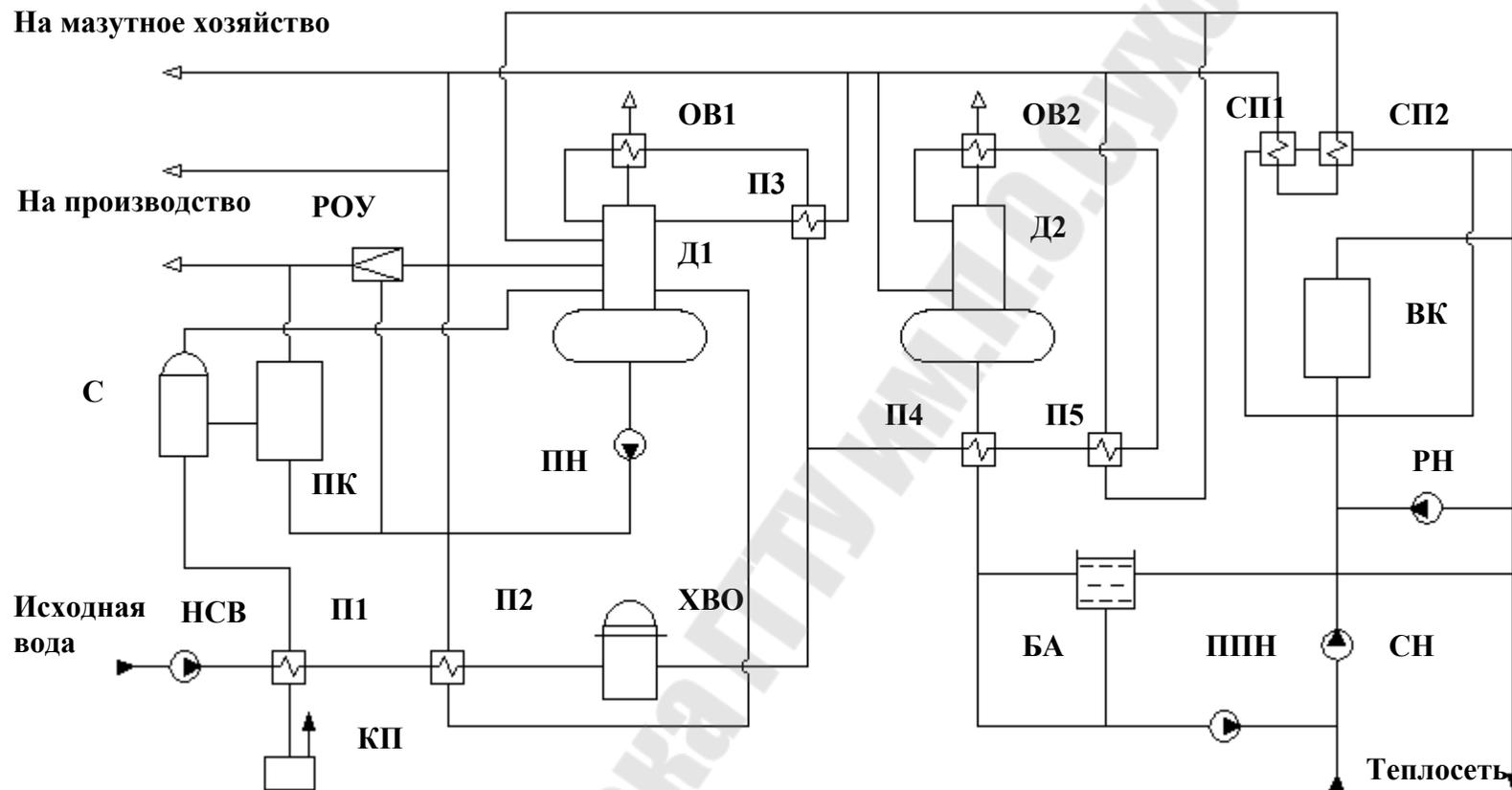


Рис. 11. Тепловая схема котельной с паровыми и водогрейными котлами: ПК – паровой котел, С – сепаратор непрерывной продувки, РОУ – редукционно-охлаждающая установка, НСВ – насос сырой воды, П1-П5 – подогреватели, СП1-СП2 – сетевые подогреватели, ПН – питательный насос, ХВО – химводоочистка, Д1-Д2 – деаэраторы атмосферного типа, ОВ1-ОВ2 – охладители выпара деаэраторов, ВК – водогрейный котел, ППН – подпиточный насос, СН – сетевой насос, РН – рециркуляционный насос, БА – бак-аккумулятор, КП – продувочный колодец.

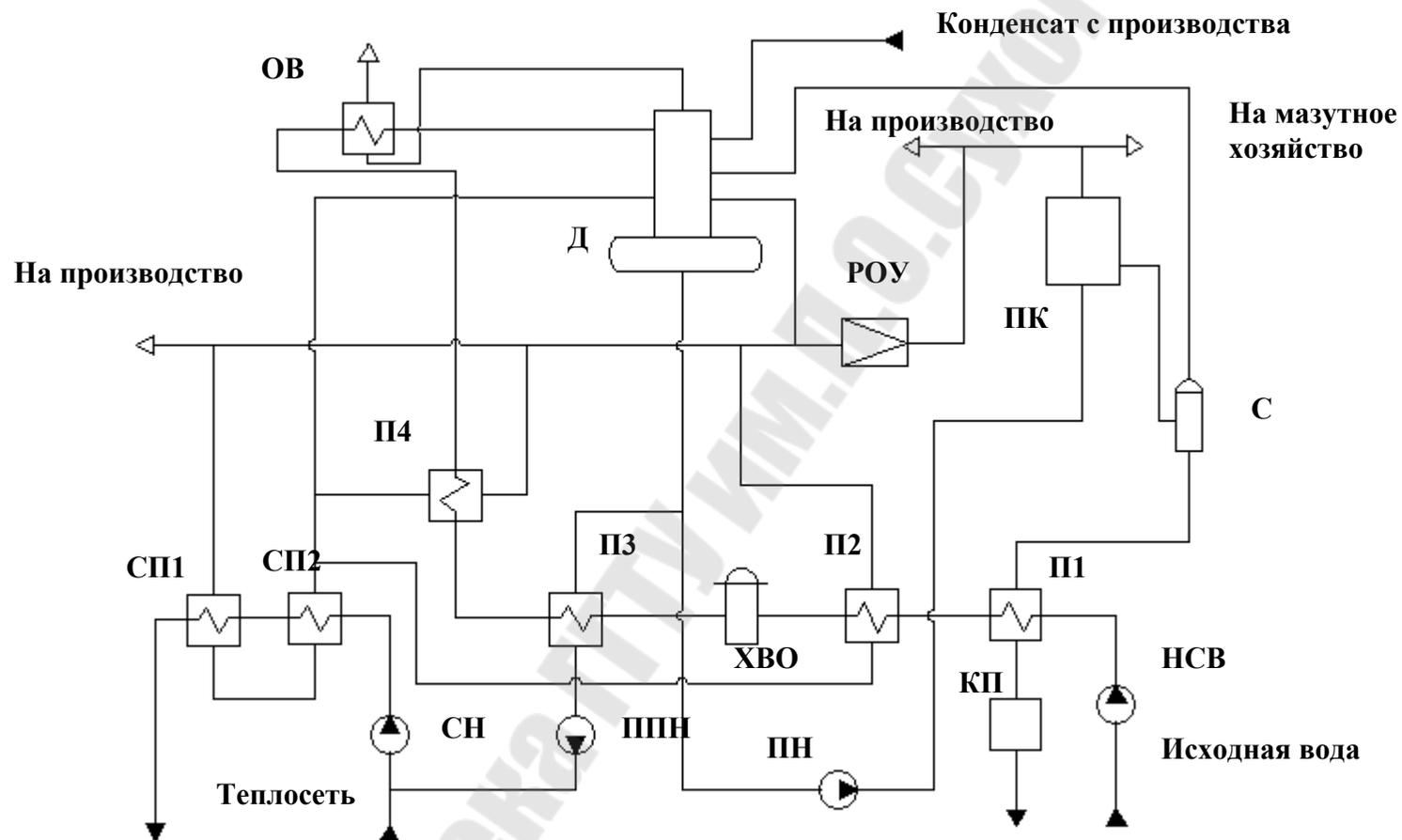


Рис. 12. Тепловая схема котельной с паровыми котлами: ПК – паровой котел, С – сепаратор непрерывной продувки, РОУ – редукционно-охладительная установка, НСВ – насос сырой воды, П1-П4 – подогреватели, СП1-СП2 – сетевые подогреватели, ПН – питательный насос, ХВО – химводоочистка, Д – деаэратор атмосферного типа, ОВ – охладитель выпара деаэратора, ППН – подпиточный насос, СН – сетевой насос, КП – продувочный колодец.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Общие требования .....	3
2. Разработка базы данных .....	5
3. Использование блоков в AutoCAD .....	6
3.1. Концепция блоков .....	6
3.2. Создание блока .....	7
3.3. Вставка блока .....	10
3.4. Редактирование блока .....	11
4. Разработка пользовательских меню в AutoCAD .....	11
5. Совместное использование AutoCAD с внешними базами данных .....	12
6. Содержание разделов пояснительной записки .....	15
Приложение. Варианты тепловых схем .....	20

**Стародубцев Евгений Генрихович  
Токочаков Владимир Иванович**

**ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И САПР**  
**Методические указания**  
**к курсовому проекту по одноименной дисциплине**  
**для студентов специальности 1-43 01 05**  
**«Промышленная теплоэнергетика»**  
**дневной и заочной форм обучения**

Подписано в печать 12.11.08.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,82.

Изд. № 46.

E-mail: [ic@gstu.gomel.by](mailto:ic@gstu.gomel.by)

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе  
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждения образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.