

Министерство образования Российской Федерации
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Л. И. КУБЫШКИН

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Ч а с т ь 1
Разработка проектной графической документации

Учебное пособие

Санкт-Петербург
Издательство СПбГПУ
2003

УДК 620.92+624.042

К у б ы ш к и н Л. И. Автоматизация проектирования объектов возобновляемой энергетики. Ч.1.Разработка проектной графической документации: Учебное пособие. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. 114 с.

Пособие соответствует авторскому курсу дисциплины “Компьютерная графика в энергетике возобновляемых источников энергии” направления бакалаврской и магистерской подготовки специальностей 100900 “Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии” и 291500 “Экспертиза и управление недвижимостью”.

Рассматривается один из наиболее распространенных в проектных организациях энергетического профиля графический пакет фирмы Autodesk – пакет AutoCAD. Приводятся основные понятия компьютерной графики. Рассматриваются методы создания графической проектной документации и геометрического моделирования сооружений и оборудования объектов возобновляемой энергетики. Рассматриваются методы адаптации графической системы для решения задач возобновляемой энергетики.

Пособие предназначено для студентов инженерно-строительного факультета.

Табл. 6. Ил. 48. Библиогр.:15 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

© Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет, 2003

ВВЕДЕНИЕ

На кафедре Возобновляющихся источников энергии и гидроэнергетики накоплен многолетний опыт внедрения в учебный процесс технических средств и программных комплексов, разрабатываемых с целью автоматизации инженерной и научной деятельности в сфере гидроэнергетики и использования энергии нетрадиционных возобновляющихся источников. Начало применению вычислительной техники в научных исследованиях и в учебном процессе на кафедре было положено в 1964г. ныне академиком РАН, президентом СПбГПУ Ю.С. Васильевым. Студенты, аспиранты и сотрудники кафедры всегда имели возможность применять в своей работе ЭВМ. Парк вычислительной техники кафедры обновлялся каждые 5-7 лет от ЭВМ первого поколения до современных персональных компьютеров: АВМ МН-7, МН-10, АСОР "Ритм-1" - 1964-1972 г.г, ЭВМ второго поколения "Наири-2" (1969-1975 г.г), ЭВМ третьего поколения ЕС-1022 с дисплейным классом и графопостроителями (1972-1985 г.г), класс АРМ на базе ЭВМ СМ-1420, класс терминалов ЭВМ ЕС-1066 (1982-1989 г.г), сеть ПК с выходом в Internet (в настоящее время).

В 60-70 годах в рамках лабораторного практикума и при выполнении курсовых и дипломных работ студенты использовали ЭВМ для решения технико-экономических, водно-энергетических и других задач гидроэнергетики вычислительного характера. В 1991 году на кафедре впервые дипломницей Андреевой Т. чертежи здания ГЭС Нижне-Ниманского гидроузла были выполнены на АРМ, а 1993 году дипломник Музыка О. выполнил графическую часть диплома "Проект Усть Средне-Канской ГЭС" на ПЭВМ IBM-PC/386 в среде AutoCAD (см. рис. В1). В настоящее время все студенты специальностей 100900, 291500, получают теоретические знания и практические навыки применения современных графических пакетов и технических средств в проектировании объектов, использующих нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Большая часть студентов выполняют графическую часть курсовых и дипломных проектов с помощью AutoCAD'a.

В данном пособии приведены сведения о методах автоматизации проектирования объектов возобновляемой энергетики, описание практических работ, задания на их выполнение, примеры результатов выполнения работ в среде AutoCAD 2002. Эти работы можно рассматривать как базовые. Они позволяют познакомить студентов с широкими возможностями

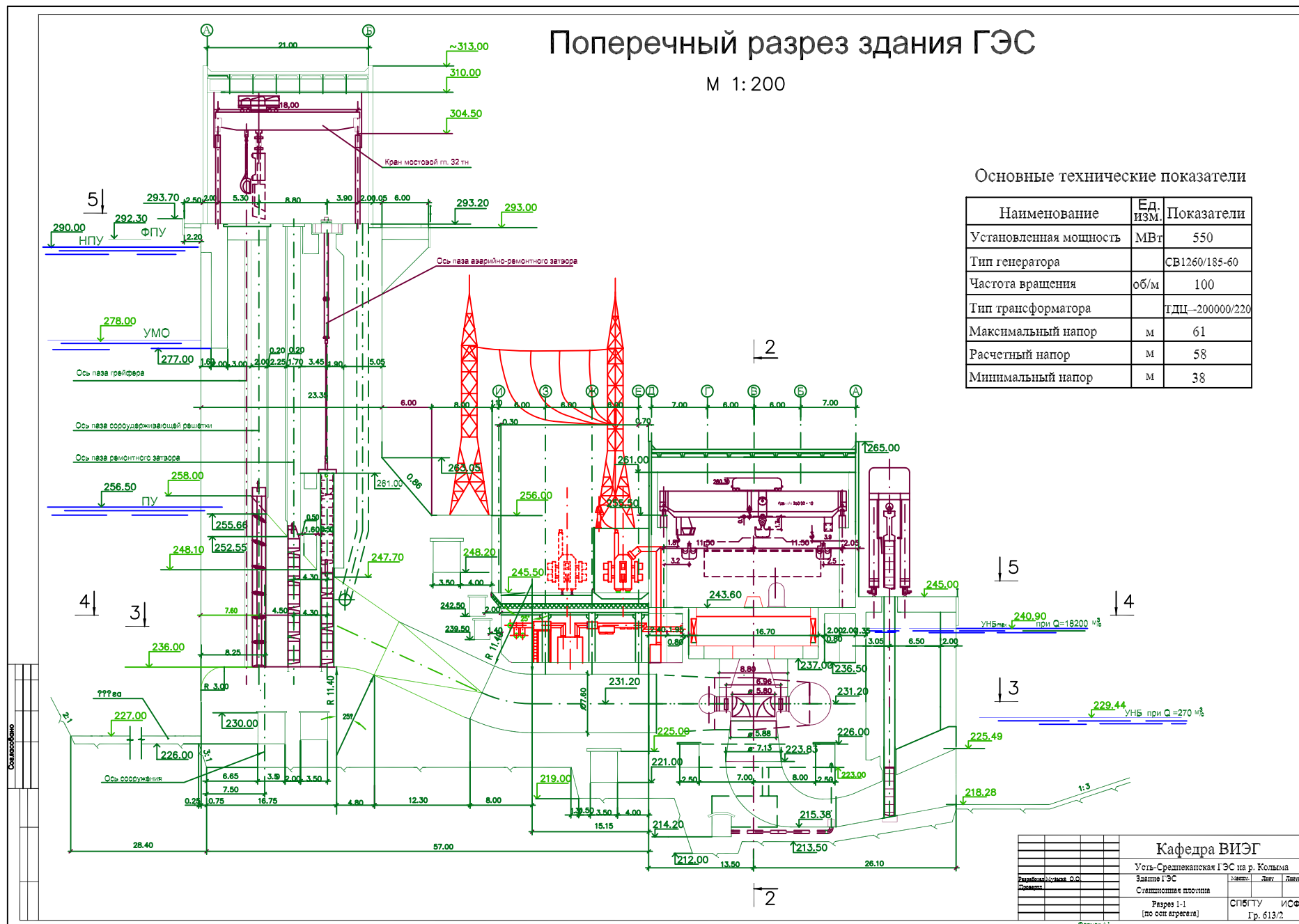


Рис. В.1. Чертеж из дипломной работы выпускника кафедры ВИЭГ.

современных систем инженерной компьютерной графики. В зависимости от уровня подготовки студента, задания для него могут корректироваться путем уменьшения или увеличения объема работы.

Первые 5 работ предназначены для изучения команд создания и редактирования чертежей, освоению приемов работы в режиме “электронного кульмана”. В этом режиме в диалоге чертеж создается последовательным построением основных графических примитивов (отрезок, дуга, прямоугольник, эллипс, размер, текст, штриховка и т.п.). В чертеж можно включать и ранее созданные фрагменты, например вертикальный разрез гидротурбины, план-разрез гидроагрегатного блока на отметке машинного зала и т.п. Такая технология создания чертежа принципиально не отличается от недавно считавшейся традиционной - черчения на листе ватмана. Производительность проектировщика-конструктора при этом повышается в основном за счет таких операций, как: нанесение размеров, штриховки и надписей. Следует отметить так же, что использование компьютера гарантирует высокое качество графики и соблюдение стандартов черчения.

Работы 6 и 7 предназначены для освоения способов пространственного геометрического моделирования проектируемых объектов. Геометрическая модель позволяет “автоматически” получать любые проекции, разрезы и виды проектируемого объекта и компоновать из них листы чертежей.

В работах 8-12 студенты знакомятся с методами реализации новой технологии проектирования объектов нетрадиционной и возобновляемой энергетики – созданием чертежно-графической проектной документации на основе работы с трехмерными твердотельными геометрическими моделями геосистемы, проектируемых сооружений и оборудования.

Эффективность такой технологии проектирования определяется степенью автоматизации труда проектировщика. Встроенные в графическую систему средства разработки приложений позволяют адаптировать ее, добавляя новые команды черчения и редактирования, создавая новые системы меню и диалоговых окон для построения или моделирования строительных конструкций, основного и вспомогательного оборудования и т.д. При этом диалог проектировщика с графической системой переводится на профессиональный язык пользователя, что упрощает освоение и использование компьютерной технологии проектирования. Выполняя работы 8-12, студенты знакомятся с методами создания новых (пользовательских) систем меню и диалоговых окон, а так же LISP-функций, позволяющих

автоматизировать построение геометрических моделей проектируемых объектов и создание на их основе чертежей.

В приложении 1-7 представлена информация, используемая в курсе лекций и необходимая для самостоятельной работы при подготовке студента к практическим занятиям и выполнения контрольных заданий. Эти сведения будут полезны дипломникам, магистрантам и аспирантам при выполнении их квалификационных работ.

Сегодня используются разные версии AutoCAD'а как англоязычные так и русифицированные. Студенты ИСФ выполняют практические работы в среде русифицированной версии AutoCAD 2002. Тем не менее полезно иметь хотя бы некоторые навыки работы с англоязычной системой команд. Она действует во всех версиях AutoCAD'а и обеспечивает работоспособность пользовательских приложений на любом ПК. Поэтому в пособии имена команд и опций даются и в русскоязычном и в англоязычном написании. Некоторые примеры так же приведены в англоязычной версии.

СОКРАЩЕНИЯ И СОГЛАШЕНИЯ ПО ШРИФТАМ:

БД – база данных;

ДО – диалоговое окно;

МСК – мировая система координат;

НВЭ – непересекающиеся видовые экраны;

ПВЭ – плавающие видовые экраны;

ПО – программное обеспечение;

ПСК – пользовательская система координат;

СУБД – система управления базами данных;

↵ - нажатие на клавишу **Enter**;

+ ↓ЛКМ – ввод координат точки перекрестием локатора;

□ ↓ЛКМ выбор примитива прицелом селектора;

□ ↓ЛКМ – указание набора редактирования рамкой;

... \ **AutoCAD** \ **3013**,

LP-1.dwt, **SceM7.lsp** – имена папок и файлов;

[*CM/Рисование/Текст* > /*Однострочный*] – активизация команды ввода однострочного текста путем выбора в строке меню пункта *Рисование*, в падающем меню – пункта *Текст* и в каскадном меню – пункта *Однострочный*;

ПОКАЗАТЬ (*_zoom*),

Рамка (*_Window*) – имена команд и опций в русифицированном и англоязычном вариантах;

Середина, *_Center*,

_ENDpoint – режимы объектной привязки;

“Выбор типа линии” – названия диалоговых окон и панелей;

Слои, *Просмотр...*,

Типы линий – названия полей диалоговых окон;

Мой слой, **ByLayer**,

штриховая, **ГОСТ**,

Times New Roman Cyr,

AR-CONC – имена слоев, цветов, типов линий, размерных стилей, стилей текста, типов штриховок.

В приводимых в пособии примерах диалогов сообщения графической системы даны курсивом, ответы пользователя – жирным шрифтом.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.

Работы по автоматизации проектирования гидроэнергетических объектов ведутся уже не одно десятилетие. С появлением в организациях энергетической отрасли электронных вычислительных машин гидроэнергетики включились в работу по созданию численных методов решения гидроэнергетических задач, составлению алгоритмов и программ. В вычислительных центрах научно исследовательских и проектных организаций начали формироваться библиотеки программ для гидротехнических и гидроэнергетических расчетов [1, 5]. Самое активное участие в разработке таких программ принимали сотрудники и студенты кафедры ВИЭГ СПбГПУ.

Можно выделить четыре этапа в развитии и совершенствовании применения ЭВМ в проектной практике. Каждый этап - это освоение инженерами-гидроэнергетиками ресурсов и возможностей очередного поколения вычислительных машин и решение проблем автоматизации проектирования в соответствии с уровнем технического и общего программного обеспечения ЭВМ. На рис. 1 показано как использовались ЭВМ разных поколений в проектировании гидроэнергетических объектов.

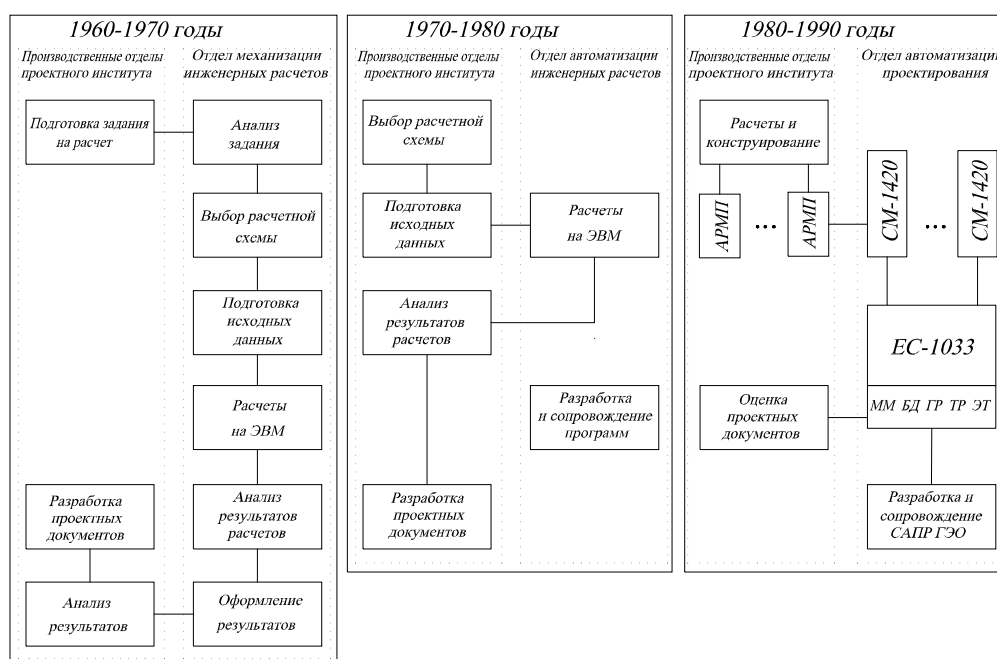


Рис. 1. Технологические схемы использования ЭВМ на разных этапах автоматизации проектирования гидроэнергетических объектов.

Накопленный в 60-90-х годах опыт использования вычислительной техники в проектной практике, созданные библиотеки алгоритмов и программ, появление ЭВМ второго, а затем третьего поколений и с ними новых режимов работы позволили сформулировать требования к САПР ГЭО, как к единому программно-техническому комплексу, функционирующему совместно со специалистами разных подразделений проектного института и подрядных организаций [10, 11, 15]. В этот период разрабатываются ГОСТы [6, 7], определяющие принципы создания САПР, выполняется “Технико-экономическое обоснование развития и ввода в эксплуатацию в Ленгидропроекте САПР гидравлических станций”, создаются математические модели объектов и процессов для проведения исследований и поиска оптимальных проектных решений на ЭВМ. В качестве примеров можно привести некоторые научные разработки, выполненные в эти годы на кафедре ВИЭГ СПбГПУ. Это цифровая модель геосистемы, включающая в себя модели рельефа местности, геологии и речного стока. Это математические модели гидравлических переходных процессов в напорных и безнапорных сооружениях водопроводящих трактов ГЭС, НС и ГАЭС [2], а также технико-экономические модели связи затрат с параметрами гидроэнергетических сооружений [1]. В ряде проектных задач поиск оптимальных параметров удастся формализовать и выполнять в автоматическом режиме. Однако принятие окончательного решения и вся ответственность остается за инженером-проектировщиком.

В проектных и научно-исследовательских организациях гидроэнергетического профиля формируются библиотеки программ, используемых при проектировании. Ниже приводятся несколько названий программ, включенных в то время в каталоги программного обеспечения Ленгидропроекта и Института гидротехники.

- Автоматическое проектирование железобетонных конструкций в промышленном и гражданском строительстве.
- Расчет нестационарного температурного режима бетонных сооружений, их оснований и бетонной кладки в условиях строительства и эксплуатации.
 - Расчет русловых переформирований в нижнем и верхнем бьефах гидроузлов балансовым методом.
 - Расчет статической устойчивости сложных энергосистем.

- Автоматизированное проектирование силового электрооборудования.
- Занесение данных цифровой модели рельефа местности в базу данных.
- Расчет технико-экономических показателей многоагрегатных ветроэлектрических станций.
- Программа расчета устойчивости откосов грунтовых сооружений по методу кругло цилиндрических поверхностей обрушения.
- Определение конфигурации предельного стационарного оледенения в трубопроводе.

Выбранные из каталогов и приведенные здесь в качестве примеров программы представляют далеко не весь спектр направлений инженерной деятельности по созданию математического и программного обеспечения САПР ГЭО в организациях, проектирующих гидроэнергетические объекты.

К настоящему времени проблемы автоматизации большинства вычислительных проектных процедур решены: разработаны численные методы и алгоритмы, созданы программные комплексы. Актуальной становится задача перевода инженера-проектировщика от традиционного кульмана к электронным чертежным и вычислительным инструментам и осуществление проектирования непосредственно на ЭВМ. В то же время появляется возможность широкого использования ЭВМ в автоматизации чертежно-графических проектных процедур. Работы в этом направлении начаты еще на ЭВМ третьего поколения, когда появились графопостроители, графические дисплеи и программное обеспечение машинной графики. Но методы и принципы создания графической проектной документации начали формироваться лишь с появлением автоматизированных рабочих мест (АРМ) проектировщика. Такие АРМы на базе СМ-1420 использовались в конце 80-х – начале 90-х годов и на кафедре возобновляющихся источников энергии и гидроэнергетики для выполнения НИР и в учебном процессе подготовки специалистов - гидроэлектроэнергетиков.

С появлением в 80-х годах персональных компьютеров с объемом оперативной памяти более 8 Мбайт и графических пакетов САД-систем открылась возможность коренного изменения технологии разработки графической проектной документации. В настоящее время имеется широкий выбор графических аппаратных

средств - технического обеспечения компьютерной графики (дигитайзеров, плоттеров, лазерных принтеров, сканеров), доступных по ценам, надежных и простых в эксплуатации, а так же большой набор пакетов программ, которые могут стать графическим ядром САПР ГЭО и отдельных ее подсистем. Поэтому в настоящее время одним из главных направлений развития технологии проектирования гидроэнергетических объектов является автоматизация конструкторской деятельности инженера-проектировщика, которая в большой степени связана с выпуском чертежей сооружений и оборудования ГЭС.

В качестве ядра графических систем архитектурно-строительного проектирования в настоящее время используются такие известные пакеты, как АРКО (АПИО- центр, Москва), ARFACAD (VIKS, Нальчик), Маэстро-А (Киев), AutoArchitect (SFTDESK Inc., США). Все эти системы функционируют на базе широко распространенной по всему миру и достаточно давно поставляемой на российский рынок графической системы AutoCAD.

В области машиностроения и приборостроения используются аналогичные графические системы AutoCAD Designer (Autodesk Inc., США), CADMECH 3D (ИНТЕРМЕХ, Минск), в сфере геоинформационных систем - AutoCAD MAP, AutoCAD VQ (Autodesk) и др. Имеется и постоянно пополняется новыми разработками большой набор расширений AutoCADa по управлению данными, работе с таблицами и текстами на чертежах, созданию фотореалистических изображений объектов, анимационной трехмерной графике и т.д.

Особого внимания заслуживает графическая система AutoArhitect -комплексная система архитектурно-строительного проектирования, включающая большой набор дополнительных модулей: HVAC - проектирование систем отопления и вентиляции, Piping - трубопроводов, Steel Detailer - стальных конструкций, Hydrology - гидрологии, Eathworks - расчеты земляных работ, Landscape - ландшафтное проектирование и др. Данная графическая система решает многие задачи проектирования промышленных и гражданских зданий и она может применяться для решения отдельных проектных процедур в гидроэнергетике. Но и она, как и перечисленные выше графические системы, не содержит модулей, для автоматизации проектирования гидроэнергетических сооружений и оборудования.

Графическая система AutoCAD используется в проектировании объектов гидроэнергетики и в учебном процессе с начала 90-х годов. Ранние версии этой системы определяли в основном интерактивный режим работы проектировщика. Система при этом выполняла роль электронного кульмана. Преимущества такой технологии разработки графической проектной документации в сравнении с ручной работой невелики. Выполнение ряда операций, таких как, нанесение размеров, штриховки, надписей, многократное копирование отдельных элементов чертежа, построение симметричных элементов выполняется быстрее. Существенная экономия времени может быть при включении в чертеж стандартных фрагментов (блоков) или элементов ранее разработанного чертежа. С этой целью создавались графические библиотеки фрагментов оборудования и сооружений, например: вертикальные разрезы рабочих колес гидротурбин, профили колонн, проекции МНУ и т.п. Следует отметить и явное преимущество использования графической системы - высокая точность, гарантия качества и соблюдения

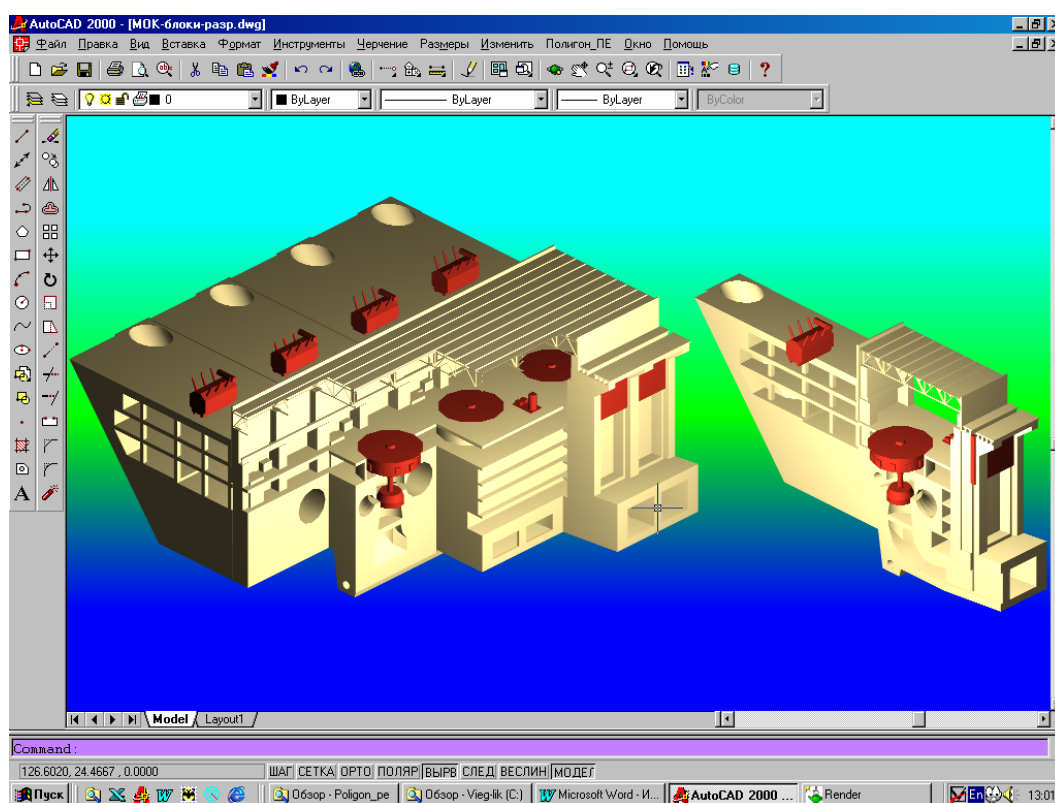


Рис. 2. Геометрическая модель гидроагрегатного блока ГЭС.

стандартов. Режимы ортогонального черчения и объектная привязка позволяют выполнять построения с точностью до 14 десятичных знаков. С появлением на рынке 12 версии AutoCADa появилась возможность работать с твердыми телами и создавать трехмерные геометрические модели проектируемых объектов. Пример такой геометрической модели гидроагрегатного блока ГЭС приведен на рис. 2.

Эта модель позволяет: автоматически генерировать чертежи объекта, быстро определять объемы, площади и инерционные характеристики элементов объекта, создавать фотореалистические виды объекта и его частей. Еще совершеннее стали более поздние версии AutoCAD'a. Ниже дается описание предлагаемой технологии разработки графической проектной документации на примере проектирования здания малой гидроэлектростанции.

Компьютерная технология проектирования зданий ГЭС. Технология проектирования здания МГЭС с помощью подсистемы, расширяющей возможности пакета AutoCAD, разработана на кафедре ВИЭГ СПбГПУ. Эта технология предусматривает возможность выполнения следующих работ [3, 4].

Создание системной версии геометрической модели здания МГЭС. Под системной версией геометрической модели проектируемого объекта понимается тот вариант модели, который создается на ЭВМ в автоматическом режиме. Такую работу выполняет программный комплекс, включающий диалоговую систему управления проектированием и программу построения модели объекта. Диалоговая система управления содержит расширение возможностей базовой системы меню AutoCAD'a (дополнительно включены пункты "Создание модели здания ГЭС", "Редактирование модели", "Разрезы", "Компоновка чертежа" и др.) и новые диалоговые окна. Соответствующие этой системе программы написаны на языках AutoLISP, DCL и DIESEL.

На рис. 3 показана система диалоговых окон, используемых при проектировании здания ГЭС на этапе обоснования типа и параметров гидротурбины. Элементы окна – ряд кнопок и текстовые поля позволяют задать тип проектируемого здания ГЭС и несколько основных параметров - уровни воды в верхнем и нижнем бьефах.

При вводе значений отметок воды система определяет и выводит в поле диалогового окна значения максимального, минимального и расчетного напоров ГЭС. Клавиши "Турбина..." и "Генератор..." в колонке "Оборудование ГЭС" позволяют

определить характеристики оборудования. При этом на экране дисплея высвечиваются соответствующие диалоговые окна. При определении параметров гидротурбины ее мощность задается с помощью скользящей шкалы, а тип определяется выбором нужного пункта в списке выбора (слева в диалоговом окне). Система выводит на экран основные параметры выбранной турбины и определяет стандартный диаметр рабочего колеса.

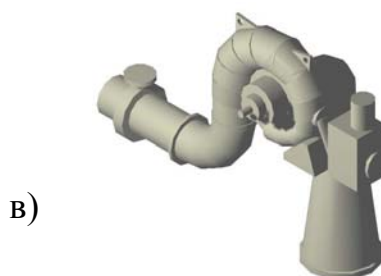
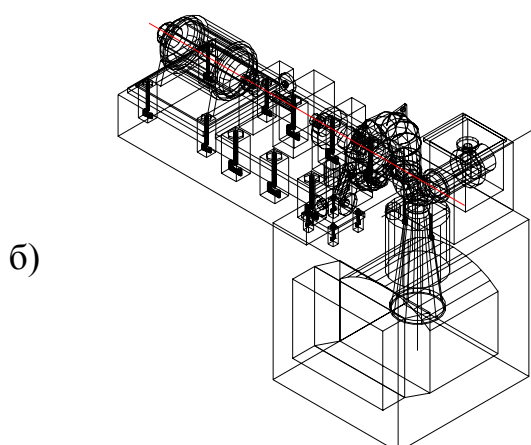
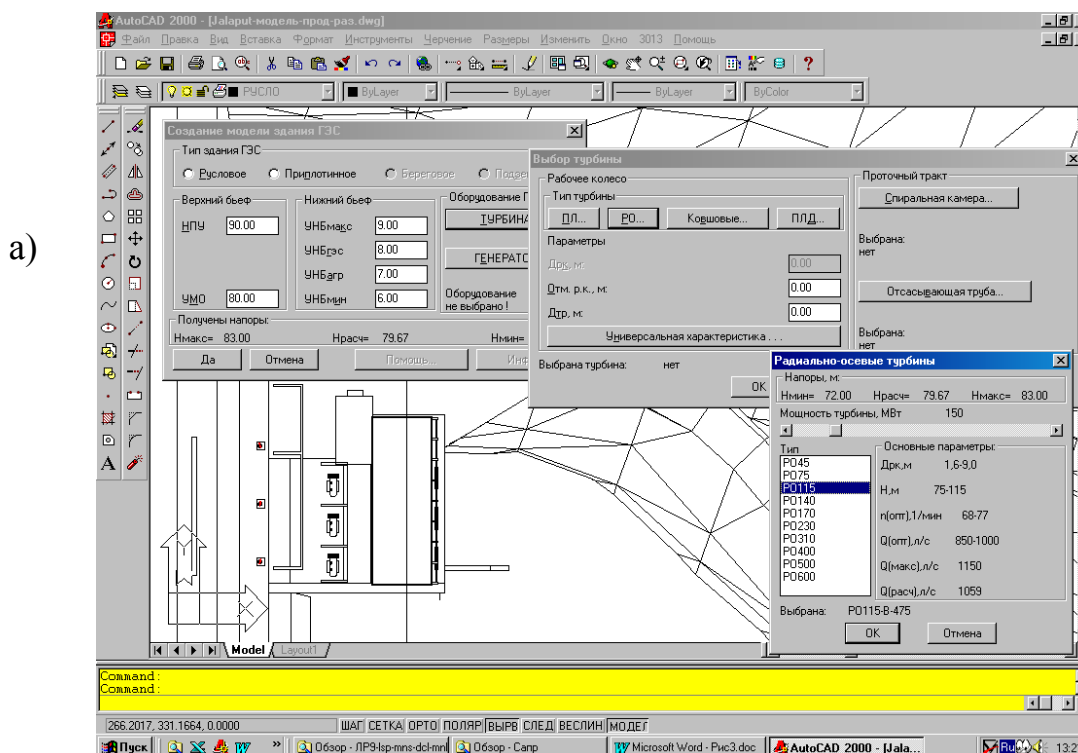


Рис. 3. Выбор основного оборудования ГЭС; а – система диалоговых окон; б – каркасная модель гидроагрегатного блока малой ГЭС; в – модель гидротурбины.

После определения входных параметров программа начинает создавать системную версию трехмерной твердотельной модели здания ГЭС. Пример состояния модели на разных стадиях ее создания показан на рис. 4. Инженер-проектировщик имеет возможность визуализировать (вывести на поверхность изображения – экран дисплея, лист бумаги, фотопленку и т.п.) электронную модель проектируемого объекта на любом этапе ее генерации и в любой проекции. При этом объект может быть представлен в виде каркасной модели, на которой отображены все ее ребра, в виде сетевой модели, на которой закрытые гранями ребра удалены (см. примеры на рис. 4) или в виде фотоизображения, как это показано на рис. 2 и 5.

Аналогично могут быть созданы системные версии моделей других сооружений проектируемой ГЭС: плотины, турбинных водоводов и т.д. С помощью программ моделирования местности формируется геометрическая модель природной среды, с которой затем взаимодействуют модели сооружений. Таким образом может быть создана модель природно-технического комплекса, в которой отображаются так же планировка местности, расчистки, откосы, дороги и т.д.

На рис. 5 показан пример такой модели малой ГЭС в каркасном, представлении и в виде фотоизображения. На рис. 6 – фрагменты модели здания ГЭС в перспективе. Изображения на рис. 6 отличаются различными координатами

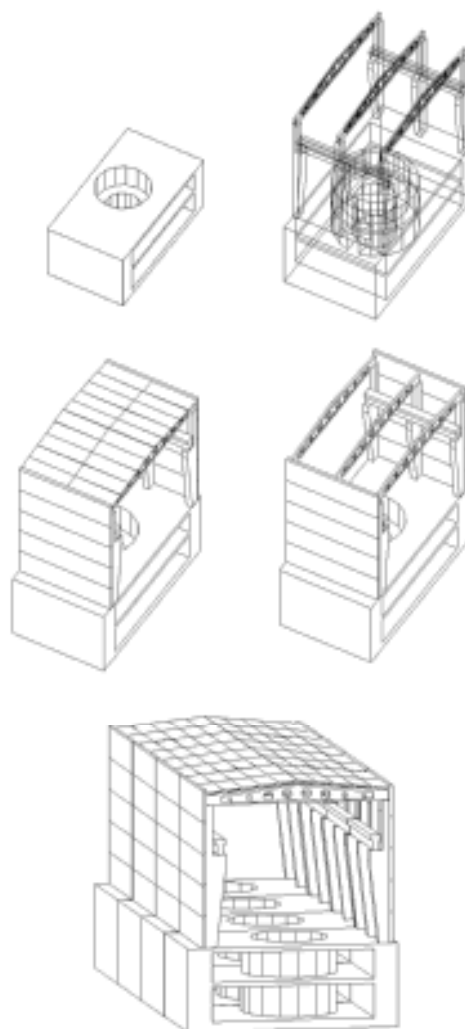
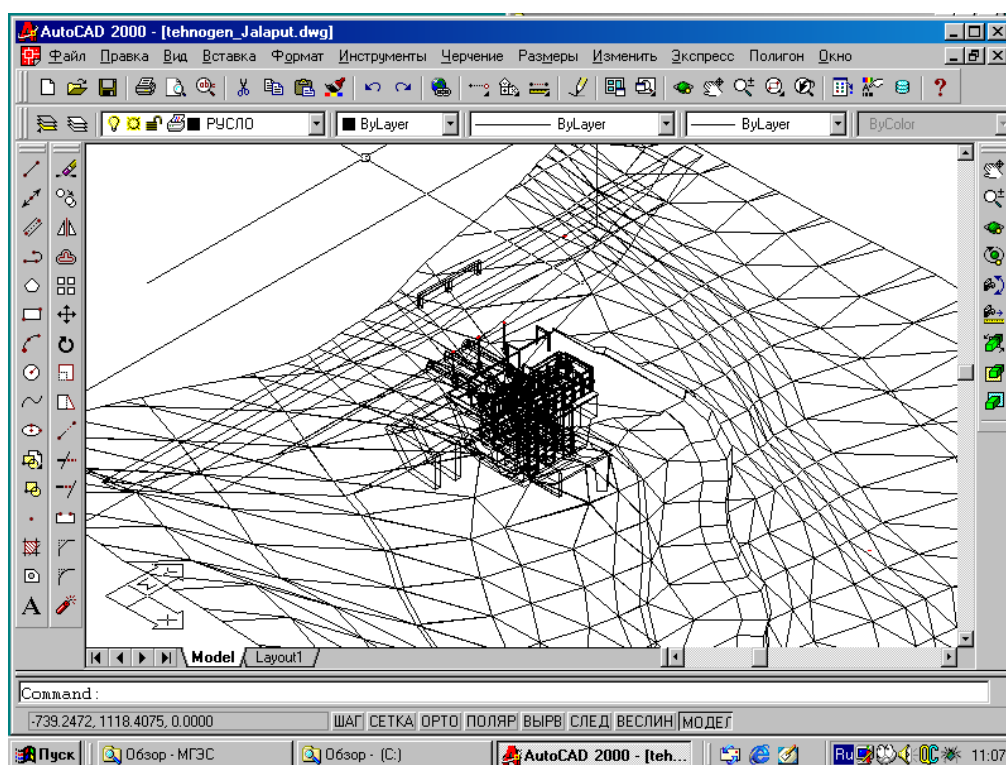


Рис.4. Вид модели здания ГЭС на различных этапах ее генерации.

а)



в)

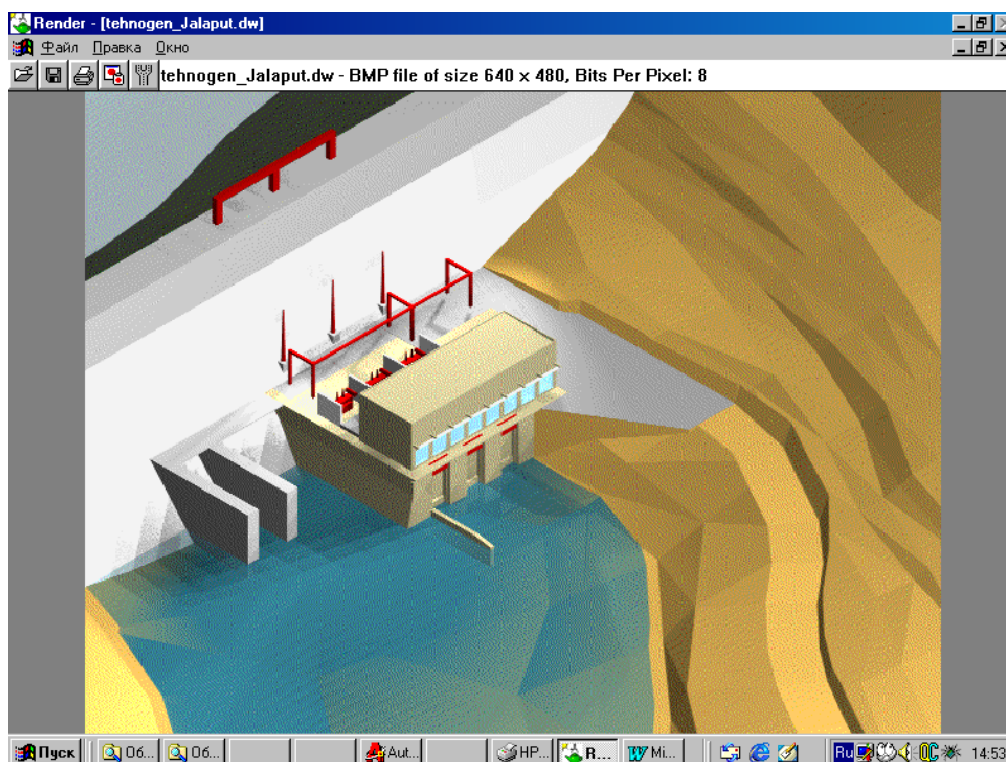


Рис. 5. Геометрическая модель малой ГЭС в изометрической проекции.
а – в каркасном представлении, в – фотоизображение.

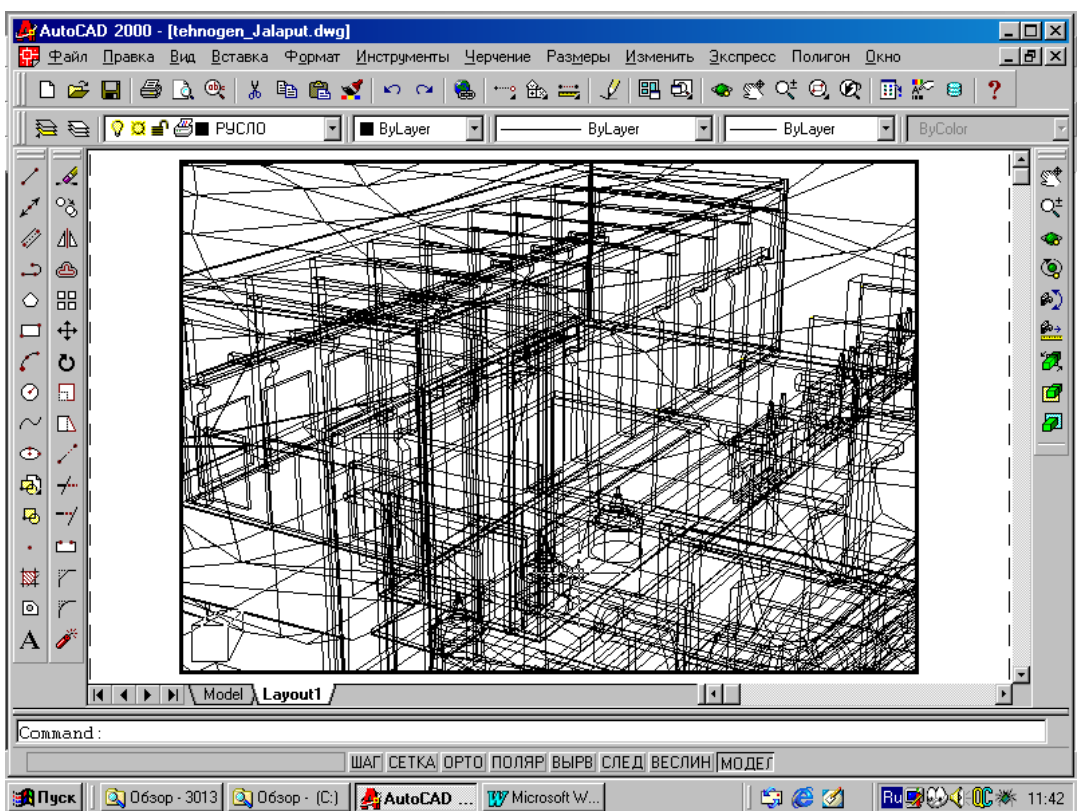
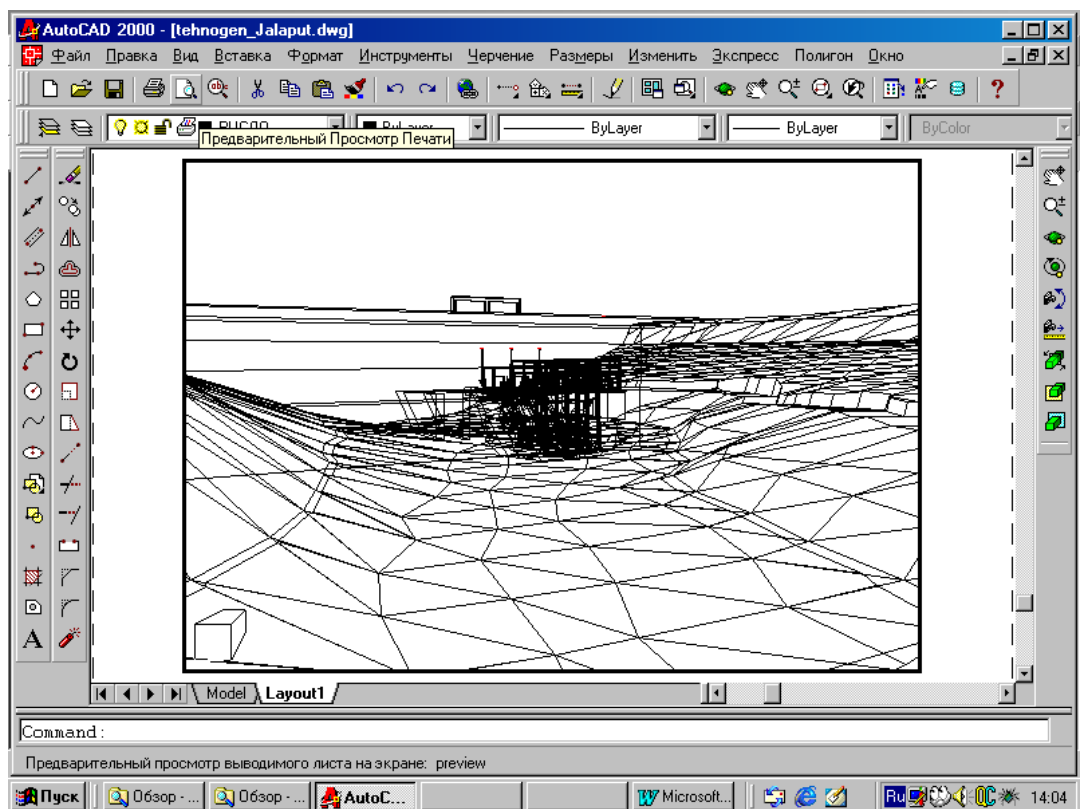


Рис. 6. Перспективные проекции модели малой ГЭС.
а – вид с нижнего бьефа, в – вид с гребня плотины.

точек зрения и точек цели. На более крупном изображении можно увидеть строительные конструкции каркаса верхнего строения здания ГЭС (колонны, подкрановые балки), гидрогенераторы и другие элементы модели.

Системная версия геометрической модели объекта, созданная в автоматическом режиме не может быть полной и окончательной. Полнота модели зависит от степени неопределенности исходных данных (разной на разных стадиях проектирования), наличия алгоритмов принятия решений (решение ряда таких вопросов не поддается формализации) и текущих возможностей самой графической системы и ее стандартных и проблемных приложений (например, 14 версия AutoCAD'а не позволяет получить некоторые сложные поверхности). Известно так же, что опытный специалист часто интуитивно находит лучшее решение, чем то, которое генерируется по заданному алгоритму. Поэтому системная версия геометрической модели объекта - это лишь исходная база для дальнейшей творческой работы проектировщика.

Редактирование геометрической модели объекта. На этом этапе проектировщик средствами AutoCAD'а и с помощью специально разработанных программ вносит необходимые с его точки зрения изменения в модель объекта. Работа ведется в интерактивном режиме. При этом проектировщик имеет возможность обращаться к базам данных с нормативно-справочной информацией, информационно-поисковым системам, графическим базам данных и математическим моделям.

Модель может дополняться включением стандартных элементов строительных конструкций и оборудования извлекаемых из графической библиотеки. Например, в модель можно перенести из базы данных лопатки направляющего аппарата турбины, маслонасосную установку и другие унифицированные компоненты, включаемые в модель. Отредактированная и принятая на данной стадии проектирования геометрическая модель объекта становится основой для получения графической проектной документации.

Последние версии AutoCAD'а позволяют организовать работу с графическими и текстовыми базами данных. Между графическими объектами (чертежа или модели) и таблицами и записями текстовой базы данных средствами AutoCAD'а могут быть установлены связи. Это позволяет автоматизировать составление и вывод на чертеж спецификаций, осуществлять поиск

и выделение геометрических элементов модели, использовать текстовые характеристики геометрической модели в вычислительных проектных процедурах. Таким образом на базе общесистемного ПО (AutoCAD, Access, Excel, Word) может быть создана единая система: Геометрическая модель – База данных – Математические модели.

Создание стандартных видов, проекций, разрезов. Средства AutoCADa позволяют выполнить разрез твердого тела любой плоскостью в любом месте. Традиционно выполняемые в проектной практике виды и разрезы здания ГЭС могут генерироваться системой автоматически по “жесткому” алгоритму. Проектировщику остается лишь выбрать в меню нужный пункт, например “Поперечный разрез по оси агрегата”, “Вид с нижнего бьефа” или “План-разрез на отметке...”. Остальное выполнит графическая система.

Однако в автоматическом режиме создаются лишь заранее определенные каким-то документом на разработку САПР виды, проекции и разрезы. Разработку специфичных, свойственных данному проекту чертежей и фрагментов чертежей, проектировщик выполняет в интерактивном режиме средствами AutoCAD’a. При этом генерация чертежа выполняется автоматически, но проекцию объекта и плоскость сечения задает проектировщик. На рис.7 приведен пример чертежа, который автоматически создан графической системой путем совмещения двух сечений модели малой ГЭС (рис. 5). При этом были заданы вертикальные секущие плоскости, направленные параллельно оси водопроводящего тракта ГЭС и проходящие по оси одного из гидроагрегатов и по осям колонн машзала.

Компоновка и редактирование чертежей. Полученные в автоматическом и интерактивном режимах фрагменты чертежей собираются на листах базовыми средствами AutoCADa (работа в режиме ЛИСТ). На рис. 8 представлен пример чертежа в процессе компоновки и редактирования.

При компоновке чертежей в него могут вставляться стандартные фрагменты чертежей оборудования и строительных конструкций из графической библиотеки. Для упрощения переноса, изменения масштабов, выполнения поворотов и зеркальных отображений используется меню и система диалоговых окон.

Создание фотореалистичных видов объекта и его частей. AutoCAD с набором расширений по визуализации позволяет

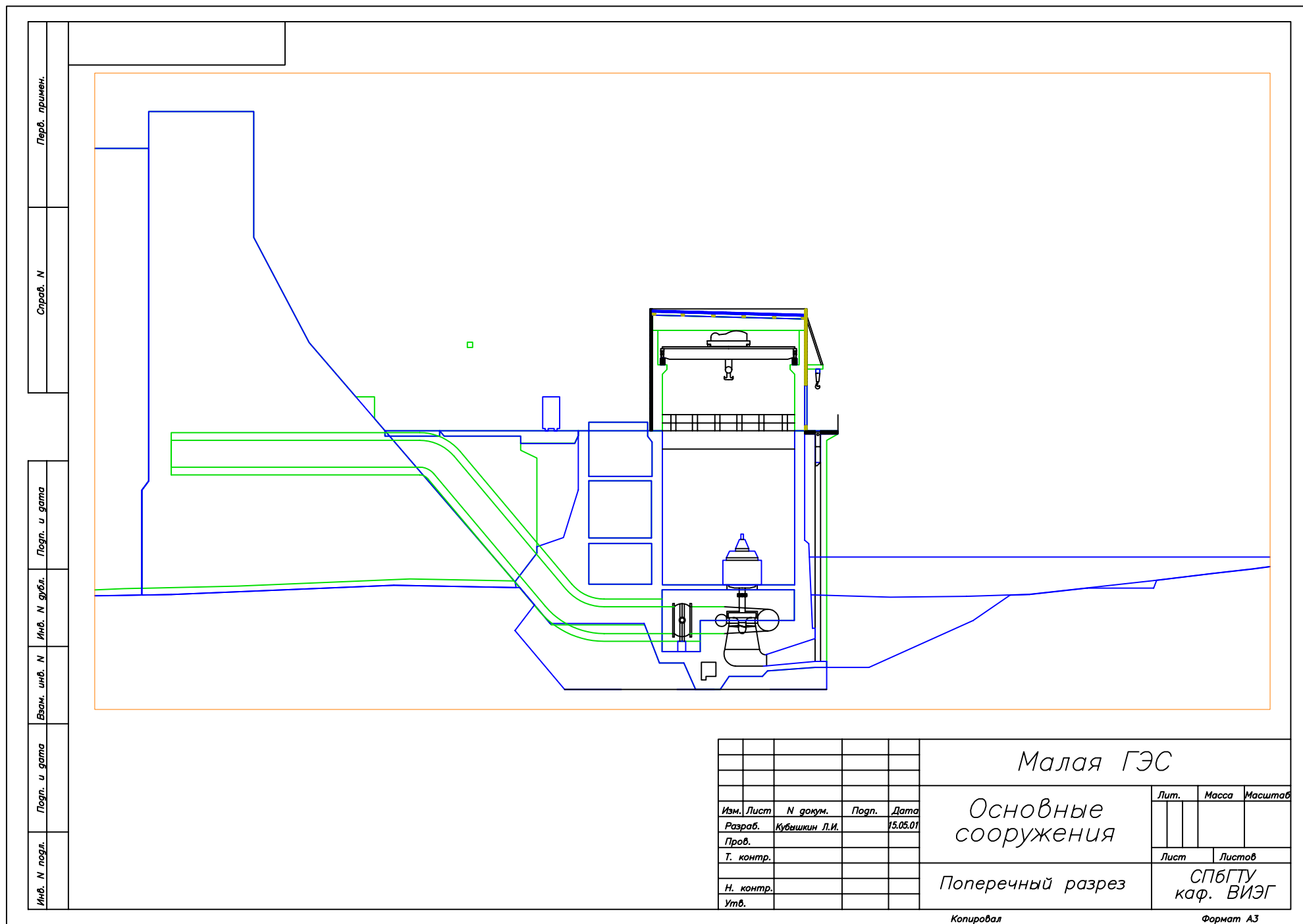


Рис. 7. Поперечный разрез сооружений ГЭС.

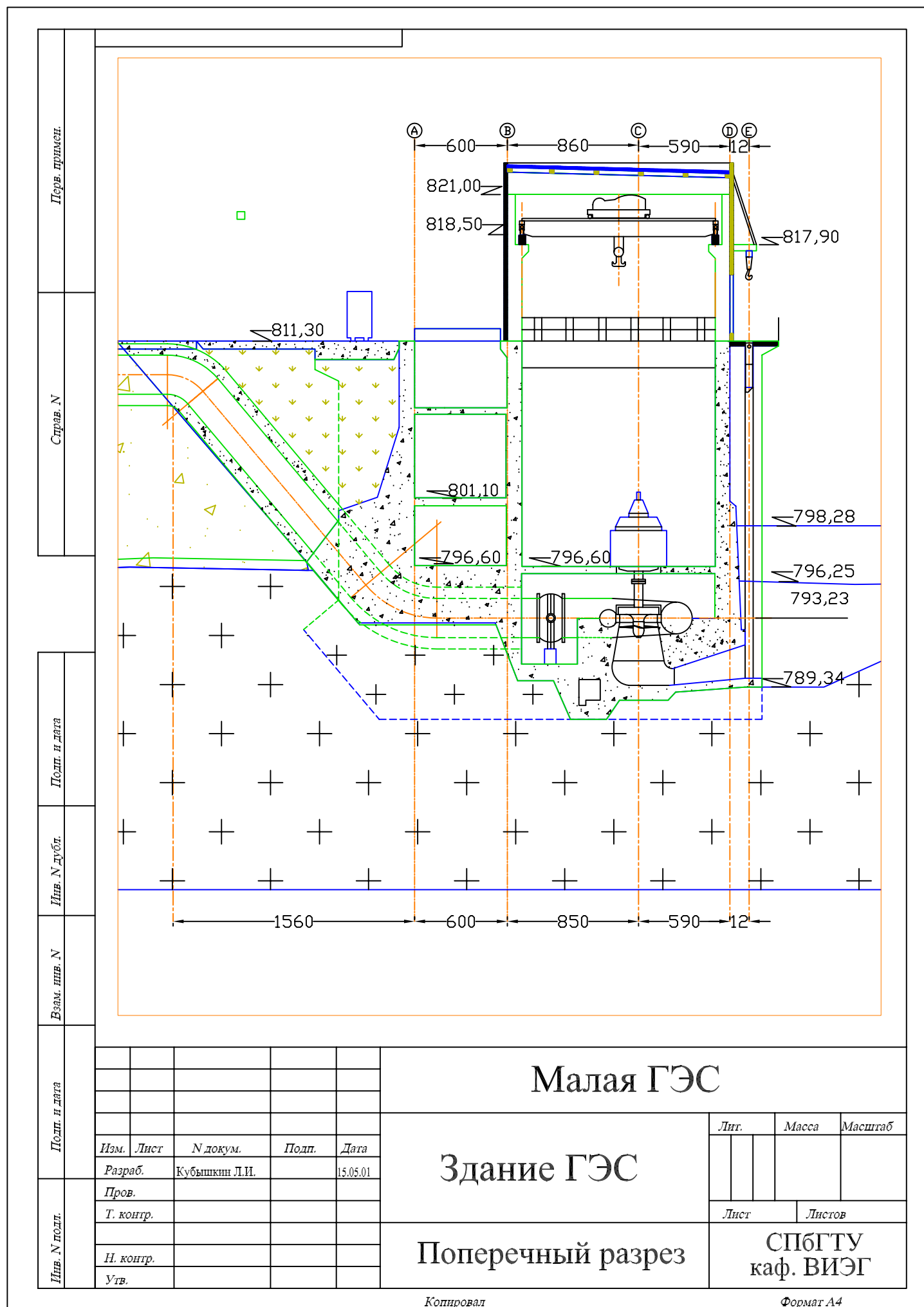


Рис. 8. Пример чертежа в процессе доработки
в интерактивном режиме.

создавать любые сцены, т.е. определять вид объекта или его части, задавать, точку зрения, цвета и фактуры поверхностей, расположение точечных и удаленных источников света. Чертежи объекта и сцены могут быть превращены в слайды - компактные растровые файлы для демонстрации на совещаниях, конференциях, презентациях. Пример демонстрационного плаката представлен на рис. 9. Возможность вывода слайдов на цветной лазерный принтер позволит представить в проектной документации объект в более полном и наглядном виде. Имеются программные и технические средства, позволяющие ввести в систему фотографии ландшафта и наложить на них соответствующие виды запроектированного объекта, что еще больше повышает наглядность проектной документации.

Еще один способ представления запроектированного объекта - создание стереочертежей, стереослайдов и стереофильмов. На основе трехмерной геометрической модели легко получить пару чертежей центральных проекций объекта для двух центров проекции, соответствующих положению двух глаз наблюдателя. Аналогично получаются цветные пары фотореалистичных стереоизображений проектируемого объекта из которых может создаваться стереофильм. Такие возможности позволяют не только повысить наглядность проекта, но и обнаружить ошибки при проектировании зданий, технологического оборудования и инженерных сетей сложной пространственной конфигурации. В настоящее время для визуализации объектов могут использоваться расширения AutoCADa: AutoVISION, Autodesk 3D Studio, Autodesk Animator и др.

Представленная здесь технология выполнения чертежно-графических проектных процедур реализована на базе следующего технического и базового программного обеспечения. Аппаратные средства: персональный компьютер с оперативной памятью объемом 64 - 128 Мбайт, НМЖД емкостью 9,3 Гбайт, дисплей LG Flatron 775FT с экраном 17" и разрешением 1024x728, видеокарта S3 Savage 3D, 8Мбайт, дигитайзер, плоттер HP Design Jet 500 (формат A1), лазерный принтер HP Laser Jet 1100 (формат A4), струйный цветной принтер HP Desk Jet 1125C (Формат A3). Базовое программное обеспечение: Windows 97, AutoCAD 2002.

Для создания проблемного программного обеспечения - системы меню и диалоговых окон, программ генерации твердотельной модели здания ГЭС, команд редактирования модели и чертежа использовались встроенные в AutoCAD языки



Рис. 9. Пример демонстрационного плаката.

программирования AutoLISP, DCL и DIESEL. Проектирование диалога осуществлялось с учетом ориентации системы на инженера проектировщика. В языке общения с системой используются понятия, терминология и нормативы ОСТов, известные специалистам - гидроэнергетикам. Следует отметить, что создаваемое программное обеспечение AutoCAD'а будет совместимо с новыми версиями этого графического пакета, которые будут появляться в будущем. Один из принципов разработки САПР – совместимость, в данном случае обеспечивается фирмой Autodesk при совершенствовании пакета AutoCAD и создании на его базе других программных продуктов.

Адаптация графической системы и проблемного программного обеспечения проектирования малых ГЭС. В основу разработки системы проектирования малых ГЭС могут быть положены разные концепции:

- создание уникальной отраслевой САПР ГЭС с проектированием и разработкой всех видов обеспечения САПР;
- использование (приобретение) готовой САПР с ее последующей адаптацией;
- создание САПР МГЭС на базе имеющихся программных комплексов.

В 80-х годах в институтах Гидропроект была предпринята попытка реализации первой концепции, в соответствии с которой предполагалось на территории СССР создать единую вычислительную сеть Гидропроекта, объединяющую все отделения института с головной организацией. В технико-экономическом обосновании развития и ввода в эксплуатацию САПР ГЭС изложены требования к техническому, математическому, программному и информационному обеспечению разрабатываемой системы. В начале 90-х годов по известным причинам эта работа была прекращена. Сегодня создание такой системы невозможно.

Приобретение готовой САПР, ориентированной хотя бы в малой степени на проектирование малых ГЭС так же нереально. Очевидно, такие программные продукты не появятся на рынке и в обозримом будущем, так как число пользователей САПР МГЭС невелико и создание такой САПР с точки зрения разработчиков программных продуктов экономически неэффективно.

В сегодняшних условиях наиболее реален третий путь решения проблемы автоматизации проектирования малых ГЭС, предполагающий: максимальное использование доступного по цене и соответствующего требованиям САПР МГЭС общего программного обеспечения, адаптацию этого ПО, разработку

соответствующих интерфейсов и создание приложений к этим программным продуктам, позволяющих выполнять необходимые вычислительные и графические проектные процедуры. Используемые в САПР МГЭС пакеты программ должны иметь встроенные системы программирования на языках высокого уровня, они должны позволять создавать как пользовательские интерфейсы на профессиональном языке проектировщика, так и межпрограммные интерфейсы, позволяющие передавать данные о проектируемых объектах из одного программного комплекса в другой.

В САПР МГЭС могут использоваться так же готовые прикладные программные комплексы для выполнения расчетов прочности конструкций и сооружений, обоснования параметров сооружений и оборудования, сметно-финансовых расчетов и т.д. Например, для выбора типа и обоснования параметров гидротурбины МГЭС целесообразно использовать программный комплекс, разработанный в ЛО Гидропроект (см. рис. 10). Этот комплекс работает в среде Excel и включает базу данных по гидротурбинам, программы расчетов по определению параметров гидротурбины и построению рабочих, универсальных и эксплуатационных характеристик гидротурбин.

Текстовые базы данных проектируемых объектов, сооружений, оборудования и строительных конструкций могут формироваться в среде Access. Графические базы данных – в среде AutoCAD. Один из компонентов графической системы *AutoCAD SQL Extension* позволяет считывать информацию из внешних баз данных и связывать объекты AutoCAD'а с записями таблиц БД. Между записями таблиц текстовой базы данных и графическими объектами на чертежах и в геометрических моделях могут быть установлены связи. Это позволит автоматизировать составление спецификаций, нанесение надписей на чертежи, поиск нужных графических объектов или текстовых и числовых данных.

Часть расчетов при выполнении проектной процедуры удобнее выполнить в среде AutoCAD'а (например, вычисление площадей, периметров, объемов, инерционных характеристик проектируемых конструкций). Результаты вычислений из графической системы могут быть переданы в базу данных Access, а затем - в вычислительную среду САПР МГЭС (например в систему Excel), где будут использованы в качестве исходных данных для выполнения, например, расчетов на прочность, определения стоимостных оценок или моделирования гидравлических переходных процессов.

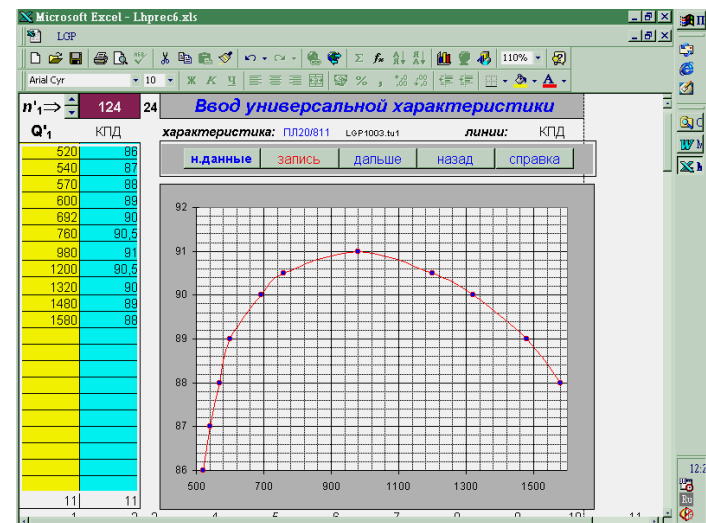
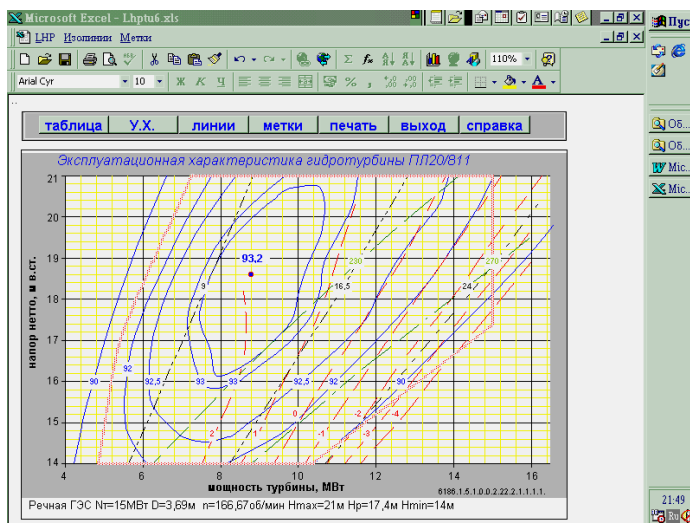
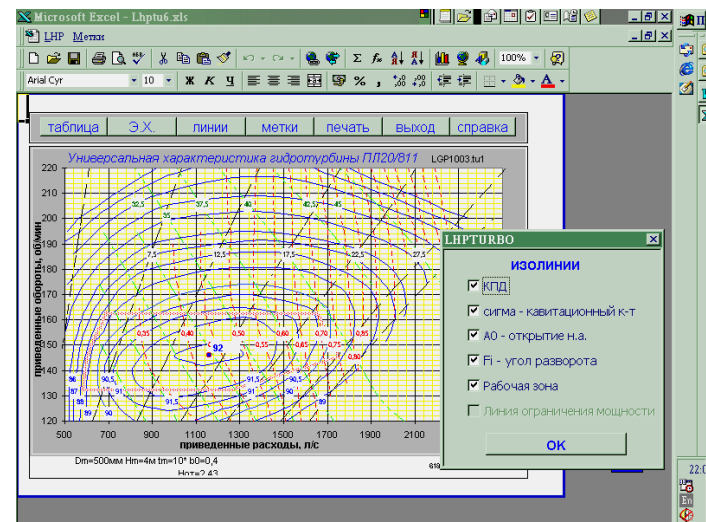
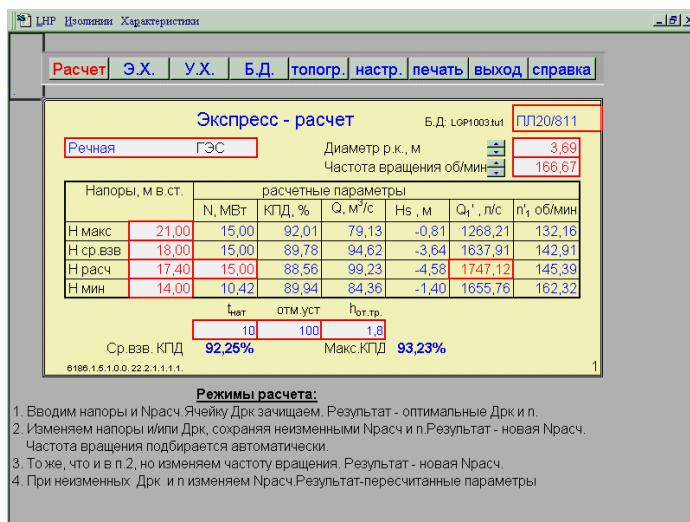


Рис. 10. Примеры диалоговых окон процедуры выбора и обоснования параметров гидротурбины.

На рис. 11 представлена схема взаимодействия пакетов AutoCAD, Excel и Access при решении одной из инженерных задач – обосновании возможности использования энергии биогаза, выделяющегося на полигоне твердых бытовых отходов (ТБО). Совместную работу этих пакетов обеспечивает созданное пользователем LISP-приложение, которое выполняет следующие функции:

1. Модифицирует меню AutoCAD'а, добавляя в строку меню новый пункт *Полигон*. При выборе этого пункта начинает работать диалоговая среда пользователя (падающее и каскадные меню, диалоговые окна и соответствующее прикладное программное обеспечение) – 1 на рис. 11.
2. Создает в автоматизированном режиме трехмерную твердотельную модель полигона ТБО. Эта модель может соответствовать текущему состоянию полигона в процессе его многолетней эксплуатации. При этом в модели отображаются не только его геометрические характеристики, но и физические свойства отходов, отсыпаемых в карты полигона (например, удельная плотность и температура отходов, коэффициент разложения, количество активного углерода), а также такие данные, как: тип отходов (например, строительный мусор, ил, органика и т.п.), источник поступления и дата заложения отходов в полигон.
3. Выполняет расчеты по определению объемов отходов разного типа для каждого слоя полигона и формирует таблицу исходных данных для моделирования процесса эмиссии биогаза и передает эти данные в базу данных Access (2 на рис. 11) и вычислительную среду Excel (3).

В среде Excel реализовано несколько математических моделей эмиссии биогаза на полигоне бытовых отходов. Пример результатов моделирования этого процесса в виде таблицы, графиков – зависимостей объемов биогаза от времени, полученных на разных математических моделях, и диаграммы распределения биогаза над полигоном, представлен на рис. 11 (5). Результаты моделирования экспортируются в БД (3). Между объектами AutoCAD'а (слоями полигона и картами) и записями таблиц базы данных установлены связи (2). Это позволяет извлекать из БД характеристики любого элемента полигона простым указанием на него на модели, размещать эти характеристики на чертежах полигона или, если необходимо, редактировать их, создавать в процессе эксплуатации различные текстовые и графические документы, отражающие текущее состояние полигона ТБО, решать различные задачи планирования и управления этим объектом.

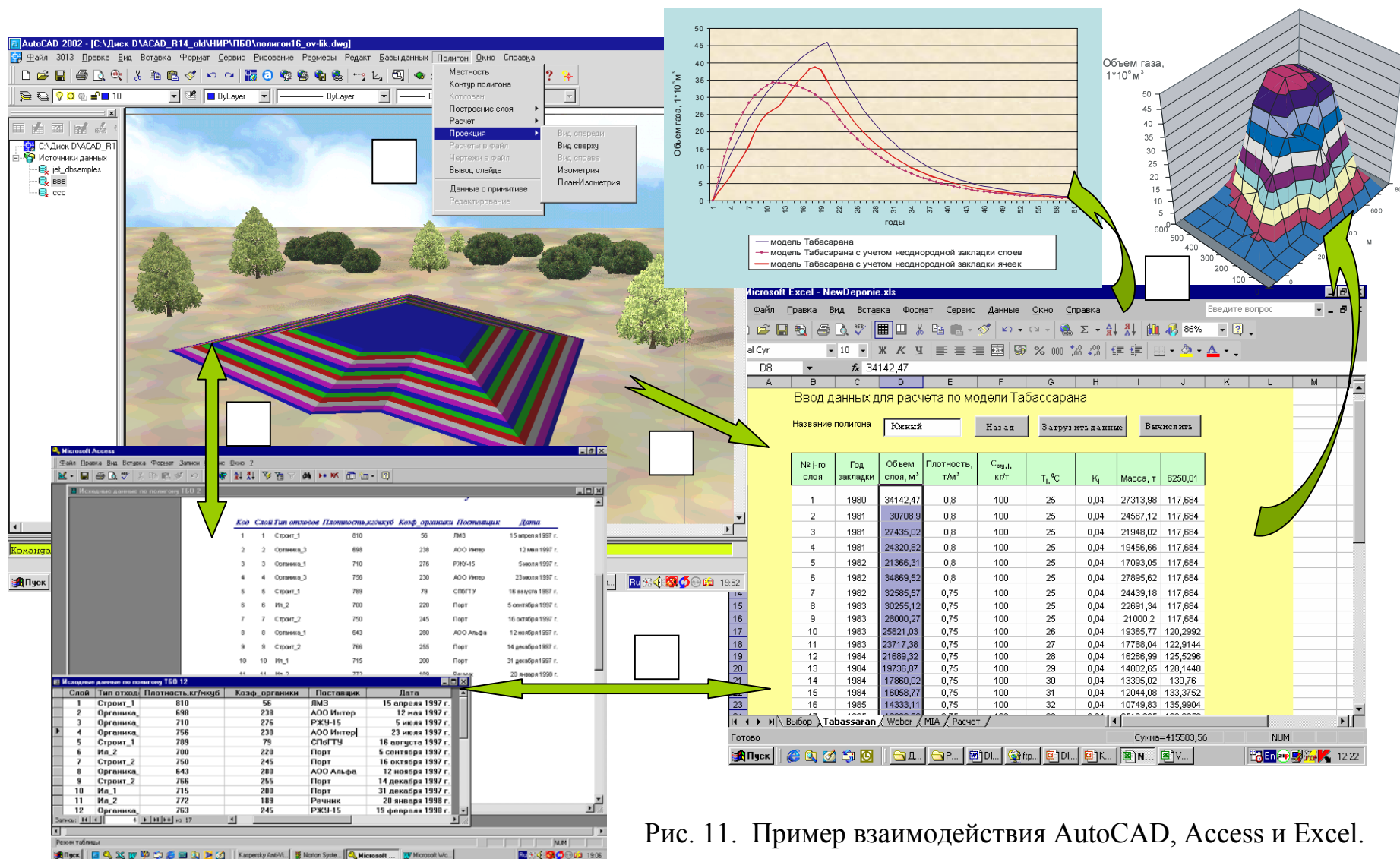


Рис. 11. Пример взаимодействия AutoCAD, Access и Excel.

На кафедре ВИЭГ ведутся работы по реализации такого направления автоматизации проектирования объектов нетрадиционной и возобновляемой энергетики: создаются межпрограммные интерфейсы, позволяющие передавать данные между различными программными комплексами, разрабатываются пользовательские интерфейсы – системы меню и диалоговые окна, а так же программы, позволяющие автоматизировать вычислительные и графические проектные процедуры. Наколенный на кафедре опыт позволяет рекомендовать использовать при автоматизации проектирования сооружений малых ГЭС в качестве графической среды систему ACAD2002, а для создания баз данных использовать систему Access. Для выполнения вычислительных проектных процедур могут использоваться как система Excel, так и другие вычислительные системы или программные комплексы, разработанные гидроэнергетиками. Связь между ними и графической системой может осуществляться через базы данных.

Изложенные здесь принципы адаптации общего программного обеспечения и интегрирования различных программных комплексов в единую среду с целью автоматизации проектирования сооружений малых ГЭС апробированы в реализованном на кафедре ВИЭГ математическом и программном обеспечении. Развитие этой методики предполагает разработку следующих компонентов обеспечения САПР МГЭС:

1. Информационное обеспечение, в первую очередь создание текстовых и графических баз данных по стандартному гидроэнергетическому оборудованию и унифицированным строительным конструкциям МГЭС;
2. Математическое и программное обеспечение – разработка встроенных в общее программное обеспечение функций, автоматизирующих выполнение вычислительных и чертежно-графических процедур;
3. Лингвистическое обеспечение - в первую очередь создание диалоговой среды проектирования малых ГЭС;
4. Межпрограммный интерфейс - обеспечение преобразования и передачи данных между компонентами общего программного обеспечения;
5. Методическое обеспечение – подготовка технической документации по использованию вышеперечисленных видов обеспечения при проектировании малых ГЭС.

Студенты и аспиранты кафедры при выполнении своих квалификационных выпускных работ (дипломных проектов, магистерских и кандидатских диссертаций) разрабатывают и включают в графическую систему новые приложения.

ПЕРВЫЕ ШАГИ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ AutoCAD

Общие рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Все файлы, созданные студентом, следует хранить в своей папке на сервере. Студент создает такую папку на сервере в разделе своей группы перед выполнением первой лабораторной работы. В качестве имени папки рекомендуется использовать фамилию студента.

Каждая лабораторная работа начинается с копирования личной папки студента с сервера на компьютер в раздел **...\AutoCAD 2002RUS\3013**. Из этой папки загружаются в графическую систему файлы, созданные студентом в предыдущих сеансах связи с ЭВМ. Сюда же помещаются файлы – результат текущей работы студента.

После копирования личной папки загружается графическая система AutoCAD и открывается файл чертежа студента или файл – прототип чертежа новой лабораторной работы. Рекомендуется первые работы выполнять с определенной “стандартной” настройкой графической системы. При этом окно графической системы должно выглядеть так, как показано на рис.1.1б (см. строку меню и панели инструментов). Установить такую конфигурацию окна можно сделав текущим профиль **3013.arg** [*СМ / Сервис / Настройка...* страница *Профили*]. Если в списке “Имеющиеся профили” профиля **3013.arg** нет, его следует импортировать клавишей *Импорт...* из папки **Student** на сервере. При завершении лабораторной работы личная папка студента перемещается на сервер в раздел своей группы.

Файлы графической системы AutoCAD.

Объекты, создаваемые пользователем в среде AutoCAD’а, как правило сохраняются в файлах чертежа. Эти файлы имеют расширение .dwg. В файлах чертежей хранятся не только чертежи и/или геометрические модели. В них сохраняются многие системные переменные, в том числе, определенные пользователем, блоки, созданные пользователем, ссылки на растровые изображения, вставленные пользователем в чертеж и другая информация.

Для создания нового файла чертежа могут использоваться стандартные или созданные пользователем файлы – прототипы. В AutoCAD’е принято таким файлам давать расширение .dwt.

Стандартные файлы чертежей-прототипов настроены на определенные режимы работы, но пользователь имеет возможности перенастроить открытый файл – прототип по своему усмотрению: выполнить загрузку в файл чертежа необходимых типов линий, создать свои текстовые и размерные стили, изменить единицы измерений, включить нужные опции объектной привязки, создать новые слои чертежа и т.д. При перенастройке файла чертежа изменяются значения системных переменных, но начинающий пользователь может не разбираться с именами и значениями сотен переменных. Для быстрого и простого изменения их значений используются соответствующие команды, пункты меню и диалоговые окна.

Сохранение чертежа в формате файла обмена (расширение .dxf) позволяет использовать графическую информацию в прикладных программах (например в программе на языке Паскаль, моделирующей гидравлические процессы в водоводах ГЭС). Прикладная программа может изменять графическую информацию файла обмена. Измененный файл обмена может быть вновь открыт в AutoCAD'е для дальнейшей работы.

Изображения, создаваемые в графической системе, в том числе фотореалистические, могут сохраняться в растровых файлах различных типов (см. табл.1.1). Растровые изображения можно вставлять в файлы чертежей. В таблице приведен перечень типов файлов, с которыми студенты имеют дело при выполнении лабораторных работ по компьютерной графике.

Инструменты управления графической системой. Структуризация экрана. При запуске AutoCAD'а на экране дисплея появляется окно графической системы (см. рис. 1.1). Видимое на экране изображение можно структурировать следующим образом (разделить на следующие зоны): строка меню – 1, панели инструментов – 2а ... 2г (“Стандартная”, “Свойства объектов”, “Рисование” и “Редактирование” соответственно), графическая зона – 3, линейки прокрутки графической зоны – 4, зона команд – 5, статусная строка – 6а, закладки пространств чертежа – 7. В графической зоне отображается содержимое загруженного файла чертежа – 8, графический указатель – 9 и пиктограмма системы координат – 10. Выбор одного из пунктов в строке меню приводит к появлению соответствующего падающего меню – 11. При указании на пункт падающего меню в статусной строке появляется пояснение по выбранному пункту – 6б. Треугольник в пункте падающего меню означает, что при выборе этого пункта появится каскадное меню – 12, а многоточием отмечены пункты, вызывающие появление диалогового окна (см. рис. 1.2).

Таблица 1.1.

Тип файла	Описание файла	Команды (пункты меню), работающие с файлами
.dwg	Файл чертежа	Файл / Новый... Файл / Открыть... .dwt Файл / Сохранить как...
.dwt	Файл-прототип (шаблон) чертежа	
.dxf	Файл обмена	
.bak	Резервная копия файла чертежа	
.prn	Файл вывода чертежа на печать	Файл / Печать...
.dwg	Файл чертежа	Файл / Экспорт...
.bmp	Растровый файл чертежа	
.3ds	Файл чертежа в формате 3D Studio	
.bmp	Растровые файлы	Вставка/Растровое изображение...
.gif		
.ipg		
.pcx		
.tga		
.tif		
.sld	Файл слайда	Слайд (_Vslide) Дслайд (_Mslide)
.slb	Файл библиотеки слайдов	
.bmp	Растровые файлы	Сервис / Изображение...
.tga		
.tif		
.arg	Файл профиля	Сервис / Настройка... (стр. Профили)
.scr	Файл пакета команд	Сервис / Пакет...
.dcl	Файл конструкции диалогового окна	Сервис / Приложения... Сервис / Адаптация...
.lsp	Файл программы на языке AutoLISP	
.mnc	Скомпилированный файл меню	
.mnl	Файл Лисп-функций для меню	Сервис / АвтоLISP / Редактор VisualLISP
.mns	Исходные файлы меню	
.mnu		
.log	Файл протокола работы пользователя	

Часть графической зоны может быть отведена для вывода на экран дисплея диалоговой панели “Свойства” - 13. Эта панель позволяет просматривать и редактировать параметры и свойства примитивов чертежа. В графической зоне могут так же появляться панели курсорных меню. Набор пунктов таких меню зависит от того, где находился курсор в момент нажатия на правую клавишу

мыши: в графической зоне, в статусной строке, в зоне команд, на панели инструментов и т.д.

Графическая система AutoCAD имеет удобный дружественный пользовательский интерфейс. Пользователь общается с системой, используя для этого клавиатуру или меню и диалоговые окна или панели инструментов (см. рис. 1.1). При этом в процессе выполнения команды пользователь может выбирать любые способы ввода, например, начать выполнение команды с помощью клавиши панели инструментов, далее продолжить диалог, используя меню и диалоговое окно, а затем ввести координаты точек с помощью локатора или клавиатуры. Информация о реакции системы на указания пользователя отображается в зоне команд (см. рис. 1.1). Многие команды системы имеют несколько модификаций. На рис. 1.1б показано падающее и каскадное меню в момент ввода команды ПОКАЗАТЬ (*_Zoom*) и ее модификации *Рамка* (*_Window*). Эти меню появятся, если в строке меню выбрать пункт *Вид*, а в появившемся падающем меню этого выбрать пункт *Зумирование*>. Команда ПОКАЗАТЬ будет активизирована после выбора в каскадном меню одной из опций. В данном примере выбрана опция *Рамка* [*CM / Вид / Зумирование*> / *Рамка*]. Графическая система активно участвует в диалоге с пользователем, выводя в зону команд подробные пояснения действий пользователя. Ниже дается текст диалога команды ПОКАЗАТЬ (см. так же зону команд на рис. 1.1.б) и пояснения к нему.

Пример 1.1.

```
Команда: '_zoom
Укажите угол рамки, введите масштаб (nX или nXL), или
[Все/Центр/Динамика/Границы/Предыдущий/Масштаб/Рамка]
<реальное время>: _w
Первый угол: + ↓ЛКМ Противоположный угол: 433,251↵
Команда: ↵
ПОКАЗАТЬ
Укажите угол рамки, введите масштаб (nX или nXL), или
[Все/Центр/Динамика/Границы/Предыдущий/Масштаб/Рамка]
<реальное время>: Esc
*Прервано*
```

В первой строке графическая система вывела имя выбранной в меню команды ПОКАЗАТЬ с опцией *Рамка*. Апостроф в начале говорит о том, что данная команда может выполняться внутри другой команды, а подчеркивание перед именем команды обозначает, что в русскоязычной версии AutoCAD'а имя выведено в оригинальном (англоязычном) написании.

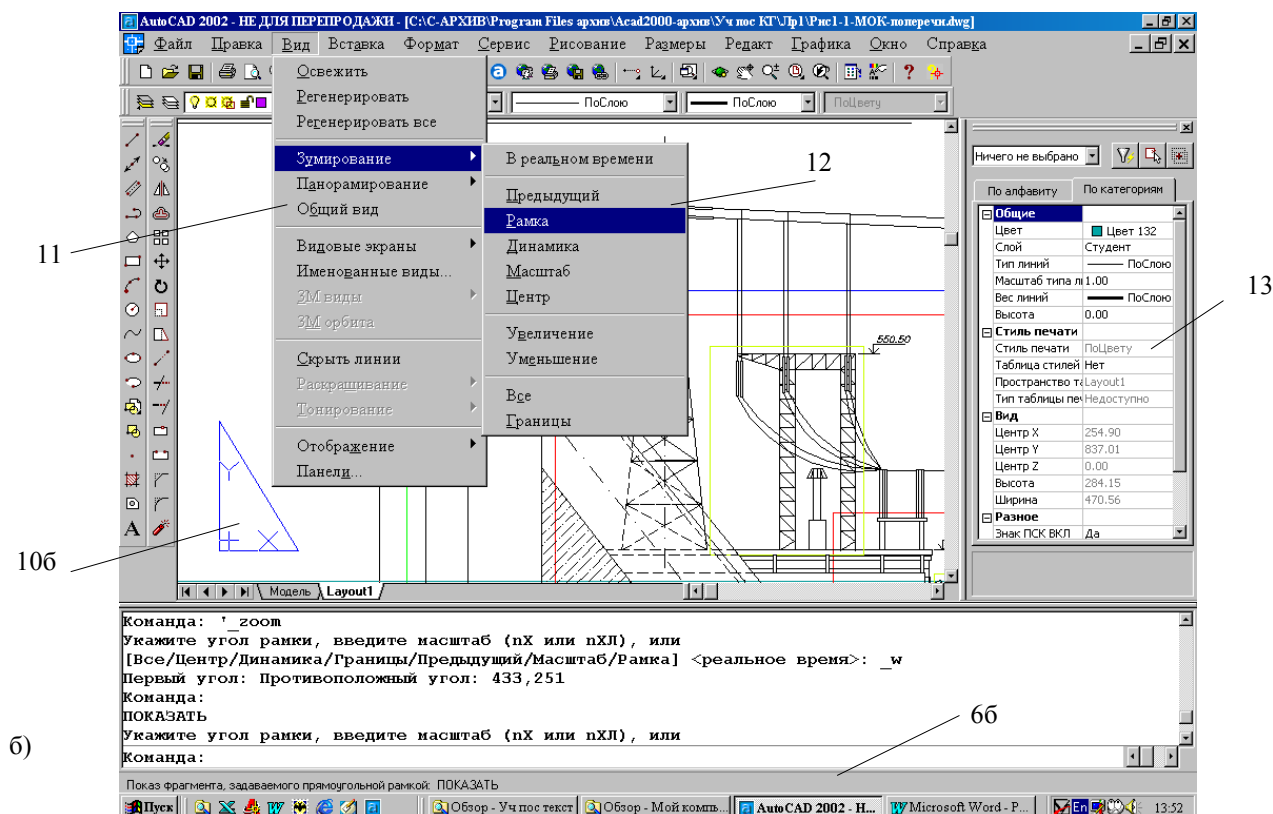
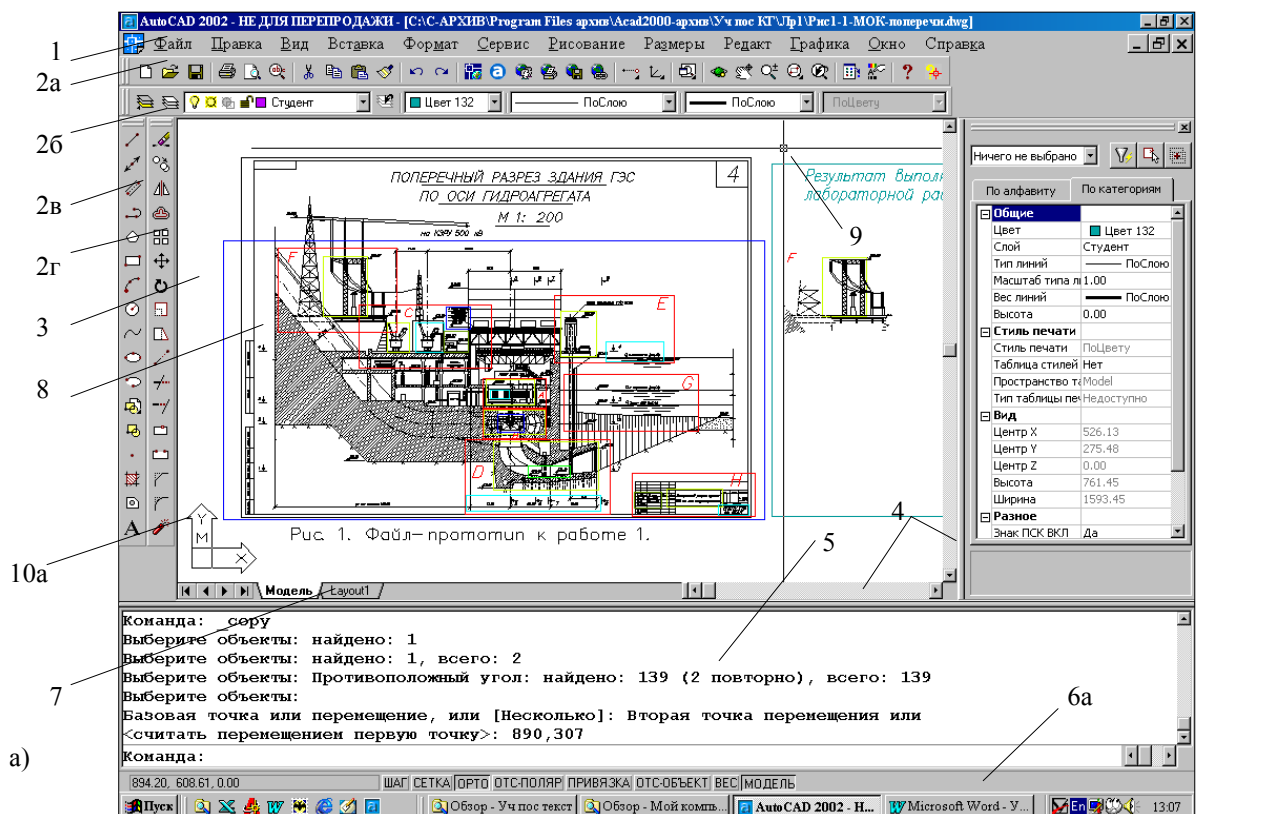


Рис. 1.1. Структуризация экрана.

Во второй и третьей строках система предлагает пользователю указать рамкой фрагмент чертежа, который надо вывести в увеличенном виде. Можно так же ввести коэффициент масштабирования n с символом X (масштабирование относительно текущего изображения) или с символами XL (масштабирование пространства *Модель* относительно пространства *Лист*) или выбрать один из других алгоритмов выполнения команды ПОКАЗАТЬ, определенный опциями в квадратных скобках. В угловых скобках указан алгоритм, принимаемый по умолчанию – *реальное время* (увеличение или уменьшение изображения путем перемещения мышью пиктограммы масштабирования по экрану вверх или вниз). Такой вариант будет выполнен, если пользователь вместо ввода опции нажмет клавишу **Enter**. Поскольку пользователь выбрал в каскадном меню опцию *Рамка*, графическая система выводит символы `_w` (*Рамка* - *_Window*).

В ответ на выбор пользователя графическая система предложила указать первый угол рамки. Пользователь может ввести координаты угла с клавиатуры или указать первый угол рамки в графической зоне мышью (перекрестием локатора). В данном примере координаты первого угла введены локатором и их значения в зону команд в этом случае не выводятся. Далее система просит указать второй угол рамки фрагмента чертежа. Координаты этого угла введены с клавиатуры. Команда выполнена и в графической зоне на рис. 1.1б можно видеть увеличенный фрагмент чертежа, а в зоне команд в следующей строке - слово *Команда:*, означающее готовность системы к приему следующей команды.

Нажатием на клавишу **Enter** можно повторить выполнение предыдущей команды. В этом случае система выводит в зону команд имя команды в русскоязычной версии ПОКАЗАТЬ. Диалог повторяется, однако вместо ввода с клавиатуры имени опции, пользователь нажимает клавишу **Esc** и тем самым прекращает выполнение команды. Графическая система сообщила о том, что выполнение команды прекращено и предложила пользователю ввести следующую команду.

Любая команда может вводиться пользователем с клавиатуры или с помощью меню или нажатием на одну из клавиш панелей инструментов в тот момент, когда система ждет ввода команды. О таком состоянии системы свидетельствует сообщение *Команда:* .

Для указания опции команды не обязательно вводить ее полное имя, достаточно ввести заглавные буквы, как это показано в примере (вместо `_windows` введено только `_w`). Часто имя опции отображается в зоне команд с несколькими заглавными буквами,

например: *_CEnter* – опция команды ДУГА (*_arc*), *_ENDpoint* – опция объектной привязки. В этих случаях следует вводить соответственно две или три буквы.

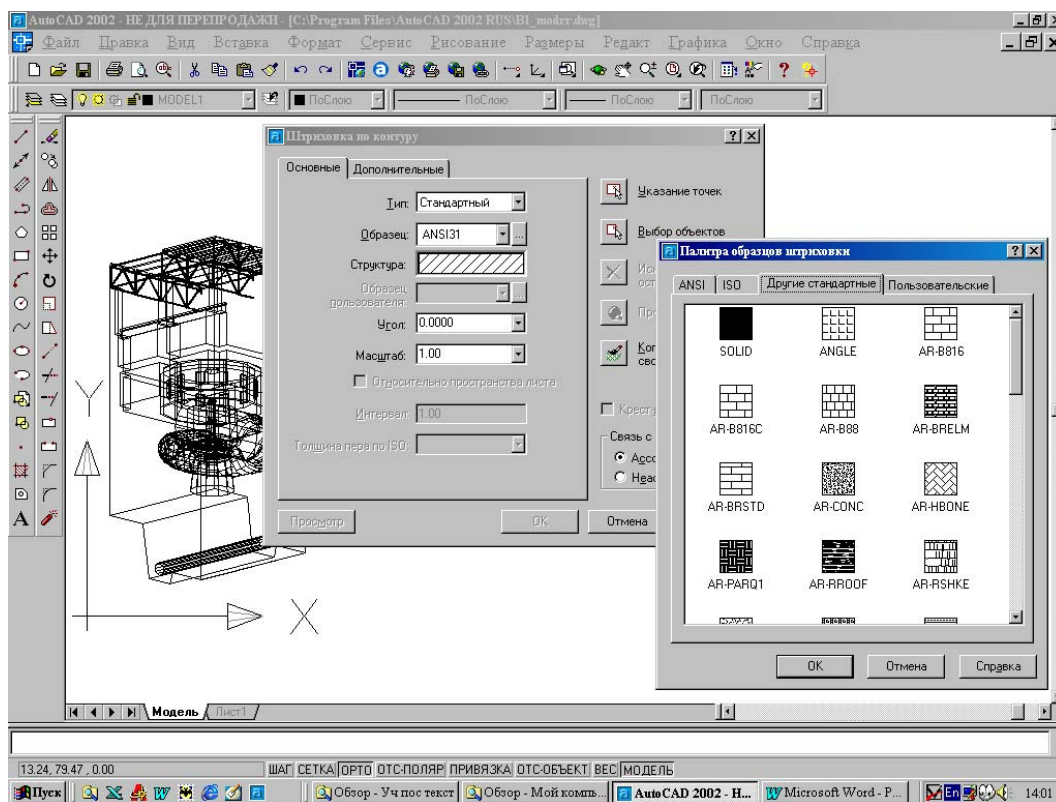


Рис. 1.2. Пример диалоговых окон AutoCAD'a.

Выполнение многих команд сопровождается появлением на экране дисплея диалоговых окон. На рис. 1.2 в качестве примера показан каскад диалоговых окон команды КШТРИХ (нанесение штриховки), появляющийся на экране при выборе пункта меню *СМ / Рисование / Штриховка...*

Простые и составные примитивы.

Изображение в AutoCAD'е строится из векторов. Множество точек, с которым графическая система работает как с единым объектом, называется графическим примитивом. Примитивы могут быть простыми и составными. Примеры простых примитивов: отрезок, прямая, дуга, точка. Составные примитивы включают в себя несколько простых примитивов. Например: полилиния может состоять из отрезков и дуг, прямоугольник – из четырех отрезков, блок – может содержать набор любых простых примитивов. Составной примитив можно расчленить – превратить в набор простых примитивов. Создаются примитивы с помощью команд черчения: ОТРЕЗОК (*_line*), ПЛИНИЯ (*_pline*), КРУГ (*_circle*), RECTANG (*_rectang*), МН-УГОЛ (*_polygon*) и т.д.). Любые

команды черчения можно вводить с клавиатуры или активизировать с помощью пунктов падающего меню *Рисование*.

Системы координат. Пиктограммы систем координат. Построение примитивов на плоскости или в трехмерном пространстве можно осуществлять, используя разные системы координат: мировую систему координат (МСК) или одну из созданных пользователем систем координат (ПСК). Каждой пользовательской системе координат может быть присвоено имя, она может быть сохранена в файле чертежа. Создание новых систем координат и переход из одной системы координат в другую рассматривается далее в работе 7.

На экране дисплея отображается пиктограмма текущей системы координат. На рис. 1.1а в левом нижнем углу графической зоны видна пиктограмма мировой системы координат в пространстве *Модель*. Стрелки пиктограммы показывают текущее направление осей X и Y, квадрат, образованный пересечением стрелок, говорит о том, что ось Z направлена от экрана дисплея на пользователя. Перекрестие, которое может быть в центре квадрата, означает, что пиктограмма совмещена с началом координат. Буква М (Мировая, Word) на пиктограмме появляется, если текущей является мировая система координат. Отсутствие этой буквы говорит о том, что текущей является одна из ПСК.

В определенных режимах пиктограммы системы координат принимают другой вид, например, три цветных стрелки, показывающие направления осей X, Y, Z – при работе в трехмерном пространстве *Модель* в режиме *3М каркас*, две стрелки с конусами на концах – то же, в режиме *2М каркас* (см. рис 1.2). Пиктограмма “сломанный карандаш” появится, когда черчение запрещено, а “куб” – при отображении объекта в перспективной проекции. При работе в пространстве *Лист* на экран выводится пиктограмма в виде треугольника (см. рис. 1.1б). Эта пиктограмма совмещена с началом системы координат, о чем говорит перекрестие в ее левом нижнем углу. Отсутствие квадрата означает, что ось Z направлена от пользователя, а отсутствие символа М – что это не мировая система координат.

Зуммирование и перемещение изображения. Зуммирование и перемещение изображения в графической зоне осуществляется с помощью каскадного меню [*СМ / Вид / Зуммирование*>] или клавиш стандартной панели управления: *Панорамирование в реальном времени*, *Зумирование в реальном времени*, *Показать рамкой*, *Показать предыдущий* (см. панель 2а на рис. 1.1а). Выбор клавиши *Показать рамкой* приводит к появлению колонки клавиш. При выборе одной из клавиш панели инструментов рядом появляется

подсказка, поясняющая действие данной клавиши. Перемещать изображение можно так же с помощью линеек прокрутки (см. 4 на рис. 1.1а). Приемы увеличения или уменьшения фрагментов чертежа, а так же перемещения их по экрану дисплея отрабатываются в п.п. 2-4 данной работы. Текст диалога при зумировании изображения приведен в примере 1.1.

Слой. Объекты, создаваемые в AutoCAD'е могут быть размещены на разных слоях. Например: изображение плана здания располагается на одном слое, два варианта размещения мебели показано на двух других слоях, сантехническое оборудование – на четвертом слое, а вспомогательные построения выполняются на пятом слое. Слои можно делать видимыми или невидимыми, блокировать, замораживать. Это позволяет разным специалистам работать с оптимальным объемом графической информации, отключая “ненужные” слои, защищать чертеж от случайных искажений в процессе редактирования, отключать видимость “лишних” примитивов” (например штриховки или размеров) на отдельных фрагментах чертежа. Эти операции можно выполнять, раскрыв список управления слоями (см. 2б на рис. 1.1а). Приемы управления слоями осваиваются в п.п. 2 и 7 данной работы. Способы создания слоев и определение их характеристик рассматриваются в работе № 2.

Один из слоев можно сделать текущим. Построение новых примитивов выполняется на текущем слое чертежа. В наборы для редактирования включаются указываемые селектором примитивы, принадлежащие любому незаблокированному слою.

Команды. Ввод команд. Графическая система имеет несколько сотен команд. Большинство команд может выполняться по разным алгоритмам. Например, команда построения дуги имеет 11 вариантов. Можно построить дугу, указав координаты трех точек, лежащих на дуге. Можно сделать то же самое, введя координаты точек начала, центра и конца дуги или введя координаты начала и центра дуги и длины хорды. Другие способы построения дуги можно увидеть, раскрыв каскадное меню пункта *СМ / Рисование / Дуга*>.

Ввод команд можно осуществлять с клавиатуры или, используя систему меню или комбинируя то и другое. При выполнении команды в зоне команд отображается текст диалога пользователя с графической системой (см. рис. 1.1 и 1.2).

Пример1.2.

Команда:

Команда: *_сору*

Выберите объекты: ☐ ↓ЛКМ найдено: 1

Выберите объекты: найдено: ☐ ↓ЛКМ 1, всего: 2

Выберите объекты: найдено: ☐ ↓ЛКМ Противоположный угол:
найденно: 32, всего: 34

Выберите объекты: ↵

Базовая точка или перемещение, или [Несколько]: **200,60**↵

Вторая точка перемещения или <считать перемещением первую точку>: + ↓ЛКМ

Команда:

В этом примере команда копирования примитивов активизируется выбором пункта меню [*СМ / Редакт / Копировать*]. В ответ на выбор пункта меню *Копировать* графическая система выводит в зону команд англоязычное имя команды и предлагает выбрать объекты (графические примитивы), которые надо скопировать. Выбор объектов можно осуществить, указав на него прицелом селектора, или выделить рамкой сразу несколько примитивов. Рамка будет строиться, если пользователь случайно или умышленно укажет прицелом на точку чертежа, где нет примитивов. В данном примере первый и второй примитив выбраны прицелом, а затем рамкой включены в набор для редактирования еще 32 примитива. Когда набор для редактирования сформирован, в ответ на следующее предложение выбрать объекты следует нажать на клавишу **Enter**.

Далее система запрашивает базовую точку, относительно которой надо переместить копируемые примитивы. В примере координаты базовой точки X=200 и Y=60 введены с клавиатуры. В ответ на это система предлагает ввести координаты второй точки, которая вместе с базовой точкой определит вектор перемещения копируемых примитивов. Вторая точка введена с помощью локатора.

Некоторые команды (прозрачные) могут выполняться внутри другой команды. Так в примере 1.1 апостроф перед командой ПОКАЗАТЬ (*'_zoom*) говорит о том, что данная команда может вводиться во время выполнения другой команды, например команды ОТРЕЗОК. Прозрачные команды позволяют уменьшить, увеличить, переместить изображение, изменить режим черчения или редактирования и т.п. в процессе выполнения текущей команды. После выполнения прозрачной команды продолжается выполнение

текущей команды. Такой прием рекомендуется использовать в п.п. 4 и 8.

Русскоязычные версии AutoCAD'a позволяют при вводе команд и опций использовать оба языка – и русский и английский. Так, например, для перемещения примитивов можно ввести с клавиатуры имя команды ПЕРЕНЕСТИ кириллицей или _move латинскими буквами. Подчеркивание перед именем команды необходимо в англоязычных именах русскоязычной версии AutoCAD'a.

Узнать имя той или иной команды начинающий пользователь может активизировав ее с помощью меню. Графическая система выведет имя команды на английском языке. При повторном запуске команды клавишей **Enter** система отреагирует выводом в зону команд ее имени в русской версии.

Как отмечалось выше (см. пример 1.1) многие ключевые слова (опции, режимы объектной привязки) не обязательно вводить целиком. Достаточно ввести один или несколько символов. В подсказках графической системы такие символы выводятся заглавными буквами. Так в примере 1.1 опция *Рамка(Window)* вводится одной буквой _w. В примере 1.3 показаны варианты ввода команды ПОКАЗАТЬ и ее опции *Рамка*.

Пример 1.3.

Правильно:

Не правильно:

:показать	:_zoom	:zoom
:рамка	:_window	:window
:р	:_w	:w

Следует иметь ввиду что многие команды и пункты меню, их активизирующие, не одноименны. Так, например, команда ПОКАЗАТЬ запускается пунктом меню *Зумирование*, а пункт меню *Многоугольник* активизирует команду МН-УГОЛ. Некоторые команды не имеют русскоязычного имени. Все это необходимо учитывать при составлении программных модулей в работах 10-12.

З а д а н и е 1

Порядок выполнения задания

1. Открыть файл – прототип **ЛР-1.dwt**. В графической зоне – чертеж поперечного разреза здания Мокской ГЭС (см. рис. 1а). Текущий слой чертежа **0**. Рабочее пространство – **Модель**.
2. Включить слои **Лаб-раб** и **Студент**. Увеличить изображение так, чтобы в графической зоне был фрагмент чертежа, обведенный синей рамкой.
3. Вывести на экран заданный фрагмент чертежа в красной рамке 1.
4. Дважды скопировать элементы чертежа лежащие в рамке 2 заданного цвета в зону “Результаты выполнения лабораторной работы” [СМ / Редакт / Копировать]. При первом копировании набор для редактирования определить *Рамкой*, при втором – *Секущей рамкой*.
5. Перенести скопированные фрагменты на слой **Студент** [СМ / Редакт / Свойства].
6. Увеличить перенесенные фрагменты [СМ / Редакт / Масштаб].
7. Отключить и заблокировать все слои, кроме слоя **Студент**. Сделать этот слой текущим.
8. Разместить скопированный фрагмент в центре рамки “Результаты выполнения лабораторной работы” [СМ / Редакт / Перенести].
9. Построить рамки вокруг фрагментов чертежа [СМ / Рисование / Прямоугольник].
10. Установить для всех примитивов цвет **ByLayer** [СМ / Редакт / Свойства].
11. Сделать под рамками подпись “Фрагменты чертежа” [СМ / Рисование / Текст / Одноточный]. Отредактировать текст (увеличить высоту символов) [СМ / Редакт / Свойства].
12. Разместить подпись по центру под рамками [СМ / Редакт / Перенести].
13. Включить слои **Чертеж**, **Лаб-раб**, **PV-1**, **0**. Сохранить файл чертежа в личной папке.
14. Выполнить просмотр изображения на листе бумаги при выводе на печать [СМ / Файл / Предварительный просмотр].

В а р и а н т ы

Таблица 1.2.

Вариант	Рамки 1 (красные)	Рамки 2
1,2	А	Салатная, голубая
3,4	В	Салатная, синяя
5,6,7,8	С	Салатная, голубая, синяя, темно-зеленая
9,10,11	Д	Салатная, зеленая, голубая
12,13	Е	Салатная, голубая
14	Ф	Салатная
15,16,17	Г	Зеленая, темно-зеленая, голубая
18,19,20	Н	Салатная, темно-зеленая, голубая

ЧЕРЧЕНИЕ НА ПЛОСКОСТИ ХОУ

Пространства *Модель* и *Лист*. Графическая система позволяет пользователю работать и отображать объекты в нескольких пространствах. Пространство *Модель* (*Model*) как правило, используется для построения трехмерных геометрических моделей. Пространство *Лист* (*Layout*) предназначено для создания чертежей. Переход из пространства *Модель* в пространство *Лист* и наоборот осуществляется выбором соответствующей закладки (см. 7 на рис. 1.1а).

В файле чертежа может быть создано несколько пространств *Лист*. Для создания нового листа следует указать на закладку пространства (см. 7 на рис. 1.1а) и нажать правую клавишу мыши. В появившемся курсорном меню активизировать пункт *Новый лист*. Таким же образом можно переименовывать и удалять листы. В пространстве *Лист* можно чертить, наносить размеры, штриховку, надписи, вносить в чертеж изменения, как на листе ватмана. Такой режим использования графической системы иногда называют режимом “электронного кульмана”. В этом режиме выполняются работы №№ 2 – 5.

Работая в пространстве, *Лист* можно видеть объекты, созданные в пространстве *Модель*, а так же получить доступ к этим объектам. Для этого должно быть выполнено два условия: в пространстве *Лист* должен быть хотя бы один видовой экран и переключатель *Модель/Лист* должен находится в положении *Модель*. В этом случае пространство *Модель* на активном видовом экране открыто. На рис. 2.1 показан чертеж генплана гидроузла, выполненный в пространстве *Модель*. Рамка чертежа, штамп и подрисуночная надпись сделаны в пространстве *Лист*. Объекты чертежа видны в этом пространстве через многоугольный плавающий видовой экран, рамка которого отключена и не видна на чертеже.

Работы №№ 2–5 выполняются в пространстве *Лист* при закрытом пространстве *Модель*. Дополнительные сведения о работе в этих пространствах приводятся в описании работы № 6.

Слой (продолжение). В файле чертежа может быть создано практически любое количество слоев. Каждому слою присваивается имя. В файле чертежа всегда есть слой с именем 0. Это особый слой, который в отличие от слоев, созданных пользователем, не может быть удален из файла чертежа. Любой

Генеральный план гидроузла

М 1 : 200

1 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 м

С
Ю

Перв. примен.

Справ. N

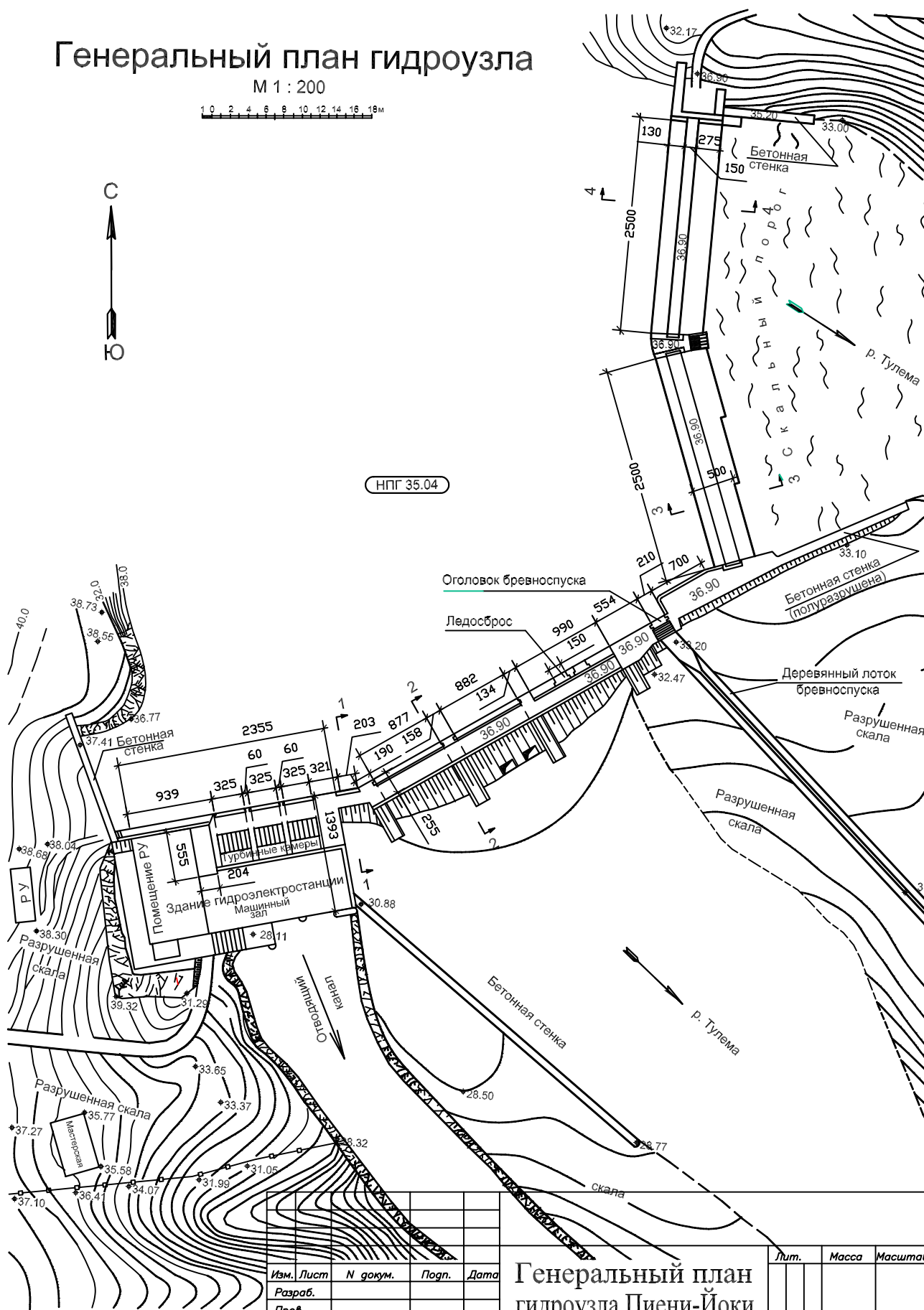
Погр. и дата

Инв. N дубл.

Взам. инв. N

Погр. и дата

Инв. N подл.



Изм.	Лист	N докум.	Погр.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т. контр.				
Электрон. версия	Кубышкин Л.И.			12.11.02
Н. контр.				
Утв.				

Генеральный план
гидроузла Пиени-Йоки

Лит.	Масса	Масштаб
Лист	Листов	
СПбГПУ-ВИЭГ		

Копировал

Формат А4

Рис. 2.1. Чертеж генплана гидроузла.

другой слой, если он не используется, может быть удален.

Создать новый слой в файле чертежа можно, раскрыв ДО “Диспетчер свойств слоев” - [СМ / Формат / Слои ...]. Это же ДО появится на экране дисплея, если нажать клавишу *Слои* на панели инструментов “Свойства объектов” (см. 2б на рис. 1.1а).. Каждому слою присваивается имя, а так же свой цвет, тип линии и вес линии, которые имеют имя **ByLayer**.

В стандартные файлы – прототипы чертежа (**acad.dwt**, **ГОСТ_a4b.dwt** и др.) загружен один тип линии – **Continuous** (сплошная линия). Загрузить в файл чертежа другие необходимые для работы типы линий можно, нажав клавишу *Загрузить...* в ДО “Диспетчер типов линий”[СМ / Формат / Типы линий...].

Команды черчения. Режимы черчения. Команды черчения и их опции рекомендуется выбирать в падающем и каскадных меню пункта *Рисование* строки меню. Ниже приведен пример текста диалога при выполнении команды КРУГ (*_Circle*).

Пример 2.1.

Команда:

Команда: _circle ↵

Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: '_zoom ↵

*>> Укажите угол рамки, введите масштаб (nX или nXL), или
[Все/Центр/Динамика/Границы/Предыдущий/Масштаб/Рамка]*

<реальное время>: p ↵

Возобновляется команда КРУГ.

Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: 1118,451.05 ↵

Радиус круга или [Диаметр]: 250.75 ↵

Команда: ↵

КРУГ Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: 3m ↵

Первая точка круга: 1065,203 ↵

Неверная точка.

Первая точка круга: 1065,203 ↵

Вторая точка круга: 1220,353 ↵

Третья точка круга: 1370,332 ↵

Команда:

В этом примере имя команды введено с клавиатуры. Ее выполнение начинается с запроса значения одного из параметров примитива или имени одной из опций команды, указанных в квадратных скобках. В приведенном примере система просит указать перекрестием локатора или ввести с клавиатуры

координаты центра круга или выбрать одну из опций – построение круга указанием трех точек (*3T*), лежащих на окружности; построение круга указанием двух точек (*2T*), лежащих на диаметре; построение круга заданного радиуса и касательного к двум примитивам (*ККР*). Но пользователь принимает другое решение. В ответ на запрос графической системы он ввел с помощью меню команду ПОКАЗАТЬ с опцией *рамка* для того, чтобы увеличить фрагмент чертежа, на котором будет строиться круг. Выше говорилось, что это прозрачная команда. Она может выполняться внутри других команд. О том, что выполнение команды КРУГ временно приостановлено и начато выполнение другой команды, система извещает пользователя двумя угловыми скобками. После увеличения изображения выполнение команды КРУГ возобновляется. Пользователь вводит с клавиатуры координаты центра круга: $X=1118$, $Y=451.05$. Так как значение Z не введено, оно принимается равным нулю. Далее система просит ввести значение радиуса круга и подсказывает, что пользователь может изменить ход выполнения команды и ввести опцию *Диаметр* (*_Diameter*). В этом случае система запросит значение диаметра круга. Ввод значения радиуса или диаметра завершает выполнение команды: круг с заданными параметрами начерчен, система готова принять следующую команду. Если в этот момент нажать клавишу **Enter** (как это сделано в примере), снова начнет выполняться предыдущая команда. Но теперь вместо ввода координат центра круга вводится имя опции *3T*. Это означает, что пользователь собирается строить круг, вводя координаты трех точек на окружности. Далее следует диалог завершения команды.

Графическая система имеет ряд инструментов, позволяющих выполнять черчение с высокой точностью. Для этого используются режимы: отображения в графической зоне сетки, ортогонального черчения, шаговой привязки, объектной привязки. Включать и выключать эти режимы можно с помощью клавиш в статусной строке (см. рис. 1.1а). Это клавиши СЕТКА, ОРТО, ШАГ, ПРИВЯЗКА. В режиме шаговой привязки при указании мышью точки в графической зоне система принимает координаты ближайшей точки узла сетки шаговой привязки. В режиме объектной привязки система ищет ближайшую характерную точку примитива, к которому приближается перекрестие графического указателя. Такими характерными точками могут быть: середина отрезка, конечная точка отрезка, пересечение примитивов, центр окружности и др. Координаты найденной точки будут введены при нажатии на левую клавишу мыши. Указать, какие точки должна искать графическая система в режиме объектной привязки, можно,

включив соответствующие переключатели на странице *Объектная привязка* в диалоговом окне “Режимы рисования”. Это диалоговое окно вызывается пунктом меню *СМ / Сервис / Режимы рисования...*. В этом же диалоговом окне на странице *Шаг и сетка* можно задать шаг сетки и шаговой привязки. Другой способ определения режима объектной привязки – ввод ключевых символов с клавиатуры в момент запроса координат точки: *_end* – конечная точка примитива, *_mid* – середина примитива, *_tan* – точка касания, *_cen* – центр круга или дуги, *_qua* – квадрант и др..

Геометрические параметры примитивов. Положение и конфигурация примитива на плоскости или в пространстве определяются задаваемыми во время его построения геометрическими параметрами. Для линии параметрами являются координаты точек начала и конца линии. Для многоугольника задаваемыми параметрами могут быть: число сторон и центр многоугольника, радиус вписанной или описанной окружности, который в свою очередь может быть задан координатой точки, лежащей на указанной окружности (первой точкой радиуса будет центр многоугольника). Выше было отмечено, что один и тот же примитив может строиться разными способами. Графическая система будет запрашивать параметры примитива в соответствии с выбранным способом построения примитива. Например, в случае построения многоугольника после ввода числа сторон пользователь вместо ввода координат центра многоугольника может ввести опцию *Сторона (_Edge)* и завершить построение примитива вводом координат начала и конца стороны многоугольника.

Свойства примитивов. Наряду с геометрическими параметрами, такими, например, как центр и радиус окружности, координаты точек начала и конца отрезка, примитивы имеют свойства: цвет, тип линии, толщина линии, принадлежность примитива определенному слою. Первые три перечисленных свойства могут быть постоянными (например, цвет – красный, тип линии – штриховая, толщина линии – 1мм) или переменными – **ByLayer**. В последнем случае свойства примитива определяются свойствами слоя, которому он принадлежит.

Черчение примитива (на плоскости) или построение (в пространстве) выполняется на текущем слое, т.е. примитив принадлежит тому слою чертежа, который был текущим в момент построения примитива. Сделать текущим тот или иной слой можно, раскрыв список управления слоями (см. 26 на рис. 1.1). Этот же список позволяет включать/выключать,

блокировать/разблокировать, замораживать/размораживать, запрещать/разрешать выводить на печать примитивы слоя.

Цвет примитива, тип и толщину линии для него позволяют задать три списка (*Цвета*, *Типы линий*, *Веса линий*) правее списка управления слоями. Для загрузки отсутствующих в файле чертежа типов линий следует выбрать пункт *Другой...* в раскрывающемся списке *Типы линий*. Заданные свойства действительны для всех вновь строящихся примитивов до тех пор пока эти свойства не будут изменены.

Ввод координат. Координаты точки при выполнении команд черчения вводятся в ответ на соответствующий запрос графической системы. При этом можно пользоваться не только прямоугольной, но и полярной, цилиндрической или сферической системой координат. Пользователь имеет возможность выбрать наиболее удобный для него способ ввода значений X , Y и Z : с клавиатуры, с помощью мыши или используя оба устройства. В последнем случае, например, значения X и Y пользователь определяет перекрестием графического указателя на чертеже, а значение Z вводит с клавиатуры. Такой способ ввода координат задается с помощью координатных фильтров: $.XY$, $.YZ$, $.ZX$. Одно из этих сочетаний (точка и две буквы) вводятся в ответ на запрос ввода координат точки. Далее графическая система принимает координаты в два приема – сначала координаты, указанные в координатном фильтре, затем третью координату.

Для определения координат точки на чертеже может использоваться объектная привязка. Еще одна возможность – ввод вместо абсолютных значений координат их приращений относительно предыдущих значений. Ниже приведен пример построения многоугольника – контура поперечного сечения бетонной гравитационной плотины. Размеры объекта заданы не традиционно, с целью продемонстрировать использование большинства инструментов точного черчения.

Координаты первой точки вводятся перекрестием локатора. Для ввода второй точки на клавиатуре набираются относительные координаты $\Delta X = 20$, $\Delta Y = 0$, $\Delta Z = 0$. О том, что пользователь собирается вводить относительные координаты, он извещает систему вводом символа $@$. Для следующей точки приращение координаты Z не вводится. Оно принимается системой равным нулю по умолчанию. Поскольку приращение по X и по Y для координат следующей точки неизвестно, ее положение задается в относительных полярных координатах $\Delta \rho = 72$ и $\Delta \varphi = -65^\circ$. Положение шестой точки не определено, поэтому оно задается

Пример 2.2.

Command:
 Command: **_line** Specify first point: + ↓ЛКМ
 Specify next point or [Undo]: **@20,0,0** ↵
 Specify next point or [Undo]: **@0,-22** ↵
 Specify next point or [Close/Undo]: **@73<-65** ↵
 Specify next point or [Close/Undo]: **@18.4,0** ↵
 Specify next point or [Close/Undo]: **<Ortho on>**
 Specify next point or [Close/Undo]: **.xz** ↵
 of **end** ↵
 of (need Y): + ↓ЛКМ
 Specify next point or [Close/Undo]: **c**↵
 Command:

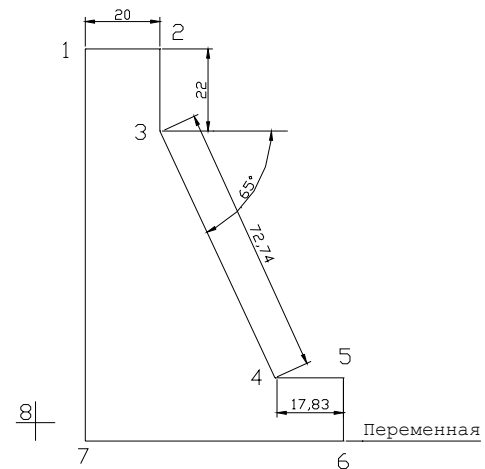


Рис.2.2. К примеру 2.2.

перекрестием локатора в режиме ортогонального черчения. Координаты седьмой точки определяются следующим образом. В ответ на запрос: “Укажите следующую точку” с клавиатуры вводится опция координатного фильтра **.XZ**, что заставляет графическую систему принимать значения координат в два приема – сначала значения **X** и **Z**, а затем **Y**. Для определения значения **X** (оно нам не известно) вводится опция объектной привязки **_end** – привязка к конечной точке примитива, и прицел селектора подводится к точке 1. Система определяет и вводит значения двух координат этой точки и просит ввести значение третьей координаты **Y**. Это значение тоже нам не известно, но в режиме **ОРТО** достаточно указать точку перекрестием локатора приблизительно, например в 8. В результате для точки 7 значение **X** взято из точки 1, а значение **Y** из точки 6. Последним действием – вводом опции *Замкни* (**_Close**) замыкаем многоугольник сечения плотины.

Нанесение надписей, размеров. Для нанесения надписей и размеров можно использовать текстовые и размерные стили, которые имеются в файле чертежа-прототипа: **STANDARD** и **ADRF1** – стили текста, **STANDARD** и **ГОСТ** – размерные стили. Пользователь может создавать свои стили, которые будут сохранены в файле чертежа. Новый текстовый стиль создается с помощью ДО “Текстовые стили”, а новый размерный стиль – с помощью ДО “Диспетчер размерных стилей”. Эти окна открываются при выборе пунктов меню **[CM / Формат / Текстовые стили ...]** и **[CM / Формат / Размерные стили ...]**

соответственно. Эти же диалоговые окна позволяют установить текущий стиль, выбрав его из списка имеющихся в файле чертежа стилей. В данной работе не требуется создание новых размерных стилей, однако, следует раскрыть ДО “Диспетчер размерных стилей” и ознакомиться с его элементами. При нанесении размеров текущим можно сделать один из двух имеющихся в файле чертежа стилей.

Нанесение штриховок. Выбор типа и определение границ штриховки, задается элементами ДО “Штриховка по контуру” (см. рис. 1.3), которое появляется на экране дисплея при выборе пункта меню [*СМ / Рисование / Штриховка ...*]. Это диалоговое окно позволяет

- задать тип штриховки (см. ДО “Палитра образцов штриховки”, появляющееся при нажатии на клавишу с тремя точками),
- указать на чертеже контур штриховки (клавиши *Выбор точки* или *Выбор объектов*),
- оценить штриховку (клавиша *Просмотр*),
- если необходимо, изменить масштаб и угол штриховки с помощью соответствующих раскрывающихся списков (см. рис. 1.3).

При необходимости закрасить некоторую область чертежа каким либо цветом нужно сделать этот цвет текущим и, раскрыв ДО “Штриховка по контуру”, а затем ДО “Палитра образцов штриховки”, выбрать тип штриховки *SOLID* на странице *Другие стандартные*.

З а д а н и е 2

Порядок выполнения задания.

1. Загрузить файл – прототип **ЛР-2.dwt**. Установить профиль **ЛР-2.arg**. Работа выполняется в пространстве *Лист*.
2. Загрузить в файл чертежа типы линий: **штриховую** и **штрихпунктирную**. Загрузку можно выполнить с помощью ДО “Диспетчер типов линий”, которое раскрывается при выборе пункта меню [*СМ / Формат / Типы линий ...*] или при выборе пункта *Другой...* в раскрывающемся списке *Типы линий*. Можно так же воспользоваться ДО “Диспетчер свойств слоев”, открыв его клавишей *Слой* (см. панель инструментов 2б на рис. 1.1а). Следует освоить все три способа загрузки типов линий.
3. Создать новый слой с именем **Черчение** [*СМ / Формат / Слой ...* или *Слой* (см.п.2)]. Установить цвет **ByLayer** – темно-синий.
4. Создать новый текстовый стиль с именем **Мой стиль** [*СМ / Формат / Текстовые стили ...*] с параметрами: имя шрифта –

- Times New Roman Cyr**, высота – 10, угол наклона – 0, степень растяжения – 1, начертание – обычный.
5. Установить режимы объектной привязки: *Конточка, Середина, Центр, Пересечение* [СМ / Сервис / Режимы рисования... или пункт *Настройка...* в контекстном меню клавиши ПРИВЯЗКА].
 6. Начертить заданный фрагмент, используя падающее меню *Рисование*. Построение примитивов выполнять в пространстве *Лист* на слое **Черчение** цветом **ByLayer**. Для точного черчения следует использовать соответствующие инструменты графической системы ШАГ, СЕТКА, ОРТО, ПРИВЯЗКА (см. 6а на рис. 1.1а), а так же зумирование и перемещение изображения на экране [СМ / Вид / Зумирование>] или клавиши стандартной панели *Панорамирование в реальном времени, Зумирование в реальном времени, Показать предыдущий, Показать рамкой* (см. панель 2а на рис. 1.1а). Нажатие на последнюю клавишу приводит к появлению колонки клавиш. Перед черчением очередного примитива изменять, если это необходимо тип и толщину линии, используя для этого соответствующие раскрывающиеся списки на панели “Свойства объектов”.
 7. Сохранить файл чертежа в личной папке.
 8. Нанести на чертеж размеры черным цветом [СМ / Размеры].
 9. Выполнить штриховку темно-зеленым цветом активизировав команду КШТРИХ (*_bhatch*), [СМ / Рисование / Штриховка...].
 10. Сделать надпись над чертежом темно-красным цветом и стилем **Мой стиль**. Для установки текущего стиля текста раскрыть ДО “Текстовые стили” [СМ / Формат / Текстовые стили ...] и выбрать в раскрывающемся списке *Имя стиля* нужный стиль. Затем выполнить команду нанесения однострочного текста – ДТЕКСТ (*_dtext*) [СМ / Рисование / Текст>/ Однострочный].
 11. Сделать текущим слой **Рамка**. Заполнить штамп чертежа стилем **STANDARD**. Сохранить файл чертежа.
 12. Вывести чертеж на печать.

В а р и а н т ы

Варианты задания 2 представлены на рис. 2.3.

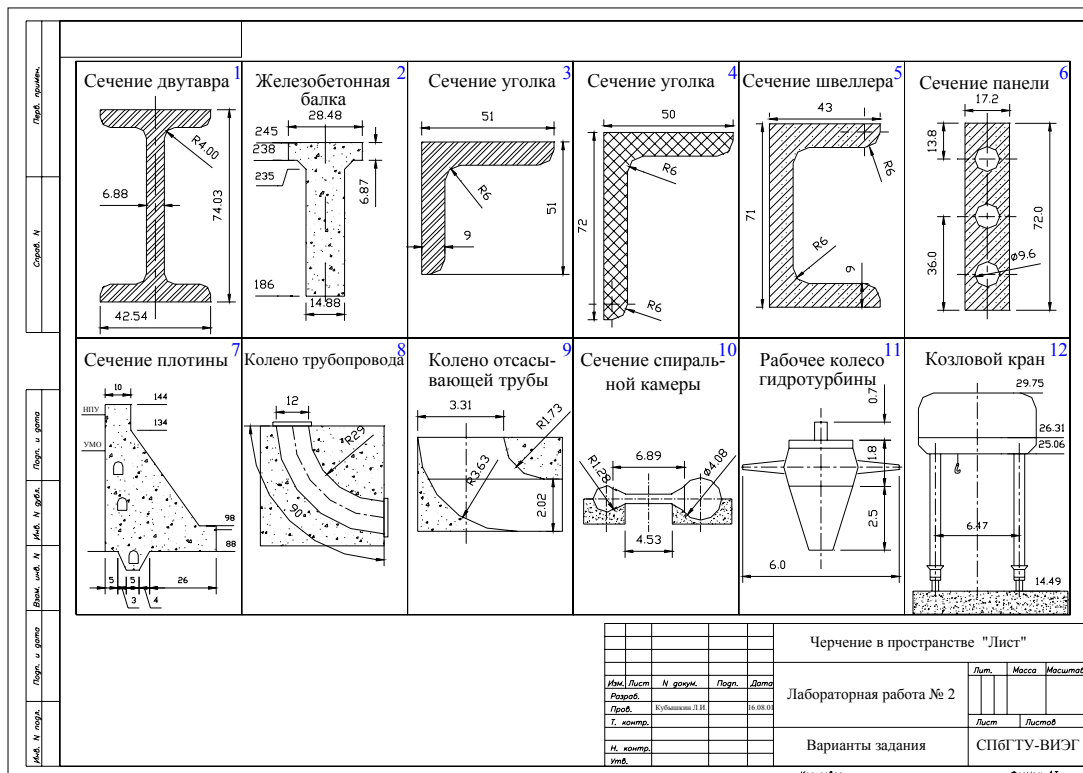


Рис. 2.3. Варианты задания 2.

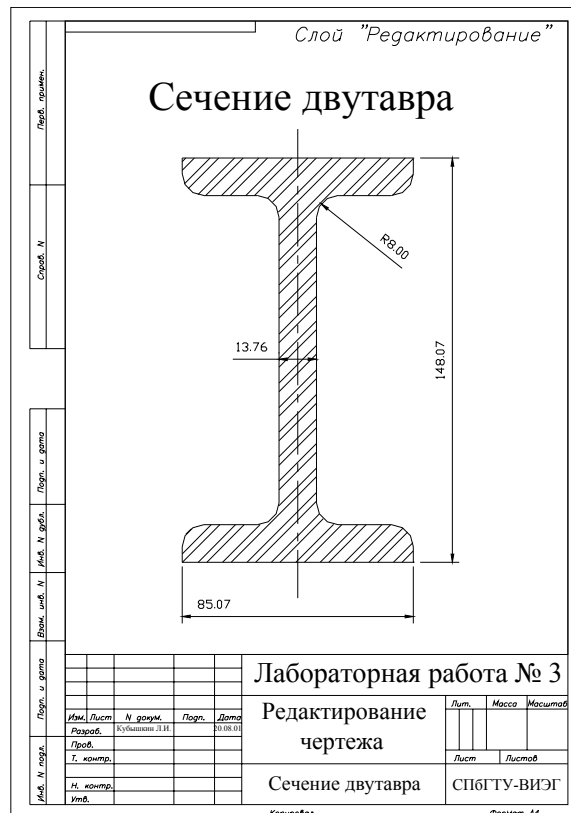


Рис. 2.4. Пример результата работы 2.

КОМАНДЫ РЕДАКТИРОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА.

Команды редактирования. Команды, позволяющие изменять геометрические параметры и свойства уже начерченных примитивов, активизируются с помощью падающего меню пункта строки меню *Редакт*. Команды редактирования широко используются и при построении новых примитивов, например пункты падающего меню *Копировать*, *Подобие*, *Массив*, *Зеркально*, *Масштаб* позволяют создать копию уже имеющегося примитива или фрагмента чертежа, построить примитив, подобный имеющемуся, создать прямоугольный или круговой двумерный массив примитивов, получить зеркальное отображение примитива или фрагмента чертежа, увеличить или уменьшить примитив или фрагмент чертежа. Такие пункты меню, как *Растянуть*, *Обрезать*, *Удлинить*, *Фаска*, *Сопряжение* позволяют упростить и ускорить черчение, выполнить построение с высокой точностью.

Изменения, вносимые в чертеж, не всегда приводят к ожидаемому результату. Выполненную команду редактирования (как и большинство команд AutoCAD'а) можно отменить - [*СМ / Правка / Отменить*]. Можно, если необходимо, отменить отмену [*СМ / Правка / Вернуть*].

Составление наборов примитивов для редактирования. Большинство команд редактирования начинается с запросов *Выберите объекты: (Select objects:)*. Указание примитивов, подлежащих редактированию, можно выполнить прицелом селектора. Система находит в файле чертежа указанный примитив и выделяет его в изображении на экране дисплея. Можно редактировать сразу несколько примитивов. Набор примитивов для редактирования может создаваться как во время выполнения команды по запросу графической системы, так и до активизации команды редактирования (режим предварительного выбора). Режим выбора примитивов определяется элементами диалогового окна “Настройка”(страница *Выбор*) [*СМ / Сервис / Настройка...*]. Рекомендуется работать с включенными переключателями группы “Режимы выбора”: *Предварительный выбор*, *Выбор с помощью рамки*. В группе “Ручки” рекомендуется включить переключатель *Включить ручки*.

Для создания набора примитивов используется опции *Рамка* или *Секущая рамка*. Первая начинает действовать, если рамка строится слева направо, вторая – справа налево. Можно включить

в набор все примитивы чертежа, введя с клавиатуры в ответ на запрос *Выберите объекты*: опцию *Все (_All)*, как это показано в примере ниже. В ответ на заданный режим выбора примитивов графическая система сообщает, что найдено 1790 объектов, из них 1023 объекта чертежа принадлежат заблокированному слою, а два примитива находятся в другом пространстве. Таким образом, в набор для перемещения включаются 1765 объектов.

Пример 3.1.

Команда:

Команда: _move ↵

Выберите объекты: в ↵

найденно: 1790

Находятся на заблокированном слое: 1023.

Не находятся в текущем пространстве: 2.

Выберите объекты: ↵

...

Включение дополнительного примитива в группу для редактирования можно осуществить, указав на него прицелом селектора. Исключение из набора для редактирования случайно “захваченных” примитивов возможно указанием на них прицелом селектора при нажатой клавише **Shift** (если выключатель *Использование Shift для добавления* на странице ДО “Настройка” не включен).

Блокировка и замораживание слоев во время редактирования позволяет упростить работу и застраховаться от ошибок. Например, при стирании или переносе нескольких примитивов, расположенных в группе других примитивов, если они принадлежат разным слоям чертежа. Замораживание слоя упростит изображение на экране, блокировка – не позволит редактировать примитивы этого слоя, даже если они охватываются рамкой или указываются прицелом селектора.

Изменение свойств примитивов. Удобным инструментом редактирования чертежа является панель редактирования (см. 1 на рис. 3.1). Эту панель можно открыть используя меню [*СМ / Редакт / Свойства*] или клавишу *Свойства* на стандартной панели инструментов. Для редактирования примитива следует указать на него прицелом селектора, выбрать на панели в группе *Общие (General)* строку с редактируемым свойством и ввести его новое значение.

Панель “Свойства” является “мощным” инструментом редактирования объектов чертежа. Кроме свойств на панель в группу *Геометрия (Geometry)* выводится большой набор

геометрических характеристик указанного примитива. Так при редактировании линейного размера, на панель *Свойства* кроме семи главных свойств (цвет, слой, тип линии и т.д.) выводится еще более 40 характеристик, каждая из которых может быть изменена. В более простом случае, например при редактировании круга, его геометрия может быть изменена путем изменения на панели *Свойства* значений координат центра, радиуса или диаметра, длины окружности или площади круга.

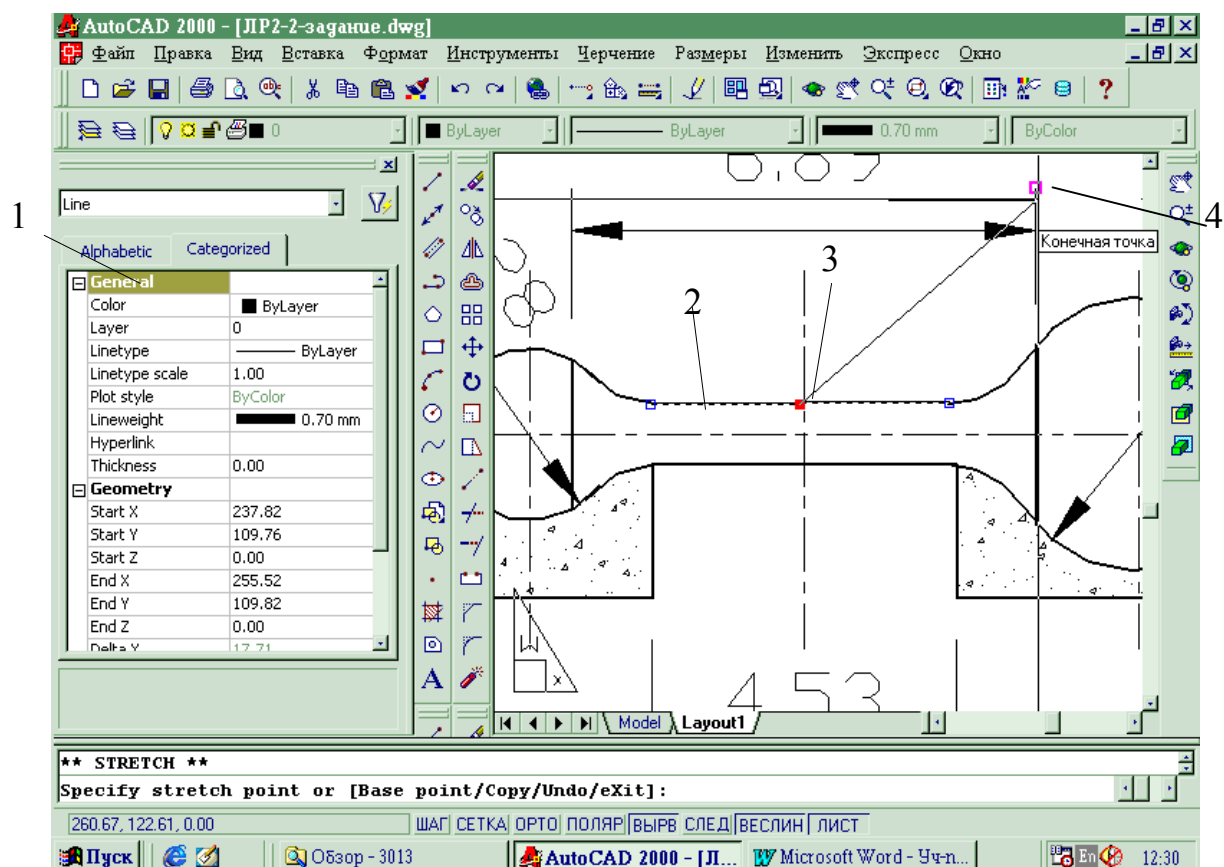


Рис. 3.1. Редактирование чертежа с помощью ручек.

Редактирование с помощью перемещения узлов. Геометрию примитивов можно также изменять, перемещая мышью его характерные точки (узлы). Последние отображаются на экране квадратами заданного размера и цвета при указании на примитив, если установлен режим *Включить ручки*. Этот режим включается/отключается на странице *Выбор* диалогового окна “Настройка” [*СМ / Сервис / Режимы рисования... / Настройка...*] или [*СМ / Сервис / Настройка...*] На рис. 3.1 пунктиром выделена для редактирования линия 2. Активизирована узловая точка 3 и указано ее новое положение – 4. В результате таких

действий будет выполнен параллельный перенос линии 2 так, что точка 3 окажется в точке 4. Команду редактирования можно определить с помощью курсорного меню, которое появится на экране, если после активизации узловой точки нажать на правую клавишу мыши.

Использование команд редактирования в процессе черчения. Команды редактирования часто позволяют упростить черчение. На рис. 3.2 показан один из возможных способов построения поперечного сечения швеллера. На стр. 15 приведен протокол диалога, соответствующий рис. 3.2.

Работа начинается с построения прямоугольника – фрагмент *а*. Координаты первого угла прямоугольника задаются перекрестием локатора, для второго угла вводятся относительные координаты с клавиатуры. Построенный прямоугольник расчленяется на отдельные отрезки командой редактирования РАСЧЛЕНИТЬ (*_explode*).

Фрагмент *б* получен с помощью команды редактирования ПОДОБИЕ (*_offset*). В этой команде графическая система запрашивает (см. пример 3.2) расстояние между исходным и ему подобным примитивом (введено с клавиатуры 4.4), просит указать исходный объект (указывается прицелом селектора нужный примитив) и показать в какой стороне от исходного примитива должен появиться ему подобный (указывается точка на чертеже перекрестием локатора). Команда относится к группе циклических команд. Это позволяет построить еще несколько примитивов, подобных указываемым.

Следующая команда редактирования ОБРЕЖЬ (*_trim*) просит указать режущие кромки. Они указываются прицелом селектора – см. 1, 2, 3 на фрагменте *в*. Цикл указания режущих кромок завершается при нажатии на клавишу **Enter**. Далее следуют запросы на указание примитивов, которые необходимо обрезать. Пользователь прицелом селектора указывает на те части примитивов, которые должны быть обрезаны (4, 5, 6, 7, 8 на том же фрагменте чертежа).

Осталось с помощью команды редактирования СОПРЯЖЕНИЕ (*_fillet*) скруглить углы швеллера. При первом выполнении команды вводится заглавная буква опции радиус (*_Radius*) – *д* или *_r* и задается значение радиуса сопряжения *б*. Далее команда повторяется дважды и каждый раз система просит пользователя указать первый и второй примитивы, которые должны быть сопряжены дугой заданного радиуса – см. 1, 2 и 3, 4 на фрагменте *г*. Аналогично дугой с радиусом 4 сопрягаются

примитивы полок швеллера. Результат этого этапа работы показан на фрагмент *д*.

На следующем фрагменте *е* показан результат выполнения команд нанесения штриховки, линейных и радиальных размеров.

На фрагменте *ж* показано, как можно сделать переменной толщину полки швеллера. Один из способов – редактирование полилинии командой ПОЛРЕД (*_pedit*) [*СМ / Редакт / Объекты/ Полилиния*]. Система просит указать, какую полилинию следует изменять. Прицелом селектора указывается отрезок 1 (см. фрагмент *ж* на рис. 3.2). Система отвечает: указанный объект не является полилинией и предлагает превратить его в первый сегмент полилинии. После соглашения пользователя система предлагает ввести одну из опций команды. С помощью опции *Добавить* (*_Join*) к первому сегменту добавляется дуга 2. Нажатие на клавишу **Enter** завершает выполнение опции добавления объектов к полилинии. Система сообщает, что один сегмент добавлен и опять предлагает выбрать опцию для продолжения выполнения команды.

Вводится опция *Вершина* (*_Edit vertex*) – редактирование вершин полилинии. В ответ на это система отмечает перекрестием одну из вершин полилинии – 3 на фрагменте *ж* рис. 3.1. Эту вершину следует оставить на месте, поэтому вводится опция *След* (*_Next*) – следующая вершина. Перекрестие перемещается в точку 4. Эту вершину надо перенести – вводится опция *_Move* – *ПЕренести*. Далее можно указать новую точку вершины 4, перемещая ее перекрестием локатора в направлении 6 или ввести с клавиатуры смещение этой точки относительно ее исходного положения. Точка 4 перенесена в новое положение, и толщина верхней полки стала переменной по длине. С вводом опции *eXit* – *выХод*, выполнение команды редактирования полилинии завершается.

На нижней полке швеллера можно удалить соответствующие отрезок и дугу и на их место зеркально скопировать полилинию с верхней полки. Зеркальное отображение осуществляется относительно предварительно построенной горизонтальной линии 7.

Фрагмент *з* – результат редактирования фрагмента *ж* с помощью панели *Свойства* и пунктов падающего меню [*СМ / Редакт*].

Фрагмент а

Command:
 Command: **_rectang** ↵
 Specify first corner point or
 [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: **+↓ЛКМ**
 Specify other corner point: **@32,50** ↵
 Command: **_explode** ↵
 Select objects: ☐ **↓ЛКМ** 1 found
 Select objects: ↵

Фрагмент б

Command: **_offset** ↵
 Specify offset distance or [Through] **<4.40>: 4.4** ↵
 Select object to offset or <exit>: ☐ **↓ЛКМ**
 Specify point on side to offset: **+** **↓ЛКМ**
 Select object to offset or <exit>: ☐ **↓ЛКМ**
 Specify point on side to offset: **+** **↓ЛКМ**
 Select object to offset or <exit>: ☐ **↓ЛКМ**
 Specify point on side to offset: **+** **↓ЛКМ**
 Select object to offset or <exit>: ↵

Фрагмент в

Command: **_trim** ↵
 Current settings: Projection=UCS Edge=None
 Select cutting edges ...
 Select objects: ☐ **↓ЛКМ** 1 found
 Select objects: ☐ **↓ЛКМ** 1 found, 2 total
 Select objects: ☐ **↓ЛКМ** 1 found, 3 total
 Select objects: ↵
 Select object to trim or [Project/Edge/Undo]: ☐ **↓ЛКМ**
 Select object to trim or [Project/Edge/Undo]: ☐ **↓ЛКМ**
 Select object to trim or [Project/Edge/Undo]: ☐ **↓ЛКМ**
 Select object to trim or [Project/Edge/Undo]: ☐ **↓ЛКМ**
 Select object to trim or [Project/Edge/Undo]: ☐ **↓ЛКМ**
 Select object to trim or [Project/Edge/Undo]: ↵

Фрагмент г

Command: **_fillet** ↵
 Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.00
 Select first object or [Polyline/Radius/Trim]: **_ r** ↵
 Specify fillet radius **<0.00>: 6** ↵
 Command: **_fillet** ↵
 Current settings: Mode = TRIM, Radius = 6.00
 Select first object or [Polyline/Radius/Trim]: ☐ **↓ЛКМ**
 Select second object: ☐ **↓ЛКМ**
 Command: **_fillet** ↵
 Current settings: Mode = TRIM, Radius = 6.00
 Select first object or [Polyline/Radius/Trim]: ☐ **↓ЛКМ**
 Select second object: ☐ **↓ЛКМ**

Command: **_fillet** ↵
 Current settings: Mode = TRIM, Radius = 6.00
 Select first object or [Polyline/Radius/Trim]: **_ r** ↵
 Specify fillet radius <6.00>: **4** ↵
 Command: **_fillet** ↵
 Current settings: Mode = TRIM, Radius = 4.00
 Select first object or [Polyline/Radius/Trim]: ☐ ↵ЛКМ
 Select second object: ☐ ↵ЛКМ
 Command: **_fillet** ↵
 Current settings: Mode = TRIM, Radius = 4.00
 Select first object or [Polyline/Radius/Trim]: ☐ ↵ЛКМ
 Select second object: ☐ ↵ЛКМ

Фрагмент е

Command: **_bhatch** ↵
 Select internal point: **+** ↵ЛКМ *Selecting everything...*
Selecting everything visible...
Analyzing the selected data...
Analyzing internal islands...
 Select internal point: ↵ **↓Просмотр** ↵
 <Просмотр закрашки>
 <Нажмите enter или щелкните правой кнопкой мыши для возврата в диалог>↵

Фрагмент ж

Command: **_pedit** ↵ *Select polyline: ☐ ↵ЛКМ*
Object selected is not a polyline
Do you want to turn it into one? <Y> ↵
*Enter an option [Close/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/Decurve/Ltype gen/Undo]: **_ j*** ↵
Select objects: ☐ ↵ЛКМ 1 found
Select objects: ↵
1 segments added to polyline
*Enter an option [Close/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/Decurve/Ltype gen/Undo]: **_ e*** ↵
Enter a vertex editing option
[Next/Previous/Break/Insert/Move/Regen/Straighten/Tangent/Width/eXit] <N>:
_ n ↵
Enter a vertex editing option
[Next/Previous/Break/Insert/Move/Regen/Straighten/Tangent/Width/eXit] <N>:
_ m ↵
*Specify new location for marked vertex: **+** ↵ЛКМ (или @0,2 ↵)*
Enter a vertex editing option
[Next/Previous/Break/Insert/Move/Regen/Straighten/Tangent/Width/eXit] <N>:
x ↵
*Enter an option [Close/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/Decurve/Ltype gen/Undo]: ↵ *Cancel**

Удаление из файла чертежа неиспользуемых компонентов.
 Загруженные в файл чертежа типы линий, созданные слои, стили

текста, стили измерения, блоки могут быть удалены, если они не используются. Для этого следует выбрать соответствующий пункт каскадного меню [*СМ / Файл / Утилиты* > / *Очистить...*].

З а д а н и е 3.

Порядок выполнения задания.

1. Составить перечень изменений и добавлений, улучшающих качество созданного в работе 2 чертежа. Согласовать этот перечень с преподавателем.
2. Наметить программу действий по редактированию чертежа.
3. Открыть файл чертежа, созданный в работе 2. Сохранить файл под новым именем.
4. Создать слой **Редактирование** с цветом **ByLayer** – темно-вишневый.
5. Скопировать в буфер обмена чертеж, созданный в работе № 2.
6. Заблокировать и отключить слой **Черчение**. Сделать текущим слой **Редактирование**.
7. Перенести из буфера обмена копию чертежа на слой **Редактирование**.
8. Выполнить редактирование чертежа.
9. Изменить текст в штампе чертежа.
10. Сохранить файл, присвоив ему новое имя.
11. Вывести чертеж на печать.

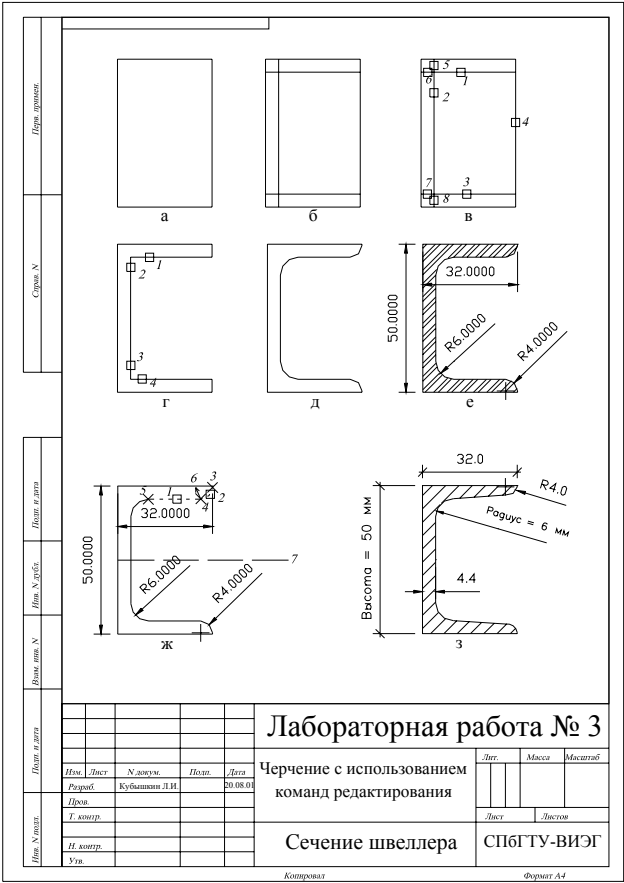


Рис. 3.2. Пример использования команд редактирования при построении сечения швеллера.

РЕДАКТИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА ЗДАНИЯ ГЭС.

Цель данной работы - закрепить навыки редактирования на примере чертежа реального гидроэнергетического объекта «Планы-разрезы на разных отметках здания Мокской ГЭС». В качестве исходного используется файл - прототип **ЛР4.dwt** (см. рис. 4.1).

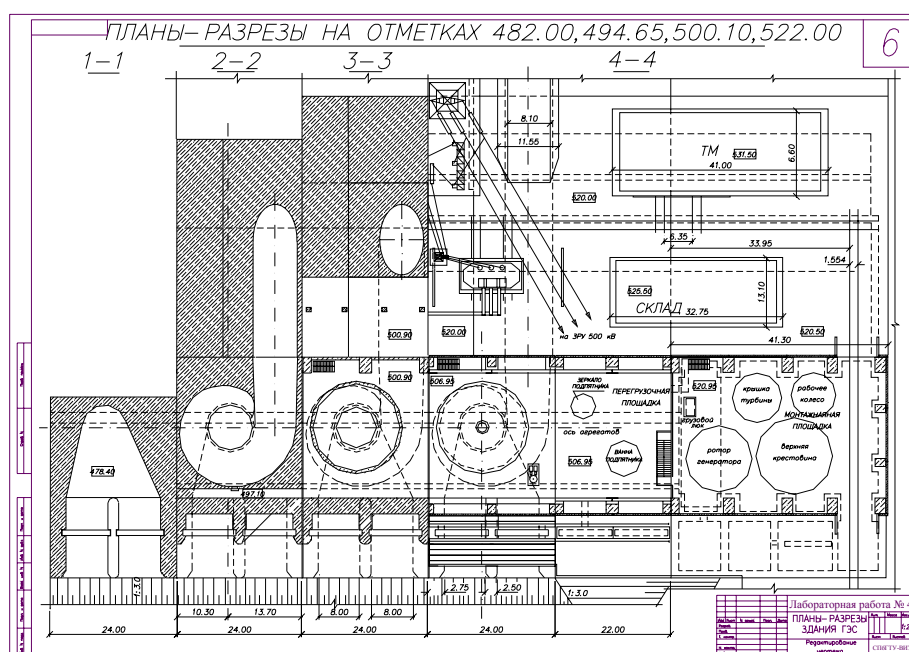


Рис. 4.1. Чертеж - прототип к лабораторной работе № 4.

На чертеже здания Мокской ГЭС показаны разрезы горизонтальной плоскостью по отсасывающей трубе (1-1), по спиральной камере (2-2), на отметке генераторного этажа (3-3) и на отметках машинного зала, перегрузочной и монтажной площадок (4-4). Со стороны верхнего бьефа на отметке 520 м располагаются главные повышающие трансформаторы, здания трансформаторной мастерской (ТМ) и склада. Там же показана система передачи электроэнергии от повышающих трансформаторов на закрытое распределительное устройство (ЗРУ).

Рекомендации. При редактировании чертежа используйте все способы повышения точности выполнения операций (увеличение фрагмента чертежа, режим объектной привязки, режимы ОРТО и

ШАГ). При неудачном выполнении редактирования используйте возможности команд СТЕРЕТЬ [*СМ / Редакт / Стереть*], ОГРУППА [*СМ / Правка / Отменить*].

Для удаления «мусора» с экрана дисплея используйте команду ВСЕОСВЕЖ [СМ / Вид / Освежить]. Для регенерации изображения – команду РЕГЕН [*СМ / Вид / Регенерировать*].

При создании наборов для редактирования используйте разные опции. Даже при создании одного набора часть примитивов удобнее включить в набор опцией *Рамка*, часть - опцией *СекРамка*, а какие-то примитивы проще указать прицелом селектора.

Пример результата редактирования представлен на рис. 4.2. Файл отредактированного чертежа имеется на сервере в папке ЛР4. На нем черным цветом показаны неизменные элементы чертежа, другими цветами – отредактированные фрагменты.

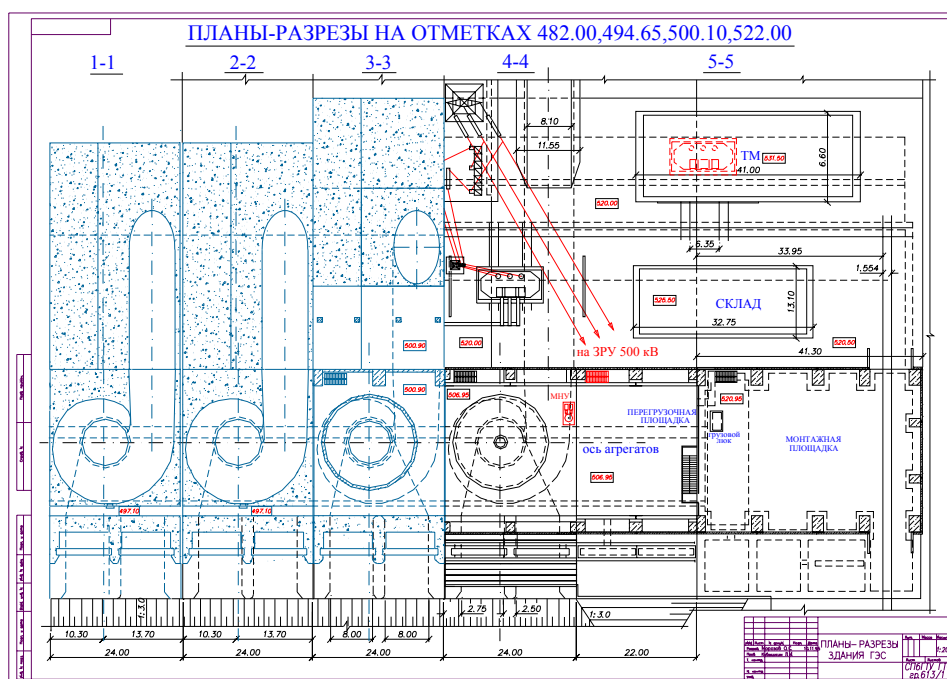


Рис.4.2. Результат редактирования исходного чертежа.

З а д а н и е 4.

Порядок выполнения задания.

1. Открыть новый файл чертежа с прототипом **ЛР4.dwt**.
2. Создать новый слой с именем **МП**. Установить цвет по слою – синий, тип линии по слою - пунктирная. Перенести на этот слой элементы оборудования, расположенные на монтажной и перегрузочной площадках.
3. Показать размещение трансформатора в трансформаторной мастерской (ТМ). Контуры трансформатора показать пунктирной линией, цвет линии - красный. Сместить надпись “ТМ” вправо.
4. Перенести неудачно расположенную надпись “СКЛАД” в центр плана помещения склада. Изменить текстовый стиль на **Times New Roman Cyr**.
5. Заменить текстовый стиль на **Times New Roman Cyr** в заголовке чертежа.
6. Заменить текстовый стиль на **Times New Roman Cyr** в надписях “ось агрегатов”, “грузовой люк”, “перегрузочная площадка”, “монтажная площадка”.
7. Линию передачи электроэнергии от повышающего трансформатора на распределительное устройство показать красным цветом.
8. На перегрузочной площадке запроектировать лестницу для спуска на генераторный этаж (аналогично лестнице на плане соседнего гидроагрегатного блока).
9. Маслонапорную установку перенести к противоположной стене машинного зала и разместить над турбинным трубопроводом. Сделать надпись “МНУ” стилем **Times New Roman Cyr**.
10. Показать, используя копирование, оси гидроагрегатов на блоках 1-1, 2-2, 3-3.
11. Удалить номер листа (6) в правом верхнем углу чертежа.
12. Заменить тип штриховки массивного бетона на **AR-CONC**.
13. Отредактировать надписи отметок (уменьшить цифры и разместить числа по центру прямоугольников).
14. План-разрез блока 1-1 заменить планом-разрезом 2-2.
15. Переименовать и изменить свойства слоя **Текст** (Новое имя - **Размеры**, цвет по слою темно-зеленый, тип линии по слою - сплошная). Сделать этот слой текущим. Нанести на чертеж размеры: линейные (горизонтальные, вертикальные, параллельные, продолженные), радиальные и угловые.
16. Отредактировать текст в штампе чертежа.
17. Согласовать с преподавателем окончательную версию чертежа. Вывести на принтер исходную и окончательную версии чертежа для отчета по лабораторным работам.

В а р и а н т ы

Вариант работы определяется набором пунктов задания, которые студент должен выполнить.

БЛОКИ. КОМПОНОВКА ЧЕРТЕЖА “Планы-разрезы здания ГЭС” .

Графическая документация проекта крупной ГЭС включает в себя сотни чертежей. Многие фрагменты чертежей на разных листах повторяются с незначительными изменениями, например, на одном поперечном разрезе по оси гидроагрегатного блока показана система вспомогательного оборудования, на другом чертеже такой же разрез – только строительная часть гидроагрегатного блока, на третьем – тот же фрагмент, но в другом масштабе.

Разработку таких чертежей в среде AutoCAD’а можно значительно ускорить, если в процессе проектирования формировать графическую базу данных, включающую часто используемые фрагменты чертежей, в виде блоков – составных примитивов. Использование блока позволяет уменьшить объем файла чертежа, так как его примитивы не копируются в файл чертежа. Многократное отображение блока на листе чертежа осуществляется путем ссылки на него.

Создание и удаление блоков. Примитивы какого либо построенного фрагмента чертежа могут быть объединены в блок с помощью команды БЛОК (*_block*), Ее можно запустить на выполнение с помощью меню [*СМ / Рисование / Блок> / Создать...*]. На рис. 5.1 показаны три фрагмента, примитивы которых следует объединить в блоки. Созданный блок с заданным ему именем сохраняется в файле чертежа. Можно сохранить блок и в отдельном файле [*СМ / Файл / Экспорт...*].

Неиспользуемые в чертеже блоки могут быть удалены из файла чертежа – [*СМ / Файл / Утилиты> / Очистить...*].

Вставка блоков в чертеж. Блок, сохраненный в файле чертежа, или записанный в отдельный файл, может многократно вставляться на лист чертежа. Для вставки блока в чертеж следует ввести команду ВСТАВИТЬ (*_insert*) [*СМ / Вставка / Блок...*]. При вставке задается имя блока, вводятся с клавиатуры или указываются на экране координаты точки вставки блока (с этой точкой будет совмещена базовая точка блока), могут быть заданы масштаб и угол поворота блока при вставке, а также расчленение

вставляемого блока на отдельные примитивы. Пример чертежа, сформированного из блоков, представлен на рис. 5.2.

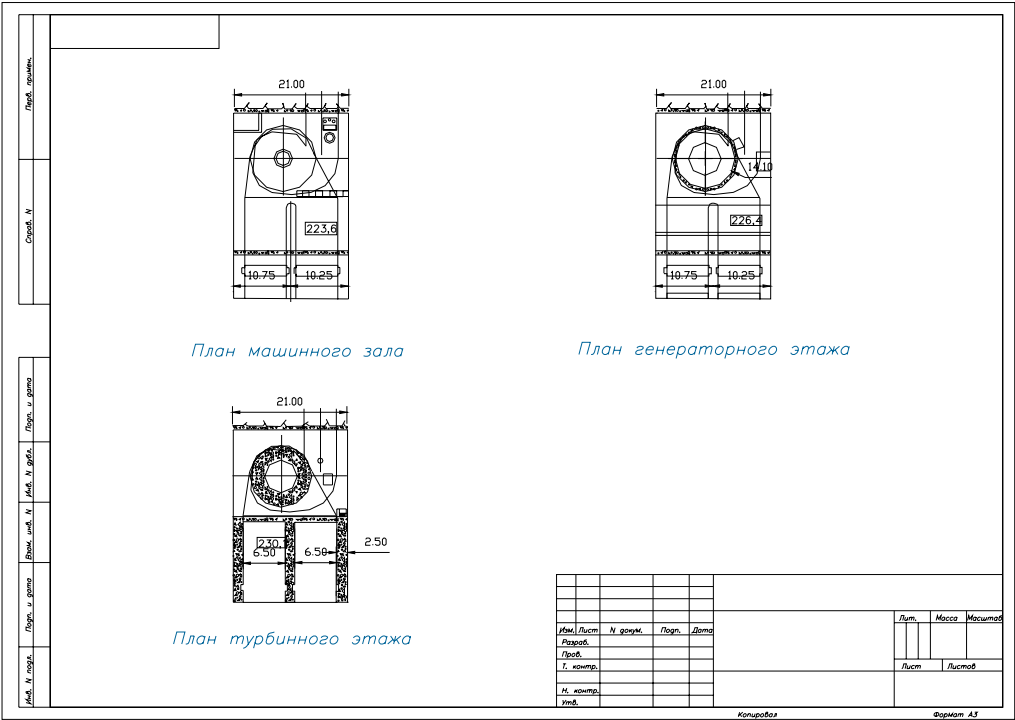


Рис. 5.1. Чертеж - прототип к работе № 5.

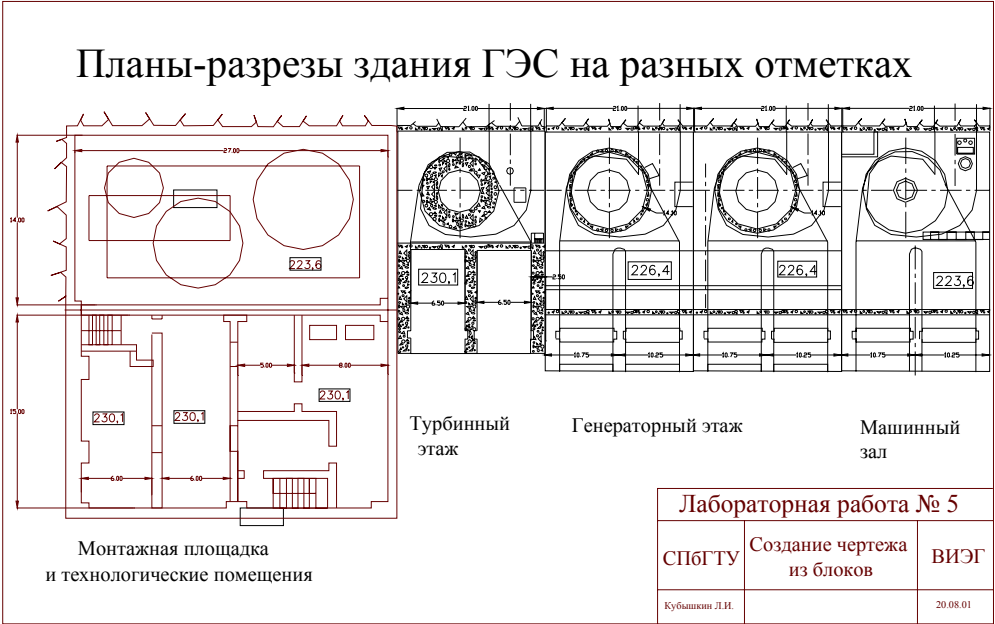


Рис. 5.2. Пример чертежа "Планы-разрезы здания ГЭС".

З а д а н и е 5.

Порядок выполнения задания.

1. Загрузить файл – прототип **LP5.dwt**.
2. Установить: пространство *Лист*, текущий слой **0**. Слои **0**, **Рамка**, **Текст** должны быть включены, остальные – выключены. Слой **0** – разблокирован, остальные – заблокированы (см. рис. 5.1). Если требуется отредактировать план монтажной площадки, вместо слоя **0** разблокировать, включить и сделать текущим слой **Монтажная площадка**. Слой **0** заблокировать и выключить.
3. Отредактировать заданный фрагмент чертежа (выполнить обрезку и удлинение линий, установить в соответствии с ГОСТом толщину линий и т.п.).
4. Создать четыре блока: план монтажной площадки и планы-разрезы гидроагрегатного блока на отметках машинного зала, генераторного этажа, турбинного этажа [*СМ / Рисование / Блок> / Создать...*]. При создании блока задаются или принимаются по умолчанию координаты базовой точки блока. Созданный блок помещается в файл чертежа. Исходные примитивы блока могут быть стерты с чертежа, превращены в блок, или оставлены на чертеже как примитивы.
5. Включить, разблокировать слои **План здания ГЭС** и **Зд_ГЭС**. Слои **0** и **Текст** отключить и заблокировать. Сделать текущим слой **План здания ГЭС**.
6. Скомпоновать на слое **План здания ГЭС**, используя имеющиеся блоки, заданный вариант чертежа здания ГЭС (как показано на рис. 5.2):
 - 6.1. На слое **Зд_ГЭС** штриховой линией выполнить разметку листа чертежа.
 - 6.2. На слой **План здания ГЭС** вставить планы разрезы гидроагрегатного блока. При вставке блоков полезно пользоваться инструментами зумирования и объектной привязки.
 - 6.3. Разблокировать и включить слой **Монтажная площадка**. Вставить на свободное место листа чертежа план монтажной площадки.
 - 6.4. Привести в соответствие масштабы фрагментов чертежа (монтажной площадки и гидроагрегатного блока). Для этой операции полезно использовать опцию *Опорный отрезок* команды МАСШТАБ. Измерить расстояние на чертеже можно активизировав команду ДИСТ [*СМ / Сервис / Сведения> / Расстояние*].
7. Расчленив все блоки. Выполнить редактирование чертежа. Заполнить штамп чертежа (текст расположить на слое **Рамка**). Сделать надписи на листе чертежа (текст поместить на слой **Текст**).
8. Сохранить файл чертежа в личной папке. Вывести чертеж на печать.

В а р и а н т ы

Вариант задания определяется текстовой строкой, например, МП-МЗ-МЗ-ГЭ-ТЭ. Строка определяет последовательность расположения на листе чертежа планов-разрезов частей здания

ГЭС. В данном примере на листе должны быть расположены: план монтажной площадки, два плана-разреза блока ГЭС на отметке машинного зала, план-разрез на отметке генераторного этажа и план-разрез на отметке турбинного этажа.

Работа 6

СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ГИДРОАГРЕГАТНОГО БЛОКА ГЭС НА ОСНОВЕ ЕГО ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ.

Визуализация геометрических моделей. Трехмерные геометрические модели объектов, созданные в среде AutoCAD'a, отображаются на экране дисплея в виде каркасной модели. В этом случае видны все примитивы, как это показано на рис. 6.1.

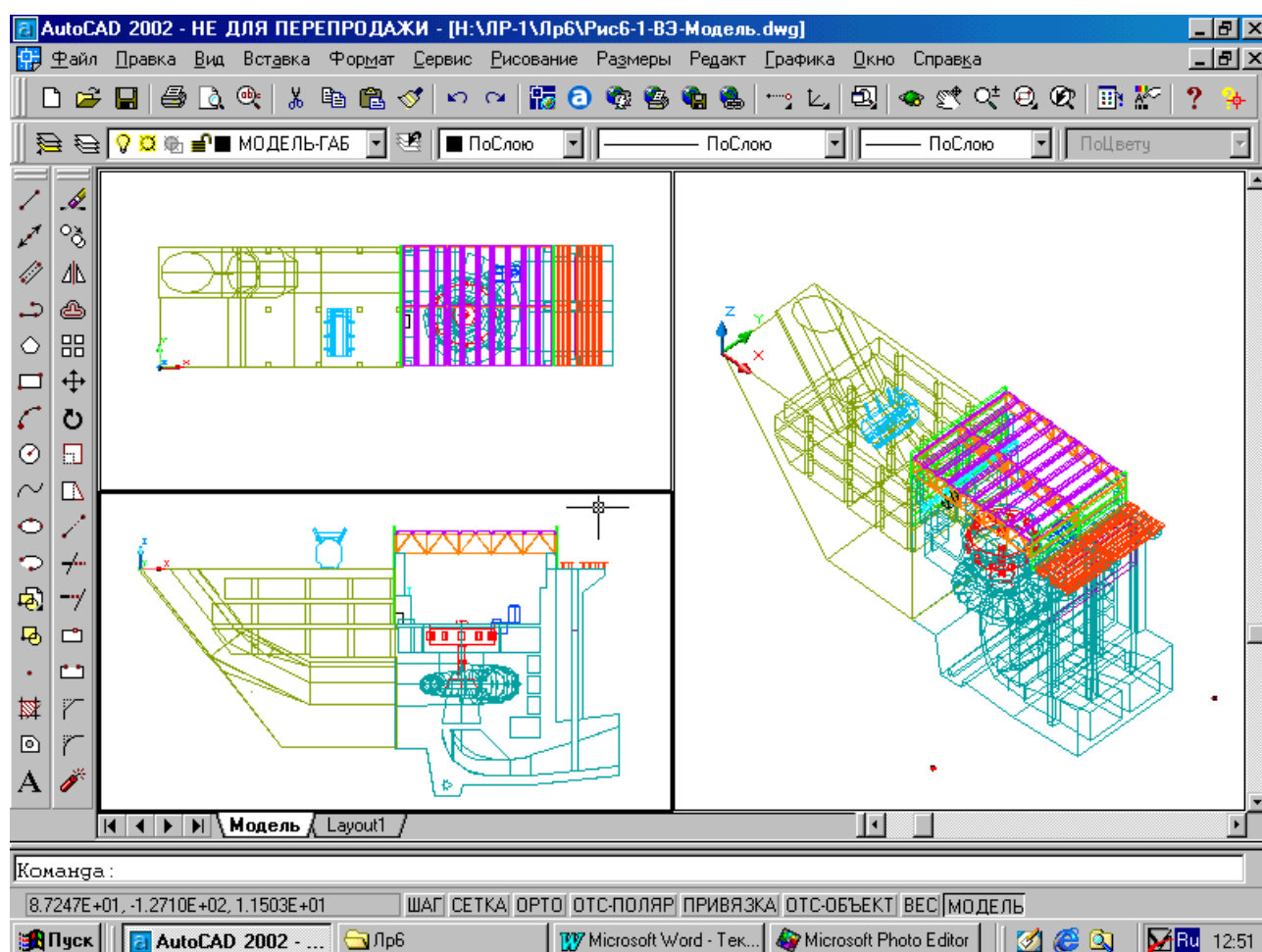


Рис. 6.1. Модель гидроагрегатного блока.

Сделать изображение проектируемого объекта близким к реалистичному позволяют команды удаления скрытых линий [*СМ / Вид / Скрыть линии*] и раскрашивания модели (наложения теней) [*СМ / Вид / Раскрашивание*]. В первом случае графическая система удаляет из изображения линии, которые заслоняются плоскостями (гранями) модели (см. рис. 6.2).

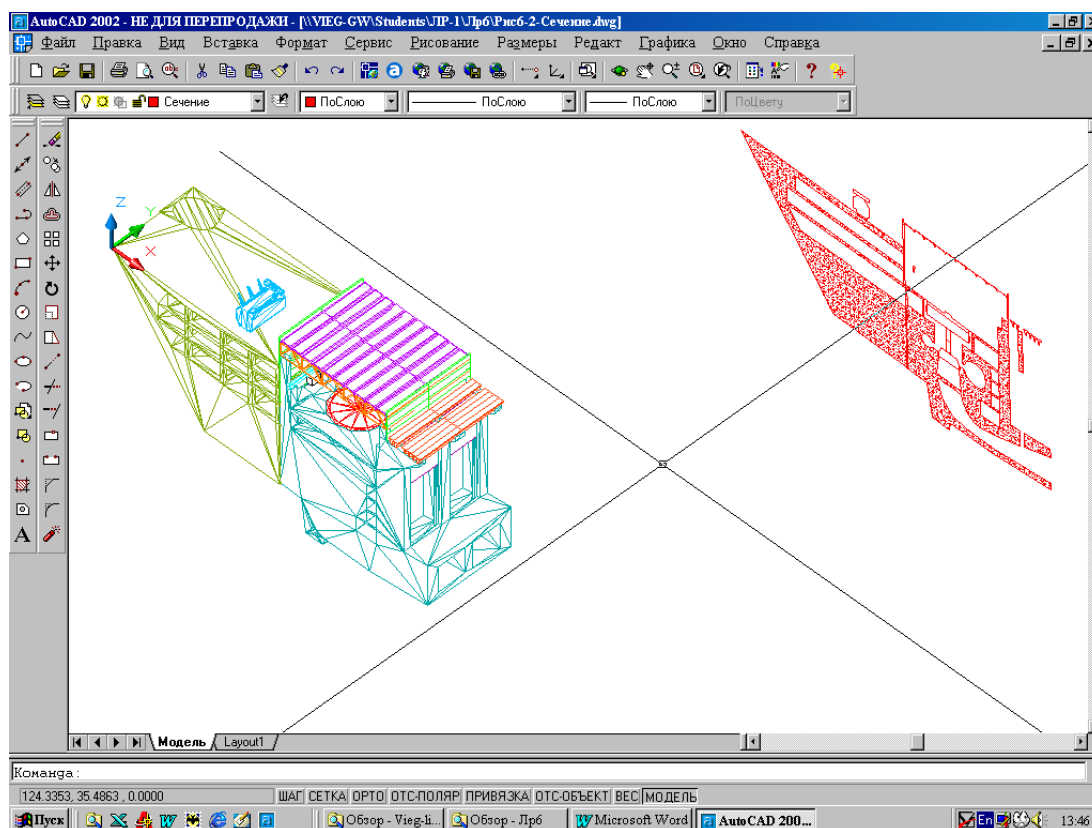


Рис 6.2. Изометрическая проекция гидроагрегатного блока после удаления скрытых линий.

Для раскрашивания модели система предлагает четыре алгоритма наложения теней. Результат выполнения такой команды представлен на рис. 6.3.

Создание фотореалистичных изображений проектируемых объектов выполняет система визуализации, активизируемая командой *_render* [*СМ / Вид / Тонирование / Тонировать...*]. При запуске этой системы раскрывается каскадное меню, управляющее диалоговыми окнами, с помощью которых можно задать: освещение модели, материалы элементов модели, фон, на котором отображается модель, эффект тумана, а так же включать в изображение элементы ландшафта. Заданные настройки визуализации модели можно сохранить в файле чертежа как сцену. Таких настроек – сцен может быть несколько. В создаваемых в

файле чертежа сценах запоминаются виды модели и наборы источников света. Сцены могут использоваться при последующих визуализациях модели.

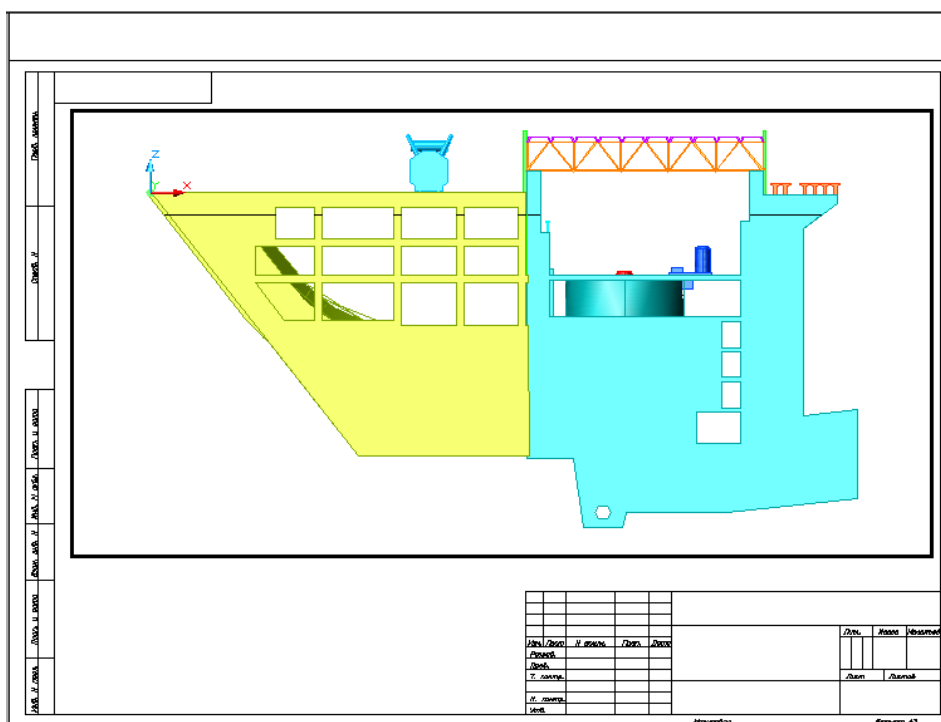


Рис. 6.3. Вид модели после выполнения команды раскрашивание.

Освещение модели задается интенсивностью рассеянного света, удаленным источником (солнцем), точечными источниками (фонари уличного освещения, люстры, бра, настольные лампы) и прожекторами. Для получения эффекта освещения от удаленного источника могут быть заданы: местоположение объекта на карте (например, Санкт-Петербург), дата, время суток и другие параметры.

Для присвоения элементам модели материалов имеется библиотека, в которой можно выбрать необходимый материал (дерево, металл, бетон, пластмасса, стекло и т.д.). Пример тонирования разрезов гидроагрегатного блока на разных отметках показан на рис. 6.4. В качестве фона использовано растровое изображение “Облака”. На рис. 6.5. справа от гидроагрегатных блоков видны маркеры точечных источников света.

Работа с растровыми изображениями. Полученное фотореалистичное изображение объекта можно сохранить в растровом файле заданного типа (см. табл. 1.1) и вывести в

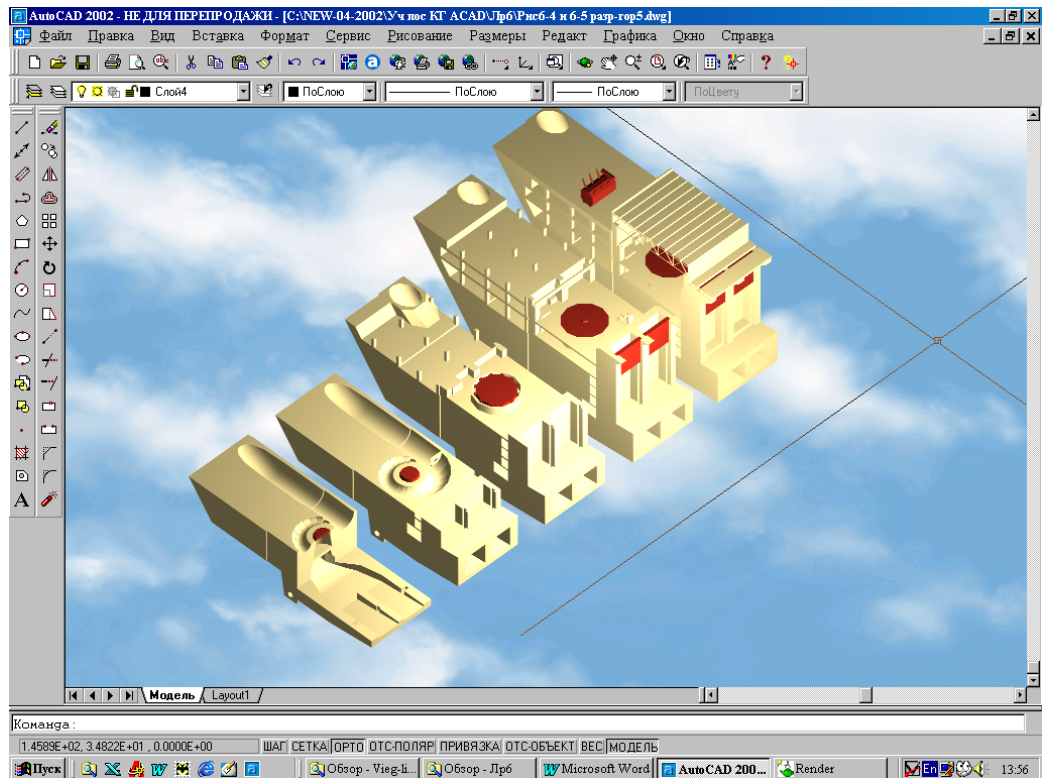


Рис. 6.4. Пример тонирования разрезов модели гидроагрегатного блока.

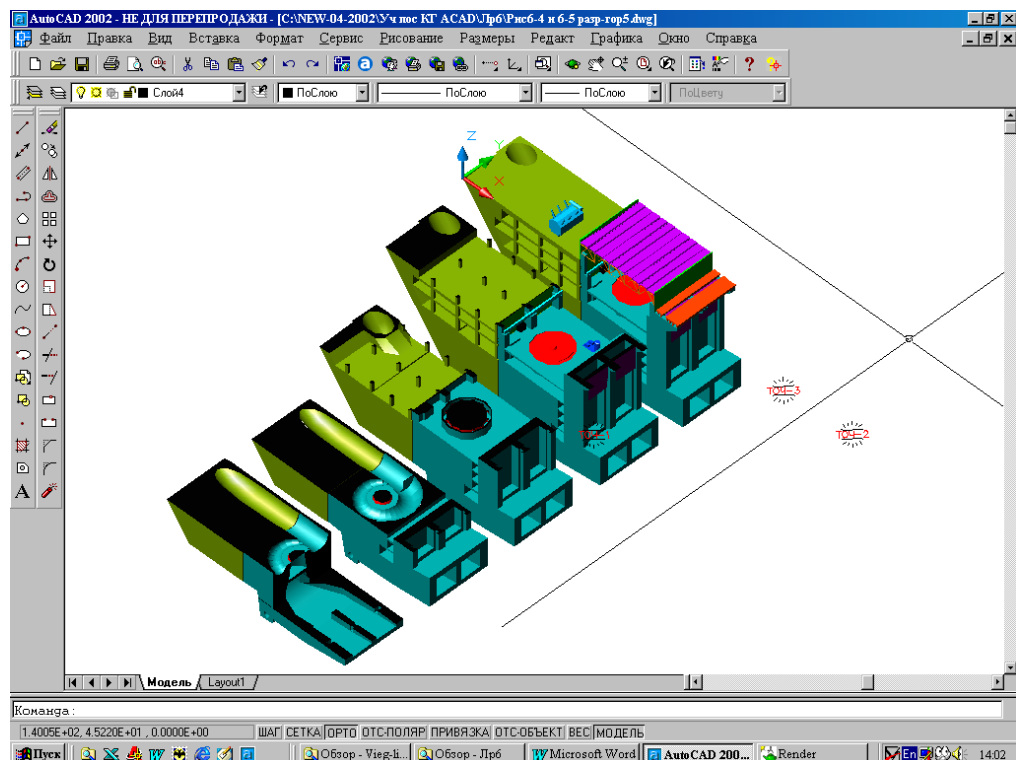


Рис. 6.5. Вид разрезов гидроагрегатного блока после выполнения команды раскрашивание.

графическую зону для просмотра. При этом растровый файл не становится компонентом файла чертежа.

Растровый файл может быть вставлен в чертеж (см. табл. 1.1). Растровое изображение становится объектом файла чертежа, с которым можно работать. Однако растровый файл в файл чертежа не копируется, на него в файле чертежа создается ссылка.

Использование растровых файлов в проектировании энергетических объектов может значительно упростить работу. Например, при проектировании сооружений ГЭС, целесообразно на специально созданный слой в файле чертежа вставить карту местности. Она может использоваться как подложка чертежа. Если необходимо, на других слоях могут быть вычерчены горизонтالي, водотоки, дороги и другие элементы карты, которые будут иметь уже векторный формат и будут являться примитивами графической системы. Средствами AutoCAD'а они могут быть преобразованы из двухмерных в трехмерные объекты.

Работа в пространстве *Модель*. Геометрическая модель проектируемого объекта создается в пространстве *Модель*. Высокая разрешающая способность графической системы позволяет строить модель не прибегая к масштабированию. Способы построения твердотельных трехмерных моделей осваиваются в работе 7. В данной работе рассматриваются приемы отображения проектируемого в трехмерном пространстве объекта и формирования чертежа на основе уже имеющейся модели объекта.

В пространстве *Модель* можно создать несколько не перекрывающихся видовых экранов (ВЭ). На видовых экранах пространства *Модель* отображаются плоская или объемная пиктограмма системы координат (см. рис. 6.1.). Вид пиктограммы зависит от способа отображения модели на видовом экране: *2М каркас* или *3М каркас*.

Один из ВЭ является активным (он выделен жирной рамкой), на нем можно строить и редактировать геометрическую модель объекта. Сделать активным можно любой видовой экран, щелкнув на нем левой клавишей мыши.

Для каждого ВЭ можно установить разные точки зрения и точки цели, что позволяет видеть объект, например, сверху (в плане) на одном видовом экране, в изометрии – на другом и спереди – на третьем видовом экране.

Создание видов. Создать новый вид модели можно с помощью каскадного меню [*СМ / Вид / 3М Вид* >]. Это меню позволяет создавать виды в плане (см. верхний левый ВЭ на рис. 6.1), спереди (см. левый нижний ВЭ), сзади, слева, справа или в

изометрии (см. правый ВЭ на рис. 6.1) в мировой системе координат (МСК-WCS). Для создания вида в пользовательской системе координат (ПСК-UCS) следует использовать ДО “Задание точки зрения”, которое открывается при выборе пункта меню [СМ / Вид / 3М Вид / Стандартные Точки Зрения...]. В этом диалоговом окне задаются угол между осью X и проекцией на плоскость X0Y направления на точку обзора и угол между направлением на точку обзора с его проекцией на X0Y. Можно так же выбрать систему координат: МСК или ПСК.

Графическая система предлагает так же набор стандартных видов: сверху снизу спереди слева и т.п. В этом наборе имеется и несколько изометрических видов. Список стандартных видов находится в ДО “Вид” на странице “Ортогональные и изометрические виды”, которое раскрывается пунктом меню СМ / Вид / Именованные виды... .Созданный вид (он является текущим) можно сохранить в файле чертежа и использовать (восстанавливать) в последующих сеансах работы. Для удаления или переименования видов следует выбрать вид в списке и вызвать курсорное меню нажатием на ПКМ.

Разрезы модели. Сечения. Команды, выполняющие разрез твердотельной модели объекта заданной плоскостью, проходящей через указанную точку - РАЗРЕЗ (*_slice*), и построения сечения - СЕЧЕНИЕ (*_section*), можно активизировать соответствующими пунктами каскадного меню [СМ / Рисование / Тела>].

Пример разрезов гидроагрегатного блока горизонтальными плоскостями на разных отметках представлен на рис. 6.5, а взаимодействие пользователя и системы при выполнении одного из разрезов отражены в примере 6.1, представленном ниже. Здесь выбор набора примитивов для редактирования выполнен текущей рамкой. В качестве режущей плоскости задана плоскость X0Y - с клавиатуры введена опция XY . Высотное положение плоскостей сечения можно определять перекрестием локатора на нижнем левом видовом экране (см. рис. 6.1).

Для второго блока положение плоскости задано на уровне оси турбинного трубопровода, для третьего – на отметке генераторного этажа, для четвертого – на отметке машинного зала. Пятый блок не разрезался. Более сложный разрез выполнен на первом блоке. Здесь использовались две горизонтальные плоскости, одна на отметке оси трубопровода, вторая несколько выше дна отсасывающей трубы. Еще один разрез первого блока выполнен вертикальной плоскостью, проходящей по оси гидроагрегатных блоков. Точку на этой плоскости следует

задавать перекрестием локатора на левом верхнем видовом экране (рис. 6.1).

При выполнении разреза можно оставить обе части разрезанного блока, введя с клавиатуры заглавную букву опции *Обе стороны* (*_Both*) или оставить одну часть, указав на нее перекрестием локатора. Можно так же “лишние” части разрезанной твердотельной модели удалить командой СТЕРЕТЬ (*_erase*).

Пример 6.1.

Команда: *_slice* ↵

Выберите объекты: + ↓ЛКМ Противоположный угол: найдено: 19

Выберите объекты: ↵

Первая точка на режущей плоскости [Объект/Зось/Вид/XY/YZ/ZX/3точки]
<3точки>: xy ↵

Точка на плоскости XY <0,0,0>: + ↓ЛКМ

Укажите точку с нужной стороны от плоскости [Обе стороны]: O ↵

Режущая плоскость не пересекает 16 выбранных тел.

Работа в пространстве *Лист*. Плавающие видовые экраны.

Компоновка чертежа. В пространствах *Лист* создаются плавающие видовые экраны (ПВЭ). ПВЭ отображаются рамками (см. рис. 6.3 и 6.7) не обязательно прямоугольными. Через эти видовые экраны пользователь, работая в пространстве *Лист*, как в окна, видит объекты, построенные в пространстве *Модель*. Плавающие видовые экраны можно перемещать по листу, копировать, удалять. Объекты пространства *Модель* недоступны пользователю, если ПВЭ (окна) закрыты. В этом случае переключатель МОДЕЛЬ/ЛИСТ в статусной строке находится в положении ЛИСТ. В таком режиме на ПВЭ можно чертить и наносить надписи, как на стеклах закрытых окон, сквозь которые видны объекты пространства *Модель*. Так надписи “ПВЭ1” и “ПВЭ2” на рис. 6.7 сделаны в пространстве *Лист* (на стеклах окон), а обозначения объектов “А” и “В” выполнены в пространстве *Модель*. Если переключатель находится в положении МОДЕЛЬ, активное окно открыто и пользователь получает доступ к объектам в пространстве *Модель* через выделенный жирной рамкой ПВЭ. В каждом ПВЭ можно установить свой вид объекта.

Компоновка листа чертежа. Созданный в пространстве *Модель* объект (это может быть пространственная геометрическая модель или плоская образно-знаковая модель проектируемого сооружения) является основой для создания фрагментов окончательного графического проектного документа – листа чертежа.

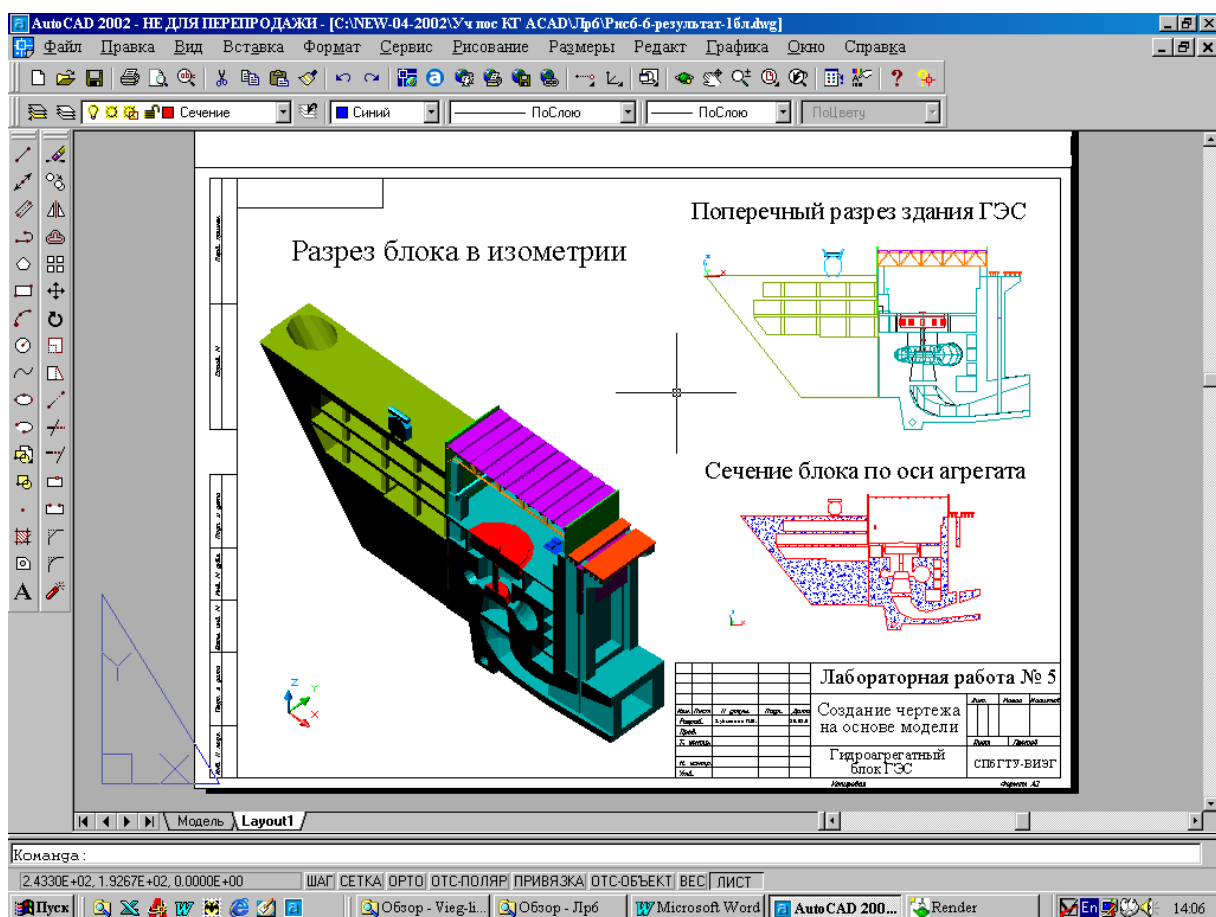


Рис. 6.6. Пример чертежа, созданного на основе геометрической модели.

Таковыми фрагментами могут быть ортогональные, изометрические и перспективные проекции, разрезы, фото реалистические виды с включением ландшафта и различных источников света, укрупненные изображения отдельных деталей объекта. Эти фрагменты компоуются в пространстве *Лист*. На рис. 6.6 представлен пример результатов работы с фрагментами чертежа в пространстве *Лист*.

На листе чертежа созданы три плавающих видовых экранов. Рамки плавающих видовых экранов расположены на отключенном слое и не отрисовываются на листе чертежа. На левом видовом экране виден весь объект – гидроагрегатный блок ГЭС. Это раскрашенная изометрическая проекция проектируемого сооружения. На правом верхнем ПВЭ показан поперечный разрез, а на правом нижнем ПВЭ сечение по оси агрегата здания ГЭС. Управление видимостью графических примитивов пространства *Модель* на плавающих видовых экранах осуществляется с помощью

их сортировки по слоям чертежа и замораживания отдельных слоев на текущих видовых экранах. Так на левом и верхнем правом ПВЭ не видно сечение блока потому, что сечение расположено на отдельном слое и этот слой заморожен на левом и верхнем правом ПВЭ.

Управление изображением на плавающих видовых экранах (включая редактирование и дополнительные построения) выполняется в пространстве *Модель*. Переход из одного пространства в другое осуществляется щелчком левой клавиши мыши на кнопке МОДЕЛЬ/ЛИСТ в статусной строке.

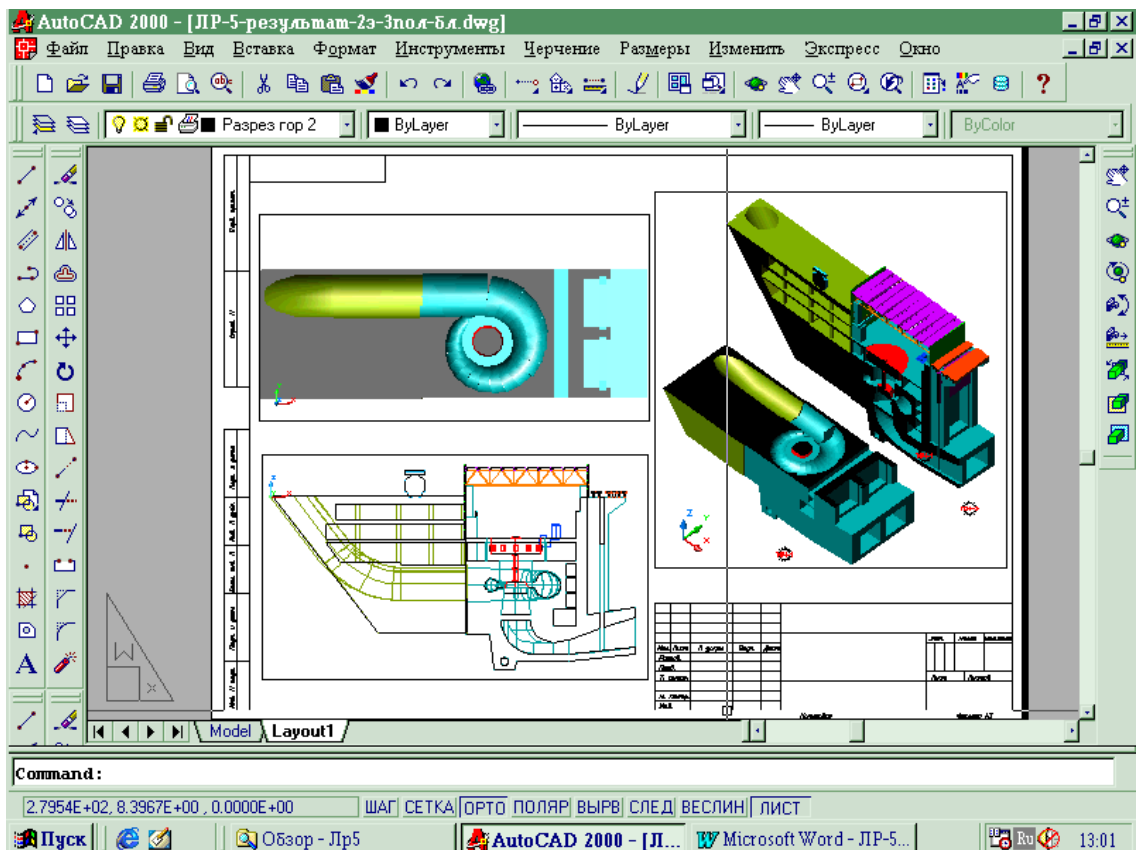
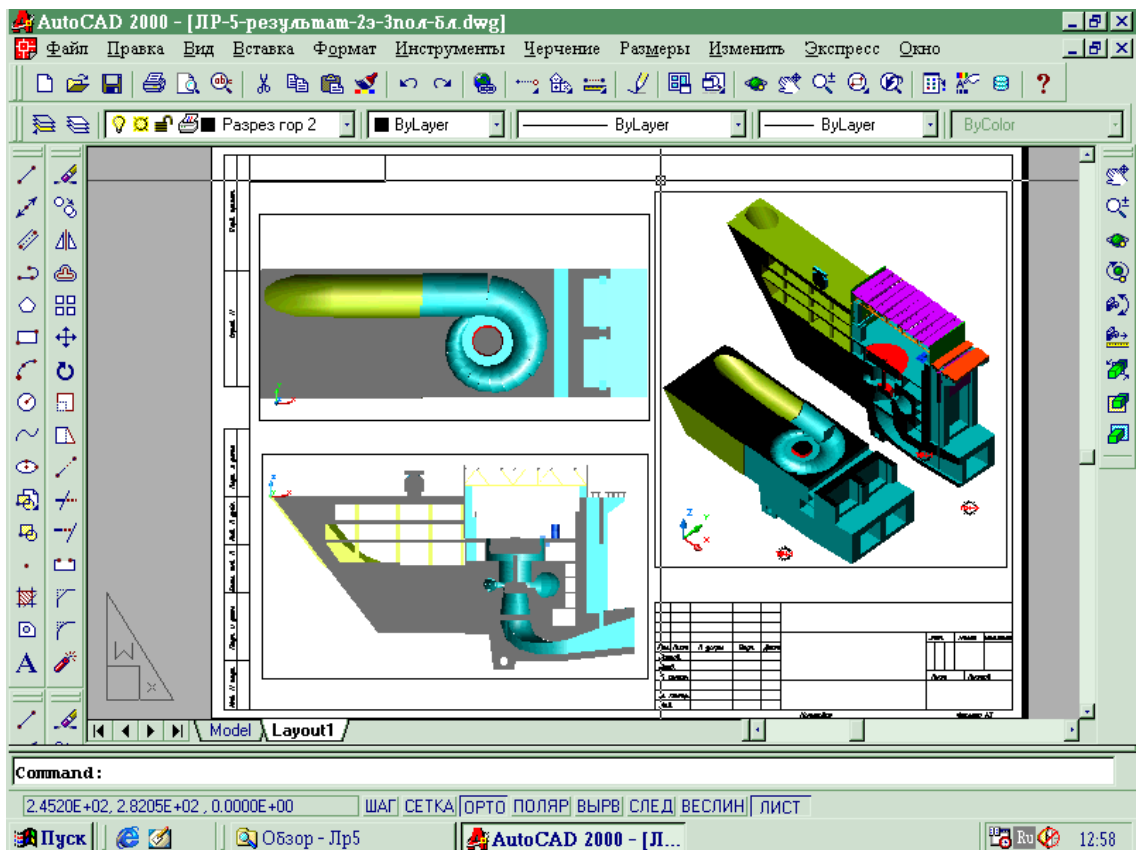
Надписи (заголовки, текст в штампе чертежа, спецификации и т.п.) в приведенном примере выполнены в пространстве *Лист*.

Масштабирование чертежа. Проектирование в среде AutoCAD сопровождается отображением проектируемого сооружения или оборудования в различных пространствах. Представим цепочку этих пространств (в компьютерной графике она называется “Видовой конвейер”).

Проектируемый объект будет создан в реальной природной среде – в физическом пространстве. В AutoCAD’е создается геометрическая модель этого объекта в пространстве *Модель*. Эти два пространства могут быть связаны масштабом Мм.

Созданная в AutoCAD’е модель объекта используется для формирования чертежа в пространстве *Лист*. В этом пространстве, как правило, создается несколько плавающих видовых экранов, на которых отображаются в разных масштабах разные проекции проектируемого объекта или его частей. Каждый ПВЭ пространства *Лист* связан с пространством *Модель* масштабом Мл. Так на рис. 6.7 показан поперечный разрез и фрагмент плана водопроводящего тракта МГЭС. Оба чертежа – разрез и план, выполнены на плоскости ХУ в пространстве *Модель* в масштабе Мм=1:1. В пространство *Лист* эти чертежи выведены в разных масштабах. На верхнем ПВЭ (слой с рамкой ПВЭ отключен) виден весь водопроводящий тракт МГЭС. Масштаб Мл этого видового экрана равен 2 (масштабный коэффициент пространства *Лист* относительно пространства *Модель* равен 0.5). На нижний ПВЭ выведен фрагмент плана водопроводящего тракта, при этом задан масштаб Мл=5:1.

Масштабирование видовых экранов пространства *Лист* относительно пространства *Модель* выполняется с помощью пункта *Масштаб* каскадного меню [*СМ / Вид / Зумирование*>]. При этом используется опция *Масштаб* (*_scale*) команды ПОКАЗАТЬ, а масштабный коэффициент вводится с символами хл. Допустим, на ПВЭ2, имеющем размеры в пространстве Лист 110х110 единиц,



надо отобразить фрагмент объекта А размером в пространстве модель 210х110 единиц, как это показано на рис. 6.8 (размеры снизу и слева). Такое изображение объекта А получено путем масштабирования в этом видовом экране пространства *Модель* относительно пространства *Лист* [*СМ / Вид / Зумирование / Масштаб*]. В данном примере введен масштаб $Mл = 0.25 \times \text{хр.}$. Поэтому фрагмент А в пространстве *Лист* имеет размеры 52,5х27,5 (см. размеры справа и сверху).

Наконец готовый чертеж выводится на лист бумаги определенного формата. В качестве устройства вывода может использоваться принтер с форматом печати А4 или плоттер, позволяющий вывести чертеж на лист формата А0. Связь между пространством *Лист* (точнее между каждым ПВЭ) и пространством бумаги определяется масштабом M_{pi} .

Размещение чертежа на листе бумаги определяется в ДО “Печать” [*СМ / Файл / Печать...*]. В данном примере заданы: ориентация чертежа – книжная, масштаб печати –

($M_{п}=100\text{мм}$ на бумаге = 125 единиц рисунка), смещение от начала $X=25\text{ мм}$, $Y=30\text{мм}$. В этом случае масштаб модели объекта на листе бумаги будет равен $M = M_{м} \cdot M_{л} \cdot M_{п} = 1 \cdot 0.25 \cdot 0.8 = 0.2 = 1:5$. Объект А, видимый на ПВЭ2 на листе бумаги будет иметь размеры 42х22 мм.

Удаление “лишнего” на ПВЭ. На ПВЭ1 (рис. 6.8) видно, что к объекту А примыкает объект В. В то же время на ПВЭ2 объект В не виден. Для того, чтобы иметь возможность управлять видимостью тех или иных частей модели, размеров, надписей следует продумать их размещение на разных слоях чертежа. На каждом ПВЭ можно заморозить свой набор слоев, сделав, таким образом, размещенные на этих слоях объекты невидимыми. Так, в файле чертежа, представленного на рис. 6.8, создано два слоя – Сл1 и Сл2. Объект А принадлежит слою Сл1, объект В – слою Сл2. На ПВЭ1 оба слоя разморожены и видны оба объекта. На ПВЭ2 слой Сл2 заморожен, поэтому здесь объект В не виден.

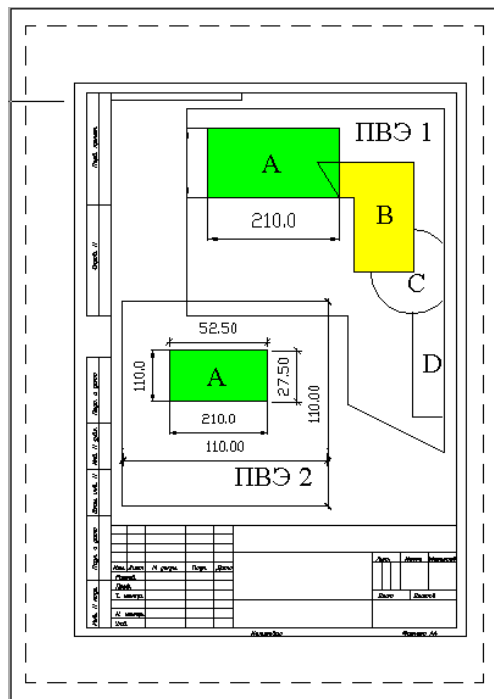


Рис. 6.8. Работа в пространстве лист.

На рис. 6.6 представлен пример результата работы 6. Здесь рамки трех ПВЭ принадлежат слою, который заморожен на всех видовых экранах, поэтому они не видны на чертеже. На нижнем правом ПВЭ видно сечение гидроагрегатного блока, не заслоняемое моделью объекта (см. рис. 6.2). Сделать здесь модель объекта невидимой удалось благодаря размещению сечения и объекта на разных слоях и замораживанию на этом ПВЭ слоя, которому принадлежит модель объекта. Аналогично выполнена селекция видимости объектов на двух других видовых экранах.

Описание файла - прототипа. Файл – прототип, используемый в этой работе имеет имя **ЛР6.dwt**. Он содержит трехмерную твердотельную модель гидроагрегатного блока ГЭС (см. рис. 6.1). Модель расположена на слое **Модель-ГАБ**.

В файл чертежа загружены штриховая, точечная и штрих - пунктирная линии. Созданы и сохранены виды модели: “План”, “Справа” и “Изометрия”, а так же точечные источники света: “Точ1”, “Точ2”, “Точ3”.

З а д а н и е 6.

Порядок выполнения задания.

1. Открыть чертеж-прототип **ЛР6.dwt**. Сохраните файл чертежа в личной папке под своим именем. Работа начинается в пространстве *Модель*. Слои **0** и **Модель-ГАБ** - включены, остальные слои чертежа выключены.
2. **Визуализация трехмерных моделей.**
 - 2.1 Выполнить визуализацию модели гидроагрегатного блока (ГАБ), используя команды удаления скрытых линий, раскрашивания модели и тонирования. Для возврата к каркасному отображению модели следует использовать команды меню [*СМ / Вид / Раскрашивание* > / *2М каркас* или *3М каркас*].
 - 2.2 Выполнить тонирование модели. Установить фотореалистичный тип тонирования. Нажатием на клавишу *Фон* активизировать диалоговое окно для задания фона изображения. Включить режим *Сплошной*. Подобрать цвет фона, используя клавишу *Просмотр* для оценки фона. Для запуска программы тонирования нажать на клавишу *Тонирование*. Повторить тонирование с фоном типа *Переход*, используя настройки *Горизонт*, *Высота*, *Поворот*. Еще раз выполнить тонирование с фоном типа *Изображение*. В качестве фона можно использовать имеющийся на сервере растровый файл **Облака.bmp**. Сохранить для отчета наиболее удачное изображение объекта в личной папке в формате растрового файла *.bmr* [*СМ / Сервис / Изображение* > / *Сохранить...*].
3. **Работа в пространстве *Модель*.**
 - 3.1 **Создание на экране нескольких видов модели.** Создать три не перекрывающихся видовых экрана [*СМ / Вид / Видовые экраны / Новые ВЭ...*]. Установить на них виды – [*СМ / Вид / 3М Вид* > / *Вид в Планы* >] выбрав в каскадном меню для первого ВЭ *Текущая ПСК*, для

второго – *МСК*. Для третьего видового экрана установить имеющийся в файле чертежа вид *Справа в ПСК* [*СМ / Вид/ Именованные Виды...*]. Разместить изображения модели ГАБ, используя наиболее эффективно поверхности ВЭ. Пример результата на этом этапе работы показан на рис. 6.1. Выполнить удаление скрытых линий или наложение теней на всех проекциях. Сохранить в личной папке этот промежуточный результат работы для отчета.

3.2 Создание фрагментов для будущего чертежа гидроагрегатного блока.

3.2.1 **Сечение.** Сохранить текущую конфигурацию видовых экранов в файле чертежа. Создать новый слой **Сечение**. Установить цвет слоя **Красный**. Сделать этот слой текущим. Сделать активным ВЭ с видом ГАБ в плане или спереди (в зависимости от заданной плоскости сечения). Регенерировать, если надо, изображение. Перейти к конфигурации с одним ВЭ [*СМ / Вид / Видовые экраны> / 1ВЭкран*]. Построить заданное сечение – [*СМ / Рисование / Тела> / Сечение*]. Вынести полученное сечение за пределы ГАБ (см. рис. 6.2). Для этого установить на экране вид *Изометрия в ПСК*, заблокировать все слои, кроме слоя **Сечение** и после этого выполнить команду **ПЕРЕНЕСТИ**. При нанесении штриховки на сечение рекомендуется установить вид спереди, выполнить *ЗМ поворот* [*СМ / Редакт / ЗМ Операции>*] на -90 градусов с опцией *2 точки*. Точки следует привязать к горизонтальной линии, лежащей в плоскости XOY ($Z = 0$). После поворота все точки сечения должны лежать в плоскости XOY . Проверить координаты точек сечения можно, выбрав соответствующий пункт в каскадном меню [*СМ / Сервис / Сведения>*]. Нанести штриховку и вернуть сечение в первоначальное положение – повернуть на $+90$ градусов. Пример полученного на этом этапе изображения представлен на рис. 6.2.

3.2.2 **Разрез.** Разблокировать и сделать текущим слой **Модель-ГАБ**. Слой **Сечение** заблокировать. Установить вид ГАБ, позволяющий сделать заданный разрез блока. Выполнить разрез ГАБ заданной плоскостью [*СМ / Рисование / Тела> / Разрез*]. При выполнении команды оставить обе части разрезанного блока. Переместить одну часть ГАБ относительно другой так, чтобы получить наиболее эффектное изображение в изометрии. Создать слой **Модель ГАБ 2** и перенести на него одну из частей разрезанного блока. Для изменения принадлежности слою одной из частей модели ГАБ можно воспользоваться меню [*СМ / Редакт / Свойства*] или клавишей *Свойства* на панели “Стандартные инструменты”. Для упрощения выбора объекта переноса следует перед активизацией команды изменения слоя перейти к виду модели в плане. Выполнить раскрашивание модели разрезанного ГАБ.

3.3 Работа в пространстве *Лист*. Компоновка чертежа. Перейти в пространство *Лист* (закладка *Layout1*). Установить для пространства *Лист* мировую систему координат – в ДО “ПСК” [*СМ / Именованные ПСК...*]. Создать новый слой **ПВЭ**. Установить для него цвет **ByLayer** – синий, тип линии **ByLayer** – пунктирная и сделать этот слой текущим. Включить слой **Рамка**. Создать три плавающих ВЭ (ПВЭ) –[

СМ / Вид / Видовые экраны> / 1 ВЭкран...]. Открыть пространство *Модель*. Установить на большем ПВЭ вид в изометрии, на других ВЭ – вид справа и сечение ГАБ. Плавающие ВЭ можно редактировать – перемещать, уменьшать, удалять и т.п. Можно воспользоваться этой возможностью для получения наилучшей компоновки чертежа. Сделать невидимыми на ПВЭ “лишние” объекты можно, заморозив на этом видовом экране тот слой, на котором находятся ненужные объекты. Закрыть пространство *Модель*. Создать и сделать текущим слой **Текст**. Заморозить слой **ПВЭ**. Заблокировать все слои, кроме слоя **Текст**. Нанести надписи на лист чертежа, заполнить штамп. При необходимости, выполнить редактирование текста. Пример выполненной работы приведен на рис. 6.4.

- 3.4 Открыть пространство *Модель* и выполнить тонирование объектов. Сохранить файл чертежа для отчета. Переслать копию экрана в буфер обмена (↓ **PrintScreen**). Свернуть окно AutoCAD’а и открыть текстовый редактор Word. Перенести изображение из буфера обмена в документ .doc. Сохранить этот файл для отчета.

В а р и а н т ы

В задании на выполнение лабораторной работы определяется вариант сечения и вариант разреза в соответствии с таблицей 6.1, например: сечение – вариант 3, разрез – вариант 8.

Таблица 6.1.

Вариант	Плоскость сечения	Сечение, разрез	Местоположение плоскости
1	Вертикальная	Поперечное	Ось агрегата
2			Ось отсасывающей трубы
3			Ось трубопровода
4	Вертикальная	Продольное	Помещения со стороны НБ
5			Помещения со стороны ВБ
6			Оси агрегатов
7	Горизонтальная	-	Машинный зал
8			Генераторный этаж
9			Спиральная камера
10			Отсасывающая труба

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ.

В данной работе осваиваются методы построения трехмерных твердотельных моделей сооружений и оборудования проектируемых объектов. Имея такие модели можно получать различные проекции объекта, его разрезы и сечения и создавать из полученных фрагментов чертеж, как это делалось в предыдущей работе.

На рис. 7.1 представлен вид модели каркаса промышленного здания, на примере которого осваиваются команды моделирования и редактирования твердых тел.

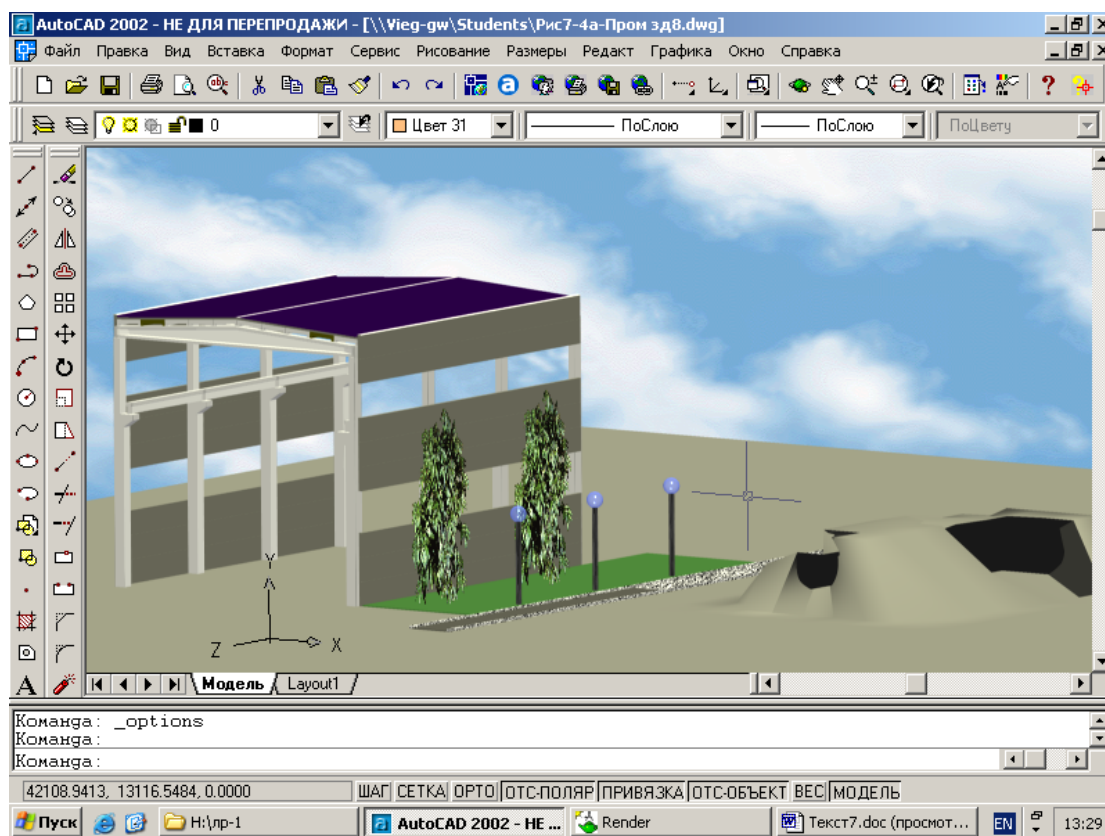


Рис.7.1. Вид в изометрической проекции твердотельной модели промышленного здания.

Модель включает в себя следующие строительные конструкции (рис. 7.2): фундамент (1), колонны (2), подкрановые балки (3), балки покрытия - ригели (4), плиты покрытия (5),

стенные панели (6), фундаментные балки. На рисунке показано обозначение отметок O1 ... O6 и расстояний S1... S3, которые задаются в табл. 7.1.

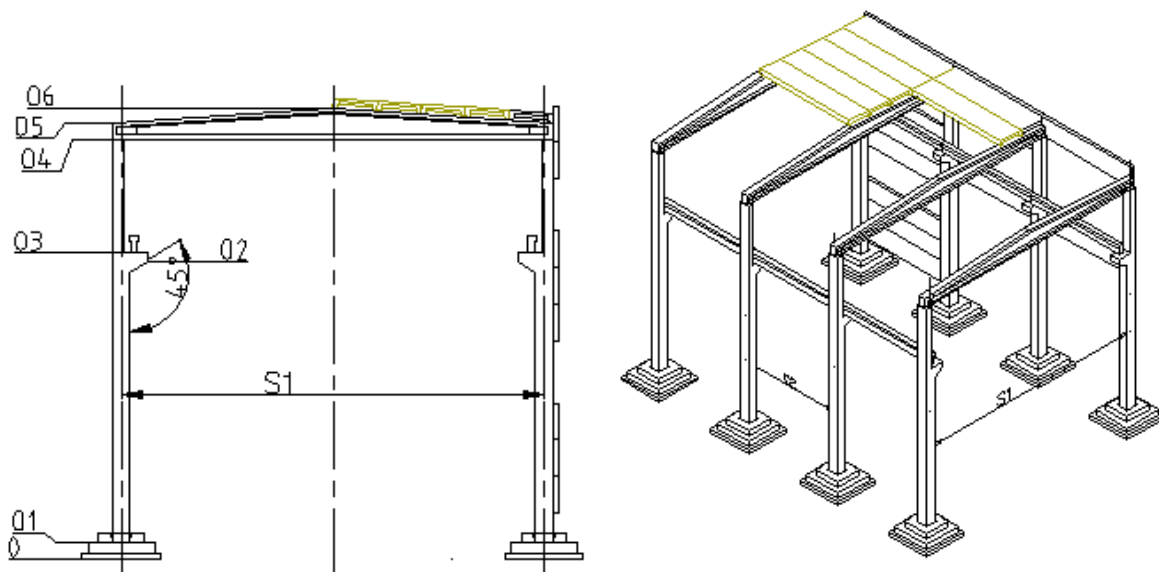


Рис. 7.2. Элементы каркаса промышленного здания.

Построение простых тел. Простые геометрические тела, такие как: прямоугольный параллелепипед - ЯЩИК (*_box*), ШАР (*_sphere*), ЦИЛИНДР (*_cylinder*), КОНУС (*_cone*), КЛИН (*_wedge*), ТОР (*_torus*), можно строить, выбирая соответствующий пункт каскадного меню [*СМ / Рисование / Тела* >]. В процессе построения заданного тела графическая система предлагает ввести значения его параметров. Например, при построении конуса запрашиваются координаты центра основания конуса, радиус основания и высота конуса.

Другой способ построения простых геометрических тел - использование операции выдавливания указанного замкнутого контура вдоль оси Z или в направлении заданной траектории [*СМ / Рисование / Тела* > / *Выдавить*] командой ВЫДАВИТЬ (*_extrude*). В первом случае выполняется выдавливание контура на определенную высоту в направлении оси Z. При этом система запрашивает угол выдавливания. Если он принимается по умолчанию (значение 0), то боковые грани строящегося тела будут вертикальны. При вводе другого значения угла, боковые грани будут наклонены относительно вертикали на указанный угол.

Если при построении тела выдавливания задается опция *Траектория* (*_Path*), система предложит указать линию - траекторию выдавливания указанного контура. В качестве

траектории может быть отрезок, полилиния, эллипс, сглаженная кривая и т. п.

И наконец еще один способ построения простых твердотельных объектов - вращение замкнутого контура вокруг заданной оси [*СМ / Рисование / Тела > / Вращать*] командой **ВРАЩАТЬ** (*_revolve*). В этом случае после указания контура система предложит указать ось, вокруг которой надо вращать этот контур и ввести угол на который следует повернуть контур вокруг оси. Если линии, соответствующей оси вращения, нет на чертеже, ось может быть задана не указанием прицелом селектора, а путем ввода координат начала и конца отрезка, который будет считаться осью вращения.

Построение сложных тел. Сложные твердотельные объекты создаются путем объединения простых тел, вычитания одних тел из других, получения пересечения твердых тел. Соответствующие этим операциям команды могут быть активизированы пунктами меню *Объединение, Пересечение, Вычитание* в каскадном меню [*СМ / Редакт / Редактирование тел >*] или командами *_union, _intersect, _subtract*.

На рис. 7.3 показан фундамент - вид в плане и вертикальный разрез в изометрии. Эта твердотельная модель построена путем объединения трех простых тел: тела выдавливания - нижняя ступень (1) фундамента, ящика (2) - средняя часть, и еще одного тела выдавливания (3) - верхняя часть. Из полученного массива вычтено четвертое тело - перевернутая усеченная пирамида (4). Это тело выдавливания прямоугольного контура строилось с углом сужения, отличным от нуля.

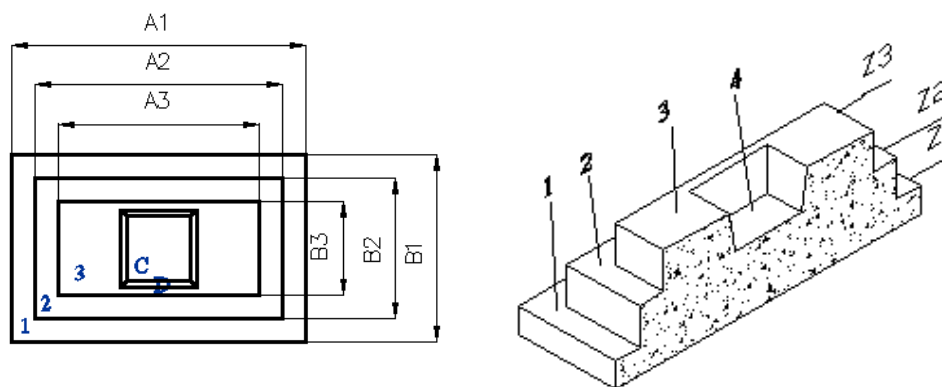


Рис. 7.3. Конструкция фундамента.

Модели других строительных конструкций, создаваемые в этой работе, также являются телами выдавливания (подкрановая

балка, колонна, стеновая панель) или составными телами (ригель, плита покрытия), для построения которых используются и команды *Объединение*, *Вычитание*, *Разрез*. Обозначение размеров для этих строительных конструкций даны на рис. 7.4.

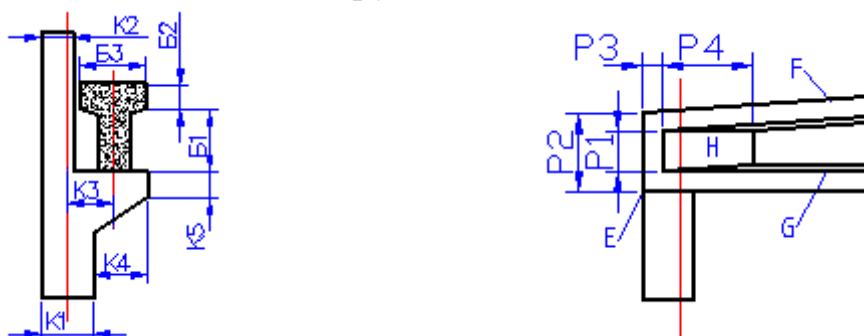


Рис. 7.4. Размеры колонны, подкрановой балки и колонны.

Редактирование твердых тел. В данной лабораторной работе используются уже известные команды редактирования, такие как: КОПИРОВАТЬ (*_copy*), ПЕРЕНЕСТИ (*_move*), ЗЕРКАЛО (*_mirror*), МАССИВ (*_array*)... и другие, запускаемые с помощью падающего меню [*СМ / Редакт*]. Для редактирования в трехмерном пространстве могут использоваться также пункты каскадного меню *3М массив*, *3М зеркало* и *3М поворот* [*СМ/ Редакт / 3М операции*>] или команды *_3darray*, *_mirror3d*, *_rotate3d*.

Часто для редактирования твердотельного объекта используется команда РАЗРЕЗ (*_slice*) (см. работу 6), с помощью которой от модели отрезаются и удаляются “лишние” фрагменты. В данной работе эта команда используется при создании модели ригеля.

Пользовательские системы координат. Построение объектов в трехмерном пространстве можно упростить, используя вместо мировой системы координат более удобную пользовательскую систему координат (ПСК). Так, например, в данной работе перед началом построения ригеля создается ПСК с началом в точке Е (см. рис. 7.4). Это избавляет пользователя от необходимости пересчитывать значения координат характерных точек ригеля. В такой ПСК эта конструкция легко строится по заданным размерам.

Для создания новой системы координат с началом в заданной точке пространства следует выбрать пункт *Начало* каскадного меню [*СМ / Сервис / Новая ПСК*>]. При этом произойдет плоскопараллельный перенос системы координат в заданную точку. Пункты *X*, *Y*, *Z* этого же каскадного меню позволяют повернуть систему координат вокруг соответствующей оси.

Во время работы может быть создано несколько разных ПСК. Каждой ПСК можно присвоить имя. Такие поименованные ПСК могут быть сохранены в файле чертежа, что позволит в любой момент переходить из одной системы координат в другую. Для сохранения ПСК в файле чертежа следует вызвать ДО “ПСК” [*СМ / Сервис / Именованные ПСК ...*] и задать имя текущей системы координат. Это же диалоговое окно используется для восстановления ранее сохраненной пользовательской системы координат.

О том, какая система координат является текущей, можно узнать по ее пиктограмме, расположенной в графической зоне экрана. Управление пиктограммой осуществляется с помощью каскадных меню [*СМ / Вид / Отображение> / Знак ПСК>*] и [*СМ / Вид / Раскрашивание>*]. Пункты этих каскадных меню позволяют включать и отключать пиктограмму системы координат, помещать ее в левый нижний угол графической зоны или в начало системы координат, задавать ее стиль, размер и цвет.

Визуализация модели и работа с растровыми изображениями. Способы создания фотореалистичных видов проектируемого объекта рассмотрены в работе 6. В этой работе предлагается создать несколько сцен для разных видов сооружения и разных дат и времени суток. При визуализации сцен включить в изображение несколько элементов ландшафта и выполнить их редактирование, а в качестве фона использовать растровый файл.

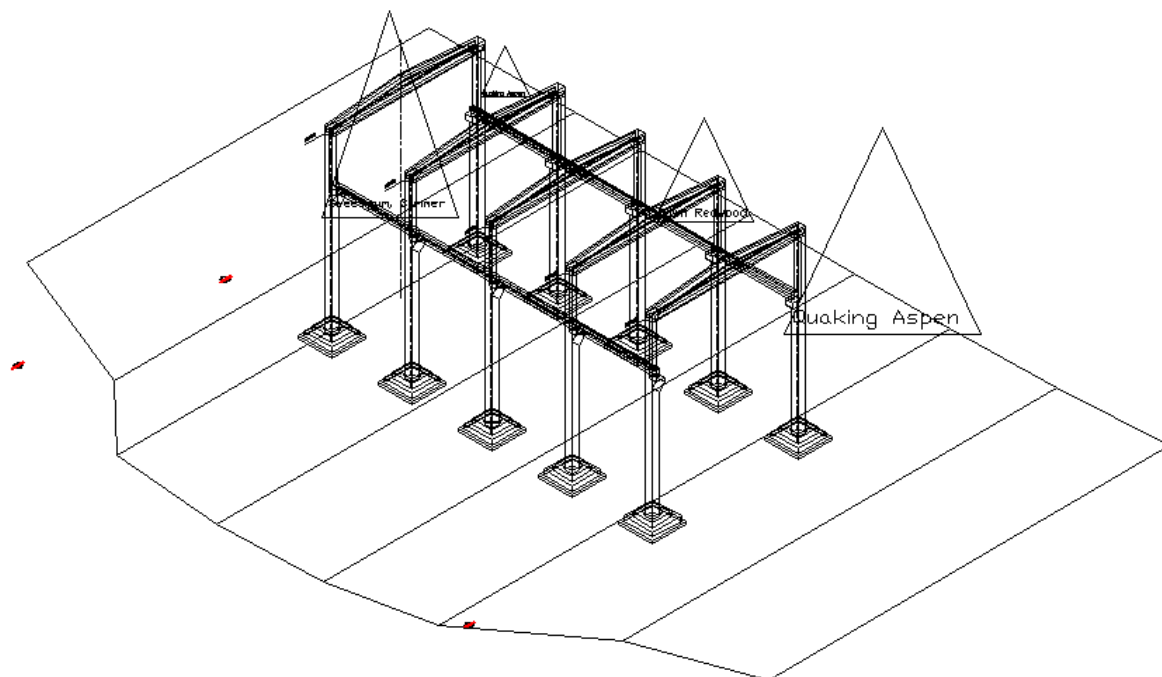


Рис. 7.5. Каркасное отображение проектируемого объекта.

На рисунке 7.5 показаны: модель проектируемого сооружения в каркасном отображении, поверхность основания сооружения, пиктограммы источников света и элементов ландшафта. На рисунке 7.6 приведена распечатка изображения, сохраненного после тонирования в растровом файле типа **.bmp**. Следует обратить внимание на то, что вид объекта в тонируемой сцене не совпадает с его текущим видом на экране дисплея (рис.7.5).

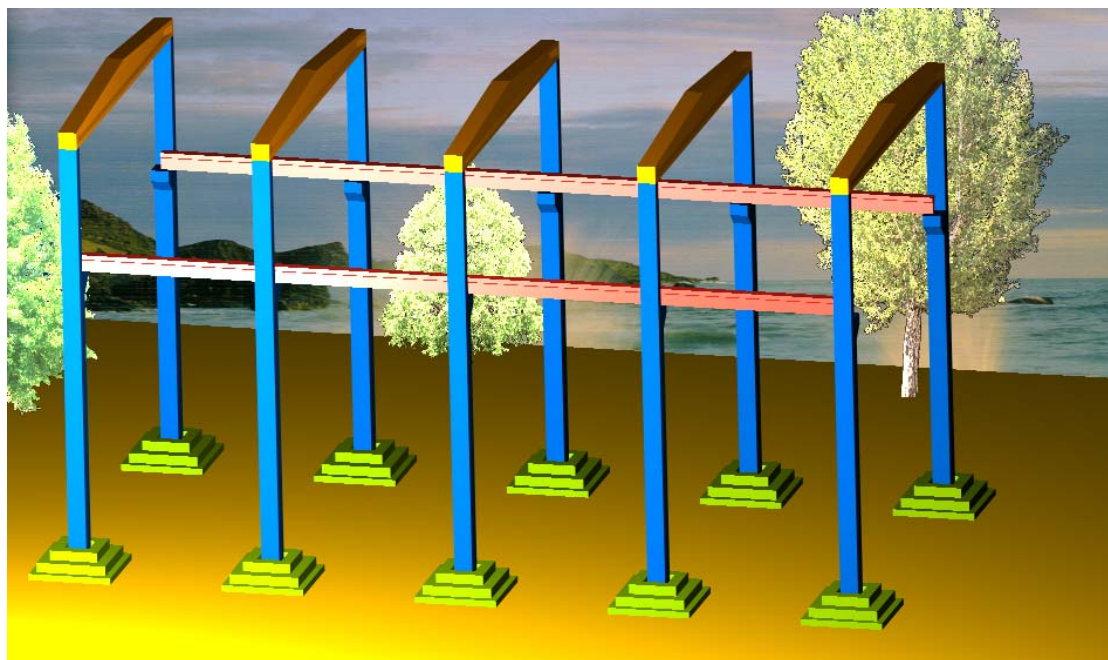


Рис. 7.6. Пример растрового изображения объекта.

З а д а н и е 7.

Порядок выполнения задания.

1. Открыть файл – прототип **ГОСТ_a3г.dwt**.
2. Перейти в пространство *Модель*. Совместить пиктограмму СК с началом МСК – [*СМ / Вид / Отображение* > /*Знак ПСК*> / *✓ Начало*].
3. Создать новый слой **Фундамент**. Установить цвет по слою – **9** (серый) и тип линии по слою – **Continuous**. Сделать этот слой текущим.
4. **Построение трехмерной твердотельной модели фундамента.**
 - 4.1. Начертить прямоугольник – контур основания нижней части фундамента 1 (см. рис. 7.3), ввести с клавиатуры абсолютные координаты левого нижнего угла прямоугольника в плане и

относительные координаты правого верхнего угла, например: -1900,-1800↵ @3800,3600↵.

- 4.2. Создать в пространстве *Модель* два не перекрывающихся видовых экрана – [*СМ / Вид / Видовые экраны > / 2 ВЭкрана* – опция *Вертикально*]. Оставить на левом ВЭ вид в плане, на правом ВЭ установить изометрическую проекцию – [*СМ / Вид / 3М Вид > / ЮЗ Изометрия*].
- 4.3. Сделать активным левый ВЭ. Построить твердое тело выдавливанием вверх прямоугольника.
- 4.4. Построить среднюю часть массива фундамента - 2 создав унифицированное твердое тело ЯЩИК.
- 4.5. Объединить два построенных тела в один массив.
- 4.6. Выполнить удаление скрытых линий на виде в изометрии.
- 4.7. Сделать активным левый видовой экран. Перенести начало СК на середину верхней поверхности построенного массива - [*СМ / Сервис / Новая ПСК > / Начало*], координаты 0,0, Z_1+Z_2 ввести с клавиатуры.
- 4.8. Начертить прямоугольник и построить твердое тело – верхнюю треть фундамента (см. п. 4.3). Объединить построенное тело с нижней частью фундамента (см. п. 4.5).
- 4.9. Построить четырехгранную пирамиду 4 – тело, которое следует вычесть из имеющегося массива фундамента. Сейчас начало системы координат находится в точке 0,0, Z_1+Z_2 . Убедиться в этом можно, получив справку - [*СМ / Сервис / Именованные ПСК...*], клавиша *Подробности* в ДО “ПСК”. Поэтому пирамида будет строиться путем выдавливания прямоугольника, начерченного на отметке Z_1+Z_2 , вверх на высоту Z_3 с отрицательным углом сужения, например -20°.
- 4.10. Вычесть пирамиду из массива фундамента.
- 4.11. На правом видовом экране выполнить сначала удаление скрытых линий, затем - раскрашивание. Для восстановления каркасного отображения модели следует активизировать пункт каскадного меню - [*СМ / Вид / Раскрашивание > / 2М каркас*].
- 4.12. Сохранить файл чертежа в личной папке.

5. Построение колонны.

- 5.1. Создать новый слой **Колонны** с цветом по слою – зеленый и типом линии по слою – **Continuous**. Сделать этот слой текущим. Загрузить в файл чертежа образец осевой линии **Center**.
- 5.2. Установить текущими красный цвет и тип линии **Center**.
- 5.3. На левом ВЭ повернуть систему координат на 90° - [*СМ / Сервис / Новая ПСК > / X*]. Установить вид в плане для текущей СК - [*СМ / Вид / 3М Вид > / Вид в плане > / Текущая ПСК*].
- 5.4. Начертить ось колонны. Координаты начальной точки ввести с клавиатуры, конечной – указать мышью в режиме ОРТО. При необходимости – удлинить осевую линию. Используя панель “Свойства” установить масштаб осевой линии 50.
- 5.5. Перенести начало СК на левом видовом экране в точку D – середину нижней линии передней грани колонны (см. рис. 7.3). Координаты начала новой СК можно указать мышью в режиме объектной привязки.
- 5.6. Установить цвет и тип линии **ByLayer**. Начертить полилинию – контур колонны. Построить выдавливанием твердое тело колонны.

- 5.7. Выполнить на правом ВЭ раскрашивание модели. Сохранить результат этого этапа работы в личной папке.

6. Построение балки покрытия.

- 6.1. Установить текущими: цвет – красный, тип линии – осевая. Построить ось симметрии рамы.
- 6.2. Создать зеркальное отображение колонны и фундамента. Указание объектов и оси симметрии можно выполнять мышью как на левом, так и на правом ВЭ. При указании оси симметрии рекомендуется использовать объектную привязку и режим ОРТО.
- 6.3. Создать слой **Балки-П**, установить для него цвет по слою – голубой. Сделать этот слой текущим.
- 6.4. Перенести начало системы координат в точку Е (см. рис. 7.4) – левый верхний угол передней грани колонны.
- 6.5. Построить $\frac{1}{4}$ балки покрытия. Для этого: построить контур F (рис. 7.4.) и выдавить его на половину толщины балки; построить контур G и выдавить его на $\frac{1}{4}$ толщины балки с углом сужения 45° ; вычесть второе тело из первого; заполнить бетоном зону Н; установить вид сверху и отрезать “лишний” бетон в зоне Н.
- 6.6. Дважды выполнить зеркальное отображение построенного тела и объединить тела.

7. Построение рам.

- 7.1. Создать один видовой экран. Установить вид слева. Выполнить копирование фундамента, колонн и балок покрытия, используя опцию *Несколько* (*_Multiple*).
- 7.2. Установить изометрический вид. Выполнить раскрашивание модели.
- 7.3. Сохранить файл чертежа в личной папке.

8. Построение каркаса здания.

- 8.1. Создать слой **Балки-К** с цветом по слою - пурпурный. Сделать этот слой текущим.
- 8.2. Установить вид спереди. Увеличить фрагмент модели в зоне консоли левой колонны.
- 8.3. Начертить контур подкрановой балки. Выдавить контур на величину шага рам.
- 8.4. Используя команду копирования разместить на консолях колонн подкрановые балки.

9. Построение плит покрытия.

- 9.1. Создать и сделать текущим слой **Плиты**.
- 9.2. Перенести начало системы координат в точку пересечения оси рамы с верхней линией балки покрытия. Повернуть оси системы координат так, чтобы ось X совпала с верхней линией фермы. Для этого выполнить команду - [*СМ / Сервис / Новая ПСК > / 3 Точки*], оставив начало системы координат без изменения. Точку для оси X указать в конце наклонной линии балки (используя привязку *END*). Точку для оси Y указать в конце оси здания.
- 9.3. Разделить наклонную линию балки на 5 частей с помощью команды : *ПОДЕЛИТЬ* (*_divide*). Перед выполнением команды для отображения разметки выбрать символ отображения точки: [*СМ / Формат / Отображение Точек...*].

- 9.4. Используя полученную разметку, построить контур плиты покрытия. Объединить сегменты контура в полилинию. Построить тело плиты покрытия.
- 9.5. Разместить плиты покрытия на балках.
10. **Установка фундаментных балок и стеновых панелей.** Используя освоенные выше приемы создания твердотельных элементов модели, создать фундаментную балку и стеновую панель. Смоделировать стены здания. Сохранить файл чертежа в личной папке.
11. **Создание фотореалистичного изображения модели промышленного здания и фрагментов чертежа. Компонировка листа чертежа.** При выполнении этого пункта использовать приемы, освоенные в работе 6. Примеры изображения объекта на этапе визуализации и формирования чертежа представлен на рис. 7.1, 7.5 и 7.6.

В а р и а н т ы

Таблица 7.1.

	Размеры	1	2	3	4
Фундамент	A1	3800	3600	3000	2600
	B1	2400	2200	2000	1800
	A2	3200	3200	2600	2200
	B2	1800	1800	1600	1200
	A3	2600	2800	2200	1800
	B3	1200	1200	1200	800
	Z1	400	300	300	350
	Z2	350	400	300	300
	Z3	350	400	300	300
Колонна	O1	750	700	600	650
	O2	8600	6000	6000	4500
	O3	9000	6500	6400	4900
	O4	12000	9000	8000	6600
	K1	800	600	600	460
	K2	500	450	300	260
	K3	670	450	300	300
	K4	1000	700	400	450
	S1	12000	9000	9000	6000
Ригель	P1	400	380	360	320
	P2	800	750	720	640
	P3	200	200	180	160
	P4	900	800	700	600
Подкр. балка	B1	550	400	400	360
	B2	250	200	160	160
	B3	700	500	450	400
	S3	9000	6000	6000	4500
Рамы	N	4	3	4	3

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ МОНТАЖНОЙ СХЕМЫ ПЕРЕКРЫТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ.

При выполнении курсовой работы по дисциплине “Железобетонные конструкции” студенты ИСФ чертят монтажную схему сборного железобетонного ребристого перекрытия. Эту процедуру можно автоматизировать, используя рассматриваемое здесь LISP-приложение. Программа **SCeM7.lsp** (см. приложение 2) расширяет возможности графической системы. Запуск программы на выполнение осуществляется командой ШАБЛОН. При этом на экране дисплея появляется диалоговое окно “Шаблон схемы перекрытия” – рис. 8.1. Группы текстовых полей *Здание*, *Колонны* и *Панели* диалогового окна позволяют ввести свои исходные данные или использовать данные, предлагаемые программой. Последние используются для тестирования приложения и знакомства с программой.

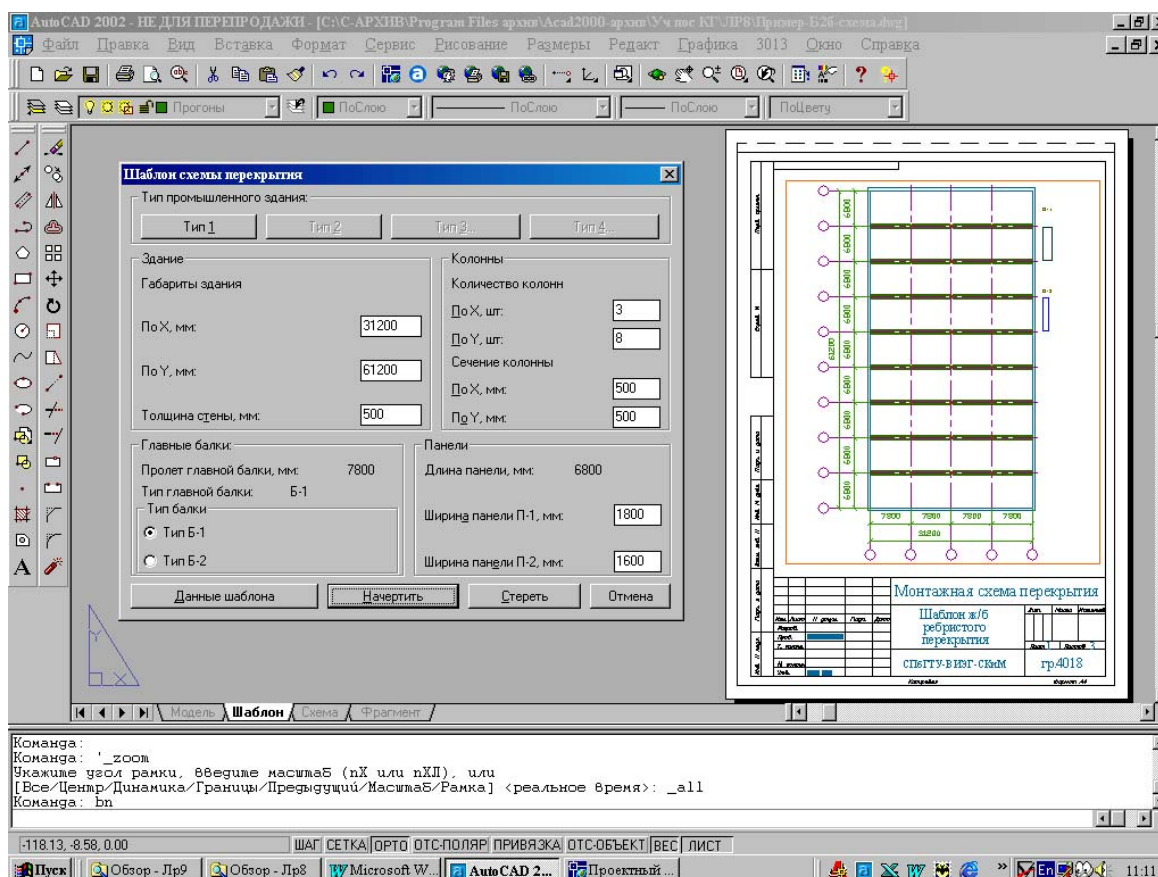


Рис. 8.1. Диалоговое окно и шаблон чертежа.

При изменении данных программа пересчитывает и выводит в диалоговое окно новые значения пролета главной балки и длины панели. Введенные пользователем данные сохраняются и будут появляться в диалоговом окне при следующих запусках приложения в данном сеансе работы до тех пор, пока не будут введены новые значения или восстановлены значения, предлагаемые программой (клавиша *Данные шаблона*). Кнопки выбора группы *Тип балки* определяют поперечное сечение прогонов: прямоугольное без полочек – Б1 и с полочками для опирания панелей – Б2. Клавишей *Начертить* запускается процесс автоматического вычерчивания по заданным размерам шаблона схемы перекрытия (этот чертеж выведен на рис. 8.1 справа от ДО). Если полученный чертеж не может быть принят в качестве основы для продолжения работы (из-за ошибки в предшествующих расчетах или при вводе данных), он может быть удален. Для этого надо командой ШАБЛОН вывести на экран диалоговое окно и нажать клавишу *Стереть*.

Раскладка плит на прогоны и оформление чертежа: нанесение некоторых размеров, штриховки, изменение масштаба отрисовки пунктирных и штрихпунктирных линий и т.п., выполняется стандартными средствами AutoCAD'a.

В работе используются файл LISP-функций **SCeM7.lsp**, файл описания диалоговых окон **SCeM1.dcl** (см. приложения 2 и 3) и файл-прототип чертежа **ЛР-8.dwt**. В файле-прототипе созданы необходимые слои, размерные и текстовые стили, листы “Шаблон”, “Схема” и “Фрагмент”, а так же загружены штрихпунктирная и штриховая линии. Чертеж монтажной схемы перекрытия промышленного здания создается в пространстве *Модель*. На листе “Шаблон” помещается чертеж “заготовки”, полученной автоматически с помощью приложения. На листе “Схема” создается окончательная версия чертежа, на листе “Фрагмент” показывается укрупнено заданная преподавателем часть чертежа (см. рис. 8.2 справа).

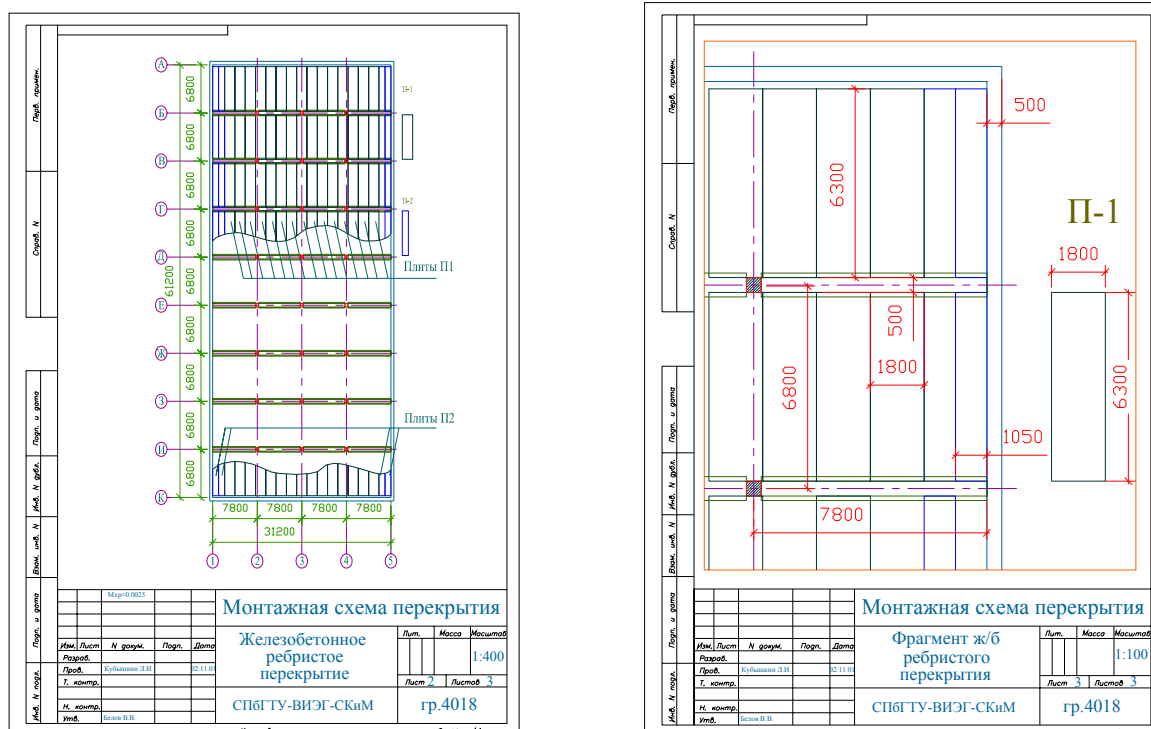


Рис. 8.2. Чертежи расчетной схемы и ее фрагмента.

З а д а н и е 8.

Порядок выполнения задания.

1. Создать новый файл чертежа на основе прототипа **ЛР-8.dwt**.
2. Загрузить приложение **SCeM7.lsp**.
3. Включить пространство *Лист* “Шаблон”.
4. Запустить на выполнение приложение – ввести с клавиатуры команду **ШАБЛОН**. При вводе команды на экране появляется диалоговое окно “Шаблон схемы перекрытия” (см. рис. 8.1).
5. Выполнить проверку работы загруженного приложения – нажать на клавишу *Начертить* в диалоговом окне “Шаблон схемы перекрытия”. Графическая система начертит шаблон схемы перекрытия, соответствующий значениям, принятым по умолчанию. Оценить построенные изображения в пространствах *Модель*, *Лист* “Шаблон”, *Лист* “Схема” и *Лист* “Фрагмент”.
6. Ввести команду **ШАБЛОН**. Нажать в диалоговом окне клавишу *Стереть*. Пробный чертеж будет удален из файла чертежа. В процессе работы можно пользоваться этой клавишей, при неудачных попытках построить шаблон схемы перекрытия для своих исходных данных.
7. Ввести команду **ШАБЛОН**. Изменить в диалоговом окне значения по умолчанию на свои данные. Новые значения будут сохраняться в данном сеансе работы, однако можно в любой момент восстановить значения по умолчанию, нажав клавишу *Данные шаблона*.

8. Нажать клавишу *Начертить*. AutoCAD начертит шаблон схемы перекрытия, соответствующий введенным данным.
9. Дальнейшая работа выполняется стандартными средствами AutoCAD'a. Особое внимание следует уделять выбору слоя для вновь создаваемых примитивов, учитывая возможность их замораживания на соответствующих видовых экранах.
10. Используя команды копирования и переноса, режимы объектной привязки и ортогонального черчения, разложить плиты перекрытия П1 и П2 на прогоны. Начертить и сгладить полилинии для обрезки плит. Обрезать плиты, как это показано на рис. 8.2. Эту работу можно выполнить в пространстве *Модель*.
11. Перейти в пространство *Лист* "Схема". Нанести недостающие надписи, отредактировать штриховые и штрихпунктирные линии (подобрать масштаб их отрисовки).
12. Перейти в пространство *Лист* "Фрагмент". Изменить масштаб пространства *Лист* в текущем видовом экране относительно пространства *Модель* так, чтобы на ВЭ размещался заданный фрагмент схемы (см. рис. 8.2). Нанести размеры, изменить надписи в штампе чертежа.
13. Перейти в пространство *Лист* "Схема". Отключить видимость лишних на этом листе надписей путем замораживания на ВЭ соответствующих слоев.
14. Распечатать чертежи "Шаблон", "Схема" и "Фрагмент".

В а р и а н т ы

Таблица 8.1.

	Размеры		1	2	3	4	5
Габариты здания, мм	По X		31200	28400	22600	20000	18400
	По Y		61200	56200	48800	48000	36200
	Толщина стены		500	400	500	480	460
Колонны	Количество, шт	По X	3	3	4	4	3
		По Y	8	7	7	6	5
	Сечение, мм	По X	500	500	480	450	400
		По Y	500	500	480	450	400
Ширина панели	П-1, мм						
	П-2, мм						
Тип балки			Б-1	Б-2	Б-1	Б-2	Б-1

СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ЗДАНИЯ ГЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LISP-ПРИЛОЖЕНИЯ.

В этой работе чертеж создается из фрагментов, имеющих в графической базе данных. Такими фрагментами являются блоки: Bl_tyr1 и Bl_gen1 - вертикальный разрез по оси гидротурбины и гидрогенератора, Bl_tyrv1 и Bl_genv1 – внешний вид гидротурбины и гидрогенератора, Bl_blok1 – продольный вертикальный разрез строительной части и проточного тракта гидроагрегатного блока. Блоки – фрагменты чертежа хранятся в папке САПР в файлах .dwg, имена которых совпадают с именами блоков.

Для вставки блоков в файл чертежа используется LISP-приложение ЛР9.lsp и файл описания конструкций диалоговых окон ЛР9.dcl. Эти файлы находятся так же в папке САПР. Текст этих программ приведен в приложениях 4 и 5. Запуск LISP-приложения (после его загрузки) осуществляется вводом команды N3-L6. При этом на экране дисплея появляется диалоговое окно “Выбор блока для вставки в чертеж” с шестью клавишами с изображениями фрагментов чертежа (см. рис. 9.1).

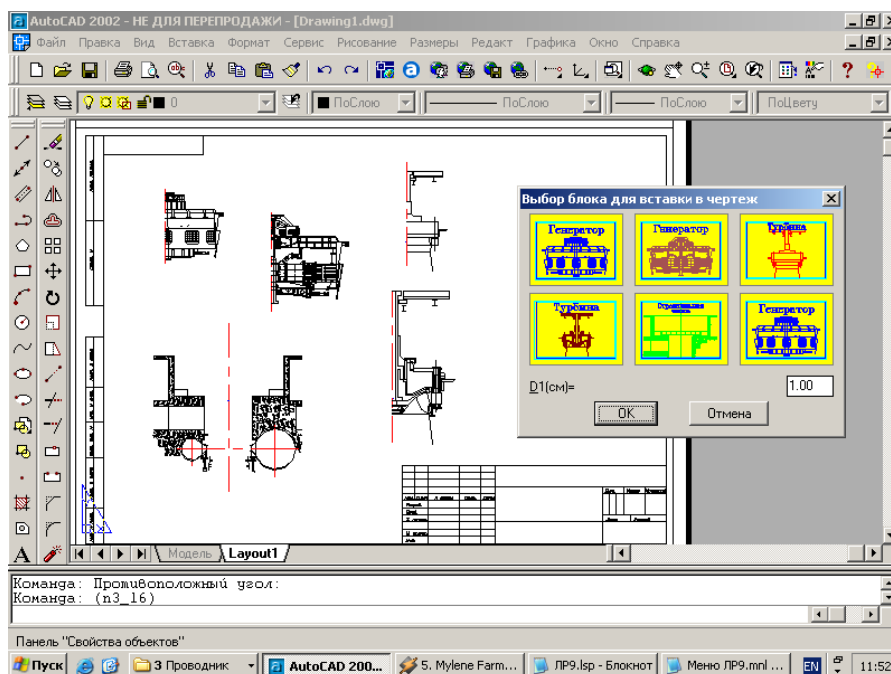


Рис. 9.1. Фрагменты, вставленные в лист чертежа с помощью диалогового окна.

При выборе одной из этих клавиш и нажатии на *ОК* диалоговое окно временно закрывается, освобождая графическую зону, для указания точки вставки выбранного блока и затем открывается вновь, позволяя выбрать следующий фрагмент. Когда все необходимые фрагменты вставлены в чертеж, диалоговое окно закрывается нажатием на клавишу *Отмена*.

Какие блоки надо вставить в файл чертежа определяет задание – вариант компоновки чертежа (см. рис. 9.2). Чертеж формируется путем копирования, зеркального отображения и переноса готовых фрагментов – блоков. Окончательное оформление чертежа – масштабирование в пространстве *Модель* и пространстве *Лист*, нанесение размеров и надписей, заполнение штампа чертежа, осуществляется средствами AutoCAD'a.

Совмещение отметки рабочего колеса гидротурбины (нижней кромки лопаток направляющего аппарата) с заданной отметкой мирового пространства осуществляется перемещением всего чертежа вдоль оси *Y* с помощью команды ПЕРЕНЕСТИ. В качестве базовой точки следует указать, включив объектную привязку, один из нижних углов лопатки направляющего аппарата. Для указания второй точки перемещения полезно воспользоваться координатным фильтром *.ZX*. Координаты *X* и *Z* вводятся привязкой к базовой точке. Координата *Y* – заданная отметка рабочего колеса, вводится с клавиатуры.

Вариант компоновки чертежа																																																														
	ГАБ 1	ГАБ 2	ГАБ 3	ГАБ 4	ГАБ 5																																																									
Ось гидроагрегата 1	Ось гидроагрегата 2	Ось гидроагрегата 3	Ось гидроагрегата 4	Ось гидроагрегата 5																																																										
ВГ – внешний вид гидрогенератора РГ – разрез по оси гидрогенератора ВТ – внешний вид гидротурбины РТ – разрез по оси гидротурбины БА – гидроагрегатный блок без гидроагрегата					отметка рабочего колеса _____ м диаметр рабочего колеса _____ м																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>И. доим.</td> <td>Лист</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Рис.</td> <td>Контур</td> <td>Контур</td> <td>Контур</td> <td>Контур</td> </tr> <tr> <td>Г. контур</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>И. контур</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Изм.	Лист	И. доим.	Лист	Дата	Рис.	Контур	Контур	Контур	Контур	Г. контур					И. контур					Изм.					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Лабораторная работа № 9</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Создание чертежа здания ГЭС с использованием LISP-приложений</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Вертикальный разрез по оси гидроагрегатов</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td>Масштаб</td> <td>Масштаб</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td>Лист</td> <td>Лист</td> <td>Лист</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">СПб ГТУ-ВИЭГ</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Формат А3</td> </tr> </table>					Лабораторная работа № 9				Создание чертежа здания ГЭС с использованием LISP-приложений				Вертикальный разрез по оси гидроагрегатов				Лист	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Лист	Лист	Лист	Лист	СПб ГТУ-ВИЭГ				Формат А3			
Изм.	Лист	И. доим.	Лист	Дата																																																										
Рис.	Контур	Контур	Контур	Контур																																																										
Г. контур																																																														
И. контур																																																														
Изм.																																																														
Лабораторная работа № 9																																																														
Создание чертежа здания ГЭС с использованием LISP-приложений																																																														
Вертикальный разрез по оси гидроагрегатов																																																														
Лист	Масштаб	Масштаб	Масштаб																																																											
Лист	Лист	Лист	Лист																																																											
СПб ГТУ-ВИЭГ																																																														
Формат А3																																																														

Рис. 9.2. Шаблон для задания варианта работы.

Масштабирование всего изображения в пространстве *Модель* выполняется с целью приведения к равенству расстояния между точками *a* и *b* входных кромок рабочего колеса (см. рис. 9.3) и заданного диаметра рабочего колеса. Для этого в команде масштабирования используется опция *Опорный отрезок*. В качестве ссылки указывается диаметр рабочего колеса на чертеже - расстояние между точками *a* и *b* (указание точек следует выполнить в режиме объектной привязки), затем вводится с клавиатуры заданное значение диаметра. Таким образом изображение в пространстве *Модель* приводится к масштабу 1:1.

В пространстве *Лист* следует подобрать такой масштаб, при котором чертеж наилучшим образом вписывается в плавающий видовой экран. Возможный результат работы представлен на рис. 9.4.

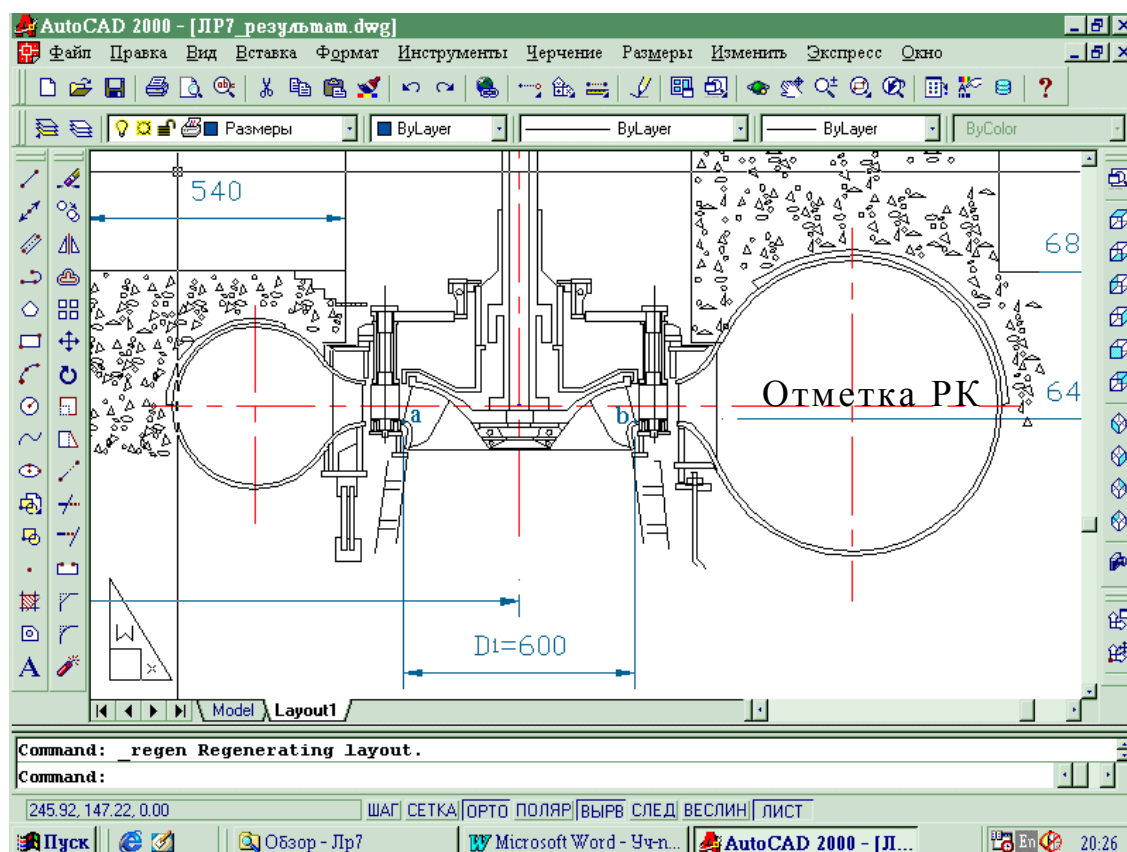


Рис. 9.3. К масштабированию чертежа.

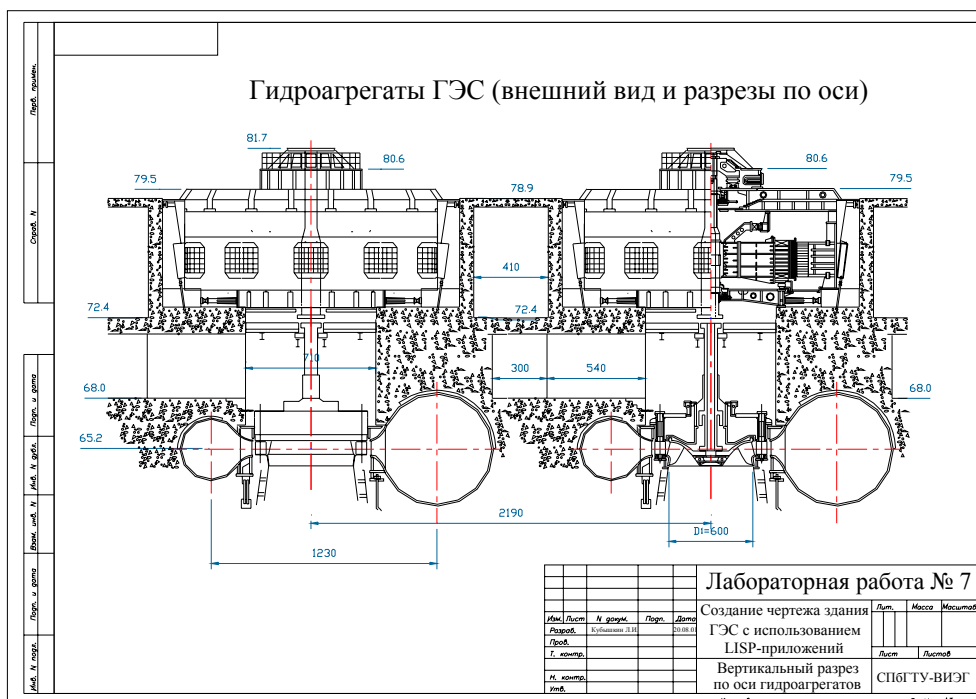


Рис. 9.4. Пример результата работы.

З а д а н и е 9.

Порядок выполнения задания.

1. Скопировать папку **САПР** (находится на сервере в папке **Student**) в каталог **...\AutoCAD 2002RUS** своего ПК. В этой папке находятся исходные файлы, используемые в этой и последующих работах. Сюда рекомендуется помещать и результаты работ 9 - 12. Папку **САПР** в конце занятия следует перемещать в личную папку на сервере. Это позволит выполнять следующие работы на любом ПК.
2. Загрузить AutoCAD. В качестве чертежа-прототипа использовать файл **ГОСТ-a3r.dwt**. Заккрыть пространство *Модель*. Удалить плавающий видовой экран, который имеется в файле прототипе. Сохранить файл чертежа в папке **САПР**.
3. В список путей доступа к файлам поддержки добавить путь в папку **САПР**.
4. Перейти в пространство *Модель*. Загрузить LISP-файл **ЛР9.lsp**. Запустить (в командной строке) на выполнение LISP-функцию **N3_L6**.
5. С помощью диалогового окна (см. рис. 9.1) перенести нужные фрагменты - блоки в файл чертежа.

6. Используя команды копирования, зеркального отображения и переноса скомпоновать из фрагментов чертеж в соответствии с заданием (см. рис. 9.2).
7. Отредактировать чертеж, предварительно расчленив блоки на примитивы.
8. Выполнить масштабирование всего чертежа так, чтобы диаметр рабочего колеса D_1 турбины был равен заданному. В ответ на запрос системы *Длина опорного отрезка* указать точки *a* и *b* на кромках лопастей рабочего колеса (см. рис. 9.3). Полезно до или во время выполнения команды увеличить изображение рабочего колеса в разрезе. В ответ на запрос *Новая длина* ввести с клавиатуры диаметр рабочего колеса в сантиметрах.
9. Установить заданную отметку рабочего колеса (при переносе изображения полезно использовать координатный фильтр .XZ).
10. Проверить значения отметки и диаметра рабочего колеса [*СМ / Сервис / Сведения* > / *Координаты и Расстояние*].
11. Создать свои размерный и текстовой стили. Создать и сделать текущим новый слой **Текст**. Нанести на чертеж размеры, отметки и надписи. Отредактировать размеры и надписи.
12. Перейти в пространство *Лист*. Создать один плавающий видовой экран. Установить на видовом экране такой масштаб ВЭ, при котором на видовом экране размещается весь чертеж. Определить масштаб чертежа и внести его значение в штамп чертежа. Сделать надписи на листе чертежа и в штампе. Пример выполненной работы дан на рис. 9.4.
13. Сохранить файл чертежа в папке **САПР**. Перенести папку **САПР** в личную папку на сервер.

В а р и а н т ы

Варианты компоновки чертежа, отметка рабочего колеса и диаметр рабочего колеса гидротурбины задаются на рис. 9.2.

АДАПТАЦИЯ МЕНЮ AutoCAD'a.

Расширить возможности базовой графической системы путем создания собственного программного и информационного обеспечения автоматизации проектирования позволяют средства AutoCAD'a – встроенные системы программирования и специальные функции. Проектировщик – гидроэнергетик может создавать свои файлы-прототипы чертежей, в которых загружены нужные типы линий, текстовые стили, созданы нужные слои, заполнен штамп чертежа постоянной информацией и т.д. Пользователь может иметь свои библиотеки чертежей и геометрических моделей унифицированных строительных конструкций и стандартного оборудования, свою систему меню и диалоговых окон. Он может также создавать и включать в графическую систему свои команды.

Работы 8 и 9 выполнялись с помощью готовых разработок пользователя – lisp-приложений и программ описания конструкций диалоговых окон на языке DCL. В работах 10-12 на простых примерах осваиваются способы создания пользовательских меню, диалоговых окон и функций языке программирования AutoLISP. При этом каждая работа состоит из двух частей: знакомства с исходной пользовательской разработкой (системой меню, диалоговыми окнами или lisp-приложениями) и создания и включения в исходное прикладное программное обеспечение новых модулей. Включение таких разработок в AutoCAD позволяет автоматизировать проектирование объектов конкретной отрасли и перевести общение с графической системой на профессиональный язык пользователя – проектировщика.

Необходимые для выполнения 10-12 работ компоненты – файлы .dwg, .dwt, .dcl, .lsp, .mns, .mnl и .sld находятся в папке **САПР** на сервере. Эту папку следует скопировать в свой раздел и далее работать только со своей папкой **САПР**.

В данной работе осваиваются способы создания файлов – прототипов и адаптации меню AutoCAD'a. Ниже приведен пример текста файла пользовательского меню, которое может быть встроено в систему меню AutoCAD'a. Краткие пояснения даны в тексте файла меню. Рисунок 10.1 и соответствующий раздел конспекта лекций должны облегчить работу по адаптации меню в соответствии с индивидуальным заданием.

Файл пользовательского меню М-ЛР10.mns.

```
//////////////////// ФАЙЛ М-ЛР10.mns //////////////////////
***MENUGROUP B1 //Группа меню B1.
***POP1 //Первый пункт строки меню группы B1.
[3013] //Название пункта меню.
[Быков Е.] //Первый пункт падающего меню.
[--] //Разделительная черта в падающем меню.
[->Галушко Ю.] //Второй пункт падающего меню. Вызывает каскадное
//меню.
[Загрузить прил...]^C^C_appload //Первый пункт каскадного меню.
[Выбор блока для вставки...]^C^C(n3_16) //Второй пункт.
[<-] //Каскадное меню закончено.
[--] //Разделительная черта в падающем меню.
[Лежнев А.] //Третий пункт падающего меню.
[->Примеры команд] //Четвертый пункт падающего меню. Вызывает
//каскадное меню.
[Отрезок]^C^C_line //Первый пункт каскадного меню. Активизирует
//команду отрезок.
[Балка 1]^C^C_pline \@-10,0 @0,40 @-10,0 @0,15 @40,0 @0,-15 @-10,0 @0,-
40 _c
[~Балка 2]^C^C(Beam2) //Третий пункт. Заблокирован. Вызывает
// lisp-функцию Beam2.
[~Балка 3]^C^C(Beam3)
[~Колонна...] //Пятый пункт каскадного меню. Заблокирован.
[Слайд сохранить...]^C^C_mslide
[Слайд показать...]^C^C_vslide
[Пакет]^C^Csetvar FILEDIA 0;_script пример2;_setvar filedia 1
//Восьмой пункт каскадного меню. Устанавливает на время
//выполнения пакетного файла значение системной
//переменной filedia в 0. Активизирует выполнение
//пакетного файла "пример2". Устанавливает
//значение filedia=1.
[<-] //Каскадное меню пункта "Примеры команд" закончено.
[->Примеры ДО]
[Мощность гидроагрегата...]^C^C(F1)
[Напоры ГЭС...]^C^Cсхема
[Вставка блоков ГЭС...]^C^C(N3_L6)
[~Здание ГЭС...]^C^C(snm)
[~Здание ГЭС NEW...]^C^C(RO_TYRB_new)
[<-]
[--]
[Загрузить приложение...]^C^C_appload
[~Загрузить К ЛР7.lsp]^C^C
[Выгрузить AutoCAD]^C^C_quit
```

Эта программа позволяет добавить в строку меню AutoCAD'а новый пункт 3013 (см. рис. 10.1). Выбор этого пункта строки меню приводит к появлению на экране падающего и каскадного меню с

определенными пользователем пунктами. Активизация одного из пунктов меню вызывает соответствующее действие графической системы, которое так же запрограммировано пользователем.

В результате выполнения данной работы исходное меню должно быть модифицировано в соответствии с индивидуальным заданием. Оно должно выводиться на экран дисплея. Действия пунктов меню может определяться командами AutoCAD'а или функциями пользователя, которые будут созданы в работах 11 и 12. Такие пункты меню рекомендуется временно (до создания соответствующих им программ) заблокировать как это сделано с пунктами *Загрузить K LP7.lsp* и *Здание ГЭС NEW...*(см. программу и рис. 10.1).

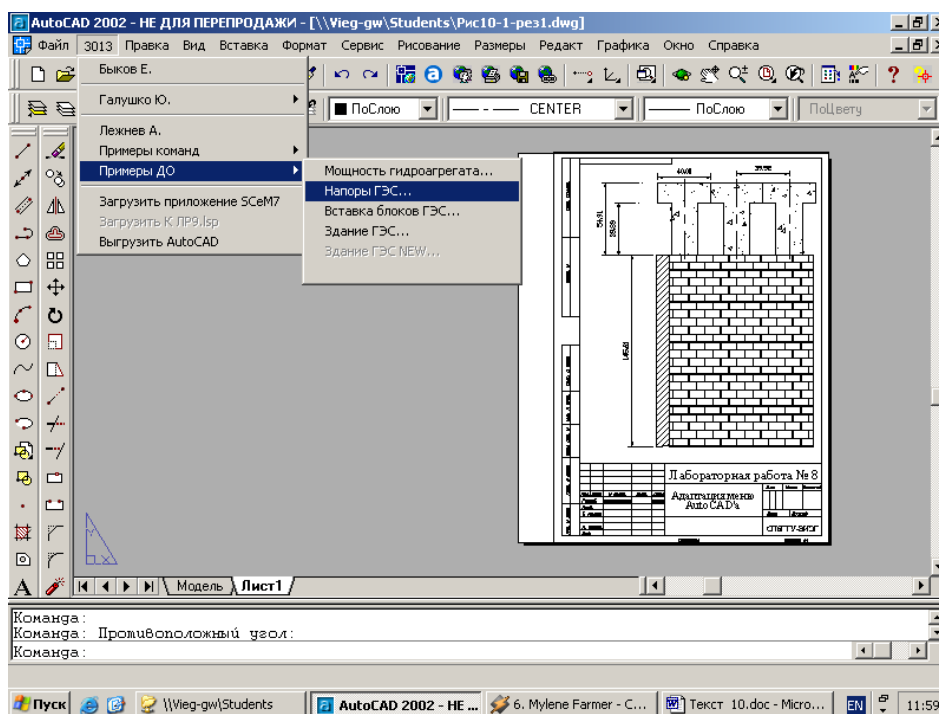


Рис. 10.1.Пример использования пользовательского меню 3013, команд и диалоговых окон.

З а д а н и е 10.

Порядок выполнения задания.

1. Создать новый файл чертежа чертеж на основе шаблона **ГОСТ-а4в.dwt**. Проверить, определен ли на данном компьютере путь доступа к файлам поддержки (к папке **САПР**, см. работу 7). Если путь отсутствует, указать его.
2. **Создание собственного файла – прототипа.** Изменить системные переменные загруженного файла – прототипа чертежа.
 - 2.1. Перенастроить параметры страницы [*СМ / Файл / Параметры Листа...*]. Изменить ориентацию чертежа на *Книжная*. Сместить центр чертежа так, чтобы рамка чертежа совпала с правым краем листа.
 - 2.2. Задать новые единицы измерения. Установить для длин (*Length*) тип (*Type*) единиц – десятичные (*Decimal*), точность (*Precision*) – 0.0, единицы измерения (*Drawing units for Design Center blocks*) – сантиметры (*Centimeters*). Для углов установить: тип – десятичный (*Decimal Degrees*), точность – 0.0g, направление (*Direction...*) – восток (*East*).
 - 2.3. Загрузить в файл чертежа типы линий: **штриховая, пунктирная, штрихпунктирная**.
 - 2.4. Загрузить в файл чертежа текстовые стили [*СМ / Формат / Текстовые стили...*]: **Times New Roman Cyr** с углом наклона 0 градусов и фактором ширины 1.0 двух начертаний – *обычный* и *курсив*.
 - 2.5. Заполнить штамп чертежа постоянным текстом (фамилия, кафедра, группа и т.п.).
 - 2.6. Сохранить данную настройку файла чертежа как свой файл – прототип под именем **A4 верт.dwt** в личной папке.
3. **Работа с меню пользователя.** Загрузить пользовательское меню *3013: СМ/Сервис/Адаптация> меню...* Стр. *Группа меню* в ДО “Настройка меню”. Нажать клавишу *Обзор...*, в папке **САПР** выделить файл **М-ЛР10.mns** и нажать клавишу *Открыть*. В ДО “Настройка меню” нажать клавишу *Загрузить* и открыть страницу *Строка меню*. В списке *Группа меню* выбрать пользовательское меню. В списке *Меню* выделить пункт строки меню, перед которым следует вставить новый пункт *3013*. Нажать клавиши *Вставить>>* и *Заккрыть*. В строке меню AutoCAD’а должен появиться пункт *3013*.
4. Загрузить приложение **ЛР9.lsp**. Перейти в пространство *Лист1*. Используя пункт *Примеры команд> меню 3013* создать чертеж (см. рис. 10.1). Сохранить файл чертежа в личной папке.
5. Создать слайд чертежа, активизировав пункт *Слайд сохранить...* меню *3013*. Сместить по горизонтали лист чертежа. Воспроизвести созданный слайд на экране с помощью пункта *Слайд показать...* меню *3013*. Регенерировать изображение.
6. **Адаптация меню.** Загрузить текстовый редактор Word. Открыть файл **М-ЛР10.mns**. Распечатать текст программы пользовательского меню. Заккрыть Word без сохранения файла.

7. Внести изменения в текст меню в соответствии с заданием. Открыть в текстовом редакторе Word файл **М-ЛР10.mns**, сохранить его под новым именем в папке **САПР**. Внести изменения в файл. Сохранить файл.
8. Открыть AutoCAD. Загрузить файл своего меню. Выполнить отладку программы меню.
9. Сохранить результаты работы в личной папке.

Варианты задания.

1. Добавить в падающее меню пункта строки меню *3013* пункт со своей фамилией.
2. Этот пункт должен вызывать каскадное меню.
3. В каскадном меню должны быть пункты, активизирующие:
 - 3.1. Загрузку собственного LISP-приложения (временно заблокировать);
 - 3.2. Выполнение команд AutoCAD'а
 -----;
 - 3.3. Выполнение пользовательских команд
 -----.

СОЗДАНИЕ ДИАЛоговых ОКОН.

В этой работе закрепляются навыки работы с готовыми пользовательскими меню и диалоговыми окнами и осваиваются способы создания своих диалоговых окон. В работе используются: программа **М-ЛР10.mns** (см. работу 10), программа описания конструкции диалоговых окон **ЛР9.dcl** (приложение 5) и программа действий полей диалоговых окон **ЛР9.lsp** (приложение 4). Эти программы находятся в папке **САПР**.

Необходимо создать программу - дополнительный модуль, определяющий вид заданного диалогового окна. Эта программа должна содержать описание всех полей нового диалогового окна. Ее следует включить, как дополнительный модуль, в файл **ЛР9.dcl**. Действия полей окна, определяемые lisp-функциями, будут программироваться в следующей работе.

На рис. 11.1 показаны примеры диалоговых окон, которые появляются на экране дисплея при выборе соответствующих пунктов каскадного меню [*СМ / 3013 / Примеры ДО>*] (рис. 10.1). Так, при выборе пункта меню *Мощность гидроагрегата...* открывается диалоговое окно “Определение мощности гидроагрегата”. Программа, определяющая вид этого диалогового окна, представлена в приложении 5 (модуль **LENA**).

Это диалоговое окно имеет ряд (:row) двух текстовых полей редактирования (:edit_box) с метками **Hmax** и **Qmax**. Ниже расположено поле соединения частей текста в строку (:concatenation). Это поле объединяет две части текста (:text_part). Первая часть имеет постоянное значение “Мощность гидроагрегата=”. Вторая часть – текстовая переменная. Ее значение получается в результате вычислений и зависит от введенных пользователем чисел в поля **Hmax** и **Qmax**. Нижний ряд диалогового окна содержит две клавиши с надписями “Тип турбины...” и “Отмена”.

Конструкции диалоговых окон “Определение напоров ГЭС” и “Выбор блока для вставки в чертеж” определяются модулями **DW_1** и **BL-6** файла **ЛР9.dcl**. Каскад диалоговых окон “Создание модели здания ГЭС”, “Выбор турбины” и “Радиально-осевые турбины” определяется модулями файла **cmb1.dcl**, текст которого также имеется в приложении 5.

Определение напоров ГЭС

Отметки верхнего Бьефа		Отметки нижнего Бьефа	
НПУ	90	УНБ _{макс}	9
		УНБ _{зэс}	8
		УНБ _{зэр}	7
УМО	80	УНБ _{мин}	6

Получены напоры:

Н_{макс}= 83 Н_{расч}= 79.67 Н_{мин}= 72

[Начертить схему](#) [Отмена](#) [Помощь...](#)

Выбор блока для вставки в чертеж

D1(см)= 500.00

[OK](#) [Отмена](#)

Определение мощности гидроагрегата

Н_{макс}= 100 Q_{макс}= 66

Мощность гидроагрегата= 59566

[Тип турбины...](#) [Отмена](#)

Создание модели здания ГЭС

Тип здания ГЭС:

☐ Руслевое ☒ Приплотинное ☐ Береговое ☐ Подземное

Верхний бьеф		Нижний бьеф		Оборудование ГЭС
НПУ	90	УНБ _{макс}	15	
		УНБ _{зэс}	12	ГЕНЕРАТОР...
		УНБ _{зэр}	11	Оборудование не выбрано!
УМО	80	УНБ _{мин}	10	

Получены напоры:

Н_{макс}= 79 Н_{расч}= 75.67 Н_{мин}= 68

[Да](#) [Отмена](#) [Помощь...](#) [Инфо...](#)

Радиально-осевые турбины

Напоры, м:

Н_{мин}= 68 Н_{расч}= 75.67 Н_{макс}= 79

Мощность турбины, МВт: 144

Тип	Основные параметры:
P045	Д _р , м: 1,6-9,0
P075	Н, м: 45-75
P0115	n(отт), 1/мин: 75-83
P0140	Q(отт), л/с: 1000-1150
P0170	Q(макс), л/с: 1400
P0230	Q(расч), л/с: 1372
P0310	
P0400	
P0500	
P0600	

Выбрана: P075-B-425

[OK](#) [Отмена](#)

Выбор турбины

Рабочее колесо

Тип турбины:

[ПЛ...](#) [РО...](#) [Кожшовые...](#) [ПЛД...](#)

Параметры:

Д_р, м: 425

Отм. р.к., м: 0.00

Д_{шр}, м: 0.00

[Универсальная характеристика...](#)

Выбрана турбина: P075-B-425

[OK](#) [Отмена](#)

Проточный тракт

[Спиральная камера...](#)

Выбрана: нет

[Отсасывающая труба...](#)

Выбрана: нет

Рис. 11.1. Примеры диалоговых окон.

Диалоговое окно “Создание модели здания ГЭС” открывается при выборе пункта меню *Здание ГЭС...*. В этом окне пользователь указывает тип проектируемого здания ГЭС, задает отметки воды в верхнем и нижнем бьефах ГЭС. При этом графическая система вычисляет и выводит в диалоговое окно значения максимального, минимального и расчетного напоров ГЭС. При нажатии на клавишу *Турбина...* открывается, поверх текущего, новое окно “Выбор турбины”. Клавишей *РО...* вызывается диалоговое окно третьего уровня “Радиально-осевые турбины”, в котором пользователь задает мощность турбины и выбирает тип рабочего колеса. Графическая система при этом выводит основные параметры выбранной турбины, определяет диаметр рабочего колеса, формирует и выводит в диалоговое окно соответствующее сообщение, например, “Выбрана: РО75-В-425”. При закрытии диалоговых окон клавишей *ОК* вычисленные графической системой или выбранные пользователем значения передаются в диалоговые окна более высокого уровня и далее в приложения, выполняющие автоматизированное проектирование здания ГЭС.

В данной работе предлагается (см. пункты 2-4 задания) выполнить несколько расчетов с помощью диалоговых окон, представленных на рис. 11.1. Исходные данные для расчетов даны в таблице (см. пример - табл.11.1). Туда же следует занести результаты вычислений.

На рис. 11.2 представлен пример результата построения разреза гидротурбины и гидрогенератора с помощью диалогового окна “Выбор блока для вставки в чертеж” при выполнении пунктов 5-7 задания. В диалоговом окне предусмотрена возможность задания диаметра рабочего колеса турбины. При вставке фрагментов в чертеж графическая система выполняет их масштабирование и помещает в пространство *Модель* в масштабе 1:1. В пункте 9 задания предлагается

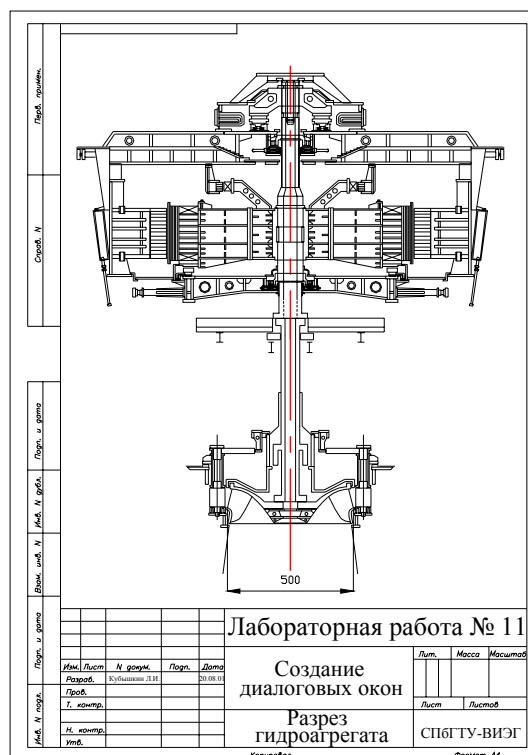


Рис.11.2. Пример результата работы.

диалоговое окно заданной конструкции. Базовые варианты таких окон, которые в каждом конкретном случае могут быть несколько модифицированы, приведены на рис. 11.3. Текст нового программного модуля набирается в среде редактора Visual LISP, которая активизируется с помощью пункта меню [*СМ / Сервис / AutoLISP / Редактор Visual LISP*]. Для добавления нового модуля следует открыть файл **ЛР9.lsp** и ввести в конец файла перед комментарием *//конец DW_1* свой текст. Измененный файл сохраняется в папке **САПР** своего раздела. Работа считается законченной если успешно выполняется загрузка приложения **ЛР9.lsp**. В противном случае следует выявить и устранить ошибки программирования, не позволяющие загрузить приложение.

Таблица 11.1.

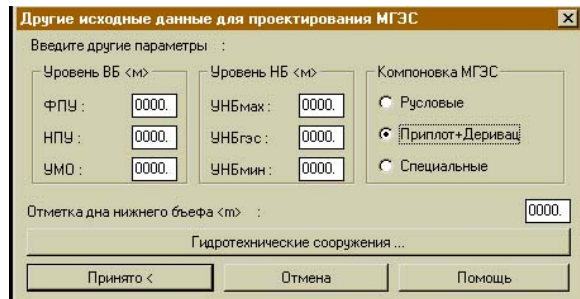
Диалоговое окно	Исходные данные		Результаты
Определение мощности гидроагрегата	$H_{\max} = 100 \text{ м}$	$Q_{\max} = 66 \text{ м}^3/\text{с}$	$N = 59566 \text{ кВт}$
Определение напоров ГЭС	НПУ= 90 м УМО= 80 м	УНБ _{макс} = 9 м УНБ _{гэс} = 8 м УНБ _{агр} = 7 м УНБ _{мин} = 6 м	$H_{\max} = 83 \text{ м}$ $H_{\min} = 72 \text{ м}$ $H_{\text{расч}} = 79.67 \text{ м}$
Выбор турбины	$N = 144 \text{ мВт}$ НПУ= 90 м УМО= 80 м	УНБ _{макс} = 15 м УНБ _{гэс} = 13 м УНБ _{агр} = 11 м УНБ _{мин} = 10 м	Тип РО75-В-425 $D_1 = 4.25 \text{ м}$ $N_{\text{опт}} = 75-83 \text{ 1/мин}$ $Q_{\text{опт}} = 1000-1150 \text{ л/с}$ $Q_{\max} = 1400 \text{ л/с}$ $Q_{\text{расч}} = 1372 \text{ л/с}$

З а д а н и е 11.

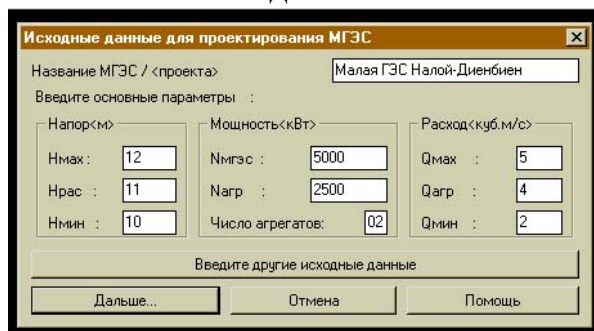
Порядок выполнения задания.

1. Загрузить свой файл – прототип чертежа. Загрузить личное меню. Установить пространство *Model*. Загрузить приложение **ЛР9.lsp**
2. С помощью диалогового окна *Мощность гидроагрегата...* пункта *Примеры ДО* > личного меню определить мощность для заданных $H_{\max}$ и $Q_{\max}$.
3. Используя ДО “Напоры ГЭС...” определить $H_{\max}$, $H_{\min}$ и $H_{\text{расч}}$ для заданных отметок УВБ и УНБ.
4. Используя систему диалоговых окон пункта *Здание ГЭС...* (рис. 11.1) определить диаметр рабочего колеса гидротурбины для полученной в п.2 мощности и заданных отметок УВБ и УНБ.
5. Поместить в пространство *Модель* необходимые фрагменты чертежей заданного оборудования. Для этого следует воспользоваться диалоговым окном пункта *Вставка блоков ГЭС...* (рис. 9.1) . Диалоговое окно позволяет, кроме выбора нужных фрагментов, задать так же значение диаметра рабочего колеса. По этому значению фрагменты будут масштабироваться при вставке в файл чертежа.
6. Перейти в пространство *Лист1*. Открыть пространство *Модель*. Выполнить редактирование чертежа. Проставить размер D_1 . Пример чертежа представлен на рис. 9.2.
7. Заккрыть пространство *Модель*. Заполнить штамп чертежа. Сохранить файл чертежа.
8. Открыть в Word’е и распечатать файл **ЛР9.doc** (находится в папке **САПР**). Заккрыть Word без сохранения файла.
9. Разработать макет заданного диалогового окна. Создать описание конструкции диалогового окна на языке DCL.
10. Активизировать систему программирования AutoCADa [*CM / Сервис / AutoLISP / Редактор Visual LISP*]. Открыть файл **ЛР9.dcl**. Сохранить его под новым именем, например **ЛР9 new.dcl**. Включить в текст файла свой фрагмент. Распечатать текст нового файла.

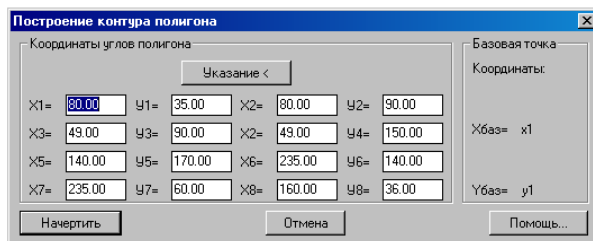
К заданию 11.



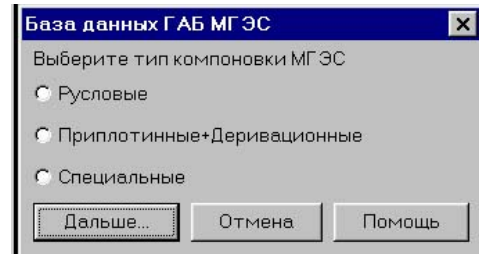
ДО-1



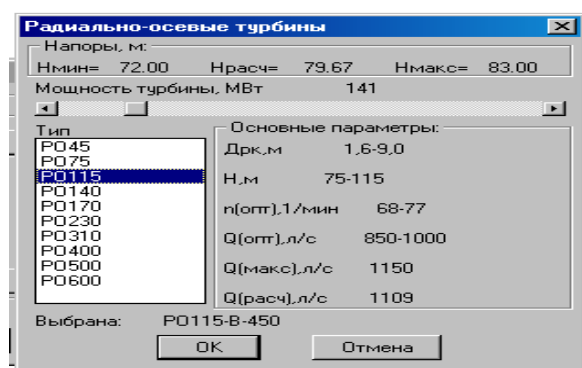
ДО-3



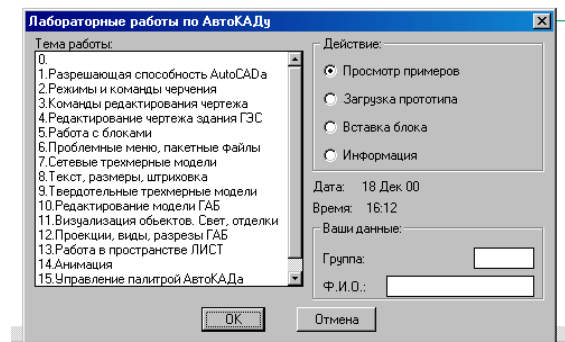
ДО-9



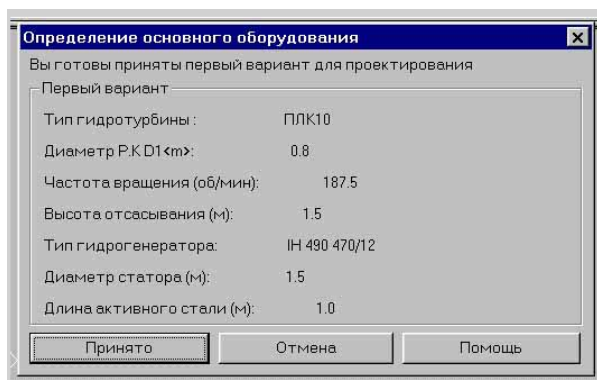
ДО-2



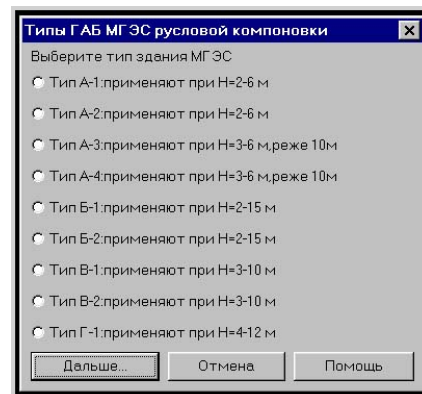
ДО-4



ДО-7



ДО-7



ДО-8

Рис. 11.3. Варианты диалоговых окон.

РАЗРАБОТКА LISP-ПРИЛОЖЕНИЯ.

Эта работа завершает разработку пакета модулей, дополняющих исходные программы учебного приложения к AutoCAD'у. На предыдущих занятиях рассматривались файлы меню .mns, файлы описания конструкции диалоговых окон .dcl. Были созданы и внесены в исходные файлы модули, изменяющие вид падающего и каскадного меню пункта 3013 и определяющие конструкцию новых диалоговых окон. Осталось создать программы, выполняющие действия новых пунктов меню и полей новых диалоговых окон. Выполнение необходимых действий осуществляют соответствующие этим пунктам и полям пользовательские функции – программы на языке AutoLISP. В данной работе осваиваются методы создания таких модулей. В приложении 6 представлен список функций AutoLISP'а, который вместе с конспектом лекций будет полезен при разработке программ.

Решение этой задачи рекомендуется начать с разбора фрагментов файла **ЛР9.lsp**, приведенных в приложении 4. Он содержит следующие пользовательские функции AutoLISP'а (*DEFUN*):

N3_L6 – загружает файл описания диалоговых окон ДО к **ЛР9.dcl**, открывает диалоговое окно **BL_6** “Выбор блока для вставки в чертеж” и выполняет действия полей этого диалогового окна;

DW_4 – открывает информационное окно **DW_4** “Сообщение программиста”;

nmm – загружает файл описания диалоговых окон ДО к **ЛР9.dcl**, открывает диалоговое окно **DW_1** “Определение напоров ГЭС”, устанавливает значения по умолчанию отметок воды верхнего и нижнего бьефов;

DW_22 – вычисляет значения напоров **Hmax**, **Hmin**, **Hрасч**;

LK_OK1 - устанавливает связь между текущими переменными и исходными данными;

Snmm – сбрасывает установленные пользователем значения переменных и присваивает им значения по умолчанию;

C:мощность, **C:напоры** – создают новые команды AutoCAD'а;

F1 – загружает файл ДО **ЛР9.dcl**, открывает диалоговое окно **LENA** “Определение мощности гидроагрегата” и определяет действия полей этого окна;

F2 – вычисляет мощность гидроагрегата по заданным в диалоговом окне значениям;

F3 – временная функция-заглушка для поля ТТ “Тип турбины...” диалогового окна LENA.

Полный текст файла **LP9.lsp** содержится в виде текстового документа **LP9.doc** в папке **САПР**. Он предназначен для углубленного изучения программирования на языке AutoLISP и выполнения практических работ в рамках факультатива и магистратуры. С этой же целью в приложениях 2 и 3 приведены полные тексты файлов **SCeM1.dcl** и **SCeM7.lsp**, которые использовались в работе 7 для автоматического построения схемы перекрытия промышленного здания.

Знакомясь с приложением к AutoCAD’у, полезно первоначально просмотреть его текст, не вникая в конструкции пользовательских функций. Это позволяет обнаружить в программе функции AutoLISP’а, которые в отличие от функций пользователя выполняются в момент загрузки приложения. В рассматриваемой программе (см. приложение 4) такая функция имеется в последнем списке. Она не входит в состав кокой либо функции пользователя *DEFAN*, выполняется в процессе загрузки файла **LP9.lsp** и связывает переменные H0, Q0 и M0 с константами 10, 50 и 45126. Таким образом задаются исходные значения этих трех переменных.

Вторая цель предварительного просмотра текста программы – обнаружение функций пользователя с именами, начинающимися с символов **C:**. Такие функции определяют новые (пользовательские) команды AutoCAD’а. В данном приложении есть две такие функции, которые пополняют список команд графической системы командами **МОЩНОСТЬ** и **НАПОРЫ**. При вводе этих команд с клавиатуры или с помощью меню (см. текст файла **M-LP10.mns** работе 10) начинают выполняться функции пользователя *F1* или *ntm*. Таким образом выясняются возможные точки запуска приложения.

Теперь можно более детально разобраться с функциями пользователя. Допустим введена команда **МОЩНОСТЬ** или имя функции (*F1*). Начинают последовательно выполняться списки этой функции. Первый список с функцией *SETQ* присваивает переменным Ht, Qt и Mt значения по умолчанию H0, Q0 и M0. При первом выполнении команды **МОЩНОСТЬ** это исходные данные, определенные при загрузке приложения. Они могут измениться и при последующих запусках этой команды будут иметь значения, введенные пользователем. Об этом подробнее будет сказано дальше.

Второй список содержит две функции AutoLISP'a: *load_dialog* и *SETQ* (приложении 6 имеется перечень функций). Первая – загружает файл описания конструкций диалоговых окон **LP9.dcl** и возвращает признак (константу) загруженного файла. Функция *SETQ* связывает значение этой константы с переменной *dcl_id*.

Следующая функция *new_dialog* находит модуль *LENA* в файле с признаком *dcl_id* и создает на экране дисплея диалоговое окно “Определение мощности гидроагрегата”. Вид этого ДО представлен на рис. 11.1, а описание его конструкции имеется в приложении 5.

Четвертый список функции *F1* блокирует поле с ключом *TT* – клавишу *Тип турбины...*. Следующие три списка содержат по две функции: *RTOS* и *set_tile*. Первая преобразует числовое значение указанной переменной (например *Ht*) в текстовую строку. Аргументы этой функции определяют режим (2 – десятичный) и точность (1, 2 или 0 десятичных знаков после запятой) представления числа в виде строки текста. Функции *set_tile* выводят в поля диалогового окна возвращаемые функциями *RTOS* текстовые строки. В какое поле должен быть выведен текст определяет ключ поля “Н”, “Q” или “M_text”.

Таким образом на экране дисплея создано диалоговое окно “Определение мощности гидроагрегата” и в текстовые поля редактирования (:edit_box) *Hmax*, *Qmax* и *Мощность гидроагрегата* этого окна выведены значения по умолчанию.

Списки с функциями *action_tile* определяют какое действие должно быть выполнено при выборе пользователем соответствующего поля диалогового окна. Если пользователь укажет на поле с ключом “Q” или поле с ключом “Н”, управление будет передано функции *F2*. При выборе поля с ключом “TT” – начнет выполняться функция *F3* (если это поле в момент его выбора будет разблокировано).

Наконец, функция *start_dialog* активизирует работу ДО. С этого момента пользователь может вести диалог с графической системой используя элементы диалогового окна. Когда пользователь начинает изменять значения полей *Hmax* или *Qmax*, активизируется выполнение функции *F2*, которая получает с помощью функции *get_tile* из полей с ключами “Н” и “Q” их текстовые значения, преобразует их функцией *ATOF* в числовые данные и присваивает эти значения переменным *Ht* и *Qt*. Последняя строка в списке функции *SETQ* – арифметическая функция, определяющая произведение переменных *Ht*, *Qt* и констант 9.81 и 0.92. Вычисленное произведение – значение мощности гидроагрегата, присваивается переменной *Mt*.

Второй список функции *F2* проверяет выполнение условия $Mt > 0$. Если мощность больше 0, блокировка с клавиши *Тип турбины...* снимается и это поле ДО начинает действовать. В противном случае поле остается заблокированным. Последний список функции *F2* выводит во вторую часть (:text_part) поля соединения текстов в строку (:concatenation) вычисленное значение мощности гидроагрегата. После выполнения модуля *F2* осуществляется возврат в функцию *F1*.

Функция *F3* начинает выполняться при нажатии на клавишу *Тип турбины...*. Эта функция передает значения напора, расхода и мощности переменным, хранящим значения по умолчанию. Поэтому при следующем открытии диалогового окна “Определение мощности гидроагрегата” в его полях появятся не исходные данные, определенные в момент загрузки приложения, а последние значения, введенные пользователем в диалоговое окно.

Функция *done_dialog* прекращает действие диалогового окна и удаляет его с экрана дисплея. Следующие функции *PRINC* выводят в зону подсказок и команд значения напора, расхода, мощности и сообщение о том, что программы выбора типа турбины нет. Поскольку функция *F3* закрыла диалоговое окно, управление после выполнения этого модуля будет передано следующей за *start_dialog* функции – *unload_dialog*. Последняя выгружает файл описания конструкций ДО с признаком *dcl_id*.

При вводе команды НАПОРЫ активизируется выполнение функции *nmt*. Первый список этого модуля загружает файл **ЛР9.dcl** (см. пояснения функции *F1*). Следующий список выводит на экран дисплея диалоговое окно “Определение напоров ГЭС”. В отличие от аналогичного по действию списка функции *F1* здесь показана более сложная конструкция. Кроме открытия проверяется так же результат поиска в файле и вывода на экран указанного диалогового окна. При успешном выполнении этого функция *new_dialog* возвращает значение логической переменной **T**, в противном случае – возвращается **nil**. Если возвращено значение **T**, выражение-тогда функции *IF* (т.е. *EXIT*) не выполняется, поскольку функция *NOT* изменяет значение **T** на **nil**. Выполнение модуля *nmt* продолжается. Если же функция *new_dialog* возвратила значение **nil**, выполнение приложения прекращается.

Следующие списки с функциями *mode_tile*, *set_tile*, *action_tile*, *start_dialog* и *unload_dialog* выполняют действия, аналогичные рассмотренным в модуле *F1*. Функции *DW_22*, *DW_4* и *LK_OK1* очевидно так же не требуют дополнительных пояснений. Следует обратить внимание лишь на последний список функции

DW_22, начинающийся функцией *IF*. В нем проверяется условие $pru > 0$ и $уто > 0$ и $nbmax \neq 0$ и $nbmin \neq 0$ и $nbagr \neq 0$ и $nbgas \neq 0$. Если это условие выполняется, то будет выполнено *выражение-тогда* функции *IF*. При составлении этого выражение пришлось использовать четыре списка: первый снимает блокировку клавиши *Начертить схему ...*, три остальных – устанавливают значения полей с метками *Hmax*, *Hрасч* и *Hmin* (см. приложение 5, модуль *DW_1*). Так как *выражение-тогда* не может состоять из более чем одного списка, пришлось воспользоваться функцией *PROGN*. Эта функция последовательно выполняет указанные в ней списки, являясь функцией одного составного списка.

В завершении данной работы предлагается автоматизировать с помощью файла типа .mnl установку пути к файлам поддержки и загрузку приложений. Ниже приведен пример текста такого файла. Он выполняется в момент загрузки одноименного файла пользовательского меню:

```
;;;;;;;;;;;;;Меню ЛР10.MNL
;;;;;;;;;;;;;Путь к файлу ЛР9.lsp
(SETQ ssss "C:\\Program Files\\AutoCAD 2002 RUS\\САПР\\")
;;;;;;;;;;;;;Загрузка файлов приложения
(LOAD (STRCAT ssss "ЛР9.lsp"))
(PRINT "Сообщения файла Меню ЛР10.mnl: Меню 3013
загружено. Файл ЛР9.lsp загружен.")
(PRINC)
```

З а д а н и е 12.

Порядок выполнения задания.

1. Разработать LISP-приложение, реализующее:
 - выполнение пользовательских команд (см. работу 10);
 - действия полей диалогового окна (см. работу 11);
 - _____.
2. Загрузить свой файл – прототип чертежа. Загрузить личное меню. Установить пространство *Model*. Загрузить приложение **ЛР9.lsp**
3. Активизировать систему программирования AutoCADa. Открыть файл **ЛР9.lsp**. Сохранить его под новым именем, например **ЛР9 new.lsp**. Внести необходимые изменения в исходный текст. Включить в текст файла свои функции. Распечатать новую версию файла.
4. Внести изменения в файл пользовательского меню (см. работу 10).
5. Выполнить отладку LISP-приложения.
6. Создать файл чертежа, демонстрирующий работу пользовательских команд, меню и диалогового окна.
7. Распечатать файл чертежа и файлы разработанных программ. Оформить отчет о работе, содержащий: задания 10, 11, 12; тексты программ и пояснения к ним; примеры выполнения пользовательских команд, меню и действий полей диалогового окна (распечатку файла чертежа).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Ю.С., Виссарионов В.И., Кубышкин Л.И. Решение гидроэнергетических задач на ЭВМ. (Элементы САПР и АСНИ). М.: Энергоатомиздат, 1987.
2. Васильев Ю.С., Елистратов В.В., Кубышкин Л.И. Решение задач гидроэнергетики методами физического и математического моделирования на кафедре использования водной энергии. Научно-технические ведомости СПбГТУ, № 3 (17), стр. 17-24. Изд-во СПбГТУ, 1999 г.
3. Васильев Ю.С., Кубышкин Л.И. Компьютерные технологии проектирования гидроэнергетических объектов. Энергетика, гидротехника. Сб. научн. трудов. Труды СПбГТУ № 475, стр. 30-42. Изд-во СПбГТУ, 1998 г.
4. Васильев Ю.С., Кубышкин Л.И., Морозов О.С. Разработка чертежей зданий ГЭС методом пространственного компьютерного моделирования. ГТС № 11, с.7-11, 1998 г.
5. Васильев Ю.С., Кубышкин Л.И., Соколов Б.А. Математическое обеспечение ЭВМ "Наири-2" для гидротехнических расчетов. Л.: ЛПИ, 1975.
6. ГОСТ 23501.0-79 – ГОСТ 23501.3-79. Системы автоматизированного проектирования. Основные положения.
7. ГОСТ 23501.8-80. Системы автоматизированного проектирования. Классификация и обозначения.
8. Кречко Ю.А. AutoCAD: программирование и адаптация. М.: Диалог-МИФИ, 1995. – 240 с.
9. Кудрявцева Е.М. AutoLISP. Программирование в AutoCAD 14. М.: ДМК, 1999. – 368 с.: ил.
10. Михайлов Л.П. Автоматизация проектирования гидроэнергетических объектов в институте "Гидропроект" имени С.Я. Жука (принципы разработки САПР и перспективы ее развития). Энергетическое строительство, №11, стр. 2-6, 1988 г.
11. Петров А.В., Черненький В.Н. Проблемы и принципы создания САПР. М.: Высшая школа, 1990.
12. Н.Полещук Н. Visual LISP и секреты адаптации AutoCAD. СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 576с.:ил.
13. Романычева Э.Т., Соколова Т.Ю. Компьютерная технология инженерной графики в среде AutoCAD 2000. Учебное пособие. М.: ДМК, 2001. - 654 с.: ил.
14. Россоловский А. AutoCAD2000. Настольная книга пользователя. М.: Нолидж, 2000. – 928с. : ил.
15. Системы автоматизированного проектирования в строительстве. М.: Госстрой СССР, 1979.

Приложение 1.

Перечень файлов, используемых в работах.

Работа	Используемые файлы			
	Задания	Прототипа и профиля	Блоков. Слайдов и растровых файлов	Меню, приложений, диалоговых окон
1	Задание 1.doc	ЛР-1.dwt, 3013.arg		
2	Задание 2.doc	ЛР-2.dwt ЛР-2.arg		
3	Задание 3.doc	Результат ЛР2		
4	Задание 4.doc	ЛР4.dwt		
5	Задание 5.doc	ЛР5.dwt	Бл_ген_эт.dwg Бл_маш_зал.dwg Бл_монт_пл.dwg Бл_турб_эт.dwg	
6	Задание 6.doc	ЛР6.dwt	Облака.bmp	
7	Задание 7.doc	ГОСТ-а3г.dwt	Прибой.bmp	
8	Задание 8.doc	ЛР8.dwt		SCeM7.lsp SCeM1.dcl
9	Задание 9.doc	ГОСТ-а3г.dwt	Bl_blok1.dwg Bl_genr1.dwg Bl_genv1.dwg Bl_tyr1.dwg Bl_tyrv1.dwg Slblok1.sld Slblok2.sld Slgen1b.sld Slgen1r.sld Sltyr1r.sld Sltyr1v.sld	ЛР9.lsp ЛР9.dcl
10	Задание 10.doc	ГОСТ-а4в.dwt	-“-	ЛР9.lsp ЛР9.dcl М-ЛР10.mns М-ЛР10.mnl
11	Задание 11.doc	Свой прототип ЛР9.arg	-“-	ЛР9.lsp ЛР9.dcl Свои файлы меню
12	Задание 12.doc	Свой прототип ЛР9.arg	-“-	Свои файлы

Приложение 2.

Файл SСeM7.lsp.

(DEFUN LK_OK2 ()

```
(SETQ llx (ATOF (get_tile "lx"))) lly (ATOF (get_tile "ly"))
  nnx (ATOI (get_tile "nx"))  lls (ATOF (get_tile "ls")))
(SETQ nny (ATOI (get_tile "ny")) ppx (ATOF (get_tile "px"))
  ppy (ATOF (get_tile "py")))
(SETQ ssx (ATOF (get_tile "sx")) ssy (ATOF (get_tile "sy")))
(SETQ ss1 (ATOF (get_tile "s1")) ss2 (ATOF (get_tile "s2")))
(SETQ ST 2 tttt (ATOF (get_tile "tt")))
(done_dialog 2) )
```

(DEFUN ERAS1 ()

```
(Princ "\n ERAS1")          (done_dialog 7)          (Princ "\n Зажкрыто окно"))
```

(DEFUN D_SH ()

```
(SETQ ST 1)
(set_tile "px" "7800") (set_tile "py" "6800") (set_tile "lx" "31200") (set_tile "ly" "61200" )
(set_tile "nx" "3" )      (set_tile "ny" "8" )      (set_tile "sx" "500") (set_tile "sy" "500" )
(set_tile "s1" "1800") (set_tile "s2" "1600") (set_tile "t1" "0")      (set_tile "t2" "0" )
(set_tile "ls" "500" ) (set_tile "tt" "Б-1" ))
```

(DEFUN LK_CAN ()

```
(Princ "\n Нажата Отмена"))
```

(DEFUN MOD_LAY ()

```
(command "_layout" "_s" "layout1")          (command "_mspace" ) )
```

(DEFUN DRAW_stena ()

```
(command "-layer" "_s" "стены" "l" "continuous" "" "")
(SETQ zero 0)
;Внешний контур
(command "_LINE" (LIST (- 0 lls)(- 0 lls)) (LIST (- 0 lls)(+ lly lls)) "")
(SETQ L1 (ENTLAST))      (command "_LINE" "" (LIST (+ llx lls)(+ lly lls)) "")
(SETQ L2 (ENTLAST))      (command "_LINE" "" (LIST (+ llx lls) (- 0 lls)) "")
(SETQ L3 (ENTLAST))      (command "_LINE" "" (LIST (- 0 lls) (- 0 lls)) "")
(SETQ L4 (ENTLAST))
;Внутренний контур
(command "_LINE" "0,0" (LIST zero lly) "")
(SETQ L5 (ENTLAST))      (command "_LINE" (LIST zero lly) (LIST llx lly) "")
(SETQ L6 (ENTLAST))      (command "_LINE" (LIST llx lly) (LIST llx zero) "")
(SETQ L7 (ENTLAST))      (command "_LINE" (LIST llx zero) (LIST zero zero) "")
(SETQ L8 (ENTLAST))
(command "_zoom" "_all" ) )
```

(DEFUN DRAW_axis_v ()

```
(SETQ nn nnx)
(command "-layer" "_s" "разметка" "l" "center2" "" "")
```

```
(WHILE (> nn 0)
  (command "_line" (LIST (* nn ppx) 0) (LIST (* nn ppx) (+ lly lls lls)) "")
  (SETQ nn (1- nn)) ) )
```

(DEFUN DRAW_oxis_h)

```
(SETQ nn nny)
(command "-layer" "_s" "разметка" "l" "center2" "" "")
(WHILE(> nn 0)
  (command "_line" (LIST 0 (* nn ppy)) (LIST (+ llx lls lls) (* nn ppy)) "")
  (SETQ nn (1- nn)) ) )
```

(DEFUN DRAW_oxis_vc)

```
(SETQ i 0) (command "-layer" "_s" "разметка1" "l" "continuous" "" "")
(WHILE (< i (+ nnx 2))
  (SETQ x (* ppx i))
  (command "_line" (LIST x -3000) (LIST x -8000) "")
  (command "_circle" (LIST x -9000) "1000")
  (SETQ i (1+ i)) ) )
```

(DEFUN DRAW_oxis_hc)

```
(SETQ i 0) (command "-layer" "_s" "разметка1" "l" "continuous" "" "")
(WHILE (< i (+ nny 2))
  (SETQ y (* ppy i))
  (command "_line" (LIST -3000 y) (LIST -8000 y) "")
  (command "_circle" (LIST -9000 y) "1000")
  (SETQ i (1+ i)) ) )
```

(DEFUN DRAW_column)

```
(SETQ n nnx) (command "-layer" "_s" "колонны" "l" "continuous" "" "")
(WHILE (> n 0)
  (princ "\nЦикл по n")
  (SETQ nn nny)
  (WHILE (> nn 0)
    (command "_rectang" (LIST (- (* ppx n) (/ ssx 2)) (- (* ppy nn) (/ ssy 2)))
      (LIST (+ (* ppx n) (/ ssx 2)) (+ (* ppy nn) (/ ssy 2)))) (SETQ nn (1- nn)) )
  (SETQ n (1- n)) ) )
```

(DEFUN DRAW_beams_1)

```
(SETQ nn nny)
(command "-layer" "_s" "прогоны" "l" "continuous" "" "")
(WHILE (> nn 0)
  (command "_line" (LIST 0 (- (* nn ppy) (/ ssy 2))) (LIST llx (- (* nn ppy) (/ ssy 2))) "")
  (command "_line" (LIST 0 (+ (* nn ppy) (/ ssy 2))) (LIST llx (+ (* nn ppy) (/ ssy 2))) "")
  (SETQ nn (1- nn)) ) )
```

(DEFUN DRAW_beams_2)

```
(SETQ nn nny)
(command "-layer" "_s" "прогоны" "l" "continuous" "" "")
(WHILE (> nn 0)
  ;(princ "\nЦикл по y")
```

```

(SETQ n nnx)
(WHILE (> n 1)
  ;(princ "\nЦикл по x")
  (command "_rectang" (LIST (+ (* ppx (- n 1))(/ ssx 2)) (- (* ppy nn) (/ ssy 2)))
  (LIST (- (* ppx n) (/ ssx 2))(+ (* ppy nn) (/ ssy 2))))
  (command "_pline" (LIST (+ (* ppx (- n 1))(/ ssx 2)) (- (* ppy nn) (/ ssy 2)))
  (LIST (+ (* ppx (- n 1))(/ ssx 2)) (- (* ppy nn) (/ ssy 2) 150))
  (LIST (- (* ppx n) (/ ssx 2))(- (* ppy nn) (/ ssy 2) 150))
  (LIST (- (* ppx n) (/ ssx 2))(- (* ppy nn) (/ ssy 2))) "")
  (SETQ L1 (ENTLAST))
  (command "_mirror" L1 "" (LIST 0 (* ppy nn))
  (LIST ppx (* ppy nn)) "")
  (SETQ n (1- n)) ) ;закончен цикл по x для средних балок
;(princ "\nЧерчение крайних балок")
(command "_rectang" (LIST 0 (- (* ppy nn) (/ ssy 2)))
(LIST (- ppx (/ ssx 2))(+ (* ppy nn) (/ ssy 2))))
(command "_pline" (LIST 0 (- (* ppy nn) (/ ssy 2))) (LIST 0 (- (* ppy nn) (/ ssy 2) 150))
(LIST (- ppx (/ ssx 2)) (- (* ppy nn) (/ ssy 2) 150)) (LIST (- ppx (/ ssx 2))
(- (* ppy nn) (/ ssy 2))) "")
(SETQ L2 (ENTLAST))
(command "_mirror" L2 "" (LIST 0 (* ppy nn)) (LIST ppx (* ppy nn)) "")
(command "_rectang" (LIST (+ (* ppx nnx)/ ssx 2)) (- (* ppy nn) (/ ssy 2)))
(LIST (* ppx (+ nnx 1))(+ (* ppy nn) (/ ssy 2))))
(command "_pline" (LIST (+ (* ppx nnx)/ ssx 2)) (- (* ppy nn) (/ ssy 2)))
(LIST (+ (* ppx nnx)/ ssx 2)) (- (* ppy nn) (/ ssy 2) 150))
(LIST (* ppx (+ nnx 1))(- (* ppy nn) (/ ssy 2) 150))
(LIST (* ppx (+ nnx 1)) (+ (* ppy nn) (/ ssy 2))) "")
(SETQ L3 (ENTLAST))
(command "_mirror" L3 "" (LIST 0 (* ppy nn)) (LIST ppx (* ppy nn)) "")
(SETQ nn (1- nn)) ) ) ;закончены цикл по y и defun

```

(DEFUN DRAW_dim_h ()

```

(SETQ nn nnx)
(command "-layer" "_s" "размеры" "l" "continuous" "" "")
(WHILE (>= nn 0)
  (command "_dimlinear" (LIST (* nn ppx) 0) (LIST (+ (* nn ppx) ppx) 0)"0,-3000")
  (SETQ nn (1- nn)) )
(command "_dimlinear" (LIST llx 0) "0,0" (LIST 0 -6000))
(command "_zoom" "_all") )

```

(DEFUN DRAW_dim_v ()

```

(SETQ nn nny)
(command "-layer" "_s" "размеры" "l" "continuous" "" "")
(WHILE (>= nn 0)
  (command "_dimlinear" (LIST 0 (* nn ppy))
  (LIST 0 (+ (* nn ppy) ppy))"-3000,0")
  (SETQ nn (1- nn)) )
(command "_dimlinear" (LIST 0 lly) "0,0" (LIST -6000 0))
(command "_zoom" "_all") )

```

(DEFUN DRAW_panel_1 ()

```
(command "-layer" "s" "панели" "l" "continuous" "" "")
(command "_rectang" (LIST (+ llx 2000) (- lly (* ppy 2)))
  (LIST (+ llx 2000 ss1) (- lly ppy) ))
(command "_text" "_s" "Times_Model_2" (LIST (+ llx 2000) (+ (- lly ppy) 800)) "" "П-1" "")
(command "_rectang" (LIST (+ llx 2000) (- lly (* ppy 4)))
  (LIST (+ llx 2000 ss2) (- lly (* ppy 3)) ))
(command "_text" "_s" "Times_Model_2" (LIST (+ llx 2000) (+ (- lly (* ppy 3)) 800)) "" "П-2" "")
(command "_zoom" "_all") )
```

(DEFUN DRAW_panel_2 ()

```
(command "-layer" "_s" "панели" "l" "continuous" "" "")
(command "_rectang" (LIST (+ llx 2000) (+ (/ ssy 2) (- lly (* ppy 2))))
  (LIST (+ llx 2000 ss1) (+ (/ ssy 2) (- lly ppy ssy))))
(command "_text" "_s" "Times_Model_2" (LIST (+ llx 2000) (+ (- lly ppy) 800)) "" "П-1" "")
(command "_rectang" (LIST (+ llx 2000) (+ (/ ssy 2) (- lly (* ppy 4))))
  (LIST (+ llx 2000 ss2) (+ (/ ssy 2) (- lly (* ppy 3) ssy))))
(command "_text" "_s" "Times_Model_2" (LIST (+ llx 2000) (+ (- lly (* ppy 3)) 800)) "" "П-2" "")
(command "_zoom" "_all") )
```

(DEFUN DW_4()

```
(IF (NOT (new_dialog "DW_4" dcl_id))(EXIT))
(start_dialog))
```

(DEFUN DW_6()

```
(IF (NOT (new_dialog "DW_6" dcl_id))(EXIT))
(start_dialog))
```

(DEFUN Type_b1 ()

```
(SETQ ttt 1)
(set_tile "tt" "Б-1" ))
```

(DEFUN Type_b2 ()

```
(SETQ ttt 2)
(set_tile "tt" "Б-2" ))
```

(DEFUN DWSS()

```
(SETQ ttt 1)
(SETQ dcl_id (load_dialog "SCeM1.dcl"))
(SETQ CodR 6)
(IF (NOT (new_dialog "DWS" dcl_id))(EXIT))
(IF (= ST 1) (PROGN
  (set_tile "px" "7800") (set_tile "py" "6800") (set_tile "lx" "31200") (set_tile "ly" "61200")
  (set_tile "nx" "3") (set_tile "ny" "8") (set_tile "sx" "500") (set_tile "sy" "500")
  (set_tile "s1" "1800") (set_tile "s2" "1600") (set_tile "t1" "0") (set_tile "t2" "0")
  (set_tile "ls" "500") (set_tile "tt" "Б-1" )))
(IF (= ST 2) (PROGN
  (set_tile "px" (RTOS ppx 2 0)) (set_tile "py" (RTOS ppy 2 0)) (set_tile "lx" (RTOS llx 2 0))
  (set_tile "ly" (RTOS lly 2 0)) (set_tile "nx" (RTOS nnx 2 0)) (set_tile "ny" (RTOS nny 2 0))
  (set_tile "sx" (RTOS ssx 2 0)) (set_tile "sy" (RTOS ssy 2 0)) (set_tile "s1" (RTOS ss1 2 0))
```

```

(set_tile "s2" (RTOS ss2 2 0))      (set_tile "t1" "0")      (set_tile "t2" "0" )
(set_tile "ls" (RTOS lls 2 0))      (set_tile "tt" "Б-1" )))
(mode_tile "t1" 0)                  (mode_tile "t2" 1)
(mode_tile "t3" 1)                  (mode_tile "t4" 1)
(action_tile "t1" "(DW_4)")          (action_tile "b1" "(Type_b1)")
(action_tile "b2" "(Type_b2)")
;(IF (= ttt 1)(set_tile "tt" "Б-1" ))
;(action_tile "t2" "(SETQ ttt 2)")
;(IF (= ttt 2)(set_tile "tt" "Б-2" ))
(action_tile "t3" "(DW_6)")          (action_tile "t4" "(DW_4)")
(action_tile "lx" "(Calk1)")         (action_tile "ly" "(Calk1)")
(action_tile "ls" "(SETQ lls (get_tile \"ls\")))
(action_tile "nx" "(Calk1)")         (action_tile "ny" "(Calk1)")
(action_tile "sx" "(SETQ ssx (get_tile \"sx\")))
(action_tile "sy" "(SETQ ssy (get_tile \"sy\")))
(action_tile "cancel" "(LK_CAN)")    (action_tile "Draw" "(LK_OK2)")
(action_tile "D_SH" "(D_SH)")        (action_tile "Vis" "(DW_6)")
(SETQ CodR (start_dialog ))          (action_tile "Er1" "(ERAS1)")
(unload_dialog dcl_id)
(IF (= CodR 2) (PROGN
(MOD_LAY)
(DRAW_stena)
(DRAW_oxis_v)
(DRAW_oxis_h)
(DRAW_oxis_vc)
(DRAW_oxis_hc)
(DRAW_dim_h)
(DRAW_dim_v)
(DRAW_column)
(IF (= ttt 1) (PROGN (DRAW_beams_1) (DRAW_panel_1)))
(IF (= ttt 2) (PROGN (DRAW_beams_2) (DRAW_panel_2))) ) )
(IF (= CodR 7)
(command "_erase" "_all" "")) ) )

```

(DEFUN CALK1)

```

(SETQ llx (ATOF (get_tile "lx")))    lly (ATOF (get_tile "ly"))
      nnx (ATOF (get_tile "nx"))      nny (ATOF (get_tile "ny"))))
(SETQ ppx (/ llx (+ nnx 1.0)))        ppy (/ lly (+ nny 1.0)))
(set_tile "px" (RTOS ppx 2 2))        (set_tile "py" (RTOS ppy 2 2)) )

```

(DEFUN C:BN() (DWSS)(princ))

```

(setq ST 1)

```

Приложение 3.

Файл конструкции диалогового окна SceM1.dcl.

```
DWS : dialog { label="Шаблон схемы перекрытия";
    :boxed_row { label="Тип ...";
        :button { label="Тип 1";
            mnemonic="1";
            key="t1";}
        :button { label="Тип 2";
            mnemonic="2";
            key="t2";}
        :button { label="Тип 3...";
            mnemonic="3";
            key="t3";}
        :button { label="Тип 4...";
            mnemonic="4";
            key="t4";}} //row
    :row { :boxed_column { label="Здание";
        :text { label="Габариты здания";}
        :edit_box { label="По X, мм.";
            mnemonic="x";
            key="lx";
            edit_width=7;}
        :edit_box { label="По Y, мм.";
            mnemonic="y";
            key="ly";
            edit_width=7;}
        :edit_box { label="Толщина стены, мм.";
            mnemonic="t";
            key="ls";
            edit_width=7;} } //box_col
    :boxed_column { label="Колонны";
        :text { label="Количество колонн";}
        :edit_box { label="По X, шт.";
            mnemonic="ПХ";
            key="nx";
            edit_width=5;}
        :edit_box { label="По Y, шт.";
            mnemonic="ПY";
            key="ny";
            edit_width=5;}
        :text { label="Сечение колонны";}
        :edit_box { label="По X, мм.";
            mnemonic="П";
            key="sx";
            edit_width=5;}
        :edit_box { label="По Y, мм.";
            mnemonic="o";
            key="sy";
            edit_width=5;} } //box_col
```

```

    } // row
:row { :boxed_column { label="Главные балки:";
    :concatenation { :text_part { label="Пролет главной балки, мм:"; }
        :text_part { key="px";
            width=7;}}
    :concatenation { :text_part { label="Тип главной балки:"; }
        :text_part { key="tt";
            width=7;}}
:radio_column {label="Тип балки";
    :radio_button {key="b1";
        value="1";
        label="Тип Б-1";}
    :radio_button {key="b2";
        label="Тип Б-2";} } //rad_col
    } //box_col
:boxed_column { label="Панели";
    :concatenation { :text_part { label="Длина панели, мм: "; }
        :text_part { key="py";
            width=7;}}
    :edit_box { label="Ширина панели П-1, мм.";
        mnemonic="a";
        key="s1";
        edit_width=5;}
    :edit_box { label="Ширина панели П-2, мм.";
        mnemonic="e";
        key="s2";
        edit_width=5;} } //box_col
    } //row
:row { :button { label="Просмотр >";
    mnemonic="Пр";
    key="Vis";}
    :button { label="Начертить";
        mnemonic="Н";
        is_default=true;
        key="Draw";}
    cancel_button; } } // конец DWS

```

```

DW_4 :dialog { label="Сообщение программиста";
    :text { label="Программы пока нет";}
    ok_only;}

```

```

DW_6 :dialog { label="Сообщение программиста";
    :text { label="Программа в стадии испытания";}
    ok_only;}

```

Приложение 4.

Фрагменты файла ЛР9.lsp.

```

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;          Файл ЛР9.lsp          ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;;          Работает с файлами Д О к ЛР8.dcl  smb1.dcl          ;;
;;          slgen1v.sld  slgen1r.sld  sltyr1v.sld          ;;
;;          sltyr1r.sld  slgen1b.sld          ;;
;;          bl_genv1.dwg  bl_genr1.dwg  bl_tyrv1.dwg          ;;
;;          bl_tyrr1.dwg  bl_blok1.dwg          ;;
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
(DEFUN N3_L6 ()
  (SETQ dcl_id (load_dialog "ЛР9.dcl"))          ;загрузка файла ДО
  (SETQ CodR 6)
  (WHILE ( > CodR 3)          ;работа в цикле пока CodR > 3
    (IF (NOT (new_dialog "BL_6" dcl_id)) (EXIT)) ;вывод ДО на экран
    (SETQ x (dimx_tile "gen_v")          ;определение размеров
      y (dimy_tile "gen_v"))          ;клавиши с изображением
    (start_image "gen_v")          ;начало вывода изображения на клавишу
    (slide_image 0 0 x y "SLGEN1V")          ;вывод на клавишу слайда
    (end_image)          ;окончание вывода изображения
    (SETQ x (dimx_tile "gen_r") y (dimy_tile "gen_r"))
    (start_image "gen_r")
    (slide_image 0 0 x y "SLGEN1R")
    (end_image)
    (SETQ x (dimx_tile "tyr_v") y (dimy_tile "tyr_v"))
    (start_image "tyr_v")
    (slide_image 0 0 x y "SLTYR1V")
    (end_image)
    (SETQ x (dimx_tile "tyr_r") y (dimy_tile "tyr_r"))
    (start_image "tyr_r")
    (slide_image 0 0 x y "SLTYR1R")
    (end_image)
    (SETQ x (dimx_tile "blok") y (dimy_tile "blok"))
    (start_image "blok")
    (slide_image 0 0 x y "SLGEN1B")
    (end_image)
    (SETQ x (dimx_tile "tyr_k") y (dimy_tile "tyr_k"))
    (start_image "tyr_k")
    (slide_image 0 0 x y "SLGEN1V")
    (end_image)
  (SETQ dn 1)
  (if (< d 1) (SETQ d dn))          ;определение начального
  (set_tile "do" (RTOS d 2 2))          ;значения поля do
  (action_tile "tyr_k" "(SETQ ins_bl \"bl_genv1\")") ;определение
  (action_tile "gen_v" "(SETQ ins_bl \"bl_genv1\")") ;действий
  (action_tile "gen_r" "(SETQ ins_bl \"bl_genr1\")") ;полей ДО
  (action_tile "tyr_v" "(SETQ ins_bl \"bl_tyrv1\")")
  (action_tile "tyr_r" "(SETQ ins_bl \"bl_tyrr1\")")
  (action_tile "blok" "(SETQ ins_bl \"bl_blok1\")")
  (action_tile "do" "(SETQ d (ATOF (get_tile \"do\")))")
  (action_tile "accept" "(done_dialog 4)") ;действие клавиши ОК

```

```

        (action_tile "cancel" "(done_dialog 0)") ;и клавиши Отмена
        (SETQ CodR (start_dialog)) ;активизация работы ДО
        (IF (= CodR 4) (PROGN ;выполняется, если нажата клавиша ОК
; (PRINC "\n d=") (PRINC d) ;вывод значения d на экран при отладке
;;; (SETVAR "FileDia" 0) ДО в команде insert не откл.
        (SETQ XY (GETPOINT "\nБазовая точка:"))
; (PRINC "\n Вставка блока - начало")
        (command "_-insert" ins_bl ху 1 1 0) ;- без ДО
; (PRINC "\n Вставка закончена")
        (SETQ zz (ENTLAST)) ;имя последнего примитива
        (command "_scale" zz "" ху "_r" 1 d) ;масштаб
; (PRINC "\n Масштабирование закончено")
        (SETVAR "FileDia" 1))) ;последняя строка цикла While
        (IF (= CodR 0) (setvar "Filedia" 1)) ;выполняется, если
;нажата клавиша Отмена
(DEFUN DW_4 () ;Информационное окно "Сообщение программиста"
  (IF (NOT (new_dialog "DW_4" dcl_id)) (EXIT))
  (start_dialog))
(DEFUN LK_OK1 () ;Создание схемы напоров
  (SETQ npyt npy ymot ymo nbmaxt nbmax nbmint nbmin nbagrt nbagr
    nbghost nbgas Hmaxt Hmax Hmint Hmin Hpt Hp)
  (done_dialog) ;закрываем диалоговое окно
  (PRINC "\n Программы построения схемы напоров пока нет.") )
(DEFUN DW_22 () ;Вычисление напоров
  (SETQ npy (ATOF (get_tile "k_npy"))) ;get_tile -> получение
    ymo (ATOF (get_tile "k_ymo"))) ;текущего значения поля
    nbmax (ATOF (get_tile "k_nbmax"))) ;ATOF-> преобразование
    nbmin (ATOF (get_tile "k_nbmin"))) ;строки текста в
;десятичное число
    nbagr (ATOF (get_tile "k_nbagr"))
    nbgas (ATOF (get_tile "k_nbgas")))
  (SETQ Hmax (- npy nbagr) ;вычисление напоров ГЭС
    Hp (- npy (/ (- npy ymo) 3) nbagr))
  (SETQ Hmin1 (- npy nbmax) Hmin2 (- ymo nbgas) Hmin (MIN Hmin1
    Hmin2))
  (IF (AND (> npy 0.0) (> ymo 0.0)
    (/= nbmax 0.0) (/= nbmin 0.0) (/= nbagr 0.0) (/= nbgas
    0.0))
    (PROGN (mode_tile "lk_ok1" 0) ;снятие блокировки поля
      (set_tile "hx_text" (RTOS Hmax 2 2 ))
      (set_tile "hn_text" (RTOS Hmin 2 2 ))
      (set_tile "hp_text" (RTOS Hp 2 2 )) ) ) )
(DEFUN nmm () ;Работа диалогового окна
  (SETQ dcl_id (load_dialog "ЛР9.dcl"))
  (IF (NOT (new_dialog "DW_1" dcl_id)) (EXIT))
  (mode_tile "lk_ok1" 1) ;блокировка поля
  (set_tile "k_npy" (RTOS npyt 2 2)) ;установка значений полей
  (set_tile "k_ymo" (RTOS ymot 2 2))
  (set_tile "k_nbmax" (RTOS nbmaxt 2 2))
  (set_tile "k_nbmin" (RTOS nbmint 2 2))
  (set_tile "hx_text" (RTOS Hmaxt 2 2))

```

```

(set_tile "hn_text" (RTOS Hmint 2 2))
(set_tile "hp_text" (RTOS Hpt 2 2))
(set_tile "k_nbgas" (RTOS nbgast 2 2))
(set_tile "k_nbagr" (RTOS nbagrt 2 2))
(action_tile "k_npy" "(DW_22)") n ;определение действия поля
(action_tile "k_ymo" "(DW_22)")
(action_tile "k_nbmax" "(DW_22)")
(action_tile "k_nbmin" "(DW_22)")
(action_tile "k_nbgas" "(DW_22)")
(action_tile "k_nbagr" "(DW_22)")
(action_tile "lk_ok1" "(LK_OK1)")
(action_tile "lk_help1" "(DW_4)")
(start_dialog) ;активизация ДО
(unload_dialog dcl_id) ;выгрузка файла описания ДО
(DEFUN snmm () ;Присвоение переменным исходных значений
  (SETQ npyt 90.0 ymot 80.0 nbmaxt 9.0 nbmint 6.0
    nbgast 8.0 nbagrt 7.0 Hmint 0.00 Hmaxt 0.00 Hpt 0.00 )
  ( nmm ))
(DEFUN C:Мощность () ( snmm ) (PRINC))
(DEFUN C:Напоры () ( nmm ) (PRINC))
(DEFUN F3 () ;Выбор типа гидротурбины
  (SETQ H0 Ht Q0 Qt M0 Mt)
  (done_dialog) ;закружи диалоговое окно LENA
  (PRINC "\n Напор, м =") (PRINC (RTOS Ht 2 1))
  (PRINC "\n Расход, м.куб/с =") (PRINC (RTOS Qt 2 1))
  (PRINC "\n Мощность, кВт =") (PRINC (RTOS Mt 2 0))
  (PRINC "\n Программы выбора типа гидротурбины пока нет.") )
(DEFUN F2 () ;Вычисление мощности агрегата
  (SETQ Ht (ATOF (get_tile "H")))
  (Qt (ATOF (get_tile "Q")))
  (Mt (* Ht 9.81 Qt 0.92))
  (IF (> Mt 0.0) (mode_tile "TT" 0) (mode_tile "TT" 0))
  (set_tile "M_text" (RTOS Mt 2 0 )) )
(DEFUN F1 () ;Работа диалогового окна
  (SETQ Ht H0 Qt Q0 Mt M0)
  (SETQ dcl_id (load_dialog "ЛР9.dcl"))
  (new_dialog "LENA" dcl_id)
  (mode_tile "TT" 1)
  (set_tile "H" (RTOS Ht 2 1))
  (set_tile "Q" (RTOS Qt 2 2))
  (set_tile "M_text" (RTOS Mt 2 0))
  (action_tile "Q" "(F2)") поля -
  (action_tile "H" "(F2)")
  (action_tile "TT" "(F3)")
  (start_dialog)
  (unload_dialog dcl_id) )
(SETQ H0 100 Q0 50 M0 45126)

```

Приложение 5.

Файл описания конструкций диалоговых окон *ЛР9.dcl*.

```

/////////////////////////////////////////////////////////////////
//                                     Файл ЛР9.DCL                                     //
/////////////////////////////////////////////////////////////////

```

```

BL_6 :dialog {label="Выбор блока для вставки в чертеж";
    :row { :image_button {key="gen_v";
        color=2; width=14; height=5;
        fixed_width=true; fixed_height=true;}
        :image_button {key="gen_r";
        color=2; width=14; height=5;
        fixed_width=true; fixed_height=true;}
        :image_button {key="tyr_v";
        color=2; width=14; height=5;
        fixed_width=true; fixed_height=true;}}
    :row { :image_button {key="tyr_r";
        color=2; width=14; height=5;
        fixed_width=true; fixed_height=true;}
        :image_button {key="blok";
        color=2; width=14; height=5;
        fixed_width=true; fixed_height=true;}
        :image_button {key="tyr_k";
        color=2; width=14; height=5;
        fixed_width=true; fixed_height=true;}}
        :edit_box { label="D1(см)"; //Текстовое поле
        mnemonic="D";
        key="do"; //Ключ поля
        edit_width=5;}
    ok_cancel;}

DW_1 : dialog { label="Определение напоров ГЭС";
    initial_focus="k_npy";
    :row { :boxed_column { label="Отметки верхнего бьефа"; //Ряд, Колонка в рамке
        :edit_box { label="НПУ";
            mnemonic="H"; key="k_npy"; edit_width=7;}
        :edit_box { label="УМО"; mnemonic="M"; key="k_ymo"; edit_width=7;}}
        :boxed_column { label="Отметки нижнего бьефа";
        :edit_box { label="УНБмакс"; mnemonic="к"; key="k_nbmax"; edit_width=7;}
        :edit_box { label="УНБгэс"; mnemonic="r"; key="k_nbgas"; edit_width=7;}
        :edit_box { label="УНБагр"; mnemonic="a"; key="k_nbagr"; edit_width=7;}
        :edit_box { label="УНБмин"; mnemonic="и"; key="k_nbmin"; edit_width=7;}} }
    :row { label="Получены напоры:";
        :concatenation { :text_part { label="Нмакс="}; //Соединение в строку двух частей текста
            :text_part { key="hx_text"; width=7;}}
        :concatenation { :text_part { label="Нрасч="};

```

```

        :text_part { key="hp_text";      width=7;}}
:concatenation { :text_part { label="Нмин=";}}
        :text_part { key="hn_text";      width=7;}}}}
:row { :button { label="Начертить схему"; key="lk_ok1";}
cancel_button;
:button { label="Помощь...";            key="lk_help1";}}}

```

```

DW_4 :dialog { label="Сообщение программиста";
:text { label="Программы пока нет";}
ok_only;}

```

```

LENA :dialog { label="Определение мощности гидроагрегата";
initial_focus="H";
:row { :edit_box { label="Hmax="; //Текстовое поле
key="H"; //Ключ поля
edit_width=7;}
:edit_box { label="Qmax="; key="Q"; edit_width=7;} }
:concatenation { :text_part { label="Мощность гидроагрегата=";}}
:text_part { key="M_text"; width=7;} }
:row { :button { label="Тип турбины..."; key="TT";}
cancel_button;} }

```

```

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//                                     Файл cmb1.DCL                                     //
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

```

```

DW_4 :dialog { label="Сообщение программиста";
:text { label="Программы пока нет";}
ok_only;}

```

```

DW_6 :dialog { label="Сообщение программиста";
:text { label="Программа в стадии испытания";}
ok_only;}

```

```

DW_GENER :dialog { label="Сообщение разработчика";
:text { label="Это еще не сделано";}
ok_only;}

```

```

DW_ROTyrb : dialog { label="Радиально-осевые турбины";
: row { label="Напоры, м";
: concatenation { : text_part { label="Нмин=";}}
: text_part { key="hn_text"; width=7;}}
: concatenation { : text_part { label="Нрасч=";}}
: text_part { key="hp_text"; width=7;}}
: concatenation { : text_part { label="Нмакс=";}}
: text_part { key="hx_text"; width=7;}}}
: concatenation { : text_part { label="Мощность турбины, МВт ";}
: text_part { key="k_N"; width=4;}}
: slider { max_value=1000; min_value=2; small_increment=2; key="sl_N";
layout=horizontal;}
: row { : list_box { label="Тип"; key="list_rotyrb"; allow_accept=true;

```

```

multiple_select=false;
value="1";

list="PO45\nPO75\nPO115\nPO140\nPO170\nPO230\nPO310\nPO400\nPO500\nPO600";}
: column { label="Основные параметры:";
: concatenation { :text_part { label="Дрк,м";
: text_part { key="k_D1"; width=12;}}
: concatenation { :text_part { label="Н,м";
: text_part { key="k_H"; width=12;}}
: concatenation { :text_part { label="n(опт),1/мин";
: text_part { key="k_nopt"; width=12;}}
: concatenation { :text_part { label="Q(опт),л/с";
: text_part { key="k_Qopt"; width=12;}}
: concatenation { :text_part { label="Q(макс),л/с";
: text_part { key="k_Qmax"; width=12;}}
: concatenation { :text_part { label="Q(расч),л/с";
: text_part { key="k_Qp"; width=12;}}}}

: concatenation { :text_part { label="Выбрана: ";
: text_part { key="sel_tyр"; width=30;}}
ok_cancel;}

DW_TYRB : dialog { label="Выбор турбины";
:row { :boxed_column { label="Рабочее колесо";
:row { label="Тип турбины";
:button { label="ПЛ..."; mnemonic="П"; key="k_pl";}
:button { label="РО..."; mnemonic="Р"; key="k_ro";}
:button { label="Ковшовые..."; mnemonic="В"; key="k_kov";}
:button { label="ПЛД..."; mnemonic="Д"; key="k_pld";}}
:text { label="Параметры";}
:edit_box { label="Дрк, м"; mnemonic="к"; key="k_drk";
edit_width=7;}
:edit_box { label="Отм. р.к., м"; mnemonic="О"; key="k_otm";
edit_width=7;}
:edit_box { label="Дтр, м"; mnemonic="т"; key="k_dtr";
edit_width=7;}
:button { label="Универсальная характеристика . . .";
mnemonic="н"; key="k_univer";
fixed_width=lagre_tile; alignment=center;}}
:column { label="Проточный тракт";
:button { label="Спиральная камера...";
mnemonic="С"; key="k_spiral";
fixed_width=true; alignment=center;}
:paragraph { :text_part { label="Выбрана: ";}
:text_part { key="spiral_text"; width=17;}}
:button { label="Отсасывающая труба...";
mnemonic="в"; key="k_ots";
fixed_width=true; alignment=center;}
:paragraph { :text_part { label="Выбрана: ";}
:text_part { key="ots_text"; width=37;}}}}

```

```
:concatenation { :text_part { label="Выбрана турбина: ";}
                  :text_part { key="tyr_text";    width=30;}}
ok_cancel; } // конец DW_2
```

```
DW_SPIRAL : dialog { label="Спиральные камеры"; ok_cancel;}
```

```
DW_1 : dialog { label="Создание модели здания ГЭС";
               initial_focus="k_npy";
               :boxed_radio_row { label="Тип здания ГЭС";
                                   :radio_button { label="Русловое";    mnemonic="P";
key="k_rysl";}
                                   :radio_button { label="Приплотинное"; mnemonic="п"; key="k_prip";
valye="1";}
                                   :radio_button { label="Береговое";    mnemonic="б"; key="k_berg";}
                                   :radio_button { label="Подземное";    mnemonic="з";
key="k_podz";}}
               :row { :boxed_column { label="Верхний бьеф";
                                   :edit_box { label="НПУ";                mnemonic="H";
                                             key="k_npy";                edit_width=7;}
                                   :edit_box { label="УМО";                mnemonic="M";
                                             key="k_ymo";                edit_width=7;}}
               :boxed_column { label="Нижний бьеф";
                                   :edit_box { label="УНБмакс";            mnemonic="к";
                                             key="k_nbmax";            edit_width=7;}
                                   :edit_box { label="УНБгэс";            mnemonic="r";
                                             key="k_nbgas";            edit_width=7;}
                                   :edit_box { label="УНБагр";            mnemonic="a";
                                             key="k_nbagr";            edit_width=7;}
                                   :edit_box { label="УНБмин";            mnemonic="и";
                                             key="k_nbmin";            edit_width=7;}}
               :column { label="Оборудование ГЭС";
                                   :button { label="ТУРБИНА...";    mnemonic="T";    key="k_tyrb";}
                                   :button { label="ГЕНЕРАТОР...";    mnemonic="E";    key="k_gener";}
                                   :paragraph { :text_part { label="Оборудование";}
                                             :text_part { key="ob_text";    width=12;}}}}
               :row { label="Получены напоры:";
               :concatenation { :text_part { label="Нмакс=";}
                                   :text_part { key="hx_text";    width=7;}}
               :concatenation { :text_part { label="Нрасч=";}
                                   :text_part { key="hp_text";    width=7;}}
               :concatenation { :text_part { label="Нмин=";}
                                   :text_part { key="hn_text";    width=7;}}
               :row { :button { label="Да";    key="lk_ok1";}
cancel_button;
               :button { label="Помощь...";    key="lk_help1";}
               :button { label="Инфо...";    key="lk_info1;}}} // конец DW_1
```

Приложение 6.

Список функций AutoLISP'а.

1. Символьная обработка.

(ATOM *элемент*) → проверяет, является ли элемент атомом Автолиспа.

(BOUNDP *атом*) → проверяет, присвоено ли значение атому.

(NOT *элемент*) → проверяет, является ли элемент символом со значением *nil*; обычно используется в функциях условий.

(NULL *элемент*) → проверяет, присвоено ли элементу значение *nil*; обычно используется при проверке списков.

(NUMBERP *элемент*) → проверяет, является ли элемент целым или вещественным числом.

(QUOTE *выражение ...*) → возвращает выражение не выполняя его.

(SET *символ выражение*) → присваивает результат выражения значению символа.

(SETQ *символ1 выражение1 [символ2 выражение2] ...*) → присваивает одному или более символам результаты соответствующих выражений.

(TYPE *элемент*) → возвращает тип элемента.

2. Обработка числовых данных и выражений.

(+ *число число ...*) → возвращает сумму чисел.

(- *число [число ...]*) → вычитает числа из первого числа и возвращает разность.

(* *число [число ...]*) → возвращает произведение всех чисел.

(/ *число [число ...]*) → делит первое число на последующие и возвращает частное.

(1+ *число*) → возвращает число, увеличенное на единицу.

(1- *число*) → возвращает число, уменьшенное на единицу.

(ABS *число*) → возвращает абсолютное значение числа.

(ATAN *число1 [число2]*) → возвращает арктангенс числа в радианах.

(COS *угол*) → возвращает косинус угла.

(EXP *степень*) → возвращает константу *e*, возведенную в *степень*.

(EXPT *число степень*) → возвращает *число*, возведенное в *степень*,

(FIX *число*) → преобразует *число* к целому представлению.

(FLOAT *число*) → преобразует *число* к вещественному представлению.

(GCD *число1 число2*) → возвращает наибольший общий делитель двух чисел.

(LOG *число*) → возвращает натуральный логарифм числа в вещественном представлении.

(MAX *число число ...*) → возвращает наибольшее из чисел.

(MIN *число число ...*) → возвращает наименьшее из чисел.

(MINUSP *значение*) → возвращает

PI --> возвращает константу 3.14.....

(REM *число1 число2 ...*) → возвращает остаток от деления чисел.

(SIN *угол*) → возвращает синус угла в вещественном представлении.

(SQRT *число*) → возвращает квадратный корень числа в вещественном представлении.

(ZEROP *значение*) → проверяет, является ли значение нулем в вещественном или целом представлении.

3. Обработка списков.

(APPEND *выражение ...*) → сцепляет любое число списков в единый список.

(ASSOC *ключ с-список*) → просматривает список и возвращает значение, связанное с ключом.

(CAR *список*) → возвращает первый элемент списка.

(CDR *список*) → возвращает список без первого элемента.

(CAAR *список*), (CADR *список*), (CDDR *список*), (CADAR *список*) и т.д. → сцепление функций CAR и CDR до четырех уровней.

(CONS *н-н-элемент список*) → возвращает список, в начало которого добавлен новый элемент.

(FOREACH *имя список выражение ...*) → выполняет каждое выражение для каждого элемента в списке.

(LIST *выражение ...*) → создает список из любого числа выражений.

(LISTP *элемент*) → проверяет, является ли элемент списком.

(MAPCAR *функция список1 ... списокN*) → возвращает список результатов выполнения функции с аргументами из заданных списков.

(MEMBER *выражение список*) → возвращает “хвост” списка, начинающийся с первого вхождения выражения.

(NTH *н список*) → возвращает n-й элемент списка.

(REVERSE *список*) → возвращает список с расстановкой элементов в обратном порядке.

(SUBST *н-элемент с-элемент список*) → возвращает список, в котором каждый с-элемент заменен на н-элемент.

4. Обработка строковых констант.

(STRCAT *строка1 [строка2] ...*) → возвращает строку – результат сцепления нескольких строк.

(STRLEN *[строка] ...*) → возвращает длину строки в символах.

(SABSTR *строка начало [длина]*) → возвращает подмножество символов строковой константы.

5. Обработка функций.

(APPLY *функция список*) → выполняет функцию с заданными аргументами.

(EVAL *выражение*) → возвращает результат выполнения выражения Автолиспа.

(EXIT) → прекращает выполнение текущего приложения.

(PROGN *выражение ...*) → последовательно выполняет каждое выражение.

(QUIT) → прекращает выполнение текущего приложения.

6. Сравнения и условия.

(= *атом атом ...*) → сравнение на равенство.

(/=*атом атом ...*) → сравнение на неравенство.

(<*атом атом ...*) → сравнение “меньше чем”.

(<=*атом атом ...*) → сравнение “меньше или равно”

(>*атом атом ...*) → сравнение “больше чем”.

(>=*атом атом ...*) → сравнение “больше или равно”.

(AND *выражение ...*) → возвращает *TRUE*, если нет *NIL*, иначе возвращает *NIL*.
 (COND (*тест1 результат1 ...*) ...) --> основная функция условия в Автолиспе
 (EQ *выражение1 выражение2*) --> проверяет, являются ли два выражения идентичными.
 (EQUAL *выражение1 выражение2 [допуск]*) → проверяет, равны ли значения двух выражений.
 (IF *условие выражение-тогда [выражение-иначе]*) → выполняет выражения по условию.
 (OR *выражение ...*) → возвращает *TRUE*, если хотя бы одно *TRUE*, иначе возвращает *NIL*.
 (REPEAT *число выражение ...*) → выполняет каждое выражение заданное число раз.
 (WHILE *условие выражение ...*) → выполняет выражения до тех пор, пока условие выполняется.

7. Запросы Автокада.

(COMMAND [*аргументы*] ...) → выполняет команды Автокада.
 (GETVAR *имя-переменной*) → возвращает текущее значение переменной Автокада.
 (SETVAR *имя-переменной значение*) → присваивает значение системной переменной Автокада.
 (FINDFILE *имя-файла*) → ищет файл с заданным именем.
 (GETFILED *заголовок имя-файла расш. флаги*) → выводит на экран стандартное диалоговое окно файлов.
 (OSNAP *точка режим*) → ищет точку с помощью объектной привязки.

8. Преобразование данных.

(RTOS *число [режим] [точность]*) → вещественное в строку.
 (ATOF *строка*) → строку в вещественное.
 (ATOI *строка*) → строку в целое.
 (ITOA *целое*) → целое в строку.

9. Ввод данных с клавиатуры.

(INITGET [*биты*] [*строка*]) → определяет допустимый ввод перед вызовом следующей функции *getxxx*.
 (GETREAL [*подсказка*]) → принимает с клавиатуры вещественное число.
 (GETSTRING [*флаг-пробела*] [*подсказка*]) → принимает с клавиатуры строку символов.
 (GETPOINT [*точка*] [*подсказка*]) → принимает с клавиатуры координаты точки.
 (GETKEYWORD [*подсказка*]) → принимает с клавиатуры ключевое слово.
 (GETINT [*подсказка*]) → принимает с клавиатуры целое число.
 (READ-LINE) → читает строку с клавиатуры.
 (READ *строка*) → возвращает первый список или атом из строки символов.

10. Вывод данных.

(PRINT1 [*выражение [дескриптор-файла]*]) → выводит выражение на экран или в текстовый файл.
 (PRINC [*выражение [дескриптор-файла]*]) → выводит выражение на экран или в текстовый файл.

(PRINT *[выражение [дескриптор-файла]]*) → выводит выражение на экран или в текстовый файл.

(WRITE-LINE *строка*) → выводит строку на экран.

(PROMT *сообщение*) → отображает сообщение в строке подсказок.

11. Обработка файлов.

(CLOSE *дескриптор-файла*) → закрывает файл.

(LOAD *имя-файла [ошибка]*) → загружает файл с выражениями Автолиспа.

(OPEN *имя-файла режим*) → открывает файл для доступа функций ввода-вывода Автолиспа.

(READ-LINE *[дескриптор файла]*) → читает строку с клавиатуры или из открытого файла.

(WRITE-LINE *строка [дескриптор-файла]*) → выводит строку на экран или в текстовый файл.

12. Обработка примитивов.

(ENTGET *имя-примитива [список-приложений]*) → запрашивает определяющие данные примитива.

(ENTDEL *имя-примитива*) → удаляет (или возвращает удаленный) примитив.

(ENTNEXT *[имя-примитива]*) → находит следующий примитив.

(ENTLAST) → находит последний примитив.

(HANDEND *метка*) → находит примитив по его метке.

(ENTSEL *[подсказка]*) → запрашивает выбор примитива с помощью указания точки.

13. Операции с наборами примитивов.

(SSGET *[режим] [точка1 [точка2]] [список-точек] [фильтр-список]*) → запрашивает набор примитивов.

(SSADD *[имя-примитива [набор]]*) → добавляет примитив в набор.

(SSDEL *имя-примитива набор*) → удаляет примитив из набора.

(SSLENGTH *набор*) → возвращает число примитивов в наборе.

(SSNAME *набор индекс*) → возвращает имя примитива из набора.

(SSMEMB *имя-примитива набор*) → проверяет, содержится ли примитив в наборе.

14. Особые функции.

(ALERT *строка*) → отображает диалоговое окно предупреждения с сообщением *строка*.

15. Определение пользовательских функций и команд.

(DEFUN *имя-функции список-аргументов выражение ...*) → определяет внешнюю функцию.

(DEFUN C:*имя-команды* () (*имя-функции*)) → определяет новую команду Автокада.

16. Программирование диалоговых окон.

(LOAD_DIALOG *имя-файла*) → загружает DCL-файл.

(UNLOAD_DIALOG *идентификатор*) → выгружает DCL-файл.

(NEW_DIALOG *выражение1 имя-окна идентификатор [[действие] точка]*) → инициализирует и отображает на экране диалоговое окно.

(START_DIALOG) → разрешает работу с диалоговым окном.

(DONE_DIALOG *[состояние]*) → завершает работу диалогового окна и удаляет его с экрана.
(ACTION_TILE *ключ выражение-действие*) → определяет действие поля диалогового окна.
(MODE_TILE *ключ режим*) → устанавливает режим поля ДО.
(GET_TILE *ключ*) → запрашивает текущее значение поля ДО.
(SET_TILE *ключ значение*) → устанавливает значение поля ДО.
(START_LIST *ключ [операция [индекс]]*) → запускает обработку поля списка.
(ADD_LIST *элемент*) → добавляет строку в поле списка.
(END_LIST) → завершает обработку поля списка.
(DIMX_TILE *ключ*) → возвращает ширину указанного поля.
(DIMY_TILE *ключ*) --> возвращает высоту указанного поля.
(START_IMAGE *ключ*) → запускает процесс создания изображения в поле ДО.
(SLIDE_IMAGE *X1 Y1 X2 Y2 имя-слайда*) → отображает слайд Автокада в поле изображения.
(END_IMEGE) → завершает создание изображения в поле ДО.

Приложение 7.

Поля диалогового окна и их атрибуты.

В приложении приведен список полей и их атрибутов, встречающихся в приложениях 3 и 5 данного пособия. Полное описание полей и атрибутов диалоговых окон имеется в [8, 9, 12].

:boxed_column { label="метка"; *поля колонки* } – колонка в рамке.
:boxed_radio_row { label="метка "; *кнопки выбора* } – ряд выбора в рамке.
:boxed_radio_column { label="метка "; *кнопки выбора* } – ряд выбора в рамке.
:boxed_row { label="метка"; *поля ряда* } – ряд в рамке.
:button { label="метка"; mnemonic="символ"; key="ключ"; } – клавиша.
cancel_button – клавиша ОТМЕНА.
:column { *поля колонки* } – колонка.
:concatenation { *поля текстовых частей* } – соединение
:dialog { label="метка"; *поля диалогового окна* } – диалоговое окно.
:edit_box { label="метка"; mnemonic="символ"; key="ключ";
edit_width=число; } – текстовое поле.
:image_button { key="ключ"; color=цвет; width=число; height=число;
fixed_width=true; fixed_height=true; } – клавиша изображения.
:list_box { label="метка"; key="ключ"; allow_accept=true; multiple_select=false / true;
list="строка-список"; } – поле списка.
ok_cancel – клавиши ДА и ОТМЕНА.
ok_only – клавиша ДА.
:paragraph { *группа текстовых частей или соединений* } – абзац.
:popup_list { label="метка"; key="ключ"; allow_accept=true/false; multiple_select=false / true;
list="строка-список"; } – поле списка.
:radio_button { key="ключ"; value="I"; label="метка"; } – кнопка выбора.
:radio_column { label="метка"; *колонка кнопок выбора* } – колонка выбора.
:row { *поля ряда* } – ряд.
:slider { max_value=число-макс; min_value=число-мин; small_increment=число-шаг;
key="ключ"; layout=horizontal / vertical; } – скользящая шкала.
:text { label="метка"; } – надпись
:text_part { key="ключ"; width=число; } – переменная текстовая часть.
:text_part { label="метка"; } – постоянная текстовая часть.
:toggle { label="метка"; key="ключ"; value=0/1; }

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Сокращения и соглашения по шрифтам.....	7
Автоматизация проектирования объектов возобновляемой энергетики.....	8
Описание работ.....	30
Работа 1. Первые шаги в графической среде AutoCAD.....	30
Работа 2. Черчение на плоскости X0Y.....	42
Работа 3. Команды редактирования чертежа.....	52
Работа 4. Редактирование чертежа здания ГЭС.....	60
Работа 5. Блоки. Компоновка чертежа “Планы-разрезы здания ГЭС”.....	63
Работа 6. Создание чертежа гидроагрегатного блока ГЭС на основе его твердотельной геометрической модели.....	66
Работа 7. Создание модели каркаса промышленного здания....	80
Работа 8. Автоматизация построения монтажной схемы пере- крытия промышленного здан.....	89
Работа 9. Создание чертежа здания ГЭС с использованием LISP-приложения.....	93
Работа 10. Адаптация меню AutoCAD’А.....	98
Работа 11. Создание диалоговых окон.....	103
Работа 12. Разработка LISP-приложения.....	109
Список литературы.....	114
Приложения.....	115
Приложение 1. Перечень файлов, используемых в работах.....	115
Приложение 2. Файл SceM7.lsp.....	116
Приложение 3. Файл конструкции диалогового окна SceM1.dcl.....	121
Приложение 4. Фрагменты файла LP9.lsp.....	123
Приложение 5. Файл описания конструкций диалоговых окон LP9.dcl.....	126
Приложение 6. Список функций AutoLISP’а.....	130
Приложение 7. Поля диалогового окна и их атрибуты.....	135

Кубышкин Леонид Иванович

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В ЭНЕРГЕТИКЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Учебное пособие

Редактор

Оригинал-макет подготовлен автором

Директор Издательства СПбГПУ *А.В. Иванов*

Свод. темплан 2003 г.

Лицензия ЛР № 020593 от 07.08.97

Налоговая льгота-Общероссийский классификатор продукции
ОК 005 – 93, т. 2; 95 3005 – учебная литература

Подписано в печать 02.2003.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. Уч. изд. л.

Тираж 100. Заказ .С36

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.
Издательство СПбГПУ, член Издательско-полиграфической ассоциации вузов
Санкт-Петербурга.

Адрес университета и издательства: 195251, Санкт-Петербург,
Политехническая, 29.

Отпечатано на ризографе RN-2000FP

Поставщик оборудования – фирма “Р-ПРИНТ”

Телефон: (812) 110-65-09

Факс: (812) 315-23-04