



*Томский межвузовский центр
дистанционного образования*

Д.А. Рождественский

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ И СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ

Учебное методическое пособие

ТОМСК – 2004

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

**Кафедра компьютерных систем в управлении
и проектировании (КСУП)**

Д.А. Рождественский

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ И СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ

Учебное методическое пособие

2004

Корректор: Осипова Е.А.

Рождественский Д.А.

Автоматизация проектирования систем и средств управления:
Учебное методическое пособие. – Томск: Томский межвузовский
центр дистанционного образования, 2004. – 77 с.

© Рождественский Д.А., 2004

© Томский межвузовский центр
дистанционного образования, 2004

СОДЕРЖАНИЕ

I. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА	6
1 Введение	6
2 Содержание дисциплины.....	8
2.1 Цели, задачи и функции САПР	8
2.2 Анализ существующих систем автоматизированного проектирования	8
2.3 Структура систем автоматизированного проектирования	8
2.4 Обеспечение САПР.....	8
2.5 САПР конструкторского проектирования	9
2.6 САПР ПП	9
2.7 Моделирование САУ	9
3 Контрольные работы и экзамены	10
4 Лабораторные работы.....	10
5 Самостоятельная работа	10
5.1 Распределение времени на самостоятельную работу	11
5.2 Темы дисциплины, выносимые на самостоятельную проработку	11
6 Учебно-методические материалы по дисциплине.....	11
6.1 Основная литература	11
6.2 Дополнительная литература	12
II. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	13
Лабораторная работа №1. Изучение пакета конструкторского проектирования Компас	13
Лабораторная работа №2. Создание сборочного чертежа изделия в пакете Компас-2D	14
Лабораторная работа №3 и №4. Изучение пакета сквозного проектирования и моделирования электронных схем MicroSim	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Варианты заданий к контрольным работам.....	34

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Варианты заданий к лабораторной работе №1	38
ПРИЛОЖЕНИЕ №3. Варианты заданий для лабораторной работы №2	53
ПРИЛОЖЕНИЕ №4. Варианты заданий для лабораторной работы №3	54
ПРИЛОЖЕНИЕ №5. Варианты заданий для лабораторной работы №4	63

I. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

1 ВВЕДЕНИЕ

Цель преподавания дисциплины

Цель курса состоит в изучении общих принципов и методологии построения современных автоматизированных систем автоматического проектирования (САПР), архитектуры САПР и ее подсистем, методов автоматизированного математического моделирования, практического освоения современных тенденций конструкторского и технологического проектирования.

Задачи дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- знать принципы построения, функциональные возможности и особенности организации всех видов обеспечения САПР (информационного, технического, математического, программного и др.);
- ориентироваться в современных средствах технического и программного обеспечения САПР;
- знать основы создания, внедрения и эксплуатации САПР;
- получить навыки автоматизированного моделирования и конструкторского проектирования САУ с помощью универсальных и специализированных программных средств.

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- общеобразовательные дисциплины (высшая математика, физика, информатика);
- программирование и основы алгоритмизации;
- теоретические основы электротехники;
- электромеханические системы;
- математические основы теории систем;
- теория управления;
- моделирование систем управления;

- элементы и устройства систем управления.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В первой части конспекта лекций отражены следующие темы:

2.1 Цели, задачи и функции САПР

- Предпосылки создания систем автоматизированного проектирования.
- Цели, задачи и функции САПР.
- Достоинства САПР.
- Основные понятия САПР.
- История развития и современное состояние САПР.

2.2 Анализ существующих систем автоматизированного проектирования

- Трехуровневая классификация САПР.
- Классификация САПР по назначению.
- Расширенная классификация САПР.

Критерии выбора.

Основные направления и критерии развития САПР.

2.3 Структура систем автоматизированного проектирования

- Основные стадии и этапы проектирования.
- Выбор методов и средств конструирования.
- Автоматизация предприятий – внедрение САПР.
- АСТПП и САПР – от проектирования к изготовлению.
- Основные требования к САПР.

2.4 Обеспечение САПР

Рассматриваются семь основных видов обеспечения:

- Техническое обеспечение САПР.

- Информационное обеспечение САПР.
- Программное обеспечение САПР.
- Лингвистическое обеспечение САПР.
- Математическое обеспечение САПР.
- Методическое обеспечение САПР.
- Организационное обеспечение САПР.

Для каждого обеспечения приводится: определение, составные части, функции, требования.

2.5 САПР конструкторского проектирования

- Обзор современных систем конструкторского проектирования (CAD-систем):
 - AutoCAD;
 - T-Flex;
 - Компас.

Во второй части конспекта лекций отражены следующие темы:

2.6 САПР ПП

- Обзор современных систем конструкторского проектирования (CAD-систем):
 - AutoCAD;
 - T-Flex;
 - Компас.

2.7 Моделирование САУ

- Обзор возможностей применения программных пакетов САУ.
- Классификация программ по типу решаемой задачи.
- Требования, предъявляемые к программным продуктам электротехническими расчетами.
- Оценка возможностей математических пакетов.

- Оценка возможностей применения графических пакетов для документального оформления расчетов.
- Универсальная система для автоматизации математических и научных расчетов, моделирования систем управления MATLAB.
- SIMULINK – приложение MATLAB, предназначенное для моделирования САУ.

3 КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ И ЭКЗАМЕНЫ

Курс разбит на две части. В каждой части проводится две контрольные работы и в заключение экзамен. Экзамены и контрольные работы проводятся по материалам лекций.

В ответе на задание контрольной работы необходимо придерживаться следующих правил:

- введение должно содержать личный анализ студента по конкретизации предложенного задания;
- следует избегать «пустых» сравнительных оценок («лучше», «больше»), необходимо приводить количественные значения;
- в заключение необходимо представить личный анализ поставленной задачи с указанием решенных и нерешенных вопросов.

4 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

В рамках курса проводятся четыре лабораторные работы: две в первой части и две во второй. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и задания к ним изложены во второй части настоящего документа.

5 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

5.1 Распределение времени на самостоятельную работу

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1.	Проработка лекционного материала	16	Экзамен, контрольные работы
2.	Подготовка к лабораторным работам и выполнение отчетов	8	Отчет по лабораторной работе
3.	Изучение тем теоретической части курса, отводимых на самостоятельную проработку.	26	Реферат
Всего часов самостоятельной работы по дисциплине		50	

5.2 Темы дисциплины, выносимые на самостоятельную проработку

- Выполнение индивидуальных проектов в пакетах автоматизированного проектирования: AutoCad, T-FLEX, ORCAD, ACCEL-EDA, SPECTRA.
- Изучение и работа с системой моделирования электронных устройств Electronics Workbench EDA.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Основная литература

1. Курейчик В.М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР. – М.: Радио и связь, 1990. – 352 с.: ил.
2. Корячко В.П., Курейчик В.М., Норенков И.П. Теоретические основы САПР. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 400 с.: ил.
3. Вязгин В.А., Федоров В.В. Математические методы автоматизированного проектирования. – М.: Высш. шк., 1989. – 184 с.: ил.

4. Хокс Барри. Автоматизированное проектирование и производство: Пер. с рус. – М.: Мир, 1991. – 296 с.: ил.
5. Разевиг В.Д. Система сквозного проектирования электронных устройств DesignLab 8.0. – М.: «Солон», 1999. – 698 с.
6. Разевиг В.Д. Система проектирования цифровых устройств OrCAD. – М.: «Солон», 2000. – 160 с.
7. Грушвицкий Р. И., Мурсаев А. Х., Угрюмов Е. П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с. (язык VHDL)
8. Ильин В.Н., Фролкин В.Т. и др. Автоматизация схемотехнического проектирования: Уч. пособие для вузов / Под ред. В.Н. Ильина. – М.: Радио и связь, 1987. – 368 с.
9. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебник для вузов по спец. «Автоматизированные системы управления». – М.: Высшая школа, 1985. – 271 с.
10. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и её применение. – М.: Изд-во СОЛОН-Р, 1999 – 506 с.

6.2 Дополнительная литература

1. Сольнищев Р.И. Автоматизация проектирования систем автоматического управления. – М.: Высшая школа, 1991. – 335 с.
2. Алексанкин Я.Я. и др. Автоматизированное проектирование систем автоматического управления / Под ред. В.В. Солодовникова. – М.: Машиностроение, 1990. – 332 с.
3. Разевиг В.Д. Система проектирования печатных плат ACCEL EDA 15 (P-CAD 2000). – М.: Солон-Р, 2000. – 416 с.: ил.
4. Бадулин С.С., Барнаулов Ю.М., Бердышев В.А. и др. Автоматизированное проектирование цифровых устройств / Под ред. С.С. Бадулина. – М.: Радио и связь, 1981. – 240 с.
5. Грошев Д.Е. Макуха В.К. Применение пакета OrCAD для компьютерного проектирования электронных схем. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. – 64 с.
6. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий» / ФГУП Издательство «Машиностроение», 2003–2004 гг.

II. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. ИЗУЧЕНИЕ ПАКЕТА КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАС

Цель работы: Изучение возможностей и средств разработки конструкторской документации и проектирования в современном пакете КОМПАС фирмы АСКОН Россия.

Введение

КОМПАС – редактор конструкторской документации с большим набором приложений. Система автоматизированного проектирования КОМПАС предназначена для автоматизации проектно-конструкторских работ любого уровня сложности и оформления их в соответствии с требованиями российских стандартов. Система позволяет разрабатывать объёмные (трёхмерные) модели деталей с последующим полуавтоматическим созданием их рабочих чертежей, содержащих все необходимые виды, разрезы и сечения.

Графический редактор позволяет разрабатывать различные документы – эскизы, чертежи, схемы, плакаты и т.д. В системе предусмотрены два вида графических документов – чертежи и фрагменты.

КОМПАС предоставляет возможность работать со всеми типами графических примитивов, необходимыми для выполнения любого построения. К ним относятся точки, прямые, отрезки, окружности, эллипсы, дуги окружностей и эллипсов, многоугольники, ломаные линии, кривые NURBS (в том числе кривые Безье).

Одной из самых сильных сторон программы КОМПАС является полная поддержка ЕСКД. В графический документ КОМПАС-ГРАФИК может быть вставлено растровое изображение формата BMP, PCX, DCX, JPEG, TIFF. При вставке растрового объекта возможно задание его масштаба и угла поворота. Также в КОМПАС могут создаваться параметрические модели.

Задание

В лабораторной работе №1 студентам необходимо создать в пакете КОМПАС-3D LT предложенный в задании чертеж. Варианты заданий приведены в приложении №2. Все надписи и размеры должны соответствовать заданию. В качестве отчета необходимо прислать созданный файл и свой анализ системы Компас – положительные и отрицательные ее черты, которые Вы выявили в процессе выполнения лабораторной работы (не менее десяти).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. СОЗДАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ИЗДЕЛИЯ В ПАКЕТЕ КОМПАС-2D

Цель работы. Создать сборочный чертеж предложенного изделия в пакете Компас.

В лабораторной работе №2 студентам необходимо создать сборочный чертеж, включающий три вида изделия. На чертеже необходимо показать с помощью разрезов все внутренние детали изделия и их размеры.

Варианты заданий приведены в приложении №3.

В качестве отчета необходимо прислать созданный файл и комментарии к чертежу – список деталей устройства, пояснения по выполненным видам, разрезам, сечениям.

Рекомендации по выполнению лабораторных работ №1 и №2

1. Начало работы.

Запустить программу КОМПАС-3D LT, появятся окно справочной системы и окно приложения Компас.

Внимание!!! Вся необходимая справочная информация и пример создания чертежей находятся в справочной системе пакета Компас.

Для создания чертежа необходимо выбрать из меню «Файл» подменю «Создать» и в нем выбрать «Чертеж», откроется пустой лист с рамкой, приведенный на рисунке №1.

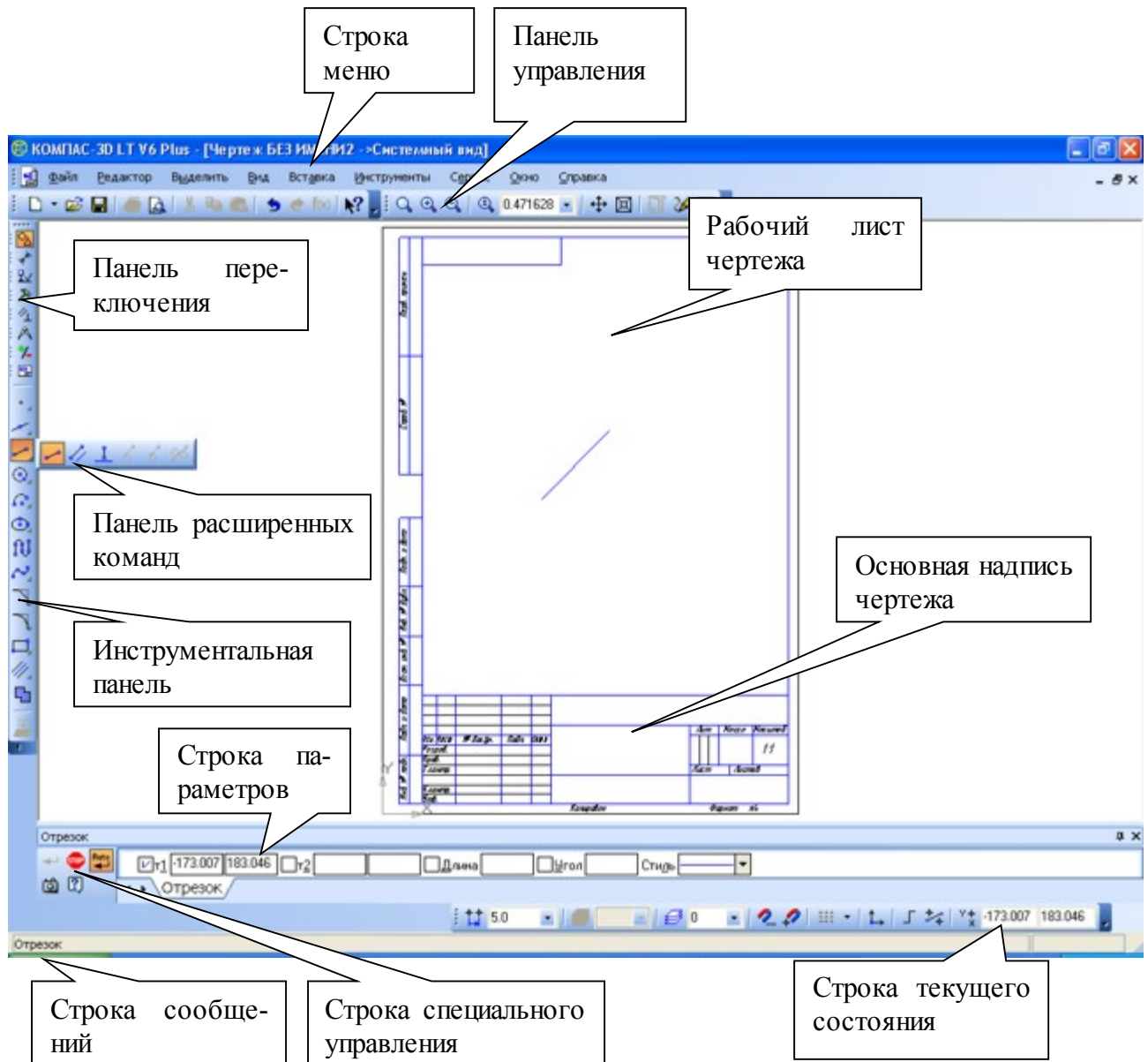


Рисунок 1







Принятые обозначения:

- **СТРОКА МЕНЮ.** Строка меню расположена в верхней части главного окна КОМПАС под строкой заголовка. Содержит заголовки страниц команд, сгруппированных по функциональному принципу. Для запуска какой-либо команды щелкните мышью на названии соответствующей страницы меню. Затем из развернувшегося списка команд этой страницы выберите нужную команду и также щелкните на ней мышью. Вы также можете

перемещаться по командам меню с помощью клавиш со стрелками. Некоторые из команд имеют свои собственные подменю. В этом случае справа от названия команды отображается символ треугольника.

- **ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ.** На этой панели расположены кнопки, позволяющие обратиться к часто используемым при работе с КОМПАС командам создания, открытия и сохранения файлов документов, вывода на принтер и т.д. В настройке системы допускаются изменения ее содержания.

- **ПАНЕЛИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ.** Содержат в виде пиктограмм близкие по назначению страницы команд (геометрия, размеры и др.), позволяющие вызывать команды создания или редактирования графических объектов. Основными страницами являются:

-  – кнопка геометрии;
-  – кнопка размеров и технологических обозначений;
-  – кнопка редактирования;
-  – кнопка параметризации;
-  – кнопка измерений;
-  – кнопка выделения.

- **ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ.** На этой панели расположены кнопки для выбранной страницы из панели переключения. Для переключения между страницами используются кнопки Панели переключения, расположенной над Инструментальной панелью. Для вызова какой-либо команды надо нажать соответствующую кнопку Инструментальной панели.

- **ПАНЕЛЬ РАСШИРЕННЫХ КОМАНД.** Содержит в виде пиктограмм варианты выбранной команды. Появляется на экране только на время нажатия выбранной кнопки. Примечание. На рисунке №1 показаны варианты команды создания линии.

- **ПАНЕЛЬ СПЕЦИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ.** Содержит набор кнопок, позволяющих управлять исполняемой командой (создать, прекратить и т.д.).

- **СТРОКА ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ.** Предназначена для ввода численных значений параметров объекта и управления его параметрами.

- **СТРОКА СООБЩЕНИЙ.** Содержит подробное описание выбранной команды, а после ее запуска на исполнение – директивы пользователю, которые необходимо строго соблюдать. Другими словами, эта строка служит для вывода подсказок системы в процессе работы:

- если курсор указывает на какую-либо кнопку, в Строке сообщений отображается полное название команды, вызываемой этой кнопкой;

- если вызвана какая-либо команда, в Строке сообщений появляется подсказка о том, какого действия пользователя система ожидает в данный момент;

- если курсор или маркер ввода находится в каком-либо поле ввода, то в Строке сообщений появляется название параметра, который нужно ввести в это поле.

- **СТРОКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ.** В ней отражаются параметры системы и текущего документа. В режиме геометрических построений отображаются:

- Средства управления видами – состояние и номер текущего вида, список видов.

- Средства управления слоями (см. видами).

- Текущий шаг курсора при перемещении клавишами, список шагов.

- Текущий масштаб отображения в окне, список масштабов.

- Выбор глобальных привязок, отмена/включение привязок.

- Включение/выключение сетки.

- Создание локальной системы координат.

- Текущие координаты курсора.

2. Первый этап выполнения лабораторной работы – создание заданного геометрического изображения.

2.1. Общие указания по управлению системой.

2.1.1. Составить общий план выполнения задания.

2.1.2. Выбрать нужную команду в:

- основном меню или

- панели управления или

- инструментальной панели или Панели расширенных команд.

Внимание. При выборе команды читать ярлычки-подсказки или более подробные указания в строке сообщений, а в начальной фазе обучения – использовать систему помощи.

2.1.3. Руководствуясь указаниями Строки сообщений последовательно выполнить предписываемые ею действия.

2.1.4. Завершить команду нажатием кнопки Создать объект Панели специального управления. В режиме Avto (в Панели специального управления имеется и нажата кнопка Авто-создание объекта) изображение сохраняется автоматически.

2.1.5. Выйти из команды путем нажатия кнопки Прервать команду (Stop) Панели специального управления или клавиши Esc клавиатуры.

Внимание. В процессе работы обращать особое внимание на появляющиеся кнопки Панели специального управления, которые облегчают выполнение задания: Запомнить состояние, Редактировать точку, Выбор объекта, Указать заново и др.

2.2. Рекомендации по созданию геометрических изображений.

Для создания заданного геометрического изображения необходимо воспользоваться командами инструментальной панели геометрии.

Кнопки панели геометрии сгруппированы по типам объектов, ввод которых они вызывают (например, группа кнопок для ввода точек, группа кнопок для ввода окружностей и т.д.).

На инструментальной панели геометрии видна только одна кнопка из группы. Для того чтобы увидеть остальные кнопки группы и выбрать одну из них, нужно нажать на видимую кнопку группы и не отпускать клавишу мыши (кнопки, позволяющие вызвать расширенную панель команд, помечены маленьким черным треугольником в правом нижнем углу).

Через секунду рядом с курсором появится панель, содержащая остальные кнопки для вызова команд построения выбранного объекта (расширенная панель команд). По-прежнему не отпуская клавишу мыши, переместите курсор на кнопку вызова нуж-

ной команды. Отпустите клавишу мыши. При этом выбранная кнопка появится на инструментальной панели геометрии, а соответствующая ей команда будет активизирована.

В КОМПАС существует три способа задания численных значений параметров геометрических фигур:

1. Визуальный.

Координаты точки (начальная точка, центр) можно просто указать на поле или привязать их к характерным точкам чертежа. Система КГ сама определит координаты и укажет их численные значения в Строке параметров.

2. Числовой.

Параметры (координаты точки, длину, радиус, расстояние и т.д.) можно численно ввести в соответствующее поле Строки параметров. Для реализации необходимо либо предварительно активизировать поле параметра двойным щелчком мыши, либо одновременно нажать клавишу *Alt* и букву или цифру, подчеркнутую в имени параметра.

3. Вычислительный.

В этом способе допустимо указывать приращение координат x и y к предыдущему значению. Знак приращения – клавиша \wedge . Поля x и y считаются родственными. Переход от x к y осуществляется нажатием клавиши *Tab*. В вычислительном варианте система сама определяет значение параметра (длину, радиус и т.д.) по введенному в соответствующее окно математическому выражению или с помощью геометрического калькулятора.

2.3. Пример работы – построение отрезка.

Для построения отрезка необходимо выбрать кнопку «Ввод отрезка» на странице Геометрические построения. Система перейдет в режим построения отрезка, рисунок 1.

В строке сообщений появилась информация «Укажите начальную точку отрезка или введите её координаты».

Выбор толщины линии производится через кнопку «Текущий стиль». В появившемся диалоговом окне выбирается соответствующий стиль линии, по умолчанию предлагается стиль линии – Основная.

2.4. Пример работы – создание прямоугольника.

Выберите кнопку-пиктограмму Ввод Прямоугольника на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней левой кнопкой мыши. Появится строка параметров объекта прямоугольника (рис. 2).

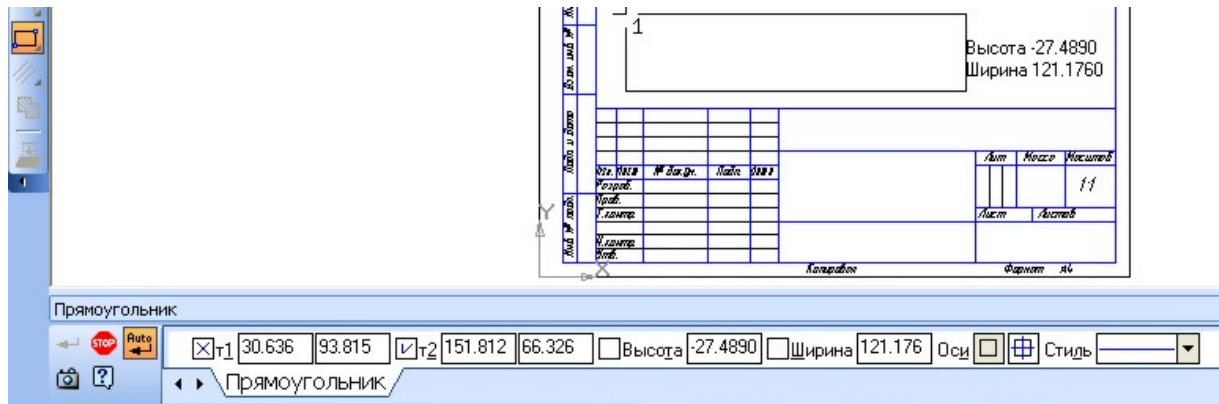


Рисунок 2 – Ввод прямоугольника

А) Визуальный способ ввода: Установите первую точку прямоугольника и, удерживая левую кнопку мыши, укажите координаты второй точки прямоугольника (см. рисунок 2).


Б) Числовой способ ввода – через панель параметров:

- два раза щелкнув ЛКМ в поле высоты, введите значение **$h = 50$** и нажмите **<Enter>**;
- два раза щелкнув ЛКМ в поле ширины, введите значение **$w = 40$** и нажмите **<Enter>**;
- выполните завершение текущей команды, нажав кнопку **Создать объект** на панели специального управления;
- для завершения текущей команды необходимо нажать клавишу **<Esc>**.

3. Второй этап выполнения лабораторной работы – простановка размеров и надписей.

3.1 Простановка размеров.

КОМПАС поддерживает все предусмотренные ЕСКД типы размеров: линейные, диаметральные, радиальные и угловые.

Кнопки вызова команд размещены на странице Размеры и технологические обозначения  Инструментальной панели.

На панелях расширенных команд расположены различные дополнительные варианты простановки размеров и технологических обозначений.

Выносные и размерные линии, размерные числа вводятся и вычисляются автоматически. В системе предусмотрена возможность и ручного (неавтоматического) ввода размерных чисел, различных обозначений, символов и текста.

Если необходимо проставить символы диаметра, радиуса, резьбы и др., то нужно перед фиксацией размера нажатием правой кнопки вызвать контекстное меню. В меню щёлкнуть по команде Текст надписи и в раскрывшемся диалоговом окне включить соответствующие опции (текст до, символ, текст после и др.).

Для выполнения надписи под полкой следует нажать кнопку «Далее» окна, расширив тем самым окно и его возможности.

Размерные числа автоматически фиксируются либо по центру размерной линии, либо справа или слева. Ручное фиксирование размерного числа (или надписи) можно установить, вызвав командой Параметры размера контекстного меню диалоговое окно и включив в строке окна опцию Ручное.

Внимание! Система автоматически измеряет значение размера. Отклонения предлагаемого размера от необходимого возникают либо из-за неточных построений, либо из-за неточного задания размера.

3.2 Простановка надписей

КОМПАС позволяет набор текста разными шрифтами: типа А, Б по ГОСТ 2.304-81 и многими другими.

Для запуска текстового процессора существует кнопка **Ввод текста** на Инструментальной панели **Размеры**.

Маркер вводимого текста помещается в специальной рамке.

Запись текста на диск — кнопка **Создать** Панели специального управления.

Выбор типа шрифта, его параметров, начертание символов — соответствующие кнопки в Строке параметров.

Редактирование текста – обычное для приложений Windows. Вызов текста на редактирование – двойной щелчок мыши в любом месте текста.

Средняя высота индексов и дробей – 67%, малая – 45% от полной.

3.3 Заполнение основной надписи

Заполнение основной надписи чертежа производится после ее активизации двойным щелчком мыши. Тогда строка меню и строка текущего состояния приобретают свойства текстового редактора, необходимые для заполнения основной надписи. (Признак активизации – появление границ ячеек).

Внимание! Записи стандартных ячеек изменять нельзя. Размещение текста в ячейках – автоматическое.

По окончании заполнения граф основной надписи следует нажать кнопку «Создать объект» Панели специального управления, иначе данные, введенные в основную надпись, не будут сохранены системой.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 И №4. ИЗУЧЕНИЕ ПАКЕТА СКВОЗНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ MICROSIM

Цель работы. Изучение возможностей и средств систем автоматизированного проектирования DesignLab компании MicroSim.

Введение

Компания MicroSim занимается разработкой полнофункциональных систем проектирования печатных плат. Семейство продуктов MicroSim охватывает возможности проектирования элементов, аналоговое и цифровое моделирование, синтез программируемой логики, оптимизацию и разводку печатных плат. Библиотеки элементов включают более 32 000 аналоговых и цифровых компонентов. Продукты являются индустриальными стандартами аналогового и цифрового моделирования и разработки печатных плат и интегральных микросхем.

Система автоматизированного проектирования DesignLab является одним из лидеров на рынке инструментальных средств проектирования электронной аппаратуры.

Это интегрированный программный комплекс для сквозного проектирования аналоговых, цифровых и смешанных аналого-цифровых устройств, синтеза устройств программируемой логики, пассивных и активных аналоговых фильтров. Проектирование начинается с ввода принципиальной схемы, ее моделирования и заканчивается разработкой печатной платы. Система DesignLab состоит из нескольких модулей, поставляемых по выбору заказчика.

В лабораторной работе изучаются возможности одного из основных модулей графического редактора принципиальных схем Schematics пакета DesignLab 8.

Данный модуль является, кроме того, управляющей оболочкой, из которой активизируется большинство основных модулей DesignLab. Поддерживает иерархические и блочные структуры, выполняет редактирование библиотек символов со ссылками в них на технологические библиотеки корпусов компонентов. Библиотеки символов содержат более 25 000 аналоговых и цифровых компонентов. Возможна трансляция схем, созданных в системе OrCAD, PCAD.

ЗАДАНИЕ к лабораторной работе №3

В лабораторной работе №3 необходимо в редакторе Schematics создать символы для заданных микросхем тремя способами. Варианты заданий приведены в приложении №4.

В редакторе Schematics существует три пути создания нового символа микросхемы:


- 1) «с нуля»;
- 2) путём изменения похожего символа из библиотеки элементов;
- 3) с использованием «Мастера создания символов».

При выполнении лабораторной работы необходимо с помощью этих трех способов создать символы для трех элементов, приведенных в задании. Внимание! Выводы питания: «+»: последняя нога микросхемы, «-»: средний вывод.

В отчете необходимо привести файл новой библиотеки с созданными элементами. (Внимание! В библиотеке должны быть только символы элементов по вашему заданию. А также выводы о проделанной работе – анализ изученных способов создания элемента (детально и только опираясь на свой личный опыт)).

Порядок выполнения лабораторной работы (первый способ):

1. Запустить графический редактор Schematics и установить в нём требуемую среду проектирования (формат A4, метрическую систему единиц, шаг сетки 2.5mm, привязку к узлам сетки).

2. Перевести редактор в режим проектирования символов ().

3. Создать новый элемент (меню «Part» – «New») и задать основные параметры компонента (имя, тип, псевдоним, текстовое описание (Description)).

4. Создать графический образ символа (точную его копию).

5. Задать контакты (выводы) символа, для каждого контакта необходимо задать его атрибуты (форму, тип, имя и номер).

6. Задать точку привязки (левый верхний контакт) и габаритные размеры символа.

7. Задать основные атрибуты символа: PART, REFDES, MODEL и TEMPLATE.

ЗАДАНИЕ к лабораторной работе №4

В лабораторной работе №4 необходимо создать и промоделировать предложенную схему в редакторе Schematics. Варианты схем приведены в приложении №5.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Найти в библиотеках пакета необходимые компоненты и разместить их в рабочем окне редактора Schematics (пиктограмма Get New Part, команда Draw/Get New Part или Ctrl+G). Внимание! Если в библиотеках отсутствует элемент, необходимо взять его аналог (похожий по функциональности).

2. Найти в библиотеке SOURCSTM.slb генератор стимулов DigStim и поместить нужное число его копий на рисунок.

3. Выполните все необходимые соединения (команда или пиктограмма Draw/Wire или Ctrl+W).

4. Ввести все названия цепей и атрибуты микросхем и генераторов внешних воздействий.

5. Подключить маркёры (V,I) к контрольным точкам (точки выбираются самостоятельно).

6. Открыть окно графика.

7. В качестве отчета необходимо выслать созданную схему и графики, а также привести анализ проведенной работы, включающий:

а. Описание созданной схемы и обоснование всех отличий ее от задания (другие элементы, цепи и т.д.);

б. Выводы о работоспособности полученной схемы.

с. Обоснование выбора контрольных точек на схеме.

Рекомендации по выполнению лабораторных работ №3 и №4

1. Загрузка программы

Для входа в программу «Schematics» необходимо выполнить обычные действия по запуску установленной программы: Пуск – Программы – DesignLab – Schematics(Редактор схем). Открывается рабочее поле программы, показанное на рисунке 1.

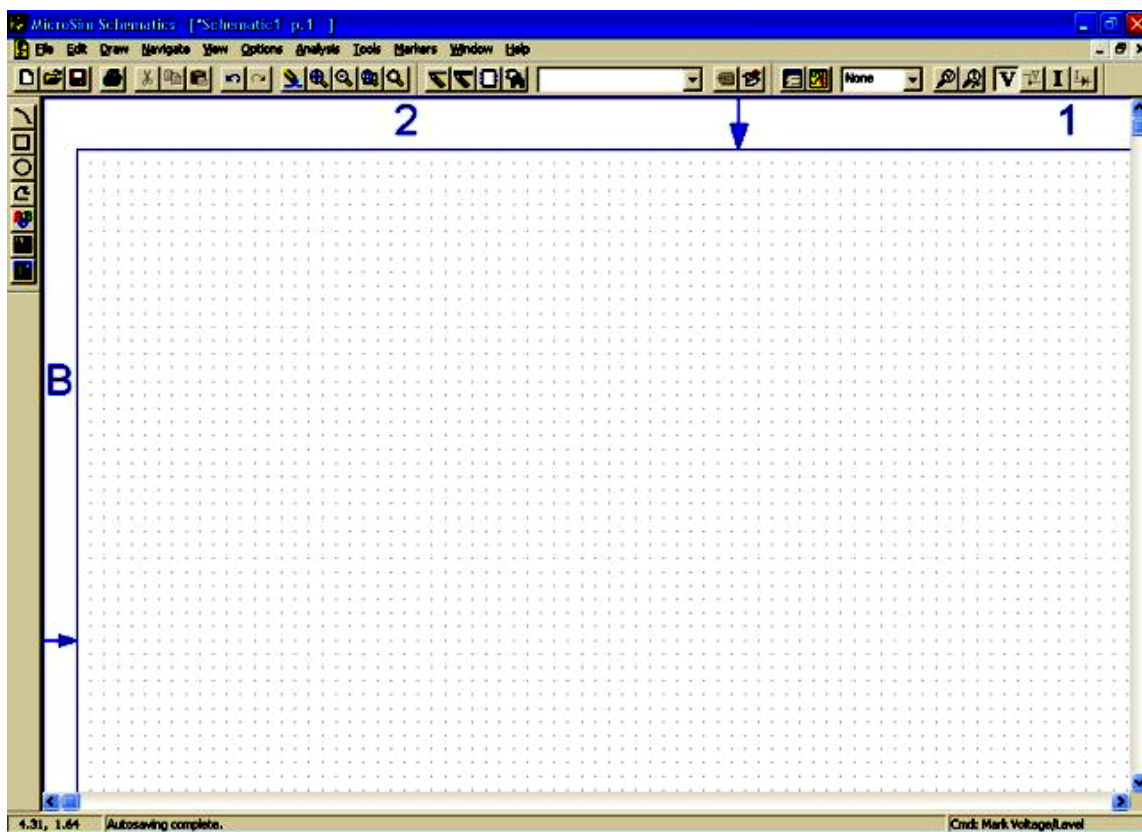


Рисунок 1 – Основное окно MicroSim Schematic

2. Создание схемы

2.1. Установка элементов из библиотеки

Для создания схем в программе предусмотрены библиотеки стандартных элементов, которые находятся под пиктограммой «бинокль» (рисунок 2) При нажатии на данную кнопку появляется окно, показанное на рисунке 3.

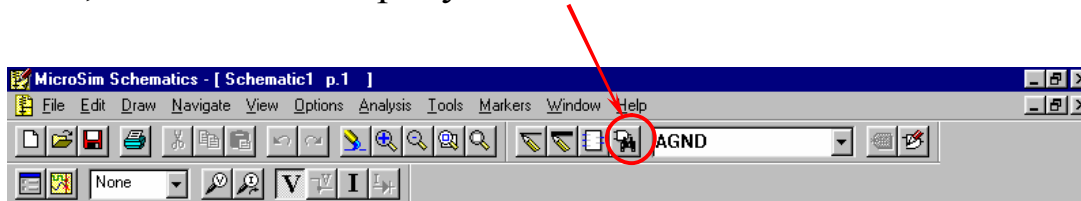


Рисунок 2 – Кнопка вызова библиотеки элементов

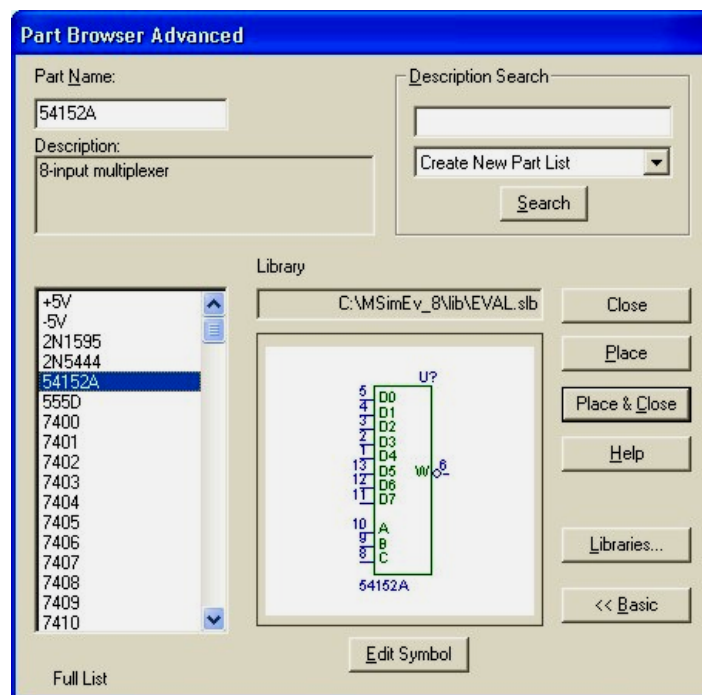


Рисунок 3 – Окно выбора элементов

Для выбора элемента из стандартного набора нужно зайти в меню Libraries. При этом появляется окно, показанное на рисунке 4. В списке Library высвечиваются библиотеки, а в списке Part – элементы выбранной библиотеки. Выбранная библиотека выделяется.

Для выбора элемента подключенной библиотеки нужно в окне Part указать мышью на элемент и нажать ОК.

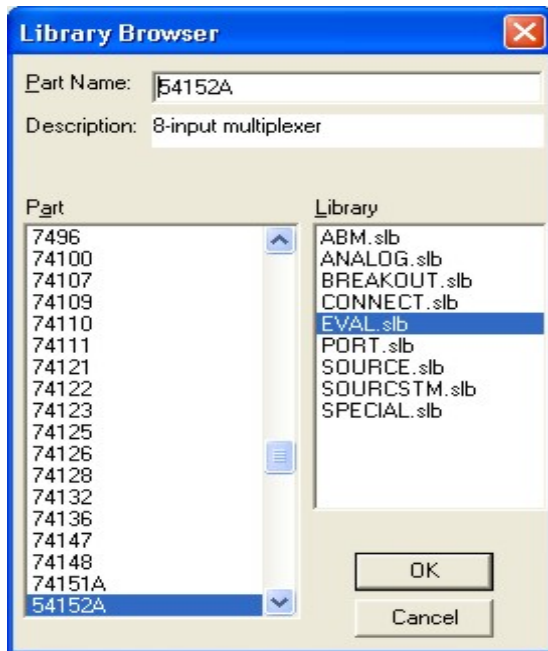


Рисунок 4 – Окно библиотеки

ЕСКД.

Для автоматического отыскания нужно зайти в меню выбора элементов (рис. 3).

Затем в графе Part Name поставить символ «звездочка», путем нажатия клавиш (Shift + 8), а в графе Description Search указать полное название элемента.

Далее нажать кнопку Search.

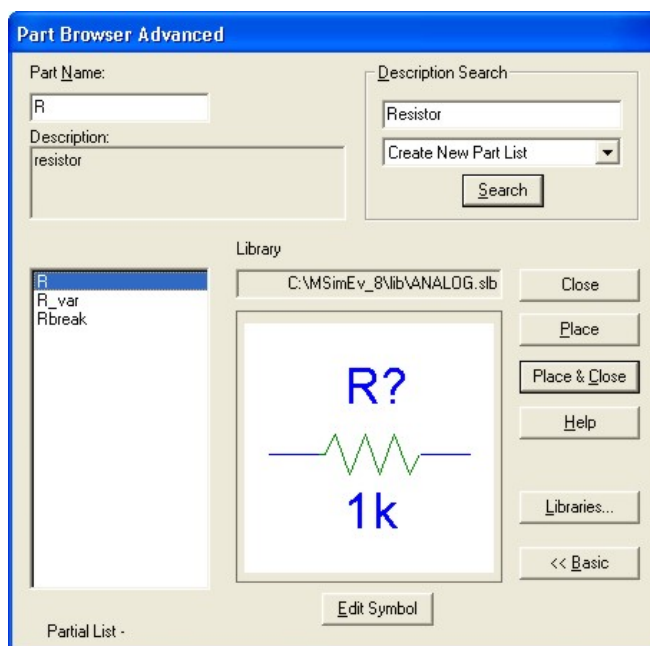


Рисунок 5 – Поиск всех резисторов в окне выбора элементов

При этом выбранный элемент перемещается по экрану. Чтобы его установить в нужном месте необходимо подвести элемент и нажать левую клавишу мыши. Повторяя эту процедуру неоднократно, можно зафиксировать на экране необходимое количество элементов выбранного типа.

В пакете DesignLab предусмотрен автоматический поиск элементов, но для этого необходимо знать точное название элемента в системе

В результате поиска просматриваются все библиотеки, где может находиться указанный элемент. После поиска программа выдает нужный элемент в столбце Part.

Например: для поиска резисторов, см. рисунок 5, необходимо выполнить:

В графе Part Name задать маску ВСЕ – «*».

В графе Description Search задать тип элементов «Resistor».

Нажать кнопку поиск «Search».

После поиска в столбце элементов выдаются все резисторы, которые имеются в стандартных библиотеках.

2.2. Соединение установленных элементов

Для соединения элементов используются провода и шины, которые выбираются пиктограммами Draw Wire и Draw Bus соответственно в панели управления.


2.3. Подключение элементов питания схемы

При наборе схемы необходимо обязательно поставить «землю» (AGND) или нулевую точку. Это необходимо для измерения напряжения между нулевой точкой и любой другой точкой электрической схемы.

Для задания входных напряжений необходимо использовать элементы из библиотеки SOURCE (например, VDC).

Внимание!!! Если на вашей схеме нет элемента «Земля» (GND), то схема работать не будет.

2.4. Подключение измерительных приборов в схему

Подключение вольтметра и амперметра в схему осуществляется путём нажатия пиктограмм: .

2.5. Подключение генераторов сигналов

Для проверки работоспособности схемы полезно применять генераторы сигналов.

Найдите в библиотеке SOURCSTM.slb генератор стимулов DigStim и поместите нужное число его копий на схему. Затем двойным щелчком мыши на элементе необходимо вызвать окно настройки параметров (SIN Attributes), в котором необходимо задать характеристики сигнала (начальное смещение, амплитуду, частоту и т.д.).

3. Редактирование схем

При работе со схемой возникает необходимость производить редактирование свойств элемента:

- подбирать сопротивления резисторов;
- подбирать ёмкости конденсаторов;
- подбирать индуктивности катушек;
- переименовывать названия (например, резистор назвать не R2, а например, Res2).

Для этого необходимо выделить элемент двойным щелчком левой клавиши мыши. Появится окно (рис. 6).

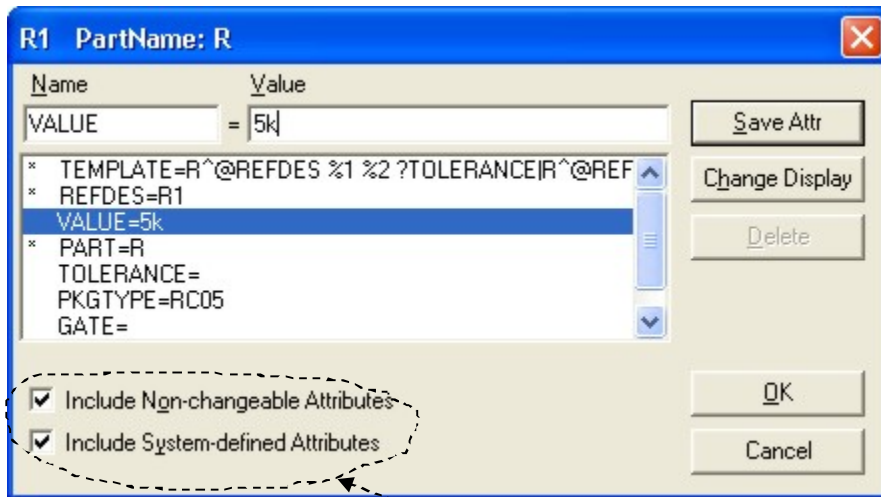


Рисунок 6 – Окно редактирования свойств элемента

В этом окне появляются все свойства выделенного элемента, если поставлены обе галочки под информационным полем.


Далее, если в информационном окне выделять свойства элемента, то в графе Name (рисунок 6) будет высвечиваться выделенное свойство, а в графе Value – параметры выделенного свойства.

Например, если нужно изменить сопротивление резистора R1 и сделать его не 5К, а 7К, то необходимо:

- 1) выделить резистор двойным нажатием левой клавиши мыши;
 - 2) в окне (рисунок 6) выбрать пункт VALUE=5K;
 - 3) при этом в строке Name появляется VALUE, а в строке VALUE – 5K;
 - 4) в окне VALUE исправить 5K на 7K и нажать ОК;
- Аналогично изменяются любые другие свойства элемента.

4. Запуск программы для построения графиков

После составления принципиальной электрической схемы, её необходимо проверить на наличие ошибок. Для этого в панели управления выбирается меню Analysis – Create Netlist. После этого запускается Pspicead.exe, который проверяет схему по всем параметрам.

Для получения графиков необходимо зайти в меню Analysis Setup панели управления .

Появляется окно (рисунок 7), где необходимо поставить галочку напротив меню Transient.

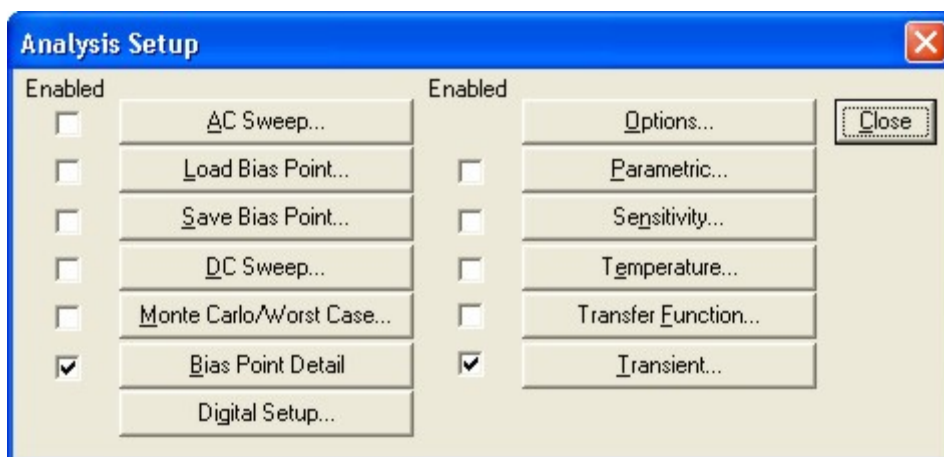


Рисунок 7 – Настройка графиков

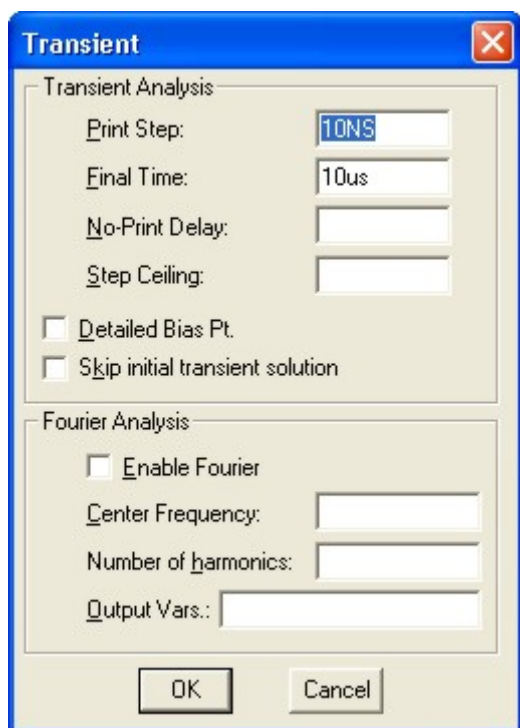



Рисунок 8 – Окно редактирования свойств графика

Далее нажимается кнопка Transient. Появляется окно редактирования свойств (см. рисунок 8).

В этом окне необходимо указать шаг расчёта (Print Step) по оси времени и время, до которого будет строиться график (Final Time).

После задания параметров переходного процесса необходимо запустить на выполнение программу Pspicead – кнопка Simulate на основном окне .

Программа PspiceAD автоматически запускает программу построения графиков Micro Sim Probe (рисунок 9).

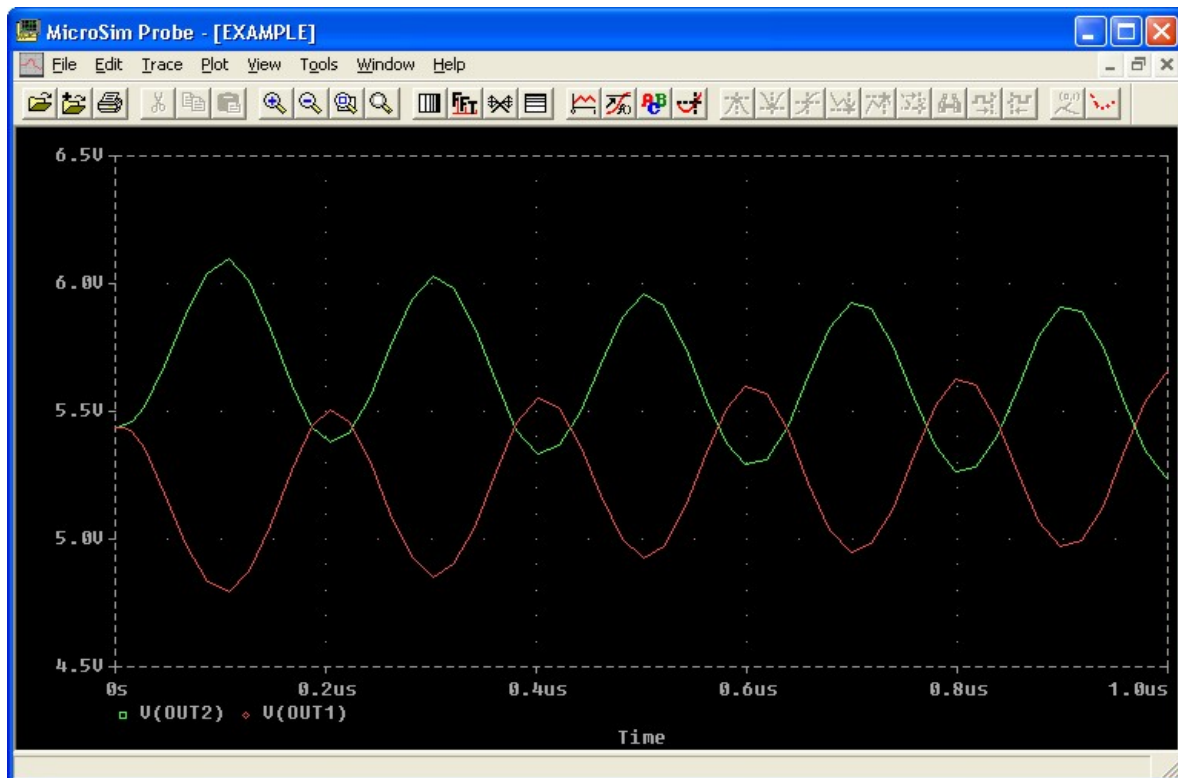



Рисунок 9 – Окно графиков

5. Редактирование графиков

Программа позволяет получать графики изменения тока во времени $I(t)$, напряжения во времени $U(t)$ на каждом конкретном элементе схемы. Для этого необходимо в командной строке (рисунок 8), нажать кнопку Add Trace , появится окно, изображенное на рисунке 10.

В столбце Simulation Output Variables необходимо указать точки, между которыми будет измерено напряжение, или точку, на которой будет мериться ток.

Например, для построения графика напряжения на эмиттере транзистора Q3 необходимо в столбце Simulation Output Variables найти и выбрать $(VE(Q3))$. При этом выбранная функция будет высвечиваться в строке Trace Expression. В результате получим рисунок 11.

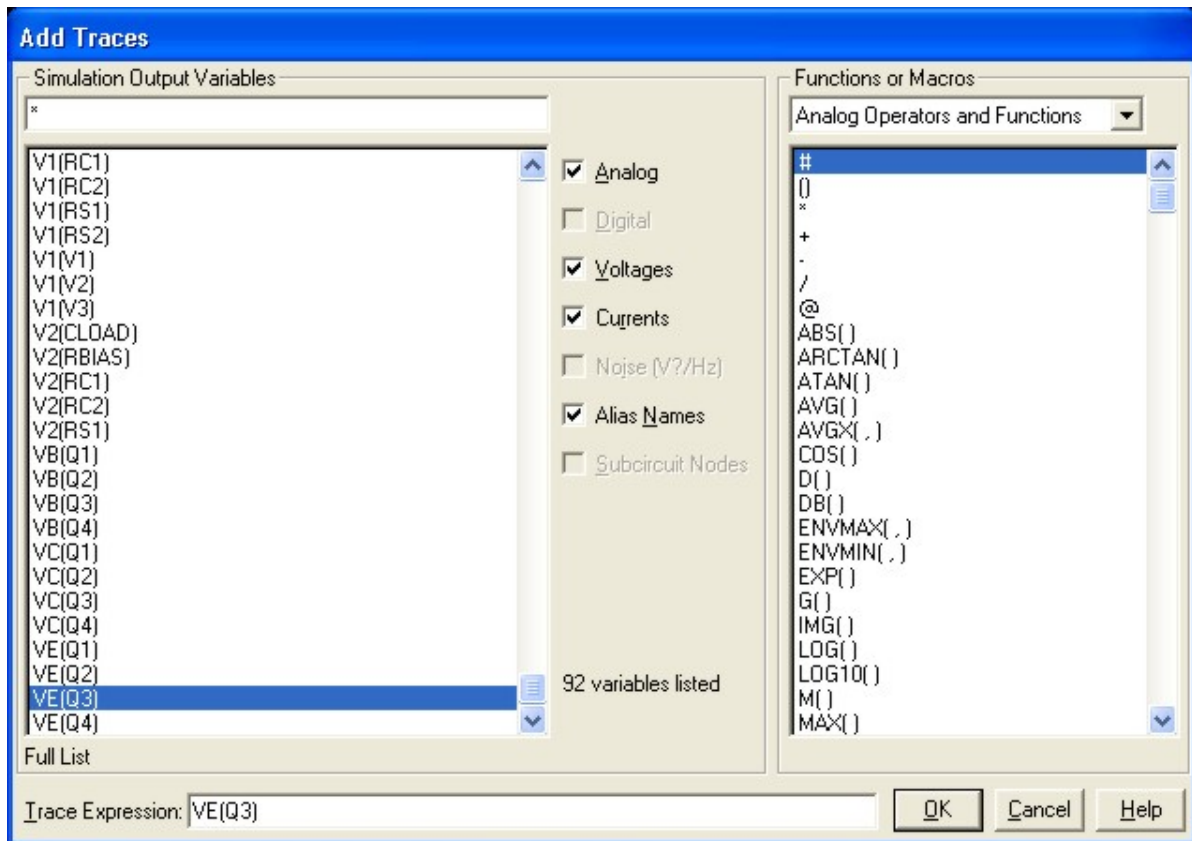


Рисунок 10 – Окно добавления перьев на график

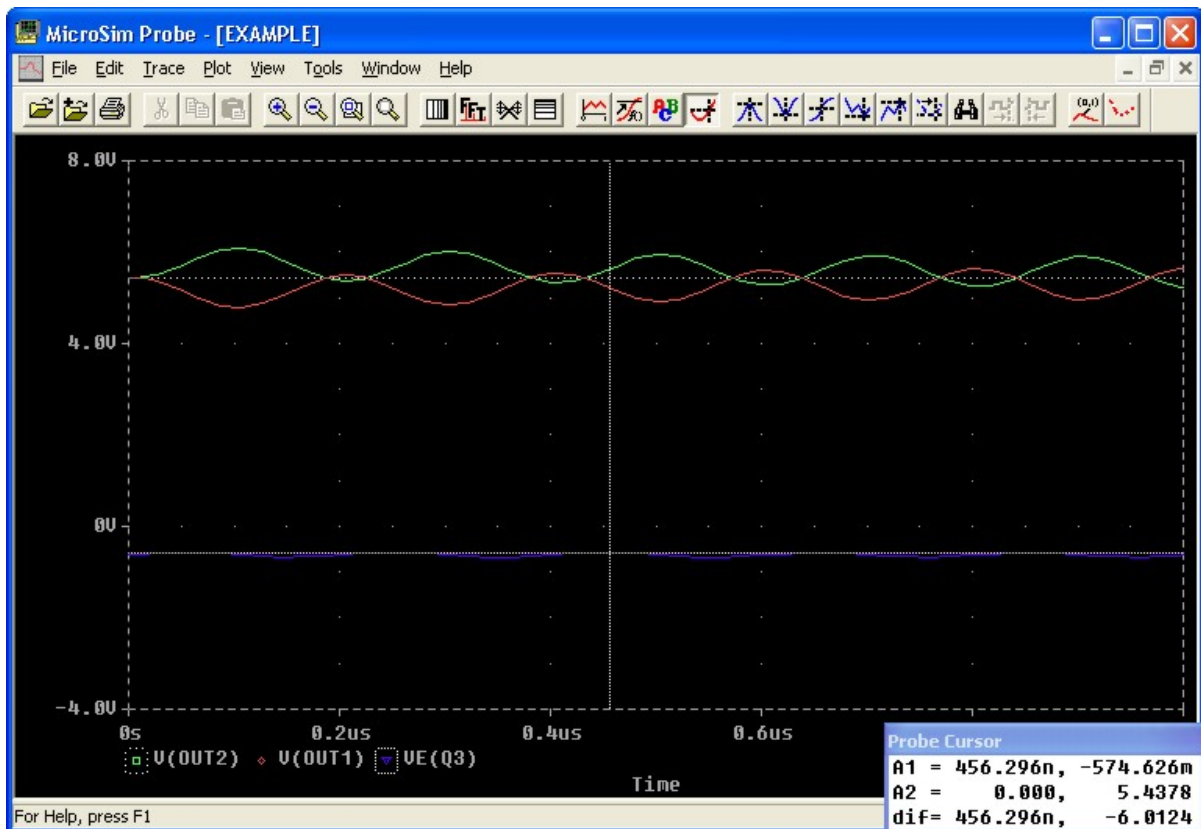


Рисунок 11 – Добавление нового графика

Иногда возникает необходимость точного отслеживания координат на графике. Для этого надо нажать кнопку Toggle Cursor на панели управления. На графике появится таблица изменения координат графика Probe Cursor (рисунок 11). График, по которому происходит перемещение маркера, отмечен пунктирным квадратом в нижней строке экрана.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

Задания к контрольной работе №1 первой части курса

1. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР AutoCAD.
2. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР КОМПАС.
3. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР T-FLEX CAD 2D.
4. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР T-FLEX CAD 3D.
5. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР ЧПУ «ТИГРАС».
6. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР САПР-ЧПУ/2000.
7. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР ANSYS.
8. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР AVS (НПП «ИНТЕРМЕХ»).
9. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР Search (НПП «ИНТЕРМЕХ»).
10. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР T-FLEX DOCs.
11. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР КОМПАС-Менеджер.
12. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР PartY.
13. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР DOCS Open.
14. Привести детальный сравнительный анализ AutoCAD и КОМПАС (выделить не менее десяти критериев сравнения).
15. Привести детальный сравнительный анализ T-FLEX CAD и САПР ЧПУ «ТИГРАС» (выделить не менее десяти критериев сравнения).

Задания к контрольной работе №2 первой части курса

1. Привести детальный сравнительный анализ САПР-ЧПУ/2000 и ANSYS (выделить не менее десяти критериев сравнения).
2. Привести детальный сравнительный анализ КОМПАС и T-FLEX CAD (выделить не менее десяти критериев сравнения).
3. Привести детальный сравнительный анализ AutoCAD и T-FLEX CAD (выделить не менее десяти критериев сравнения).
4. Привести детальный сравнительный анализ ANSYS и САПР ЧПУ «ТИГРАС» (выделить не менее десяти критериев сравнения).
5. Привести детальный сравнительный анализ DOCS Open и КОМПАС-Менеджер (выделить не менее десяти критериев сравнения).
6. Привести детальный сравнительный анализ CAD и CAE-систем (выделить не менее десяти критериев сравнения).
7. Привести детальный сравнительный анализ CAM и CAE-систем (выделить не менее десяти критериев сравнения).
8. Привести детальный сравнительный анализ CAD и CAM-систем (выделить не менее десяти критериев сравнения).
9. Привести детальный сравнительный анализ PDM и CAD-систем (выделить не менее десяти критериев сравнения).
10. Привести детальный сравнительный анализ PDM и CAE-систем (выделить не менее десяти критериев сравнения).
11. Привести детальный сравнительный анализ PDM и CAM-систем (выделить не менее десяти критериев сравнения).
12. Привести детальный сравнительный анализ САПР/ГИС и CAD-систем (выделить не менее десяти критериев сравнения).
13. Привести детальный сравнительный анализ САПР/ГИС и CAM-систем (выделить не менее десяти критериев сравнения).
14. Привести детальный сравнительный анализ САПР/ГИС и CAE -систем (выделить не менее десяти критериев сравнения).
15. Привести детальный сравнительный анализ САПР/ГИС и PDM-систем (выделить не менее десяти критериев сравнения).

Задания к контрольной работе №3 второй части курса

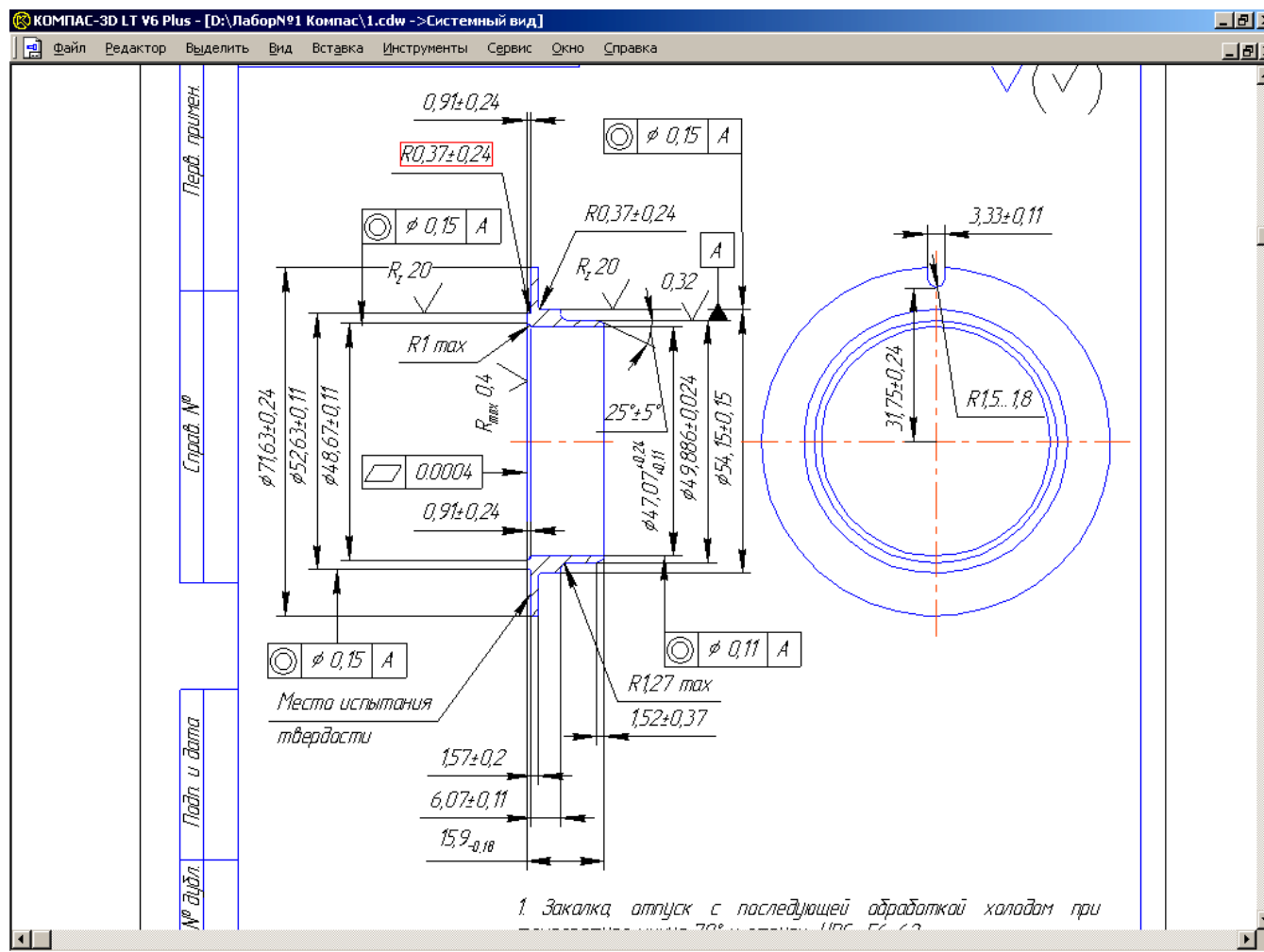
1. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР MATLAB.
2. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР-ELECTRONICS WORKBENCH.
3. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР-HYPERSIGNAL BLOCK DIAGRAM.
4. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР PCAD.
5. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР SPECCTRA.
6. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР Cadence.
7. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР WSCAD.
8. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР APLAC.
9. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР SERENADE.
10. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР MMICAD.
11. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР Microwave Office.
12. Выделить все виды обеспечения в пакете САПР CADElectro.
13. Привести детальный сравнительный анализ PCAD и Cadence (выделить не менее десяти критериев сравнения).
14. Привести детальный сравнительный анализ MATLAB и ELECTRONICS WORKBENCH (выделить не менее десяти критериев сравнения).
15. Привести детальный сравнительный анализ HYPERSIGNAL BLOCK DIAGRAM и ELECTRONICS WORKBENCH (выделить не менее десяти критериев сравнения).

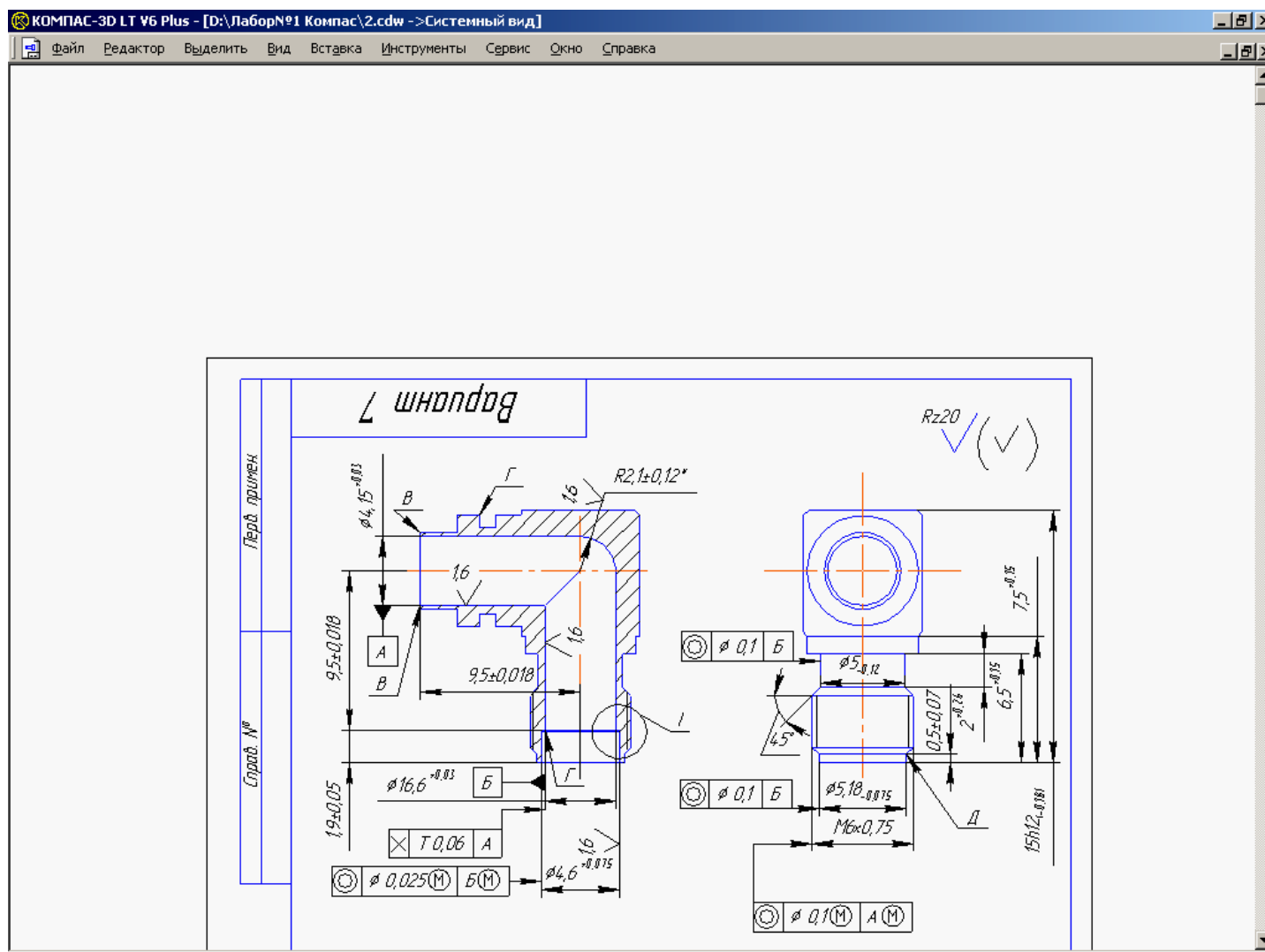
Задания к контрольной работе №4 второй части курса

1. Привести детальный сравнительный анализ PCAD и SPECCTRA (выделить не менее десяти критериев сравнения).
2. Привести детальный сравнительный анализ SPECCTRA и Cadence (выделить не менее десяти критериев сравнения).
3. Привести детальный сравнительный анализ PCAD и WSCAD (выделить не менее десяти критериев сравнения).
4. Привести детальный сравнительный анализ APLAC и SERENADE (выделить не менее десяти критериев сравнения).
5. Привести детальный сравнительный анализ SERENADE и MMICAD (выделить не менее десяти критериев сравнения).
6. Привести детальный сравнительный анализ APLAC и MMICAD (выделить не менее десяти критериев сравнения).
7. Привести детальный сравнительный анализ Microwave Office и MMICAD (выделить не менее десяти критериев сравнения).
8. Привести детальный сравнительный анализ CADElectro и ELECTRONICS WORKBENCH (выделить не менее десяти критериев сравнения).
9. Привести детальный сравнительный анализ MATLAB и CADElectro (выделить не менее десяти критериев сравнения).
10. Привести детальный сравнительный анализ PCAD и ELECTRONICS WORKBENCH (выделить не менее десяти критериев сравнения).
11. Привести детальный сравнительный анализ Microwave Office и PCAD (выделить не менее десяти критериев сравнения).
12. Привести детальный сравнительный анализ Cadence и ELECTRONICS WORKBENCH (выделить не менее десяти критериев сравнения).
13. Привести детальный сравнительный анализ САПР ПП и САПР СМ (выделить не менее десяти критериев сравнения).
14. Привести детальный сравнительный анализ САПР ПП и САПР ММ (выделить не менее десяти критериев сравнения).
15. Привести детальный сравнительный анализ САПР ММ и САПР СМ (выделить не менее десяти критериев сравнения).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

Задание №1





Задание №3

КОМПАС-3D LT V6 Plus - [D:\Лабор№1 Компас\2.cdw -> Системный вид]

Файл Редактор Выделить Вид Вставка Инструменты Сервис Окно Справка

1. * Размеры обеспеч. инстр.
2. В углах В допустимы фаски или радиусы не более 0,05 мм, в углах Г – не более 0,1 мм.
3. На павертности Д допустим след от инструмента.
4. Остальные технические требования по ГОСТ 4.01.070.014.

Вариант 7			
Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.			
Проб.			
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			

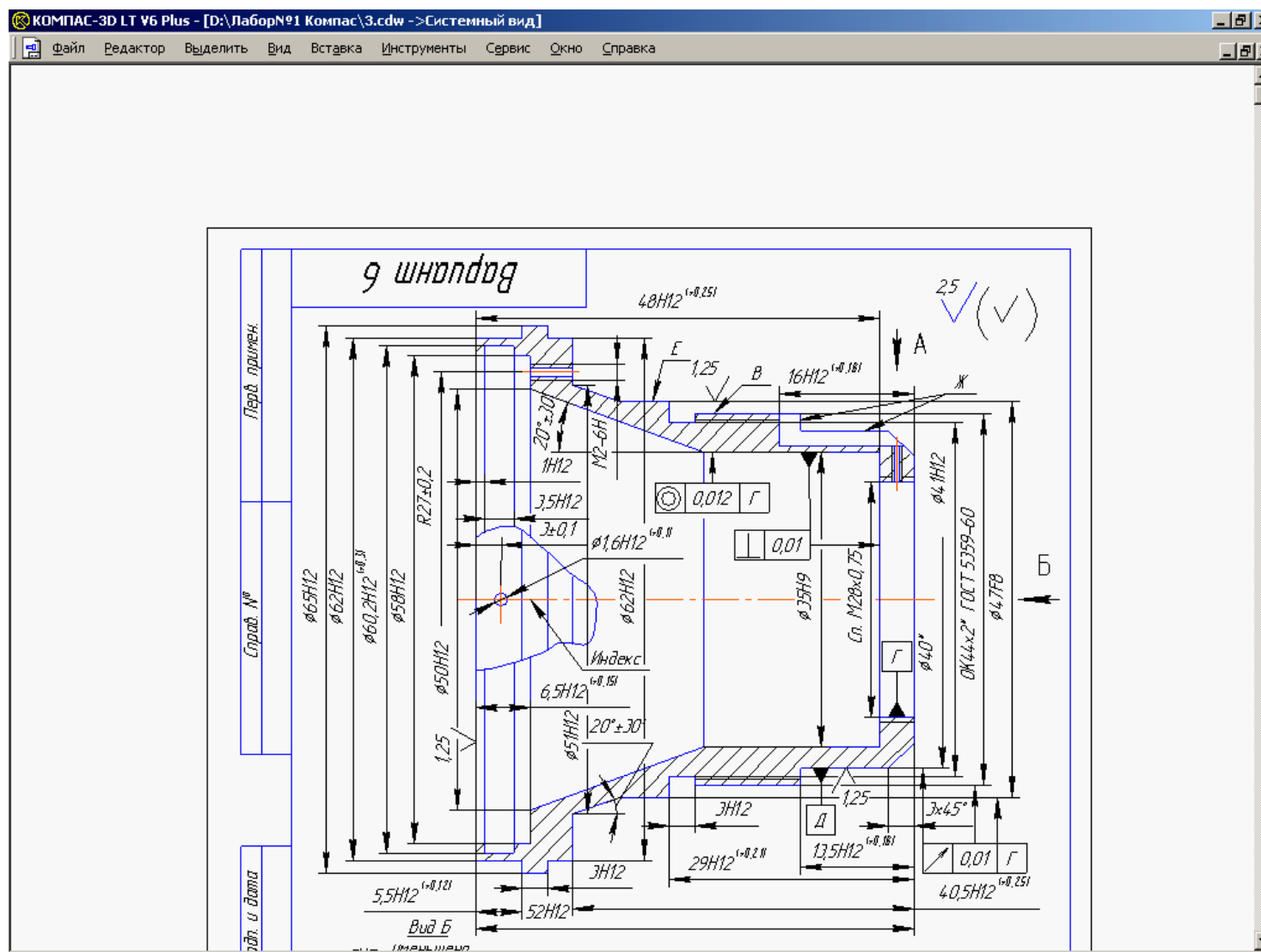
Лит.	Масса	Масштаб
0	42	4:1

Лист 1

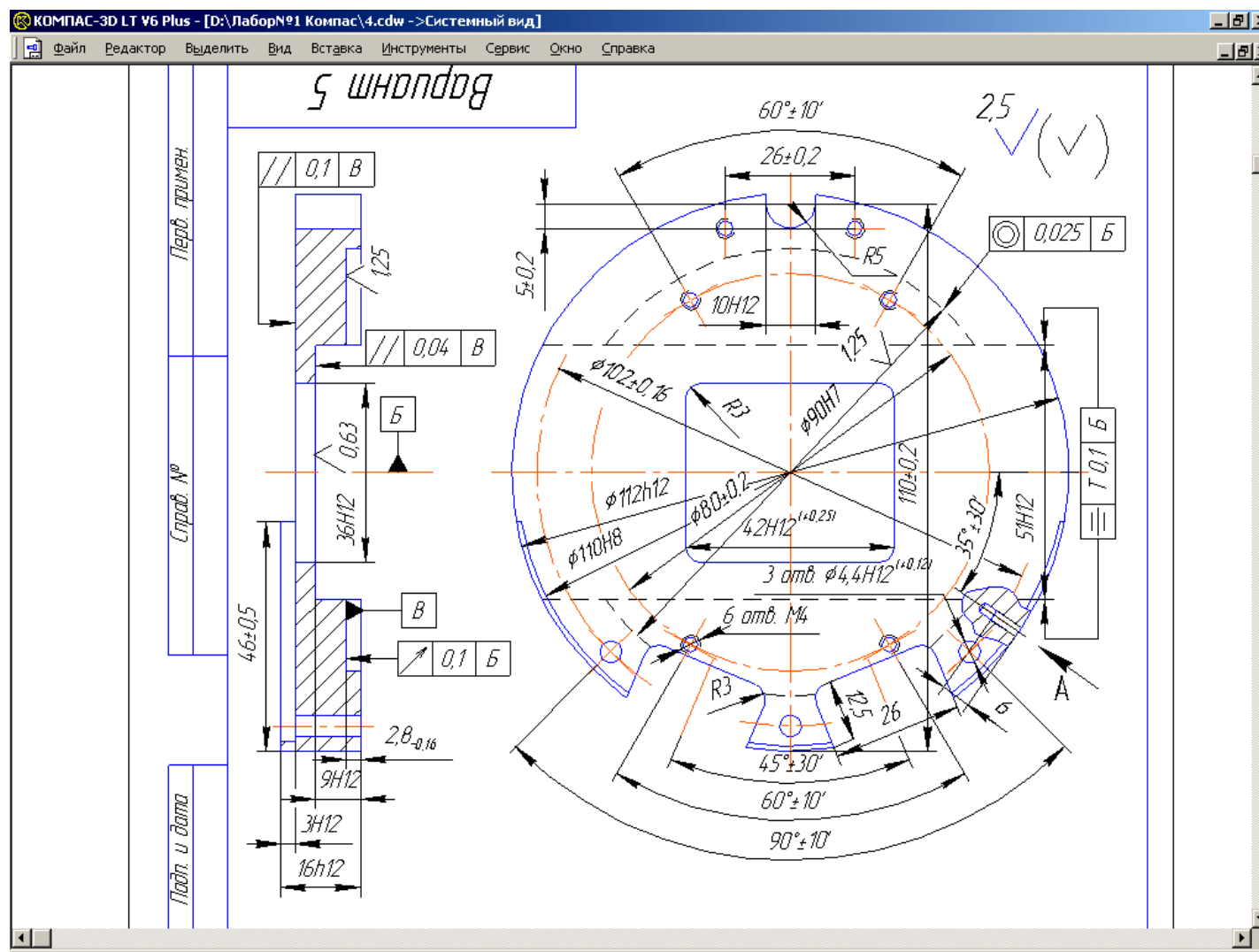
МГТУ
БМТ1-61

Копировал Формат А4

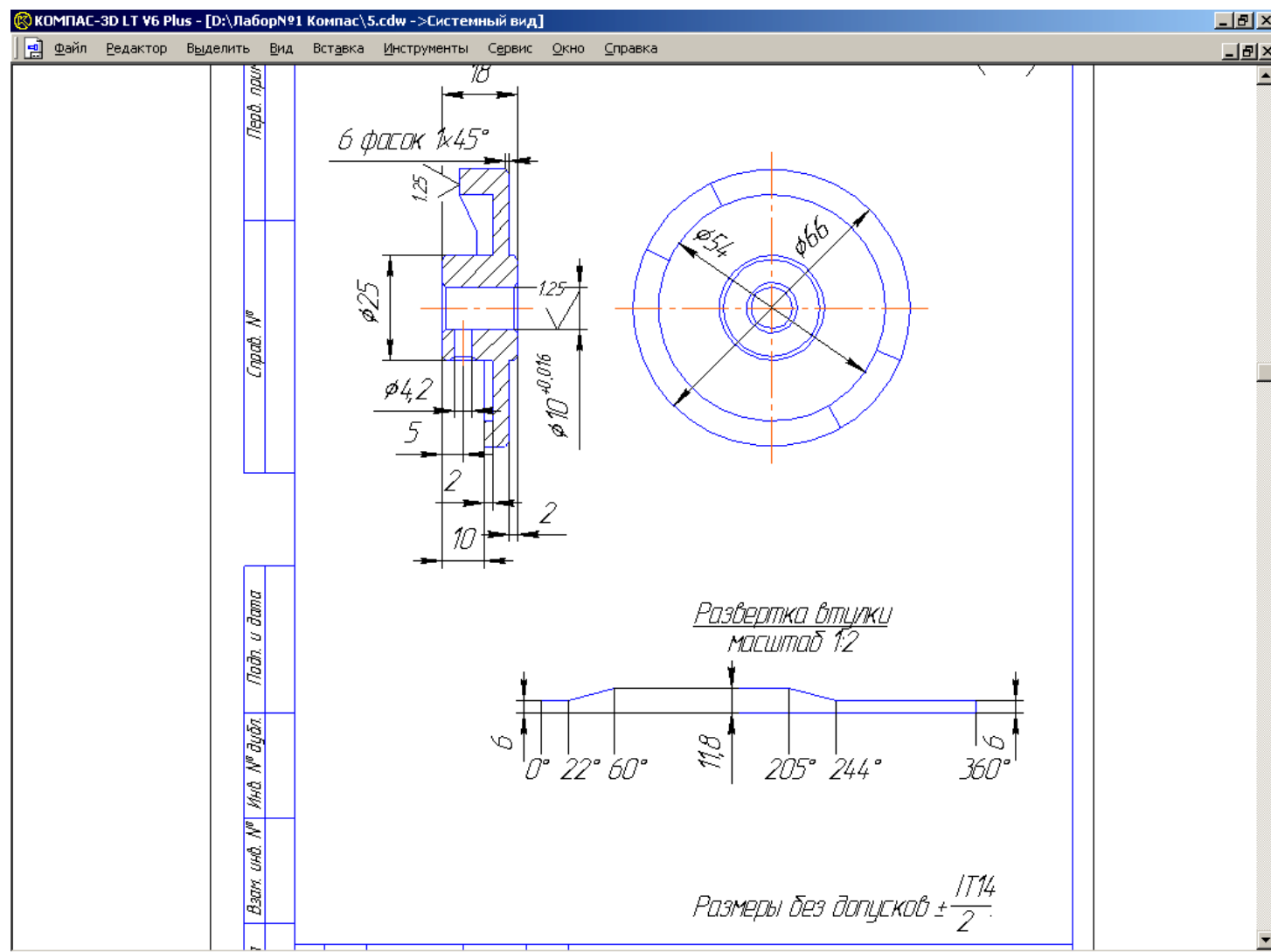
Задание №4



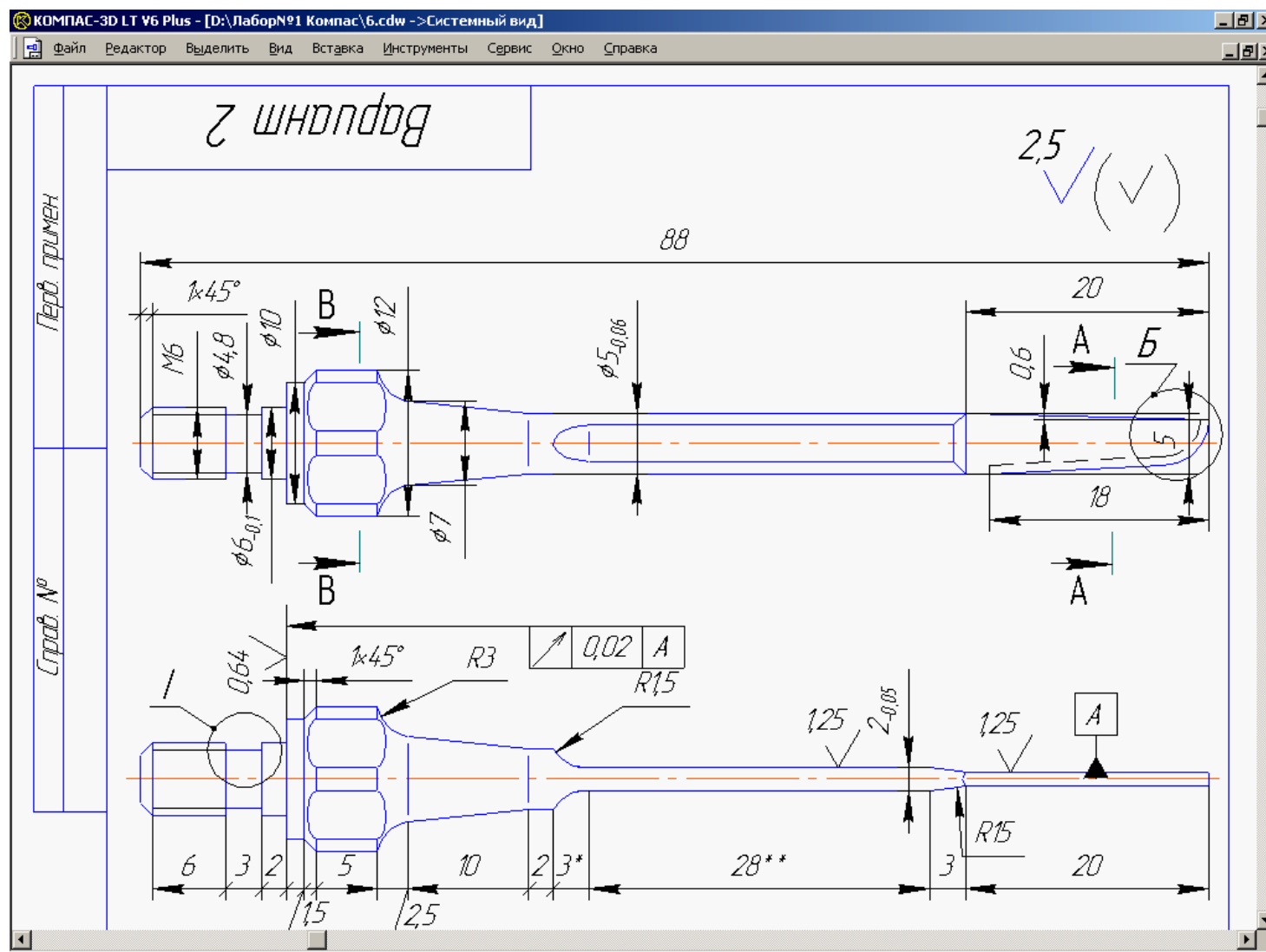
Задание №5



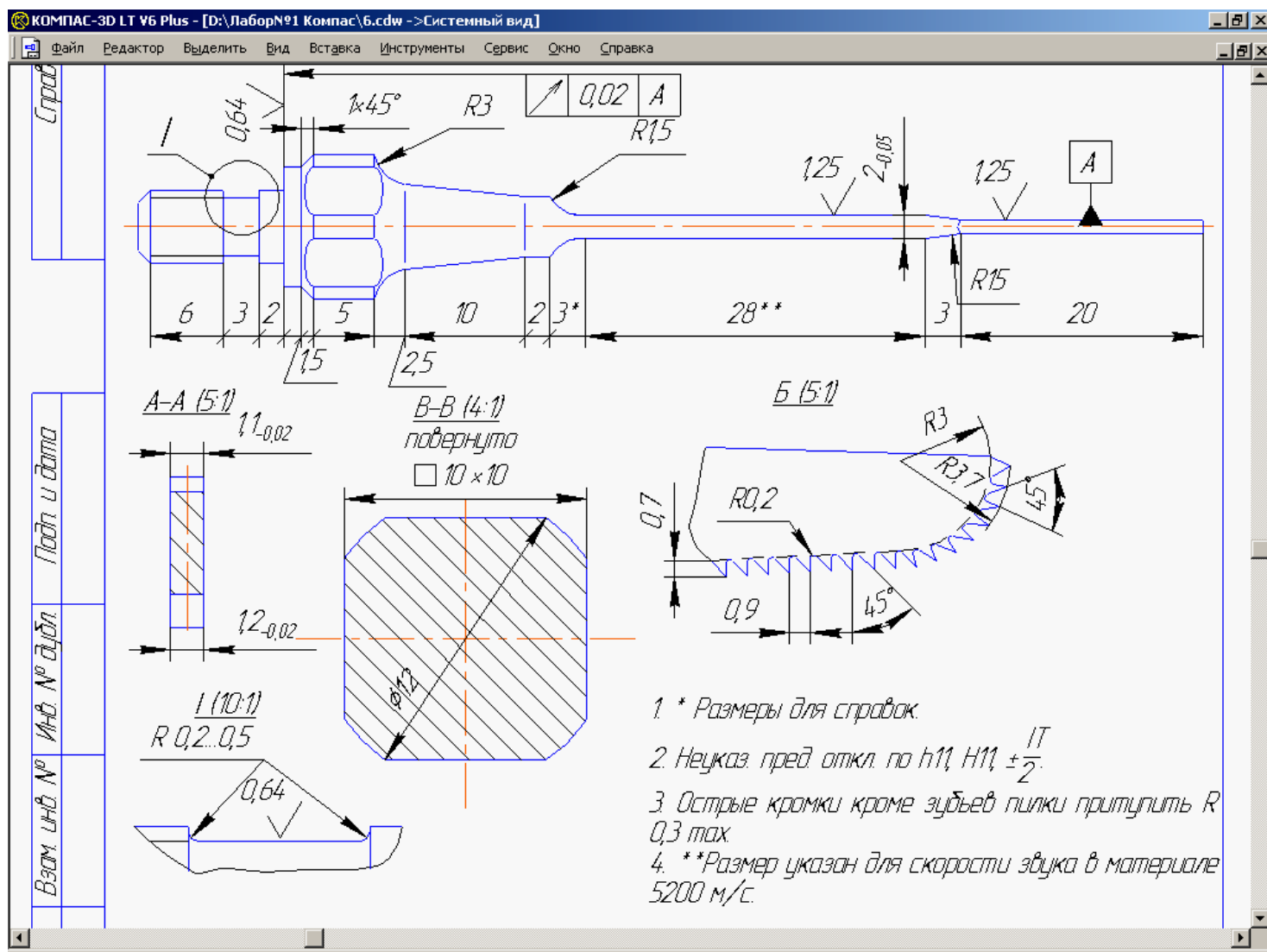
Задание №6



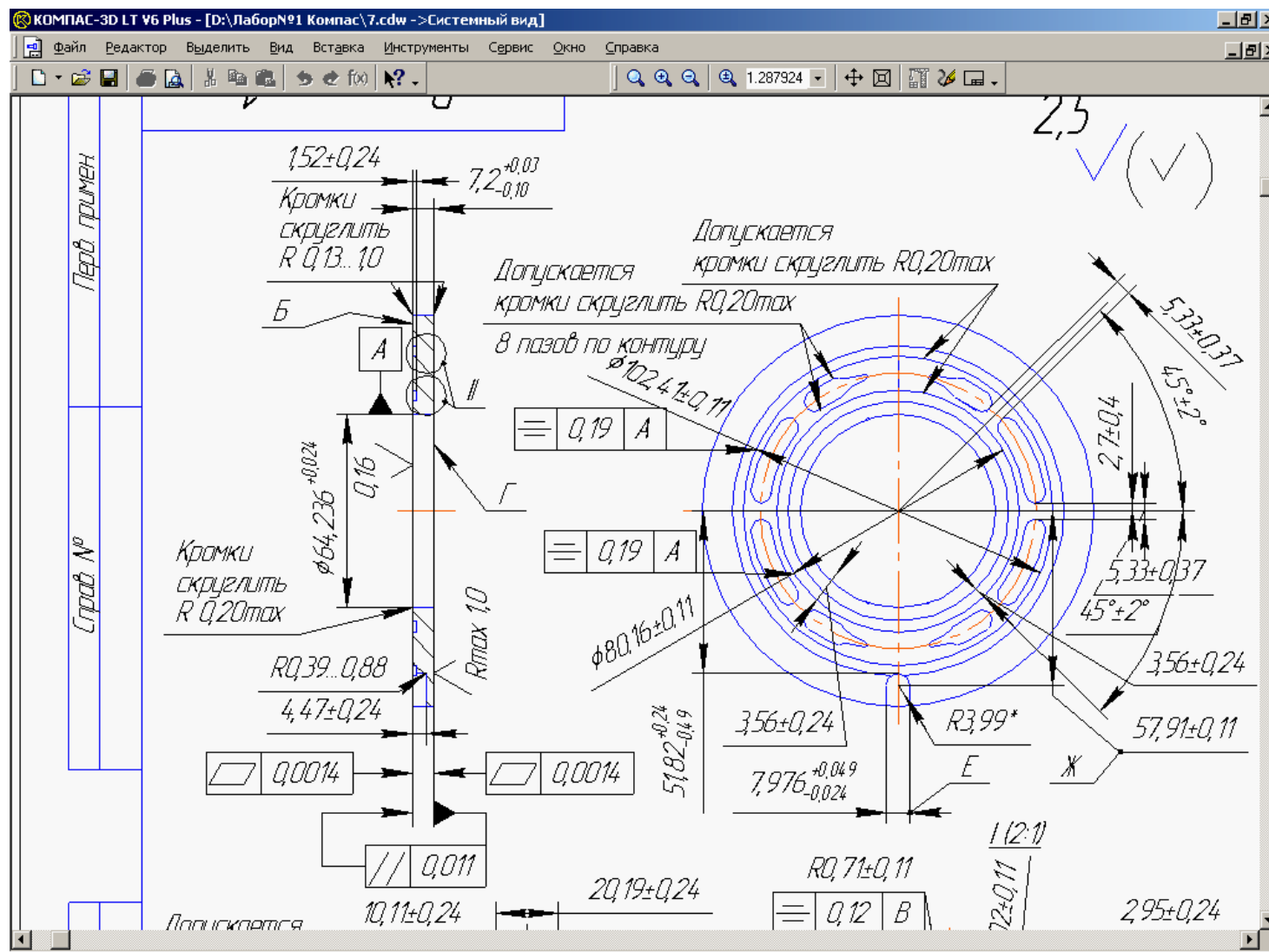
Задание №7



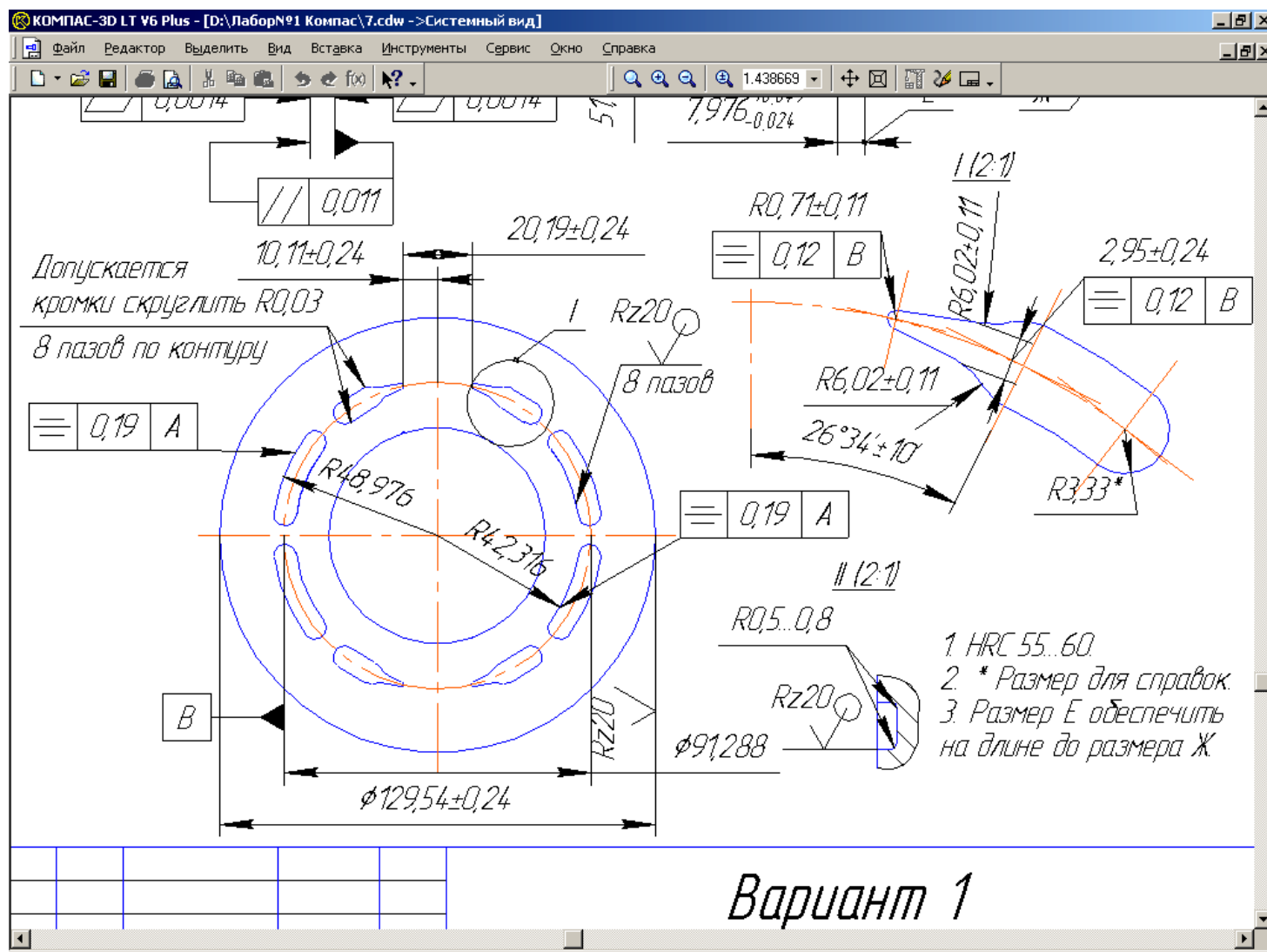
Задание №8



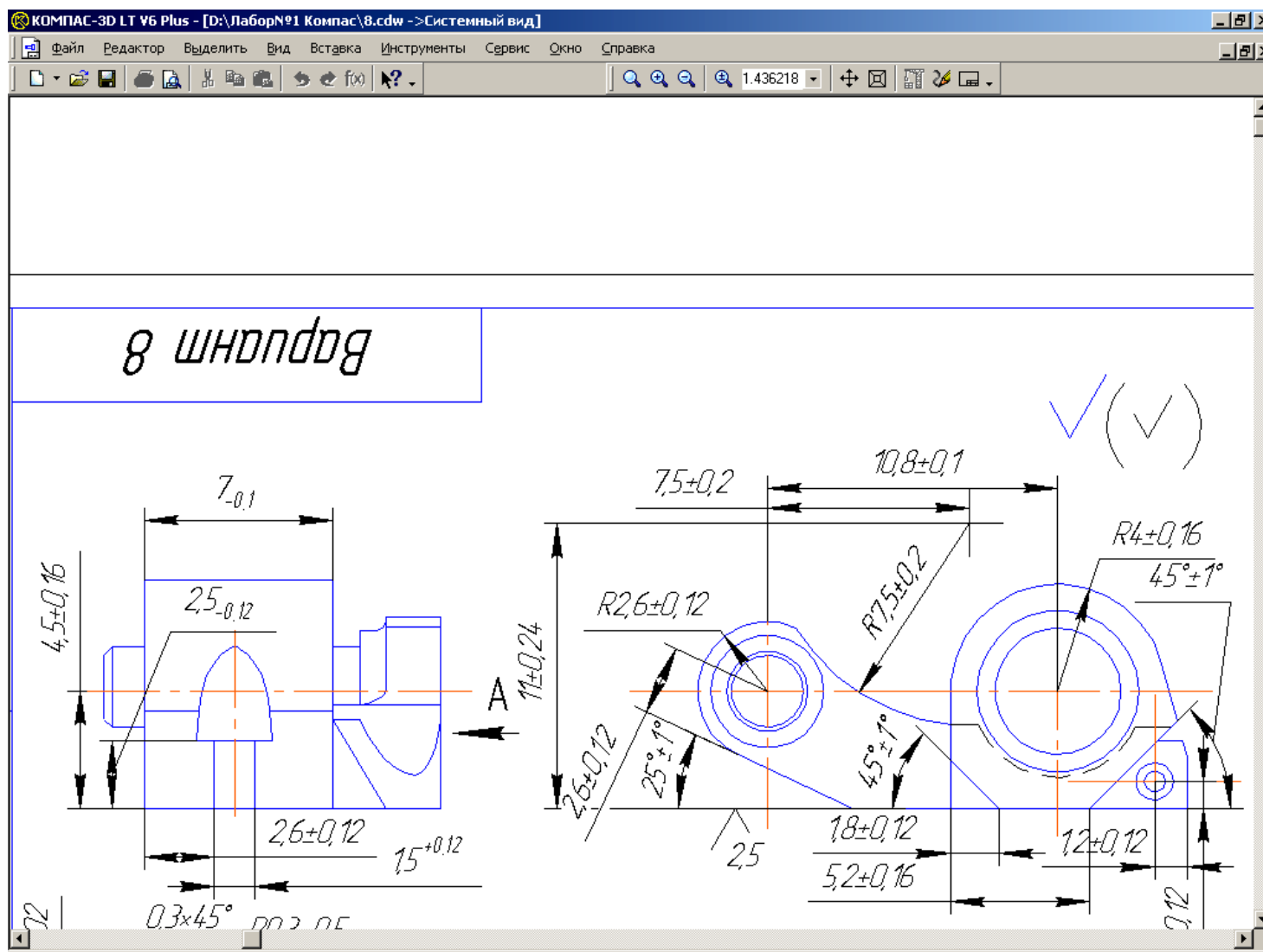
Задание №9



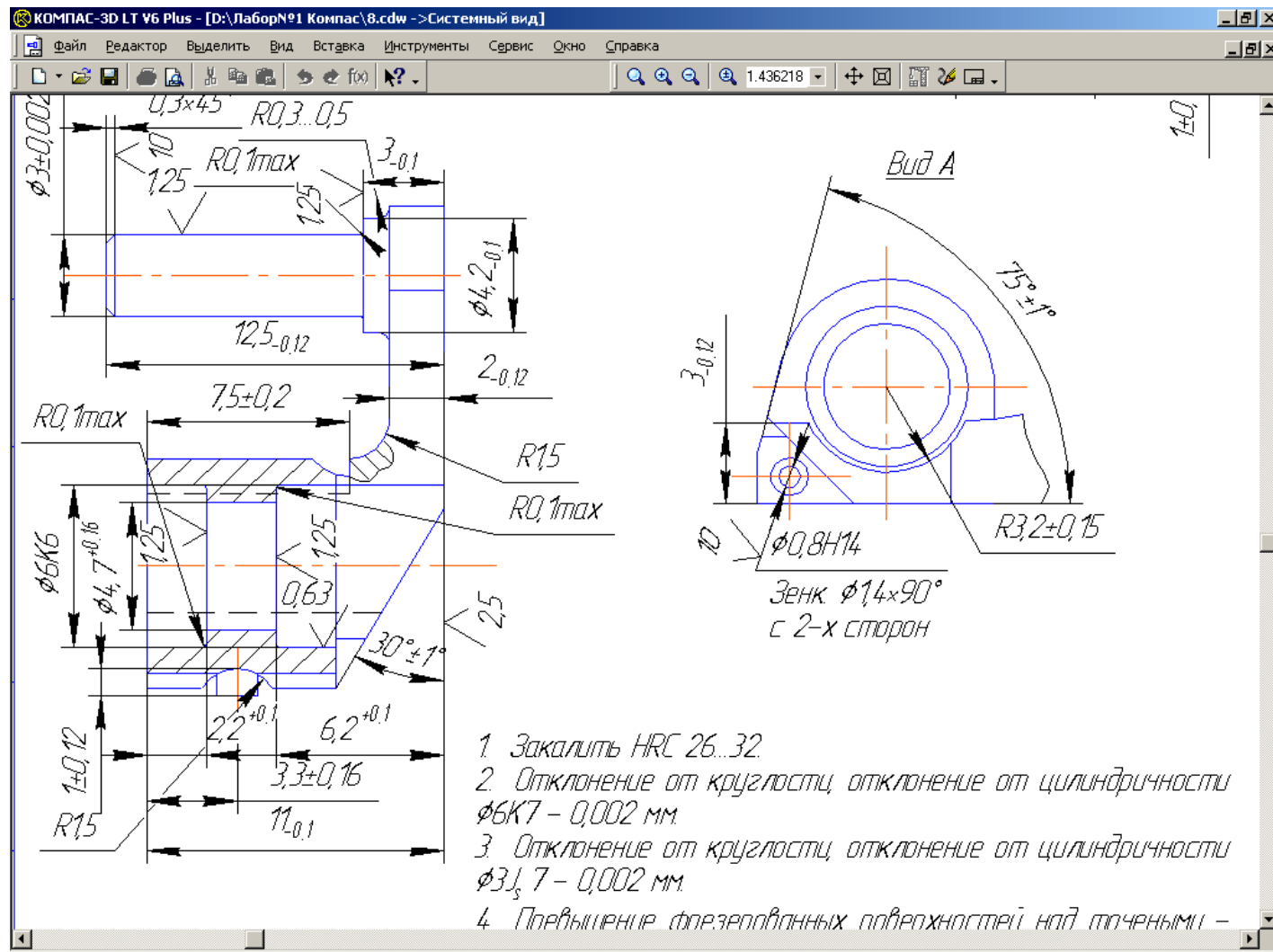
Задание №10



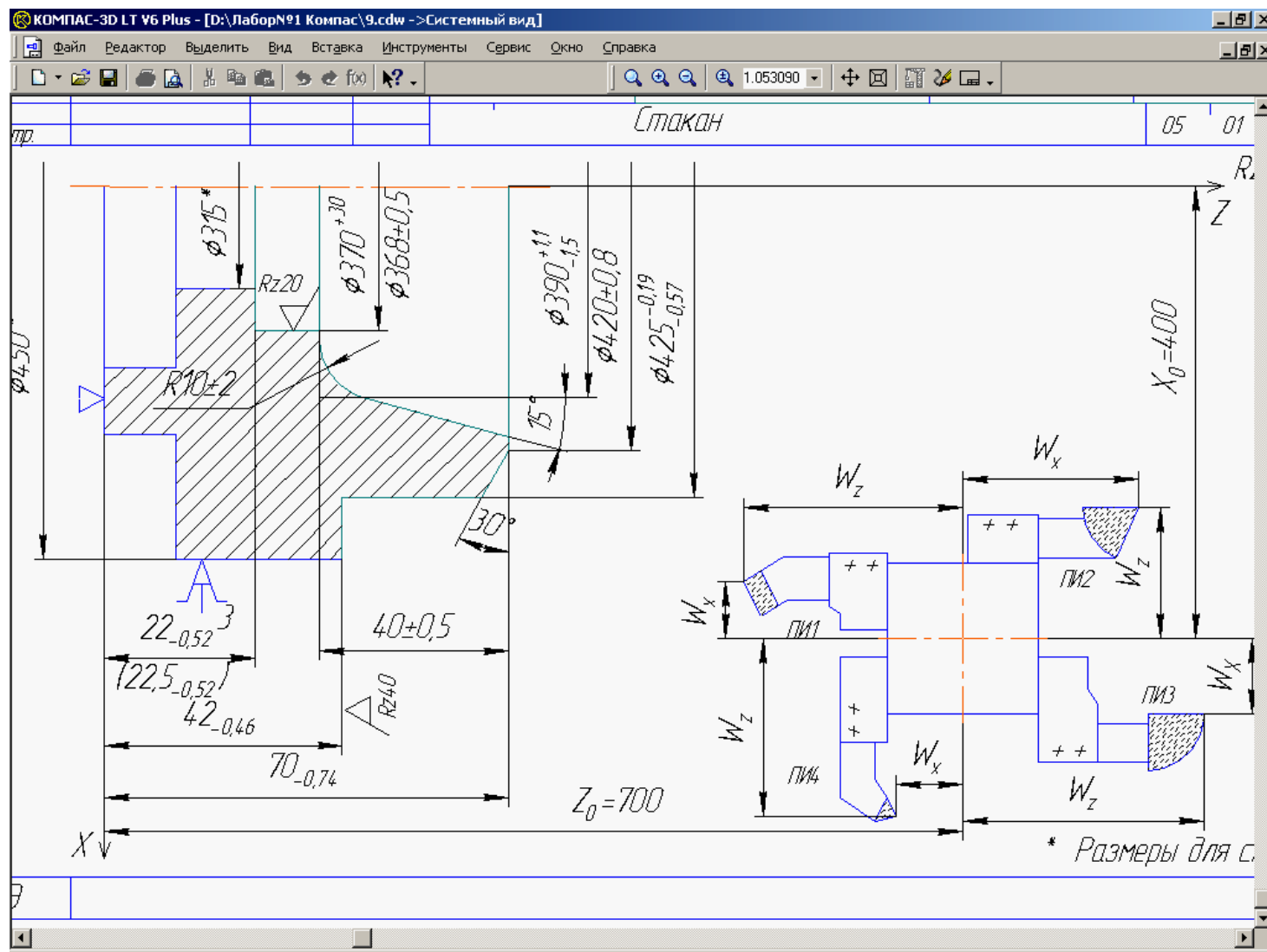
Задание №11



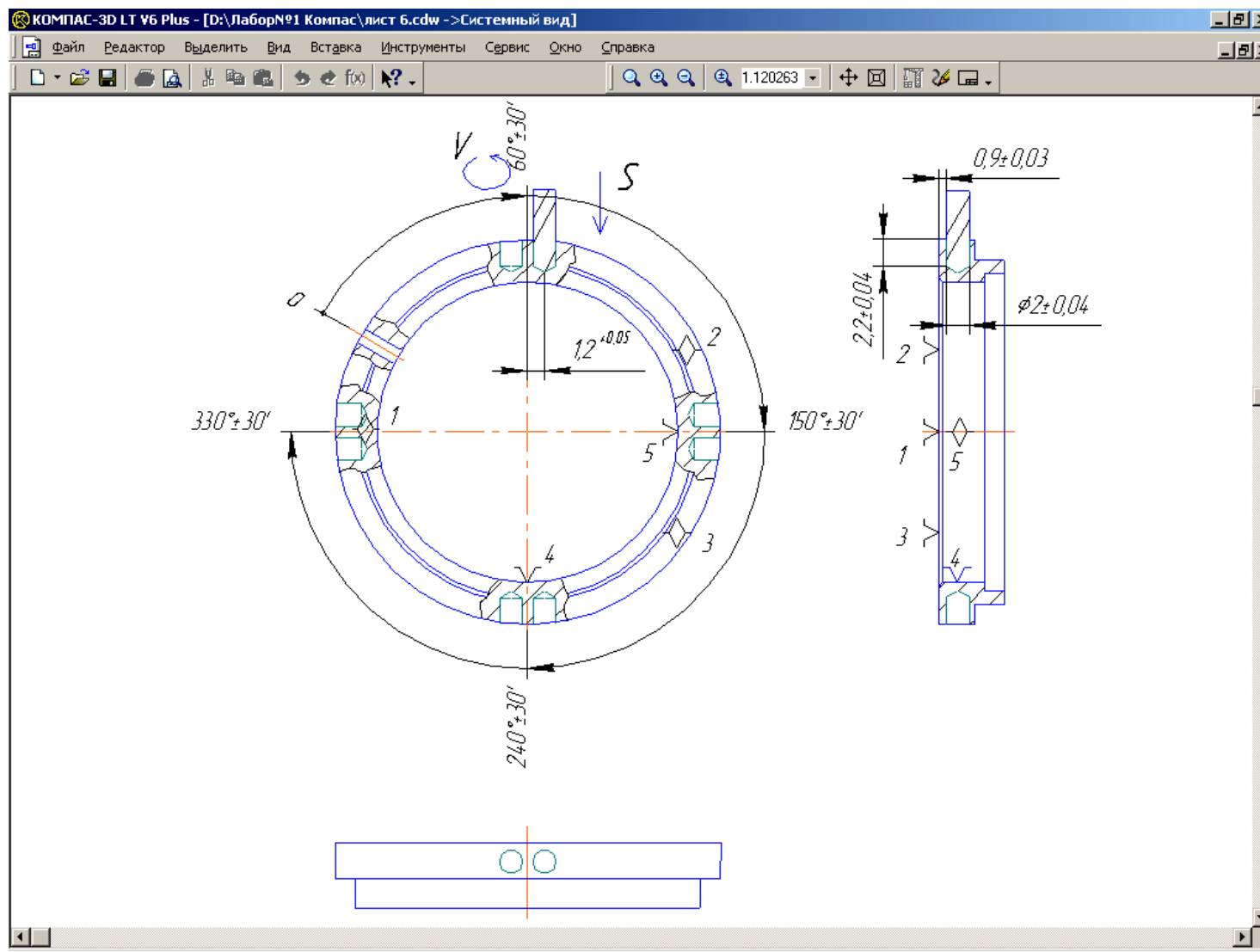
Задание №12



Задание №13



Задание №14



Задание №15

КОМПАС-3D LT V6 Plus - [D:\Лабор№1 Компас\лист 8.cdw -> Системный вид]

Файл Редактор Выделить Вид Вставка Инструменты Сервис Окно Справка

Операция 040 доводка

Оборудование: станок доводочный дисковый 3803

Приспособление: правильное кольцо (3 шт.), груз специальный (3 шт.)

Инструмент: притир чугуный, паста алмазная АСМ40

А (увеличено)

5.5h11

5

1 2 3 4

0.003

Т 0,1

Номер перехода	Выдерживаемый размер	Режим резания			[ЕВ]	ЕВФ
		V м/мин	S мм/об	f мм		
1	5,5h11	40-62	-	-	75	0

ПРИЛОЖЕНИЕ №3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №2

Создать сборочный чертёж изделия (показать в трех видах, обозначить все внутренние части):

1. Манипулятор «Мышь», показать корпус, шар, плату, кнопки.
2. Монитор, показать монитор, подставку, кнопки управления.
3. Клавиатура, показать кнопки, плату, индикаторы.
4. CD-диск в подкассетнике, показать подкассетник, диск.
5. Магнитофонная кассета в подкассетнике, показать кассету (лента, валики, все отверстия и пазы), подкассетник.
6. Кнопочный телефон, показать трубку, шнур, подставку, корпус, кнопки.
7. Настольная лампа, показать плафон, держатель, лампу, тумблер.
8. Сетевая вилка (разборная), показать корпус, винт крепления корпуса, держатель провода, контакты.
9. Сетевая розетка (разборная), показать винты крепления корпуса, держатель контактов.
10. Телефонная розетка (разборная), показать винты крепления корпуса, держатель контактов.
11. Шариковая ручка (разборная), показать ручку, стержень, держатели.
12. Сотовый телефон, показать корпус с кнопками, аккумулятор, SIM-карту.
13. Телевизионный антенный штепсель (разборная), показать все его части.
14. Гибкий магнитный диск в подкассетнике, показать подкассетник, шторку, защелку и т.д.
15. Пульт дистанционного управления для телевизора, показать корпус с кнопками, батареи с держателем, плату.

ПРИЛОЖЕНИЕ №4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №3

Задание №1

Микросхемы типа ИП, ИД

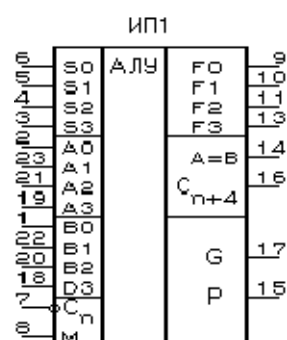


Рис. 304.
(564, К564)

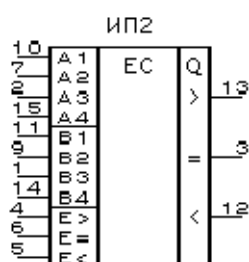


Рис. 305.
(К561, 564, К564)

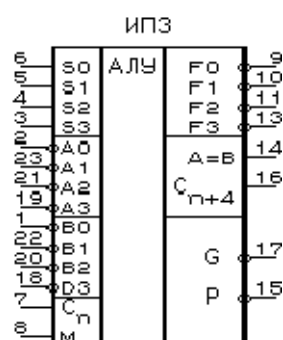


Рис. 306.
(564, К564)

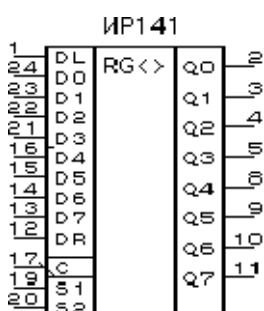


Рис. 380.

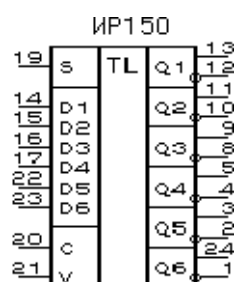


Рис. 381.
(К1500)

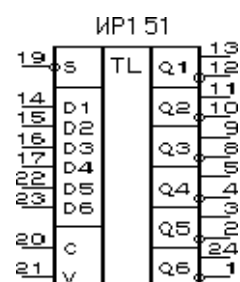


Рис. 382.
(К1500)

Задание №2

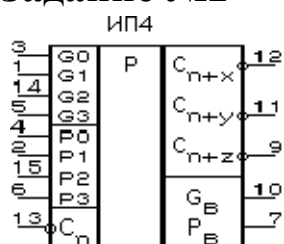


Рис. 307.
(564, К564)

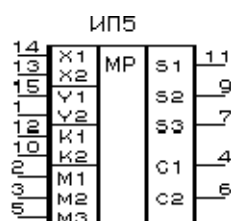


Рис. 308.
(К561, 564)

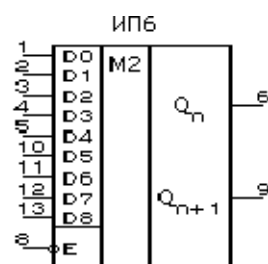


Рис. 309.
(564)

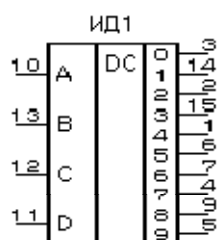


Рис. 310.
(К176, К561, 564, К564)

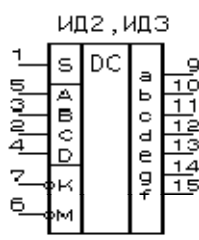


Рис. 311.
(К176)



Рис. 312.
(КР1561)

Задание №3

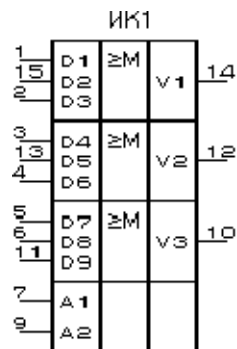


Рис. 313.
(561, К561, 564)

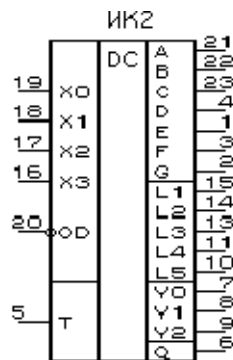


Рис. 314
(564)

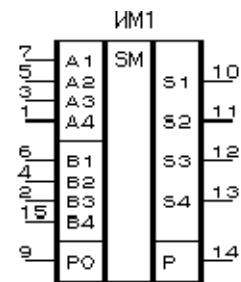


Рис. 315.
(К561, 564, К564)

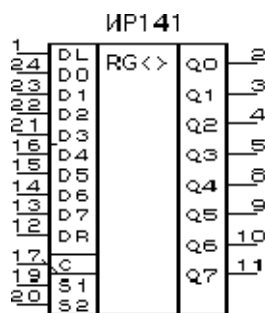


Рис. 380.

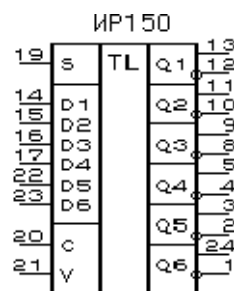


Рис. 381.
(К1500)

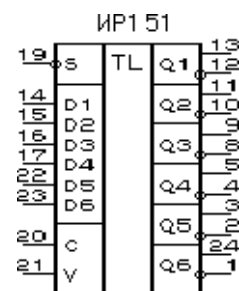


Рис. 382.
(К1500)

Задание №4

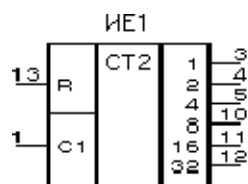


Рис. 316.
(К176)

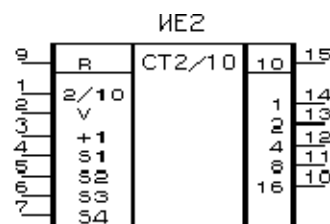


Рис. 317.
(К176)

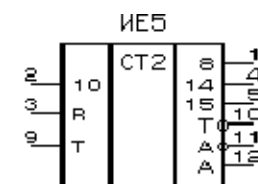


Рис. 318.
(К176)

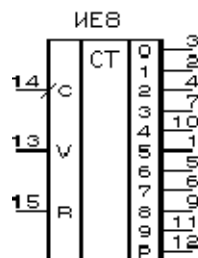


Рис. 319.
(561, К561)

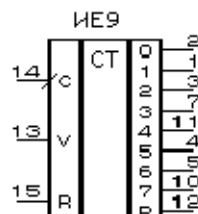


Рис. 320.
(К561, 564)

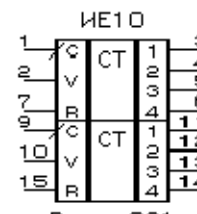


Рис. 321.
(К561, 564, К564)

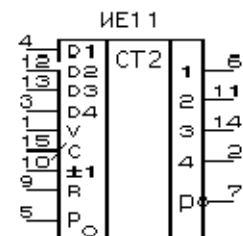
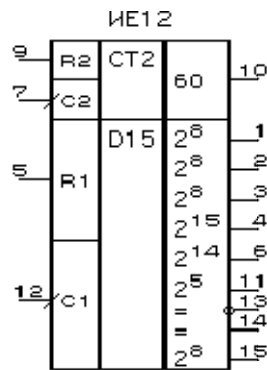
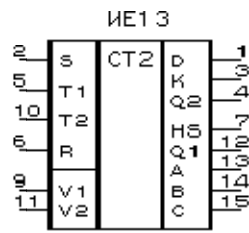
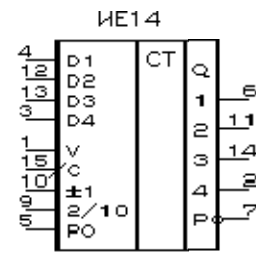
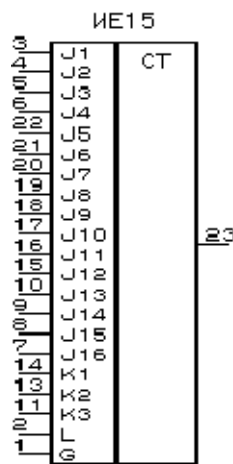
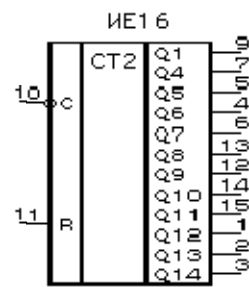
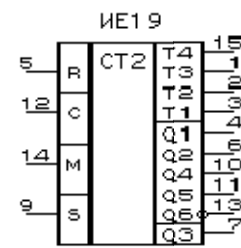
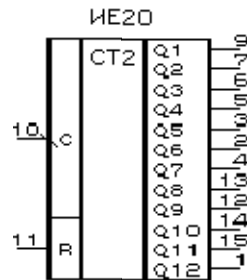
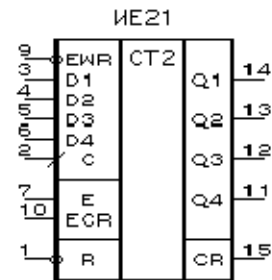
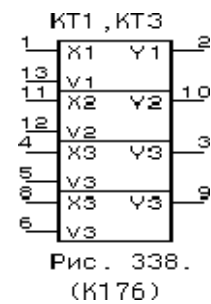
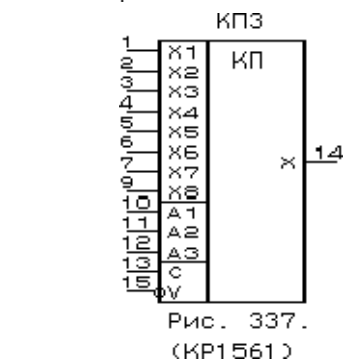
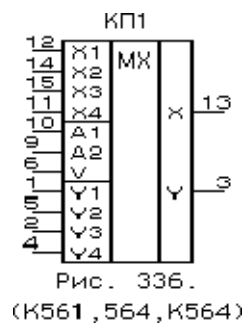
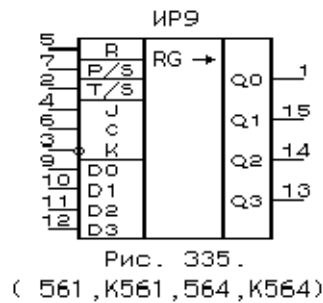
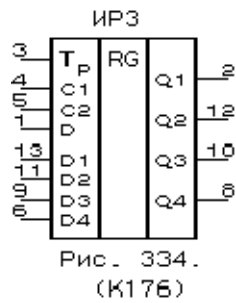
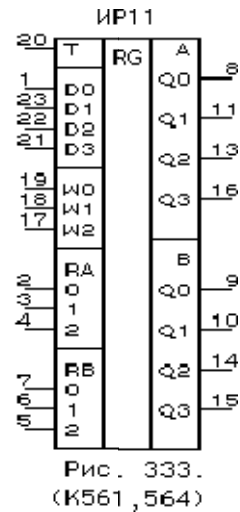
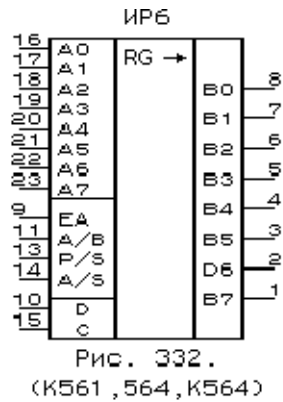
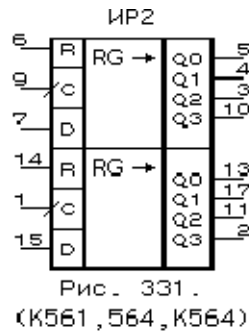


Рис. 322.
(К561, 564, К564)

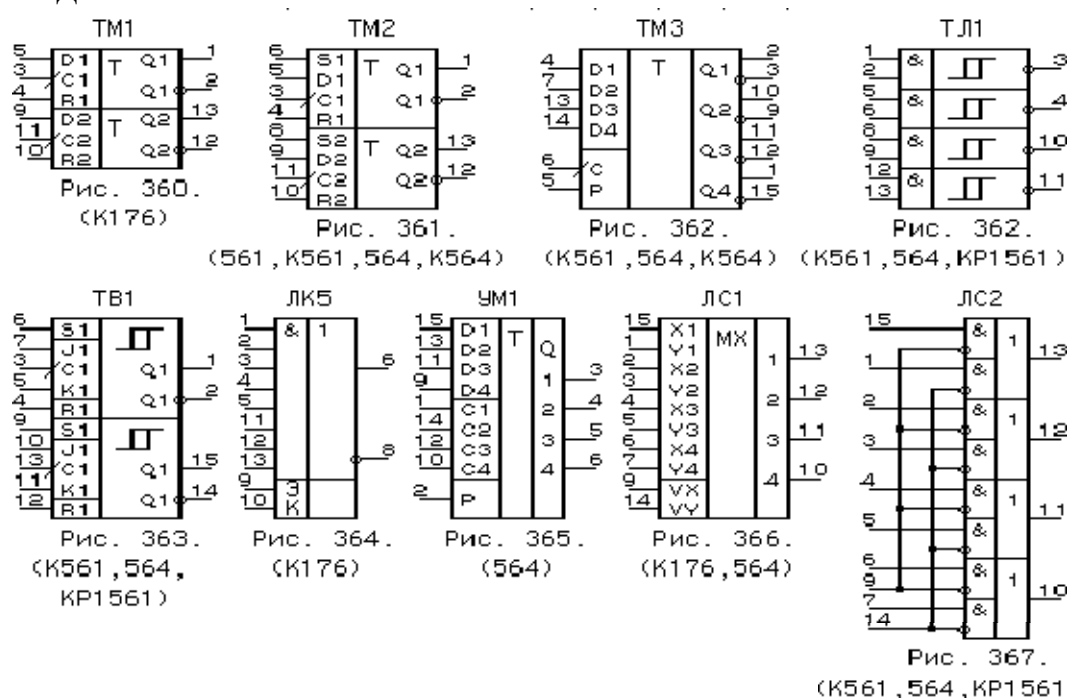
Задание №5

Рис. 323.
(K176)Рис. 324.
(K176)Рис. 325.
(K561, 564, K564)Рис. 326.
(K561, 564)Рис. 327.
(561, K561)Рис. 328.
(K561, 564)Рис. 329.
(KP1561)Рис. 330.
(KP1561)

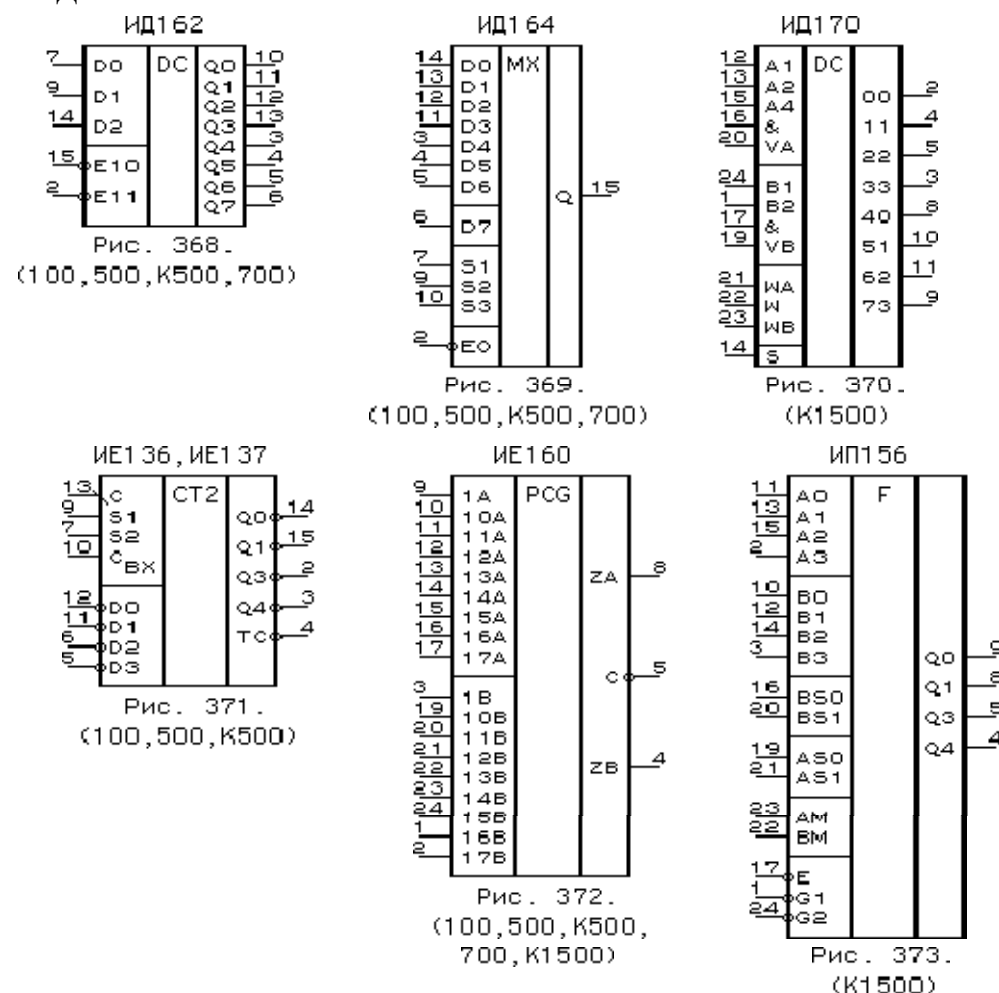
Задание №6



Задание №7



Задание №8



Задание №9

ИП179

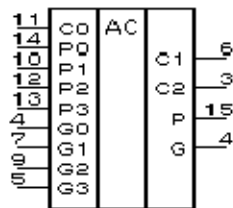


Рис. 374.

(100, 500, K500, 700)

ИМ180

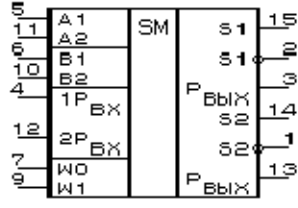


Рис. 375.

(100, 500, K500, 700)

BA123

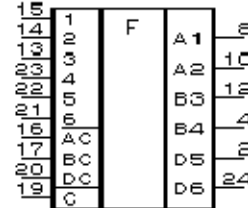
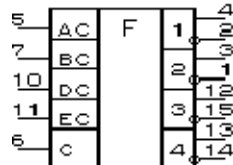


Рис. 376.

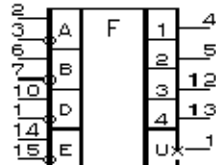
(K1500)

ПУ124



9-питание +5В
8-питание -5В
16-общий

ПУ125



9-питание +5В
8-питание -5В
16-общий

ИР141

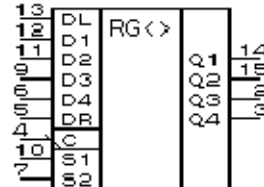


Рис. 379.

(100, 500, K500, 700)

Задание №10

КП155

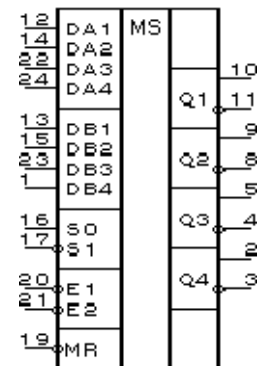


Рис. 383.

(K1500)

КП163

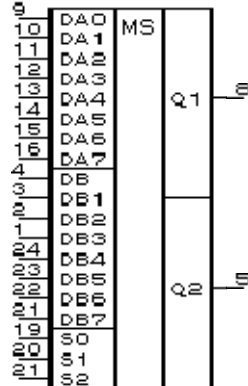


Рис. 384.

(K1500)

КП164

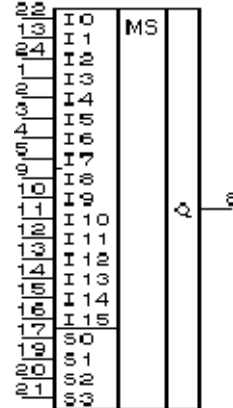


Рис. 385.

(K1500)

КП171

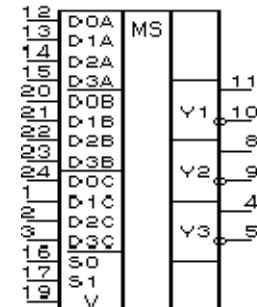


Рис. 386.

(K1500)

ЛЕ106, ЛЕ123



Рис. 387.

(100, 500, K500, 700)

ЛК117

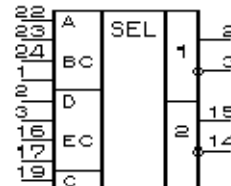


Рис. 388.

(100, 500, K500, 700)

ЛК118

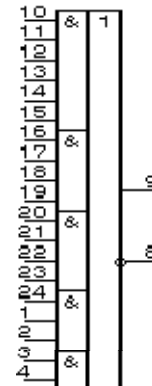


Рис. 389.

(K1500)

ЛЕ111, ЛЕ211

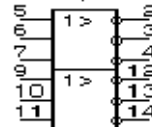
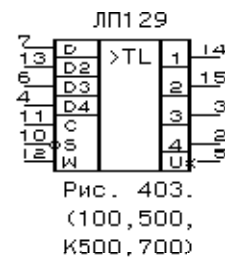
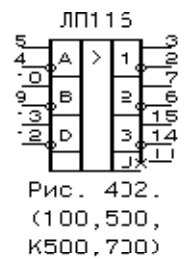
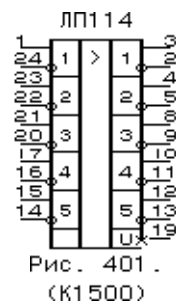
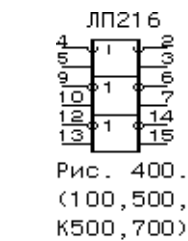
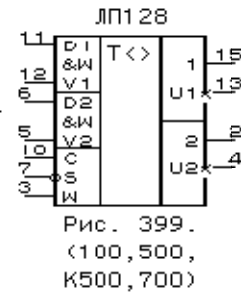
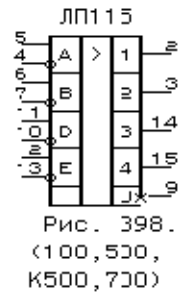
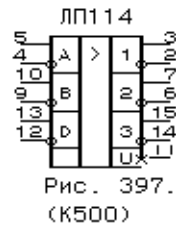
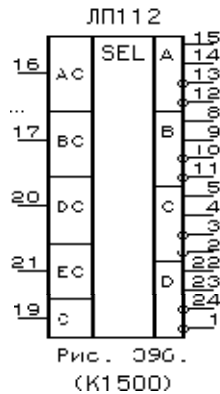
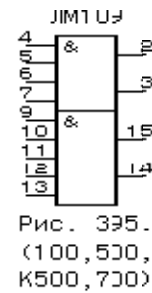
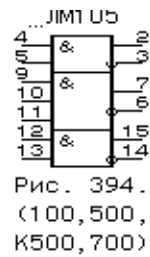
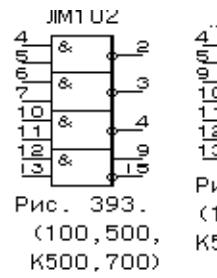
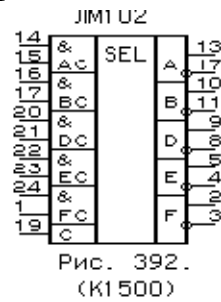
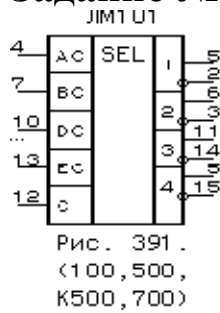


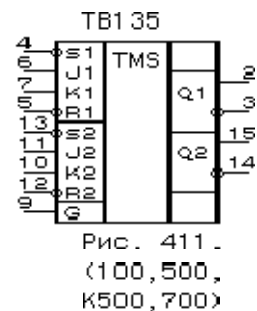
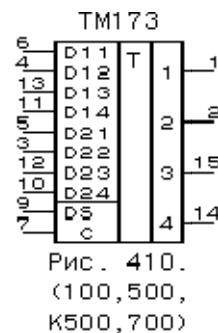
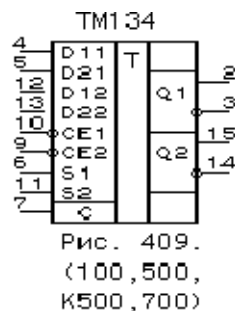
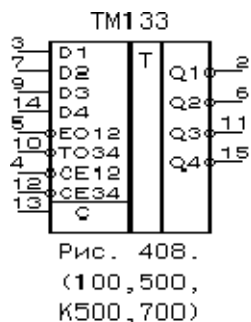
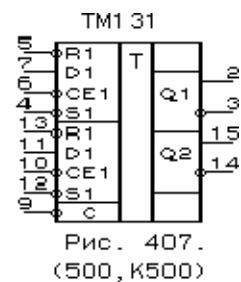
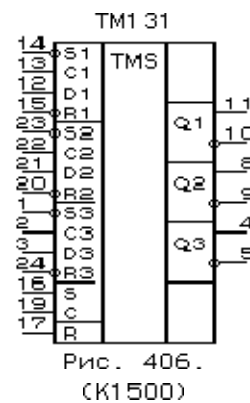
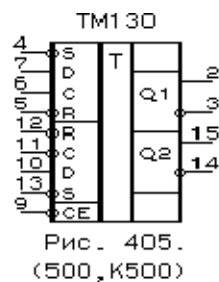
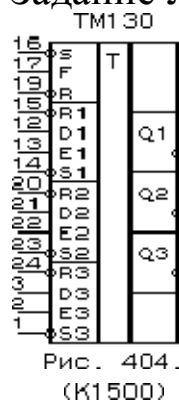
Рис. 390.

(100, 500, K500, 700)

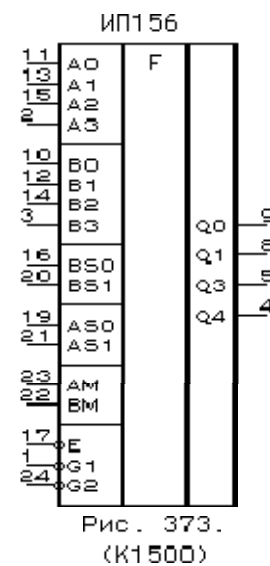
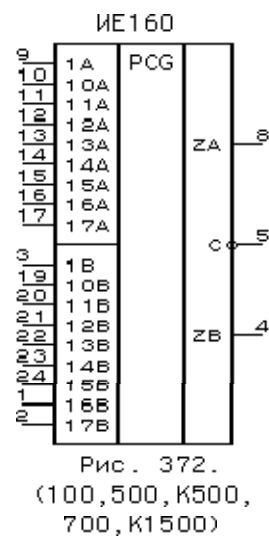
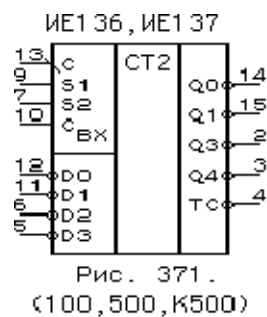
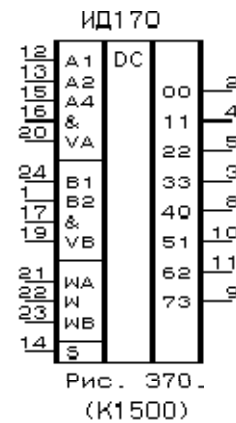
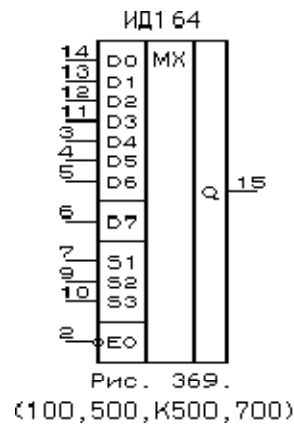
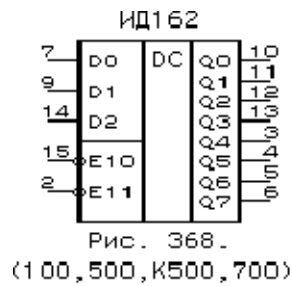
Задание №11



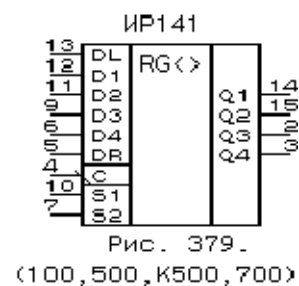
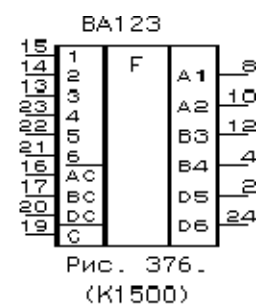
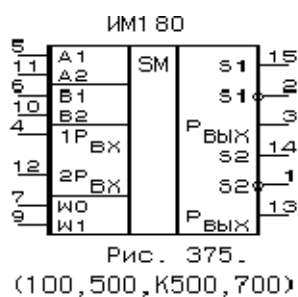
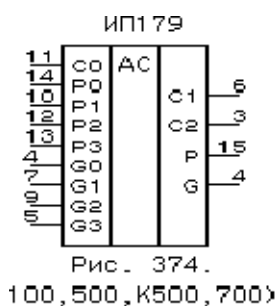
Задание №12



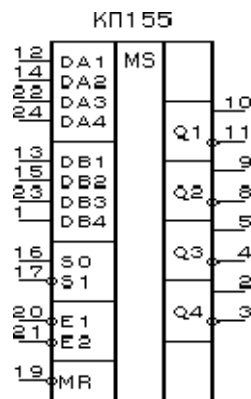
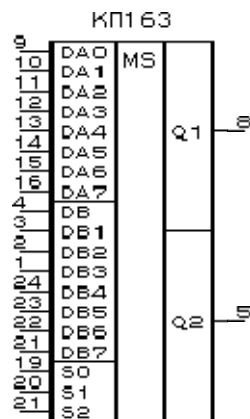
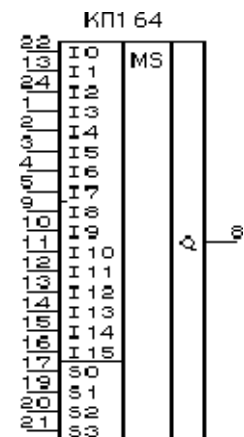
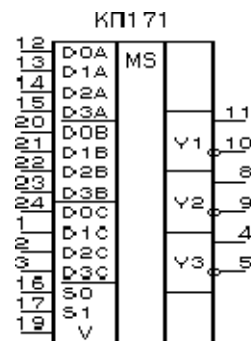
Задание №13



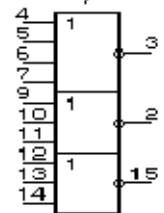
Задание №14



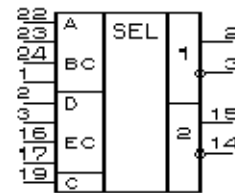
Задание №15

Рис. 383.
(К1500)Рис. 384.
(К1500)Рис. 385.
(К1500)Рис. 386.
(К1500)

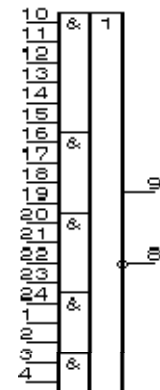
ЛЕ106, ЛЕ123

Рис. 387.
(100, 500,
К500, 700)

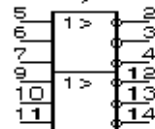
ЛК117

Рис. 388.
(100, 500,
К500, 700)

ЛК118

Рис. 389.
(К1500)

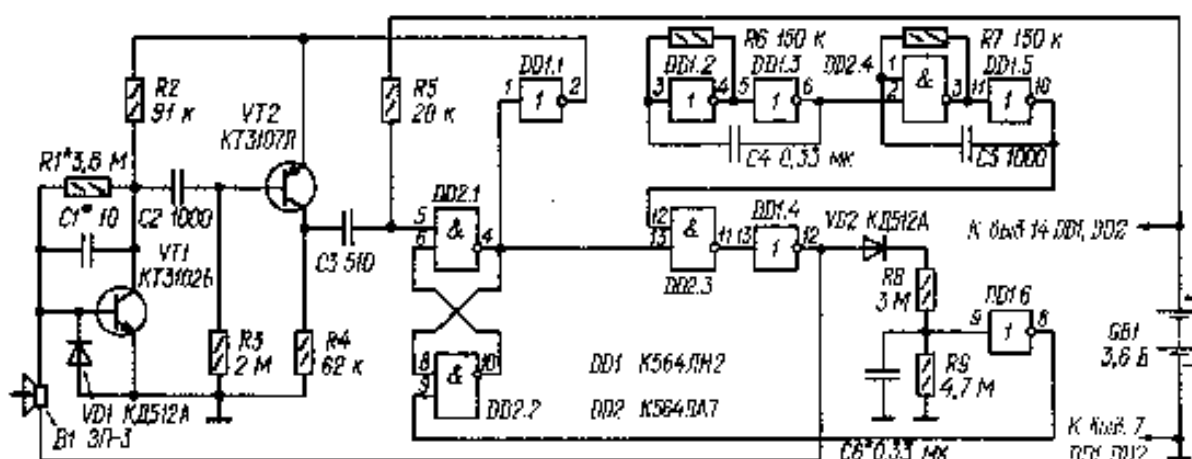
ЛЕ111, ЛЕ211

Рис. 390.
(100, 500, К500, 700)

ПРИЛОЖЕНИЕ №5. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №4

Вариант №1. Электронный брелок

Описание. Принципиальная схема электронного брелока содержит пьезокерамический преобразователь В1, выполняющий функции микрофона и звукоизлучателя, усилитель сигнала ЗЧ на транзисторах разной структуры VT1, VT2, RS-триггер (DD2.1, DD2.2), два генератора импульсов (DD1.2, DD1.3 и DD2.4, DD1.5), электронный ключ (DD2.3), два инвертора (DD1.1, DD1.4) и реле выдержки времени (VD2, R8, R9, C6, DD1.6).

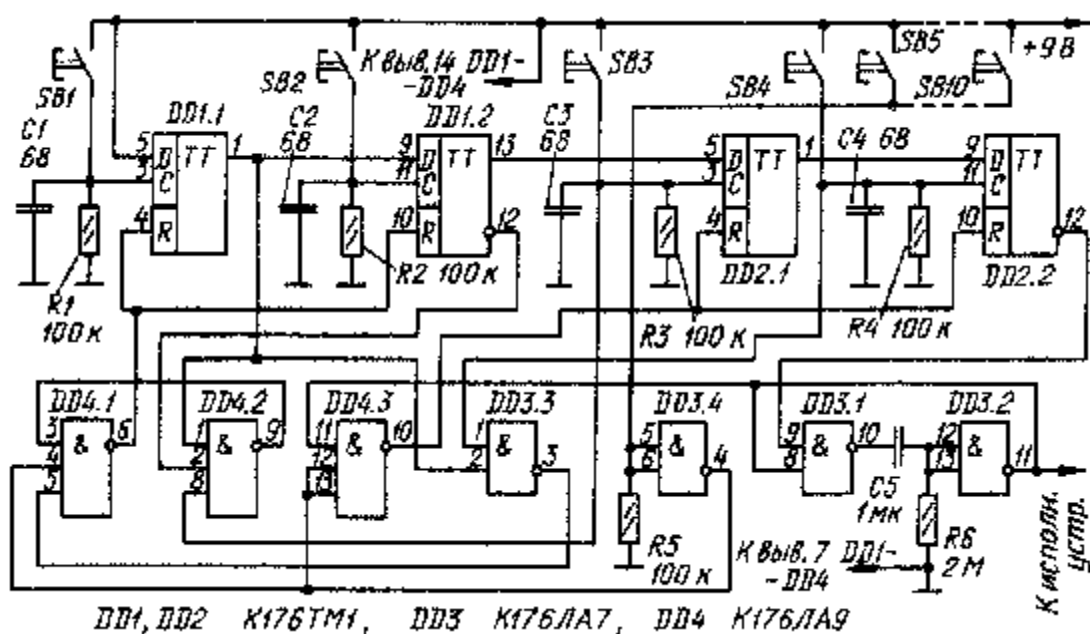


Вариант №2. Кодовый замок

Описание. Триггер DD1.1 имеет приоритет – к его D-входу постоянно приложен единичный уровень. При нажатии на кнопку SB1 на прямом выходе этого триггера появляется единичный уровень и разрешает работу второго триггера DD1.2 и т.д. При нажатии на кнопку SB4 на инверсном выходе триггера DD2.2 появляется низкий уровень, который запускает одновибратор, собранный на логических элементах DD3.1, DD3.2. Длительность импульса с низким уровнем на его выходе равна: $R6 \cdot C5 = 2 \text{ с}$. Этот импульс включает исполнительное устройство.

Узел обратного переключения собран на элементах DD3.3, DD3.4, DD4.1 – DD4.4. При нажатии на кнопку SB1, а вслед за ней – на кнопку SB3 (или SB4), на R-входе триггера DD1.1 появляется высокий уровень, переводящий его в исходное состояние.

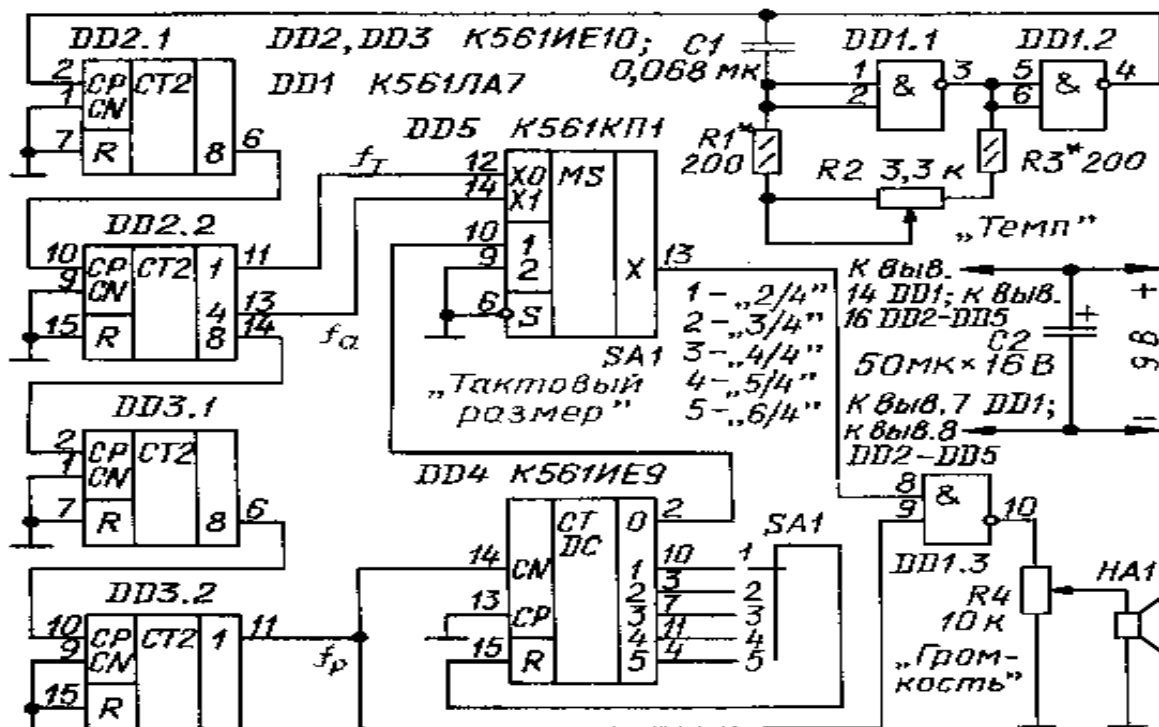
При нажатии последовательно на кнопки SB1, SB2 и SB4 триггеры DD1.1 и DD1.2 также переходят в исходное состояние. Если же последовательность набора не нарушена, и после нажатия на первые две кнопки нажимают на кнопку SB3, появившийся на инверсном выходе триггера DD1.2 и соответственно на одном из входов элемента DD4.2 сигнал 0 блокирует срабатывание узла обратного переключения триггеров от нажатия на кнопку SB3. Далее, при нажатии на кнопку SB4, триггеры DD1.1 и DD1.2 переходят в исходное состояние, а появление низкого уровня на одном из входов элемента DD4.3, связанным с выходом одновибратора, ведет за собой обратное переключение триггеров DD2.1, DD2.2. Устройство приходит в исходное состояние. При нажатии на кнопку SB5 и включенные параллельно ей остальные пять кнопок происходит обратное переключение всех триггеров, независимо от числа правильно набранных знаков кода. Таким образом, вероятность распознавания кода очень мала. Для изготовления кодового замка, кроме указанных, можно также использовать микросхемы серий К164, К561, К564. Для питания замка собирают простейший параметрический стабилизатор, состоящий из резистора сопротивлением 6,2–10 кОм, стабилитрона Д814Б и конденсатора емкостью 1...10 мкФ. Стабилизатор и исполнительное устройство желательно питать постоянным током напряжением 24...60 В.



Вариант №3. Метроном музыканта

Ведущий генератор (см. схему рис. 1), собранный на элементах DD1.1, DD1.2, вырабатывает импульсную последовательность, скважность которой близка к 2. Делитель частоты на счетчиках DD2.1, DD2.2, DD3.1 DD3.2 формирует три выходных сигнала с частотой тона f_t , акцентом f_a и рабочей частотой f_p . Импульсы с частотой f_p поступают на вход С счетчика-дешифратора DD4, который в зависимости от положения переключателя SA1 выбора тактового размера пропускает на выход 0 каждый второй, третий, четвертый и т.д. импульсы. Они управляют работой мультиплексора DD5 по входу 1. В зависимости от логического уровня сигнала на этом входе, на выход мультиплексора попеременно будет проходить сигнал либо с частотой f_t , либо f_a . В результате этого на выходе мультиплексора будет непрерывный сигнал звуковой частоты, состоящий из двух составляющих – f_t и f_a .

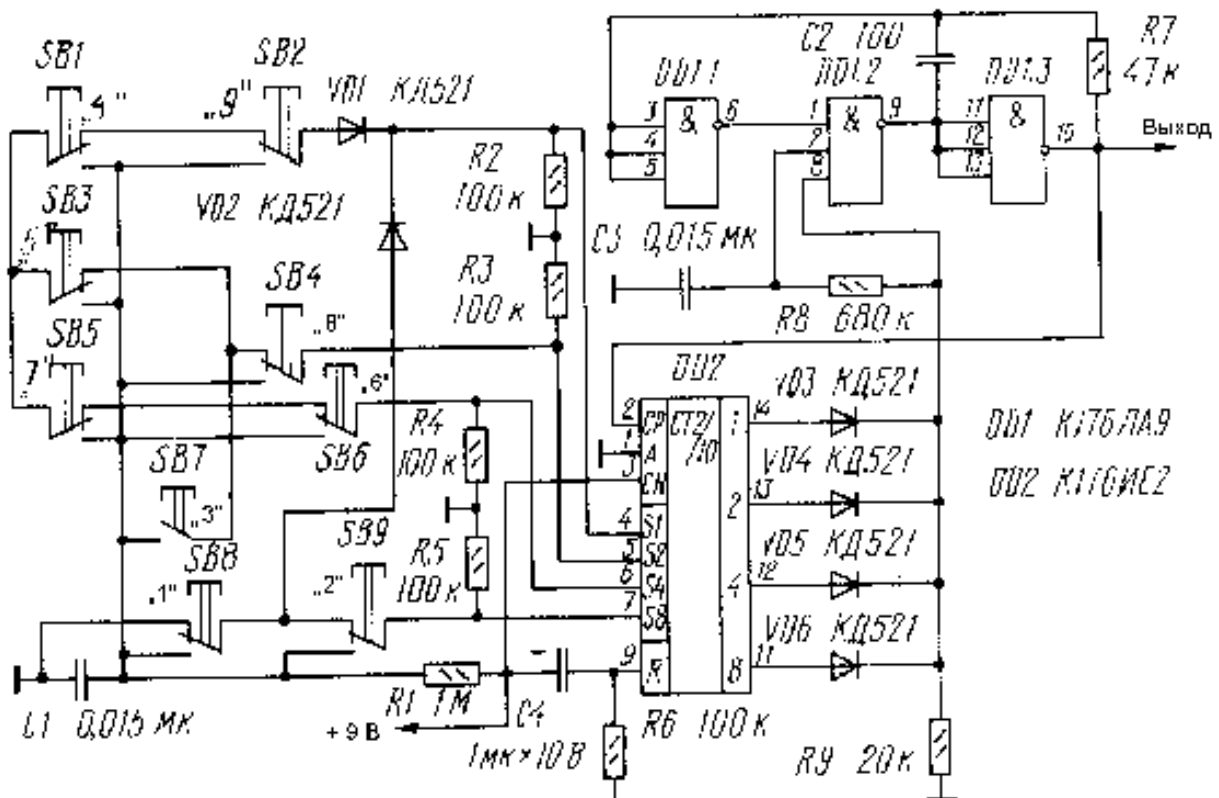
Далее этот сигнал через ключ на элементе DD1.3, управляемый сигналом с частотой f_p , поступает на регулятор громкости R4 и с него – на звукоизлучатель HA1. Темп метронома устанавливают переменным резистором R2.



Вариант №4. Числоимпульсный генератор

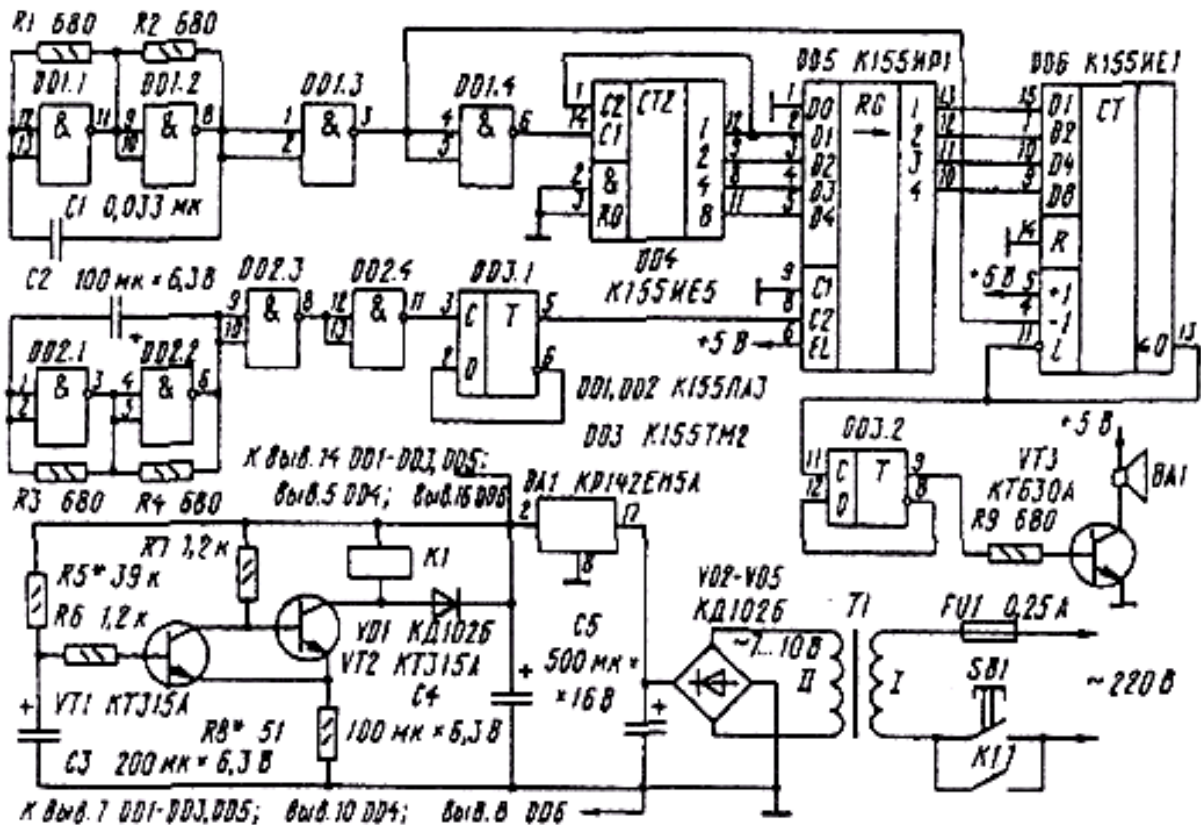
Формирователь заданного числа импульсов содержит шифратор на кнопочных переключателях SB1-SB9 и диодах VD1, VD2, управляемый генератор на микросхеме DD1 и декадный счетчик на микросхеме DD2.

При включении питания счетчик DD2 устанавливается в нулевое состояние (0000), а конденсатор C1 начинает заряжаться через резистор R1. При кратковременном нажатии на одну из кнопок SB1-SB9 конденсатор C1 разряжается через один из резисторов R2-R5 (в зависимости от нажатой кнопки), а счетчик принимает одно из девяти состояний (десятое состояние – исходное, 0000). На выводе 8 микросхемы DD1 устанавливается уровень логической единицы, и через резистор R8 заряжается конденсатор C3. Параметры цепи R8C3 выбраны так, что включение генератора задержано на время разряда конденсатора C1.



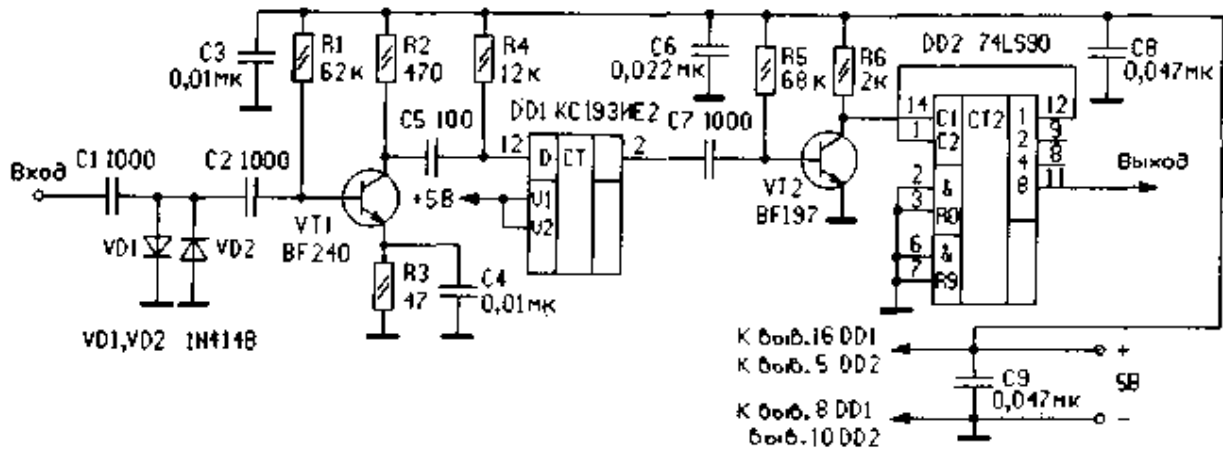
Вариант №5. Звонок

Сигнал генератора основного тона, собранный на элементах микросхемы DD1, поступает на вход –1 делителя частоты DD6. С выхода (вывод 13) этой микросхемы импульсы малой длительности попадают на вход D-триггера DD3.2, формирующего из них сигнал «меандр», который после усиления транзистором VT3 преобразуется динамической головкой BA1 в звук. Тон (частота) звука зависит от коэффициента деления делителя частоты DD6, определяемого кодом на его информационных входах D1—D8. Код же на этих входах микросхемы поддерживается постоянным в течение такта и мгновенно, без такта паузы, изменяется на другой по спаду тактового импульса, поступающего на вход C2 (вывод 8) регистра DD5, работающего в режиме параллельной загрузки. При этом код с выходов 1, 2, 4, 8 счетчика DD4 фиксируется на выходах регистра на время следующего такта. Счетчик DD4, непрерывно считающий импульсы, поступающие на его вход C1 от генератора основного тона, является датчиком случайных чисел от 1 до 15, которые и определяют коэффициент деления делителя частоты основного тона в целое число раз. Реле времени, поддерживающее звонок во включенном состоянии 6...10 с, собрано на базе триггера Шмитта. При нажатии на кнопку SB1, начинает работать блок питания, транзистор VT2 открывается, срабатывает реле K1 и контактами K1.1 блокирует кнопку SB1. Через 6...10 с напряжение на конденсаторе C3, заряжающемся через резистор R5, достигает значения, при котором открывается транзистор VT1. В результате триггер переключается в исходное состояние, обмотка реле K1 обесточивается и звонок отключается от сети.



Вариант №6. Входной делитель частоты

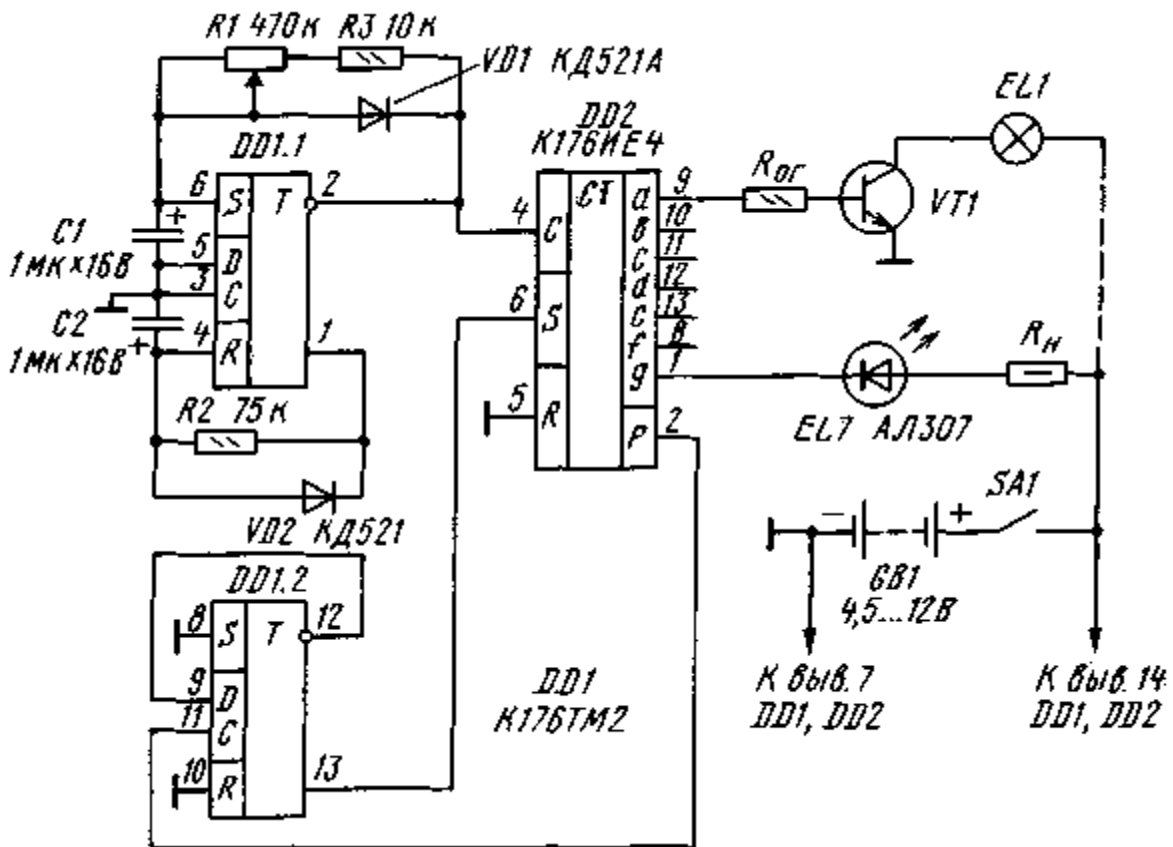
Предлагаемый делитель, осуществляет деление частоты входного сигнала на 100. Принципиальная схема устройства приведена на рисунке. На его входе включен двусторонний диодный ограничитель, защищающий транзистор VT1 при подаче на вход устройства сигналов большого размаха. Каскад на микросхеме DD1 выполняет функцию делителя на 10. На транзисторе VT2 собрано устройство согласования уровней сигнала выхода микросхемы ЭСЛ с входом микросхемы ТТЛ DD2, тоже выполняющей роль делителя на 10. В результате общий коэффициент деления всего устройства составляет 100.



Вариант №7. Автомат световых эффектов

Автомат способен управлять семью нагрузками-гирляндами. Причем в качестве гирлянд допустимо использовать единственный источник света – миниатюрную лампу накаливания, например, типа СМ или светодиод серий АЛ102, АЛ307. При желании нагрузку можно составить из двух-трех последовательно соединенных таких источников. Питается автомат от источника напряжением 4,5...12 В, в качестве которого используется аккумулятор, две последовательно соединенные батареи 3336Л или сетевой блок питания. В автомате использованы две микросхемы. На триггере DD1.1 выполнен генератор импульсов, частоту (и скважность) которого можно изменять переменным резистором R1. Триггер DD1.2 включен по схеме счетного триггера – его инверсный выход (вывод 12) соединен с входом D (вывод 9), а на вход C (вывод 11) поступают импульсы с выхода переполнения P (вывод 2) счетчика-дешифратора DD2. Прямой выход триггера DD1.2 (вывод 13) подключен к входу S (вывод 6) счетчика-дешифратора DD2. После поступления на вход C счетчика-дешифратора десятого импульса состояние триггера DD1.2 изменяется на противоположное, что вызывает изменение напряжения на выходах а-г счетчика-дешифратора, к которым подключены нагрузки. При использовании малогабаритных ламп их подключают к выходам микросхемы DD2 через согласующий каскад, выполненный на транзисторе, допускающем соответствующий ток коллектора. В цепи базы транзистора обязательно устанавливают ограничительный резистор Rог, сопротивление которого

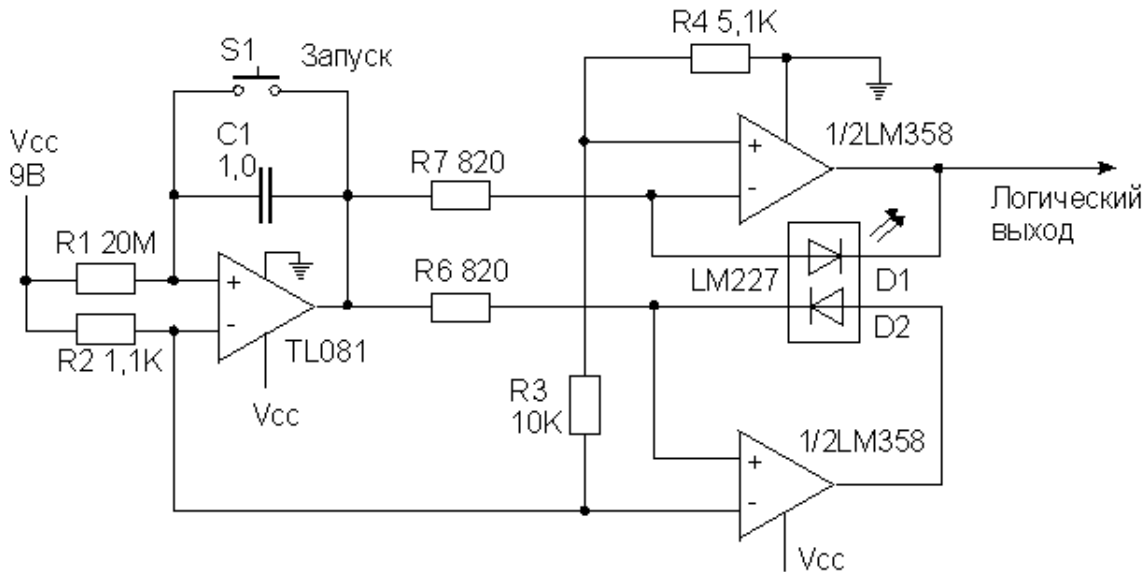
должно обеспечивать насыщение транзистора. В случае использования светодиодов каждый из них нужно подключить через резистор R_H . Конечно, на ветке-елке можно укрепить и миниатюрные лампы, и светодиоды – световой эффект только усилится, особенно при соответствующей окраске ламп и подборе светодиодов разного цвета свечения. Продолжительность свечения гирлянд и пауз между их зажиганием зависит от частоты импульсов, поступающих на счетный вход микросхемы DD2.



Вариант №8. Цифровой таймер для электробытовых машин и приборов

Таймер рассчитан на отсчет от одного до девяти одинаковых временных интервалов. При этом единичный интервал может быть от долей секунды до десятков часов. Предусмотрена возможность переключения таймера в исходное состояние до истечения заданного интервала, а также перезапуск с добавлением времени к уже отсчитанному интервалу. Задающий генератор и делитель частоты выполнены на часовой микросхеме

D2 не откроется полностью, а D1 не будет заперт, отмечая истечение временного интервала. При этом логический выход переключается из состояния с низким уровнем в состояние с высоким уровнем.

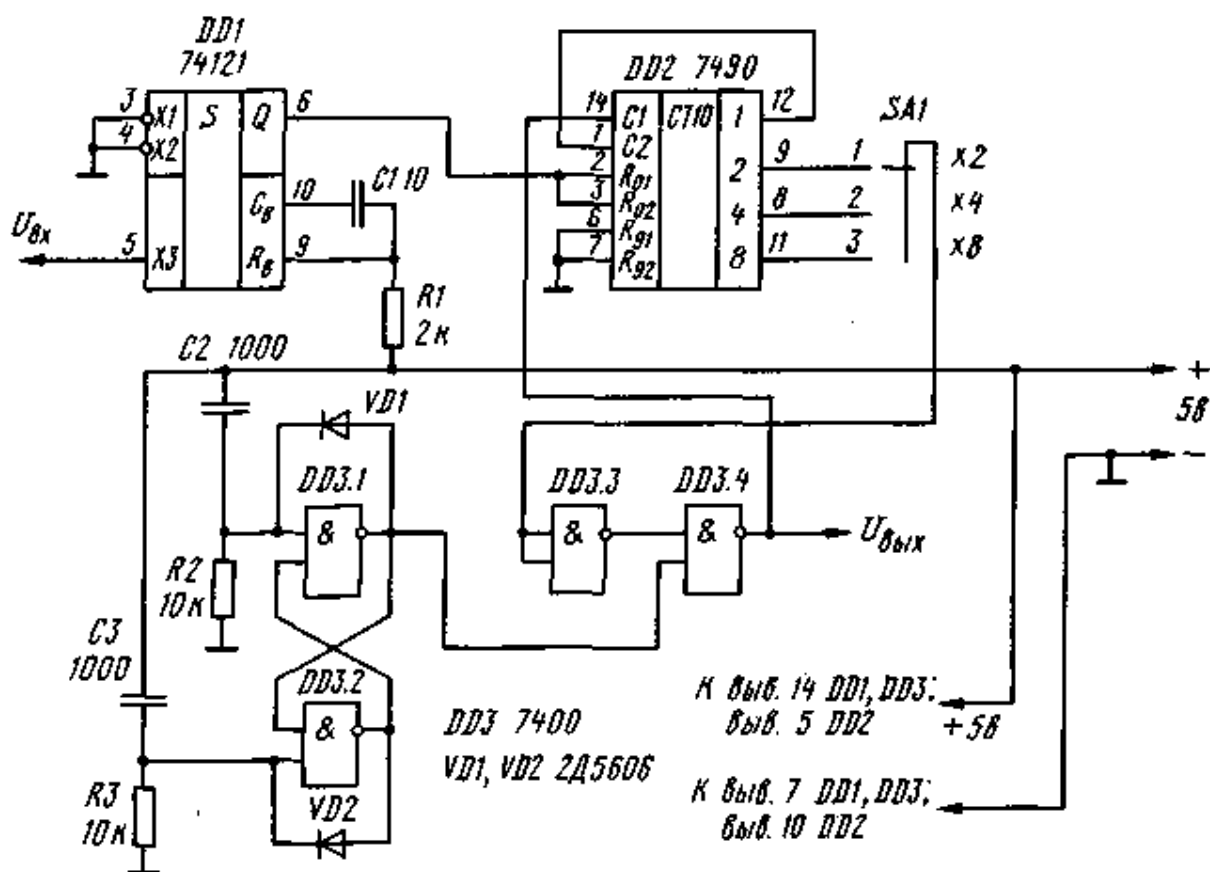


Вариант №10. Умножитель частоты

Устройство умножения частоты, на выходе которого число импульсов в некоторое целое число раз больше, чем подано на вход. Входные импульсы U , подают на формирователь, выполненный на микросхеме DD1. Независимо от продолжительности входных импульсов, на неинвертирующем выходе (вывод 6 микросхемы DD1) формируются короткие импульсы высокого уровня, длительность которых определяется параметрами элементов C1, R1 и встроенного сопротивления микросхемы (около 2 кОм). Период их следования соответствует периоду входных импульсов.

Сформированные короткие импульсы поступают на два входа (выводы 2 и 3) счетчика, выполненного на микросхеме DD2, и обнуляют его. На четырех выходах счетчика (FO – F3) устанавливается уровень лог.0, а на выходе элемента DD3.3 – уровень лог. 1, независимо от положения переключателя SA1. Уровень лог.1 на одном из входов элемента DD3.4 (продолжительность действия этого уровня совпадает с длительностью периода входных импульсов) разрешает прохождение серии импульсов по второму входу от генератора на элементах DD3.1 и DD3.2. С вы-

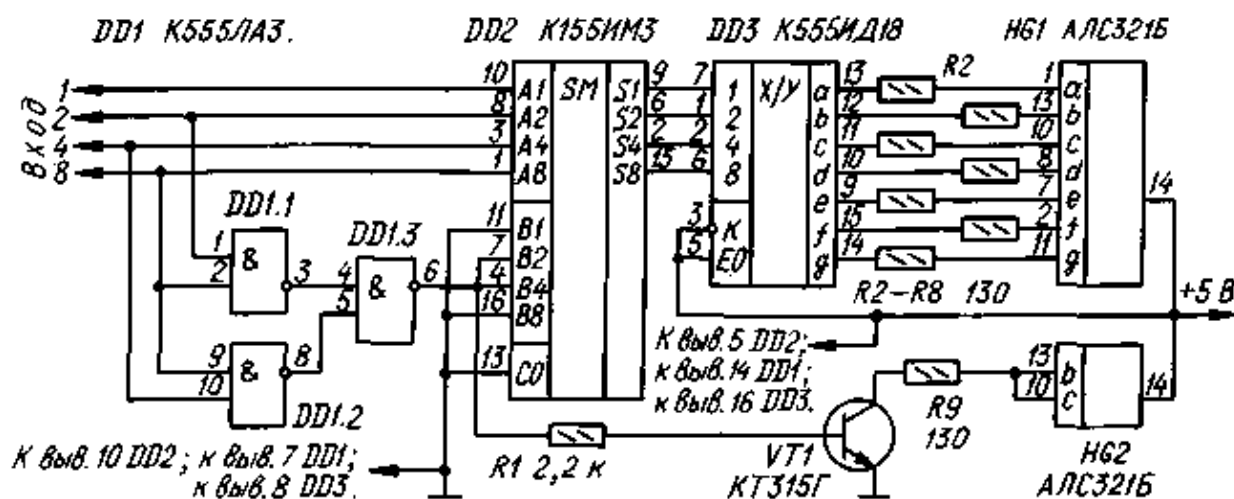
хода элемента DD3.4 импульсы подаются на счетный вход микросхемы DD2 (вывод 14). Выходные импульсы прекратятся, когда на вход элемента DD3.3 будет подан уровень лог.1. Это зависит от положения переключателя SA1. В положении 1 («x2») уровень лог.1 появляется после прохождения двух импульсов по счетному входу, т. е. устройство умножает входные импульсы в два раза, в положении 2 («x4») – в четыре раза и в положении 3 («x8») – в восемь раз.



Вариант №11. Экономичный преобразователь кода для семиэлементного индикатора

Сигналы на преобразователь кода DD3 поступают с выхода четырехразрядного сумматора DD2. На элементах DD1.1 — DD1.3 собран вспомогательный узел, сравнивающий входной код с кодом числа 10. Входной код отображают два семиэлементных индикатора HG1 и HG2, соответствующие разрядам единиц и десятков. Индикатор HG2 высвечивает только цифру 1.

Входные сигналы узла подают на входы A1, A2, A4, A8 сумматора DD2. Если на входе действует сигнал с кодом числа, меньшего десяти, на выходе элемента DD1.3 низкий уровень. На входах B1, B2, B4, B8 при этом также низкий уровень, поэтому входные сигналы проходят на дешифратор DD3 без изменений. Когда на входе преобразователя появляется код чисел от 10 до 15, на выходе элемента DD1.3 возникает высокий уровень. На входы B1, B2, B4, B8 сумматора DD2 теперь поступает код числа 6. На дешифратор DD3, таким образом, поступает код суммы входного числа и шести. Для четырехразрядного двоичного кода прибавление шести эквивалентно вычитанию десяти. Индикатор HG1 при этом высвечивает цифры от 0 до 5. Напряжение высокого уровня с выхода элемента DD1.3 открывает транзистор VT1, в результате чего индикатор HG2 показывает единицу. В этом преобразователе все три микросхемы потребляют суммарный ток около 75 мА.

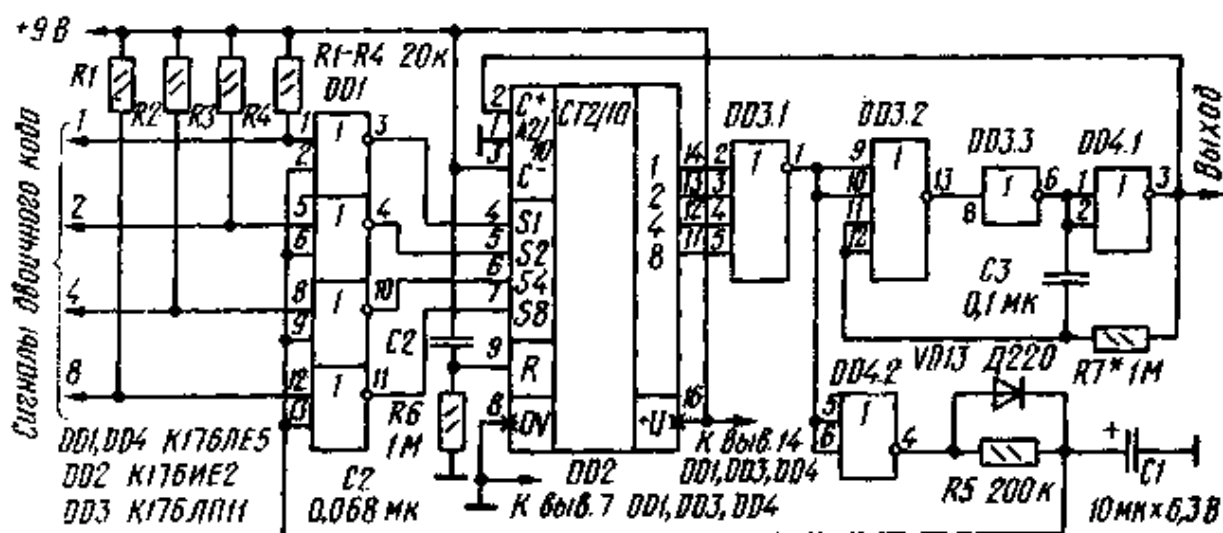


Вариант №12. Формирователь заданного числа импульсов

Устройство, принципиальная схема которого изображена на рис. 1, формирует любое заданное число импульсов в пределах от 1 до 10. Оно может быть использовано в приборах контроля работы цифровых узлов, в шифраторах кодов или команд, в коммутаторах и т.п. От известных устройств подобного назначения формирователь отличается простотой построения, небольшим

числом интегральных микросхем, а также малой (не более 4,5 мВт) потребляемой мощностью, что позволяет использовать его в приборах с автономным питанием. Частота следования импульсов на выходе формирователя – от 0,1 Гц до 1 МГц (при указанных на схеме номиналах элементов R7, C3 она примерно равна 10 Гц), скважность – 2. Устройство содержит управляемый мультивибратор (DD3.2, DD3.3, DD4.1), счетчик (DD2), элемент совпадения (DD3.1) и узел блокировки (DD1, DD4.2, VD13).

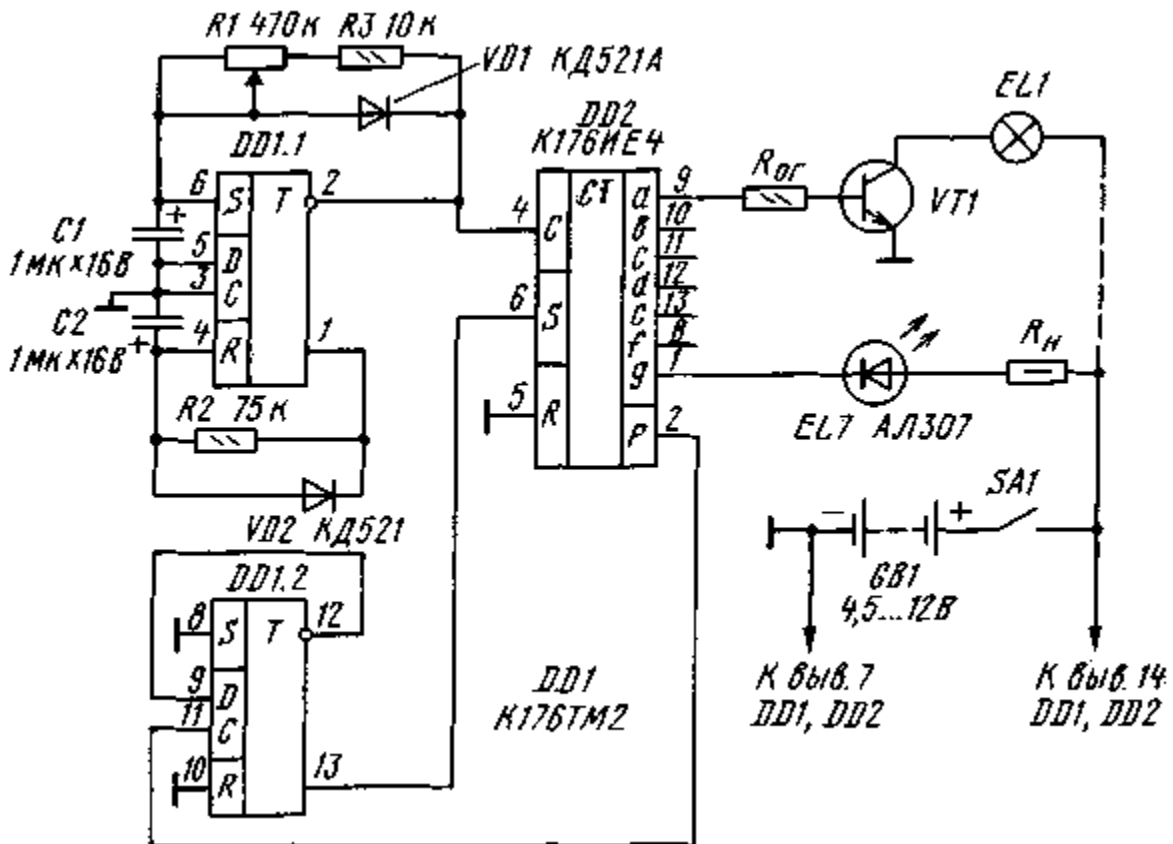
Число импульсов в послылке определяется введенным в счетчик (с помощью шифратора в двоичном коде) числом, дополняющим его до 10. Чтобы получить серию из десяти импульсов, в счетчик вводят число 10 (о том, как формируются послылки импульсов в этом случае, будет рассказано далее). Последний импульс послылки переводит счетчик в нулевое состояние (0000), и на выходе элемента совпадения появляется напряжение, запрещающее работу мультивибратора.



Вариант №13. Автомат световых эффектов

Автомат способен управлять семью нагрузками-гирляндами. Причем в качестве гирлянд допустимо использовать единственный источник света – миниатюрную лампу накаливания, например, типа СМ или светодиод серий АЛ102, АЛ307. В автомате использованы две микросхемы. На триггере DD1.1 выполнен генератор импульсов, частоту (и скважность) которого можно изме-

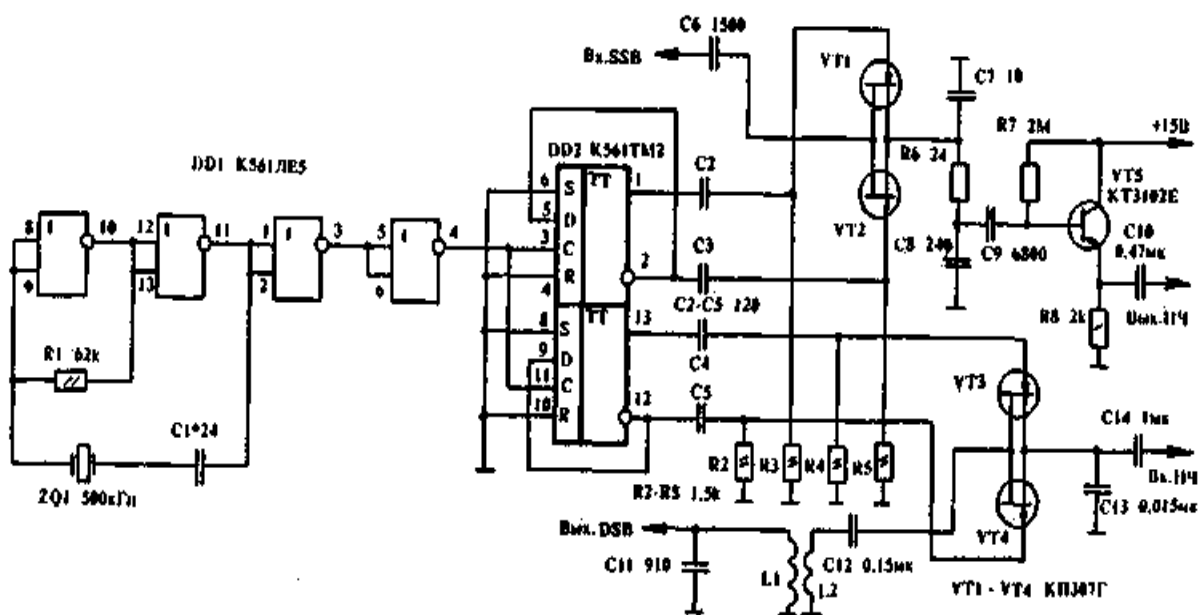
нять переменным резистором R1. Триггер DD1.2 включен по схеме счетного триггера – его инверсный выход (вывод 12) соединен с входом D (вывод 9), а на вход C (вывод 11) поступают импульсы с выхода переполнения P (вывод 2) счетчика-дешифратора DD2. Прямой выход триггера DD1.2 (вывод 13) подключен к входу S (вывод 6) счетчика-дешифратора DD2. После поступления на вход C счетчика-дешифратора десятого импульса состояние триггера DD1.2 изменяется на противоположное, что вызывает изменение напряжения на выходах а-г счетчика-дешифратора, к которым подключены нагрузки. Продолжительность свечения гирлянд и пауз между их зажиганием зависит от частоты импульсов, поступающих на счетный вход микросхемы DD2. Плавно эту частоту можно изменять переменным резистором R1, а грубо – подбором конденсаторов C1 и C2.



Вариант №14. Модулятор/демодулятор

Модулятор/демодулятор представляет собой устройство выборки-хранения (УВХ) мгновенных значений входного сигнала.

Ключи состоят из параллельно соединенных и поочередно работающих полевых транзисторов. Они управляются импульсами опроса положительной полярности, формируемыми RC-цепочками из передних фронтов прямоугольных импульсов, вырабатываемых делителями частот на триггерах DD2. Из задних фронтов вырабатываются отрицательные импульсы, служащие для компенсации вредного эффекта проникновения управляющего импульса в коммутируемую реальным ключом цепь. Токовый режим ключа модулятора дополнительно снижает такую вероятность в случае большого разброса номиналов RC-цепочек. В паузах ключи заперты постоянным напряжением на каналах, получаемым путем выпрямления импульсов опроса р-п переходами запор-канал.

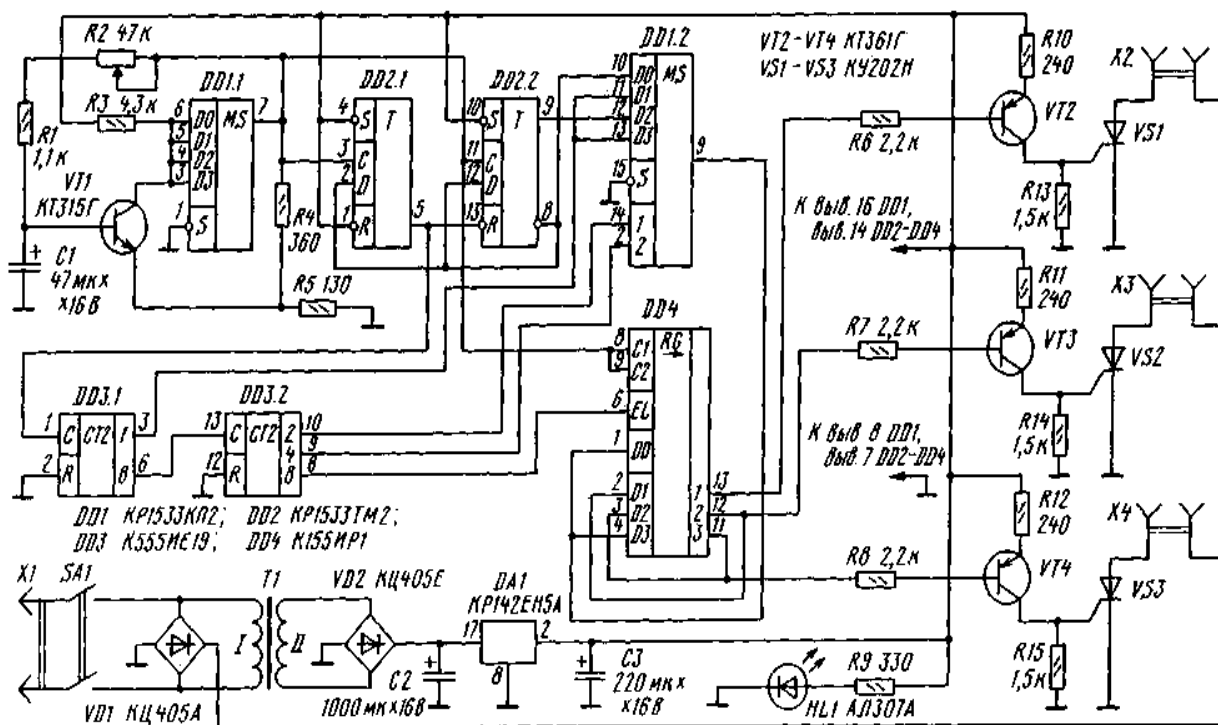


Вариант №15. Переключатель трех гирлянд

Переключатель позволяет получить эффекты «бегущие огни», «бегущая тень» и «накапливающееся» включение-выключение гирлянд. На мультиплексоре DD1.1 и транзисторе VT1 собран задающий генератор. Частоту вырабатываемых им импульсов можно плавно изменять переменным резистором R2 в широких пределах. Построение генератора на одном из мультиплексоров микросхемы DD1 позволило сократить общее число корпусов

микросхем. Информационные входы мультиплексора DD1.1 соединены вместе, поэтому при любых сигналах на адресном входе он работает как повторитель. Сигнал с выхода задающего генератора поступает на делитель частоты на три, выполненный на триггерах DD2.1 и DD2.2. Скважность сигнала на выходе триггера DD2.1 равна $3/2$, а на выходе триггера DD2.2 – 3. К одному из выходов делителя частоты подключен восьмиразрядный счетчик, собранный на микросхеме DD3.

На микросхеме DD4 построен трехразрядный реверсивный регистр сдвига. Роль информационного входа регистра играют соединенные вместе входы DO и D3. При низком логическом уровне на входе EL происходит сдвиг информации вправо, а при высоком – влево. От уровня напряжения на этом входе зависит направление переключения гирлянд. На объединенные тактовые входы C1 и C2 поступают импульсы с задающего генератора.



Последовательность импульсов, поступающая на вход регистра, формируется с помощью мультиплексора DD1.2. Если на адресный вход подан код 0, на вход регистра DD4 поступают импульсы высокого уровня со скважностью $3/2$, их частота в три раза меньше частоты задающего генератора. При этом последо-

вательность зажигания гирлянд соответствует эффекту «бегущие огни». Когда на адресном входе присутствует код 2, на выходе мультиплексора появляются импульсы скважности 3. В этом случае образуется эффект «бегущая тень». Если же на адресном входе код 1 или 3, на выход мультиплексора проходит сигнал с выхода первого разряда счетчика DD3.1. Сигнал имеет форму меандра, а частота импульсов в шесть раз меньше частоты задающего генератора. Такая последовательность импульсов необходима для получения «накапливающегося» включения-выключения гирлянд.