

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**Автономное профессиональное образовательное учреждение Удмуртской Республики  
«Техникум радиоэлектроники и информационных технологий им. А.В.  
Воскресенского»**

**Практические работы  
по дисциплине ОПД.10 «Информационные технологии в профессиональной  
деятельности»  
Специальность: 11.02.02 Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной  
техники**

Разработал  
преподаватель:

Е.А. Падерина

Ижевск, 2024

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

### **Оформление технической документации в текстовом редакторе**

**Задание:** Внимательно изучите теоретический материал, составьте краткий опорный конспект. Используйте условные обозначения, схемы.

#### **Теоретический материал**

##### **Оформление технической документации в текстовом редакторе**

Для указания соответствующих действий на формах ТИ по усмотрению разработчика документов могут быть применены два способа описания:

- с разбивкой текста на операции;
- с разбивкой текста на разделы.

При применении способа описания с разбивкой текста на операции следует руководствоваться требованиями соответствующих стандартов ЕСТД к оформлению документов с текстом, разбитым на графы, предназначенных для описания технологических процессов и операций.

В комплект документов на процесс допускается включать, помимо форм ТИ, другие виды документов, например маршрутную карту, комплектовочную карту, карту эскизов, ведомость удельных норм расхода материалов и т.п.

Включение указанных выше видов документов в комплект документов на процесс устанавливает разработчик документов, исходя из поставленных им задач, например включение маршрутной карты обеспечивает указание данных о нормах расхода материалов, расчете трудозатрат, а также машинную обработку информации.

При описании на формах ТИ технологических процессов, специализированных по методам изготовления или ремонта изделий (их составных частей), в графе 4 основной надписи следует указывать обозначение ТИ по ГОСТ 3.1201, например К.2510615.00017 (технологическая инструкция на единичный технологический процесс испытаний на функциональность). В графе 25 основной надписи следует проставлять обозначение основного технологического документа, в котором описан маршрут изготовления или ремонта данного изделия.

При применении форм ТИ для описания отдельных операций технологического процесса указанным документам следует присваивать соответствующее обозначение операционной карты (ОК) по ГОСТ 3.1201, например К.6010675.00021 (операционная карта единичной операции испытания на герметичность), а в графе 28 основной надписи давать условное обозначение вида документа (через дробь) – ТИ/ОК.

В основном технологическом документе необходимо сделать соответствующую ссылку на обозначение данного вида документа.

При записи на формах ТИ информации о применяемых материалах или комплектующих составных частях (сборочных единицах) наиболее целесообразно использовать необходимые формы документов, установленные стандартами ЕСТД, или соответствующую таблицу согласно Примерам построения таблиц для указания сведений о применяемых оборудовании, материалах и технологической оснастке.

Полноту и комплектность записи информации о материалах или комплектующих составных частях изделий (сборочных единиц) устанавливает разработчик документов.

Запись на формах ТИ информации о материалах или комплектующих составных частях изделий (сборочных единиц), содержания выполняемых действий, указании средств технологического оснащения, технологических режимах и т.п. следует выполнять без привязки к соответствующим служебным символам, установленным соответствующими стандартами ЕСТД.

Степень детализации записи при описании текста содержания выполняемых действий зависит от стадии разработки документов и определяется разработчиком документов, например маршрутное, операционное описание.

При применении операционного описания операций текст следует разбивать на переходы с указанием их обозначений и содержания, например:

«1 Установить и закрепить изделие в приспособлении

2 Подсоединить к выходному штуцеру шланг».

Допускается за обозначением в конце содержания перехода не ставить точку.

Запись содержания переходов следует выполнять в соответствии с Классификатором технологических переходов машиностроения и приборостроения 1 89 187.

Запись обозначения и наименования операции следует выполнять с новой строки, например:

«5 Испытания климатические».

Допускается за обозначением операции и в конце записи наименования операции не ставить точки. Между обозначением и наименованием операции следует оставлять пробел в два - три интервала. Между строкой, в которой выполнена запись наименования операции, и содержанием также следует оставлять пробел в две - три строки.

Запись наименований операций следует выполнять в соответствии с Классификатором технологических операций машиностроения и приборостроения 1 85 151.

Запись обозначения и наименования оборудования следует выполнять за наименованием операции с новой строки с оставлением пробела между обозначением и наименованием в два - три интервала, например:

«АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ стенд».

Запись наименования оборудования следует выполнять со строчной буквы, а обозначения или модели оборудования – цифрами и прописными буквами.

При необходимости в указанную информацию допускается включать и другие сведения, например «инвентарный номер оборудования» или «количество единиц оборудования».

Допускается вышеуказанную информацию оформлять в виде таблицы в соответствии с Примерами построения таблиц для указания сведений о применяемых оборудовании, материалах и технологической оснастке.

Запись обозначений и наименований технологической оснастки следует располагать за текстом записи содержания перехода, в котором она была впервые применена, например:

«1 Подсоединить изделие к стенду

АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ ключ гаечный 9×12

АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ отвертка».

Допускается общие данные о технологической оснастке к операции приводить, не привязывая к содержанию перехода, и оформлять эти сведения в виде таблицы в соответствии с Примерами построения таблиц для указания сведений о применяемых оборудовании, материалах и технологической оснастке.

Запись данных о технологических режимах следует располагать непосредственно за текстом содержания перехода (при условии указания двух - трех данных) или с новой строки, например:

«3 Установить давление в магистралях трубопровода изделия  $P = (140 \pm 5)$  Па».

или «2 Испытать изделия

$I = 40$  А;  $V = 220$  В;  $P = (20 \pm 3)$  Па; температура  $t = +90$  °С».

Запись данных следует выполнять с указанием соответствующих единиц физических величин через разделительный знак «;».

При применении способа описания с разбивкой текста на разделы, подразделы, пункты и подпункты следует руководствоваться требованиями ГОСТ 2.105.

Необходимость последовательности расположения разделов, степени детализации их, разбивки на подразделы, пункты и подпункты устанавливает разработчик документов.

Примечание — В целях единообразия правил оформления таких документов предлагается примерная последовательность указания информации по разделам:

- Вводная часть
- 1 Требования безопасности труда
- 2 Оборудование
- 3 Материалы
- 4 Технологическая оснастка
- 5 Описание процесса (действия)
- Приложения

По усмотрению разработчика документов допускается формы ТИ использовать для разработки инструкций по охране труда (ИОТ).

Текст документа должен быть изложен так, чтобы исключить различные толкования.

В документах должны быть использованы термины и определения, установленные соответствующими нормативными документами (НД).

Не следует применять для одного и того же понятия синонимы.

В документах следует применять допускаемые сокращения слов и словосочетаний, условные обозначения единиц физических величин, характеристик, параметров, графических обозначений и т.д., установленные соответствующими НД, обеспечивающие правильное восприятие описания выполняемых действий исполнителем и исключающие различные толкования изложенного в документе текста.

Условные обозначения единиц физических величин, характеристик, параметров, графических обозначений и т.д. следует применять только с цифровыми значениями, причем перед условным обозначением, при необходимости, указывают наименование условного обозначения, а за цифровым значением – размерность, например:

«Выдержать давление  $P = 80$  Па в течение  $T = 1-2$  мин».

Допускается перед числовым значением параметра знак « $\Rightarrow$ » не указывать, например:

«Скорость нагрева должна быть  $v 10$  °С/мин».

Общепринятые условные обозначения геометрических размеров и режимов выполнения технологических процессов, установленные соответствующими НД, следует применять без наименований условного обозначения, а при установленных общих единицах физических величин – без указания размерности, например:

«После запрессовки проверить  $l = (60 \pm 0,8)$ »;

«Развернуть  $\varnothing 18 + 0,018$ , выдерживая режим  $S = 0,05$  и  $n = 100$ ».

Математические знаки и знаки «№» (номер), «%» (процент) следует применять только с цифровым значением, например:

«Открыть вентиль № 3, после чего закрыть вентиль № 2»;

«Проверить 100 % изделий на герметичность».

Значения характеристик, параметров, физических величин следует записывать цифрами с предельными отклонениями.

Предельные отклонения следует записывать в строку за цифровым значением с указанием знаков расположения поля допуска.

При симметричном расположении поля допуска правила его записи зависят от применяемого метода проектирования документа:

без использования средств механизации и автоматизации значение отклонения записывают со знаками « $\pm$ », например  $l = 20 \pm 0,5$ ;

с использованием средств механизации и автоматизации правила записи зависят от конкретных применяемых средств и значение отклонения записывают со знаком «+ -», например  $l = 20 + - 0,5$ , или со знаком « $\pm$ ».

При одностороннем или двустороннем несимметричном расположении поля допусков независимо от применяемых методов проектирования значение отклонений

следует записывать в строку с использованием разделительного знака «;» для двустороннего и одностороннего верхнего и нижнего пределов поля допуска, например:

Ø30 - 0,05;

Ø30 - 0,025; -0,05;

Ø30 + 0,085; +0,06;

Ø50 - 0,07; +0,109.

Числовые значения величин, не имеющие предельных отклонений, записывают словами, например:

«При отрицательных результатах испытаний для повторных испытаний число изделий увеличивается в два раза»;

«Обернуть изделие в битумированную бумагу БУ-Б ГОСТ 515 в три слоя»

При записи информации о комплектующих составных частях изделия (сборочной единицы) по усмотрению разработчика следует указывать соответствующие обозначения их позиций согласно чертежу или карте эскизов (КЭ).

Информацию о комплектующих составных частях изделия (сборочной единицы) следует указывать в сводном виде перед описанием технологического процесса (операции) или в тексте содержания операции.

В целях оптимизации записи указанной информации для технологических процессов при повторном или многократном применении в разных операциях допускается одноразовая ее запись с указанием соответствующих номеров операций.

Это же правило можно применить при указании соответствующей информации о материалах и средствах технологического оснащения, например:

«АБВГ.ХХХХХХ.ХХХХ ацетон технический ГОСТ 2768(опер. № № 005; 025; 040)»;

«АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ лупа 7-кратная ГОСТ 25706 (опер. № № 015; 025; 050)».

При представлении в документах информации о стандартизованных изделиях, СТО и материалах с указанием соответствующего стандарта или другого НД, по которому данное изделие, СТО или материал изготавливают, допускается не указывать в обозначении НД две последние цифры года утверждения при условии записи полного обозначения НД в комплектовочной карте (КК) по ГОСТ 3.1123, в ведомости оборудования (ВОб) по ГОСТ 3.1122, в ведомости оснастки (ВО) по ГОСТ 3.1122 и в ведомости материалов (ВМ) по ГОСТ 3.1123 или при условии введения в конце текстового документа ссылок на данные с полным обозначением НД и указанием, где в текстовом документе это обозначение использовано.

Примеры ссылок на данные приведены в Примерах построения таблиц для указания ссылок на данные.

Допускается данную информацию с указанием года утверждения НД вместо КК, ВОб, ВО и ВМ вносить в основной технологический документ [маршрутную карту (МК), карту технологического процесса (КТП) или карту типового технологического процесса (КТТП)]. В этом случае ссылки на данные в конце текстового документа приводить не следует.

В документах с описанием технологических процессов, специализированных по отдельным методам, применяемым при изготовлении или ремонте изделий (их составных частей), на стадиях разработки технологической документации «Предварительный проект», «Опытный образец (опытная партия)», «Опытный ремонт», разовое и мелкосерийное изготовление изделий в целях оптимизации записи вносимой информации могут быть даны ссылки на стандарты предприятия. При ссылке указывают только обозначение документа, например: «Испытать по 2.2 АБВГ.ХХХХХХ.ХХХПМ».

При передаче технологической документации на другое предприятие стандарты предприятия, на которые имеются ссылки в текстовых документах, должны быть приложены к комплекту технологической документации, а конструкторские документы,

на которые имеются ссылки, должны быть включены в комплект передаваемой на это предприятие конструкторской документации.

В документах следует приводить графические иллюстрации: эскизы, схемы, графики, диаграммы, таблицы.

Правила выполнения таких документов - по ГОСТ 3.1128.

Критерии оценивания

Оценка «5» ставится, если конспект составлен правильно

Оценка «4» ставится, если в конспекты допущены незначительные ошибки

Оценка «3» ставится, если в конспекте допущены грубые ошибки, пропущен значительный материал

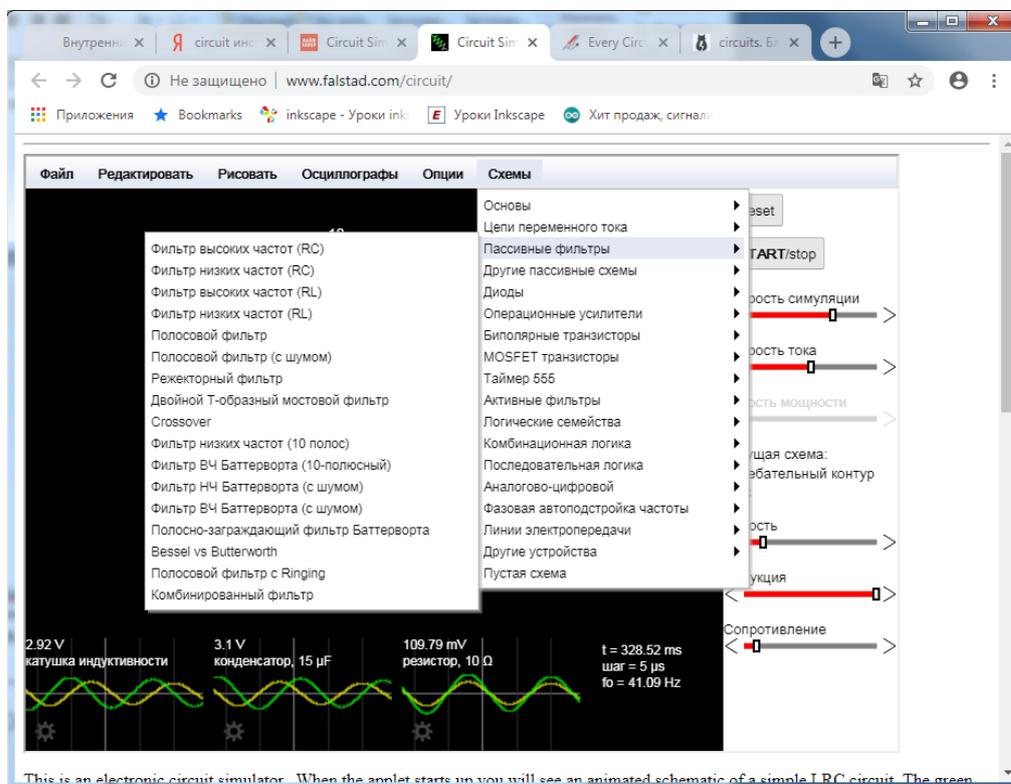
Оценка «2» ставится, если конспект составлен неверно.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 База встроенных схем

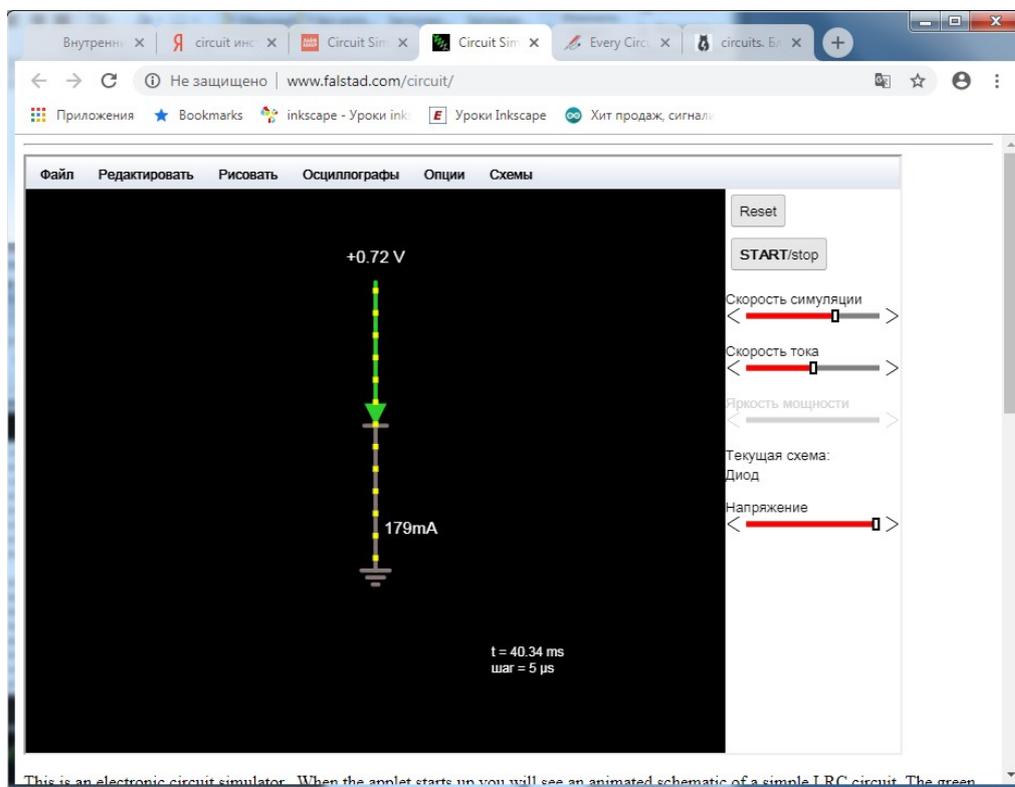
Приложение Circuit Simulator запускается прямо в браузере и не требует каких-либо дополнительных пакетов.

**Задание:** откройте и исследуйте схемы ВАХ диода, мостовой выпрямитель, инвертирующий усилитель.

В данном приложении есть база схем, которую можно найти в меню программы:



Вот, например, схема диода, которую можно исследовать:



Критерии оценивания

Оценка «5» ставится, если выполнены все задания правильно

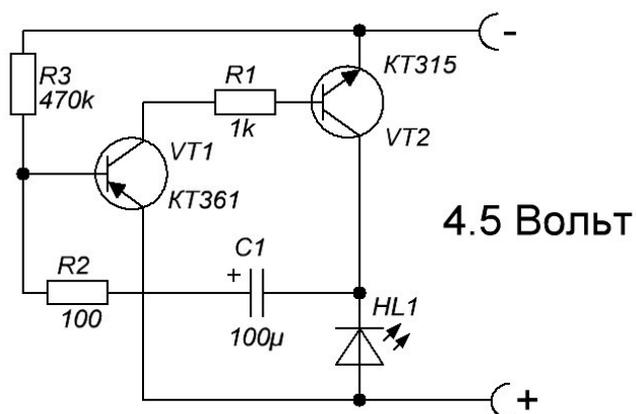
Оценка «4» ставится, если выполнено не менее 80% заданий правильно

Оценка «3» ставится, если выполнено не менее 60% заданий правильно

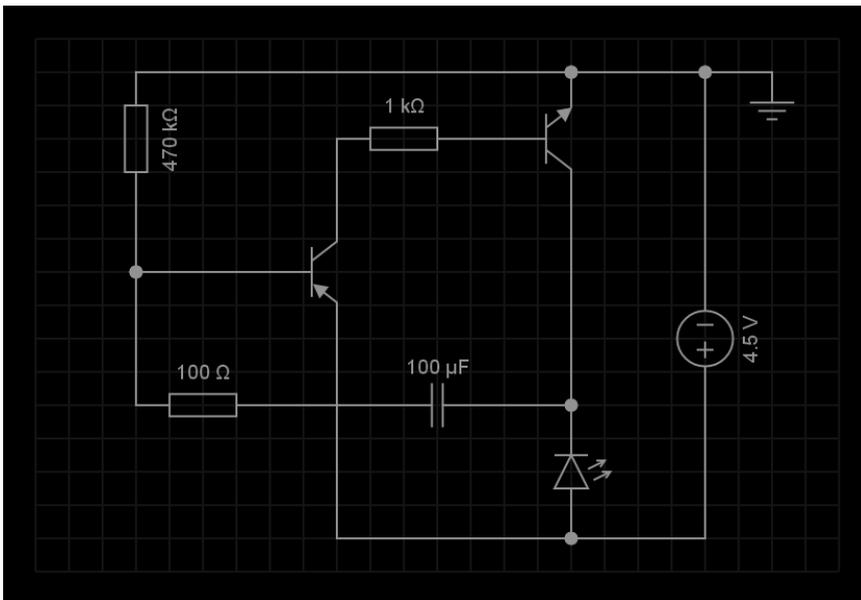
Оценка «2» ставится, если выполнено менее 60% заданий правильно

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3 Работа в программе Circuit со схемами

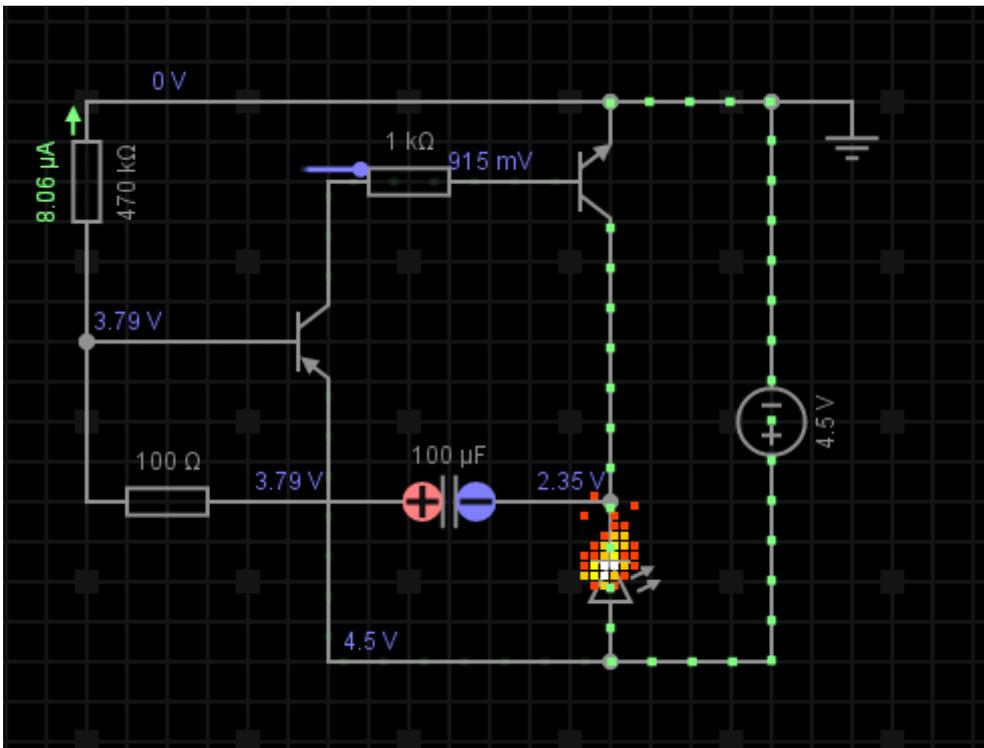
**Задание:** смоделировать схему в программе.



Собираем схему в Every Circuit:



Вот так примерно выглядит уже сэмулированная схема:



Поначалу покажет, что светодиод сгоревший и схема типа не рабочая. Надо просто немного подождать, чтобы схема вошла в устойчивое состояние. Все таки это не реальные радиоэлементы, а их математические модели.

### Критерии оценивания

Оценка «5» ставится, если выполнены все задания правильно

Оценка «4» ставится, если выполнено не менее 80% заданий правильно

Оценка «3» ставится, если выполнено не менее 60% заданий правильно

Оценка «2» ставится, если выполнено менее 60% заданий правильно

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

### Создание схем в EWB

#### Составление схем и моделирование их работы

#### Составление простейших электрических схем постоянного тока.

Рассмотрим эту процедуру на примере:

Дана схема, состоящая из одного последовательно включенного резистора  $R_1 = 0,5 \text{ Ом}$  и двух параллельно включенных  $R_2 = R_3 = 3 \text{ Ома}$ , которая питается от источника постоянной ЭДС 20 В.

**Задание:** Построить и рассчитать схему. Проверить на модели все токи и напряжения.

**I шаг**-моделирование идеального источника постоянной ЭДС 20 В ( $r = 0$ ).

В строке основных групп компонентов отыскиваем группу **Sources**

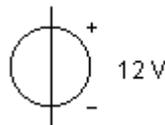


и нажимаем на кнопку .

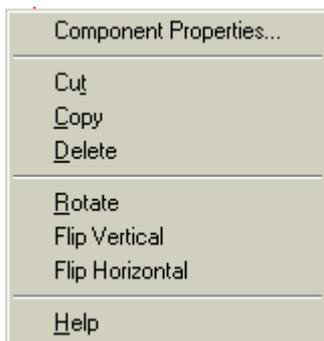
Открывается строка компонентов этой группы,



в ней находим кнопку  и удерживая ее мышкой переносим на экран. На экране



появляется 1-ый компонент схемы, который редактируем с помощью диалогового окна, нажимая правую кнопку мыши.

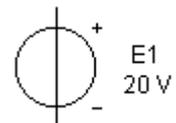


Используя **Component Properties**, открываем следующее окно.



В нем устанавливаем необходимое напряжение и даем обозначение.

В результате на экране получаем источник постоянной ЭДС 20 В.



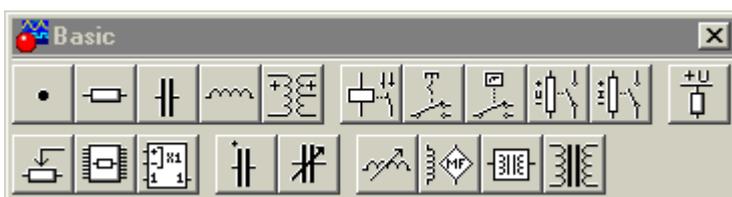
**II шаг**-моделирование трех резисторов 0,5Ом, 3,0Ома и 3,0Ома.

В строке основных групп компонентов отыскиваем группу **Basic**

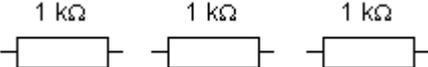


и нажимаем на кнопку  .

Открывается строка компонентов этой группы,

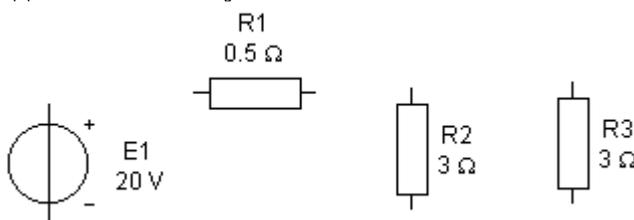


в ней находим кнопку  и удерживая ее мышкой переносим на экран три резистора по очереди.

На экране появляются три остальных компонента схемы,  которые редактируем с помощью диалогового окна.

Меняем величину сопротивления всех трех резисторов, обозначаем их и поворачиваем второй и третий с помощью команды .

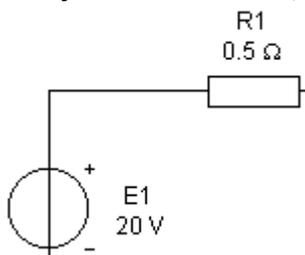
В результате на экране получаем источник постоянной ЭДС и три резистора подготовленные для соединения в схему



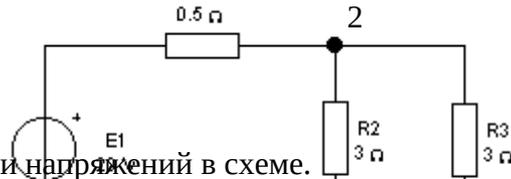
**III шаг**-соединение компонентов в схему.

Для соединения компонентов проводниками нужно подвести указатель мыши к выводу компонента. При этом на выводе появляется черная точка. Нажав на левую кнопку мыши, нужно переместить ее указатель к выводу компонента, с которым нужно соединиться.

Например:



Соединяя таким образом все компоненты, получаем **расчетную** схему.



**IV шаг**-расчет токов и напряжений в схеме.

Для расчета воспользуемся методом эквивалентных преобразований. Согласно теоретическим представлениям эквивалентное сопротивление будет:

$$R_{\text{ЭКВ}} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 0,5 + \frac{3,0 \cdot 3,0}{3,0 + 3,0} = 2 \text{ Ом.}$$

Далее рассчитываем токи  $I_1$ ,  $I_2$  и  $I_3$

$$I_1 = \frac{E_1}{R_{\text{ЭКВ}}} = \frac{20,0}{2,0} = 10,0 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{I_1 \cdot R_2}{R_2 + R_3} = \frac{10,0 \cdot 3,0}{3,0 + 3,0} = 5,0 \text{ A}$$

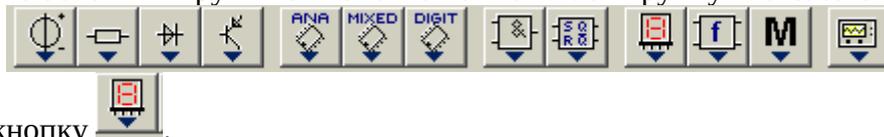
$$I_3 = \frac{I_1 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{10,0 \cdot 3,0}{3,0 + 3,0} = 5,0 \text{ A} .$$

И наконец, рассчитываем напряжение  $U_{23}$

$$U_{23} = I_2 R_2 = I_3 R_3 = 5,0 \cdot 3,0 = 15,0 \text{ В} .$$

**V шаг**-моделирование вольтметра, трех амперметров и их соединение в схему.

В строке основных групп компонентов отыскиваем группу **Indicators**



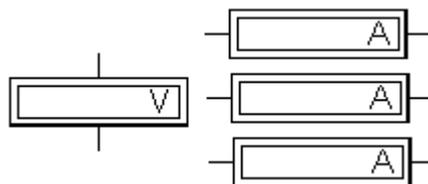
и нажимаем кнопку .

Открывается строка компонентов этой группы,



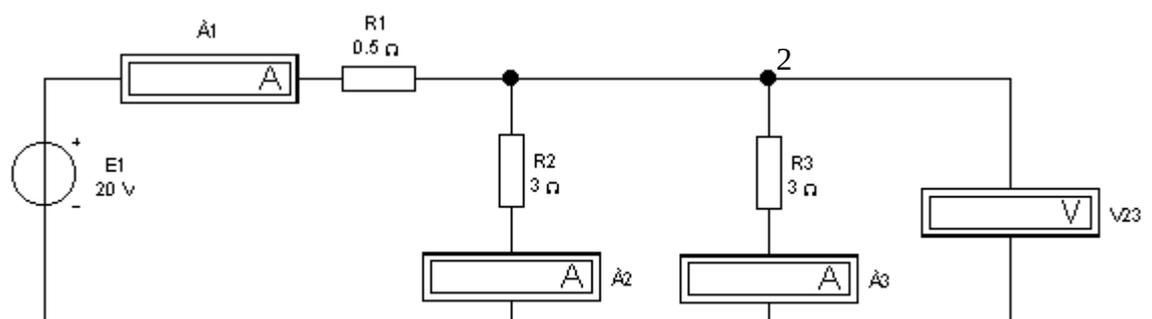
и в ней с помощью кнопок  и  вызываем на экран вольтметры и амперметры.

На экране получаем один вольтметр и три амперметра



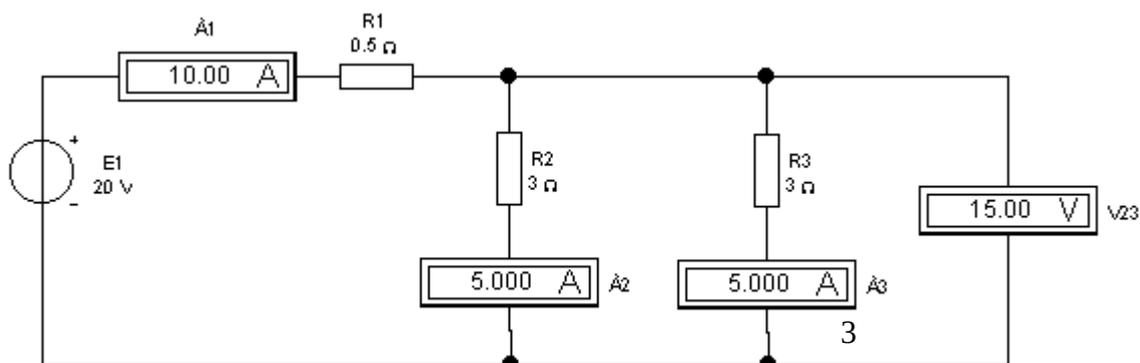
Редактируем типы измерительных приборов, их обозначения и расположение на схеме аналогично предыдущим компонентам с помощью диалоговых окон.

Увеличивая размеры **расчетной** схемы так, чтобы измерительные приборы поместились в ней, получаем **схему для моделирования**.



**VI шаг**-включение схемы для моделирования и получение результатов.

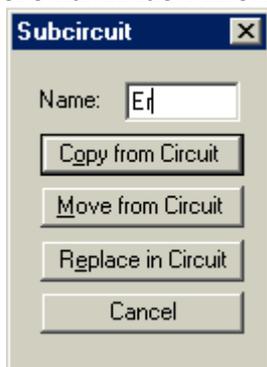
Нажав в правом верхнем углу клавишу , получаем показания приборов.



Остановка процесса осуществляется с помощью той же клавиши .

Если необходим реальный источник постоянного напряжения ( $r \neq 0$ ), то можно составить схему из идеального источника ЭДС  $E_1$  и резистора  $r$  и выделить эту схему в виде специальной электрической цепи.

Для этого нажимаем кнопку  и появляется диалоговое окно **Subcircuit**,



в котором редактируем данную электрическую цепь.

Сначала необходимо ввести имя цепи, например  $E_r$ , затем скопировать её по команде **Copy from Circuit**.

В результате в строке основных групп компонентов схем под кнопкой , где хранятся все специальные цепи, появляется новый компонент.

Теперь нажав на нее, получаем предварительное окно  и затем,

придерживая с помощью мышки кнопку , получим список специальных цепей



В этом списке выбираем необходимый компонент, например **Subcircuit “E<sub>r</sub>”**, по команде **Accept** получаем специальную цепь , которая представляет реальный источник постоянного напряжения  $E_1=20$  В с внутренним сопротивлением  $r = 20$  Ом.

Поскольку в данной программе не предусмотрен ваттметр, то его также собирают в виде специальной схемы и помещают под кнопкой .

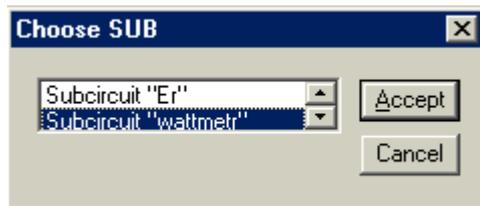
При необходимости с помощью этой кнопки вызываем предварительное окно



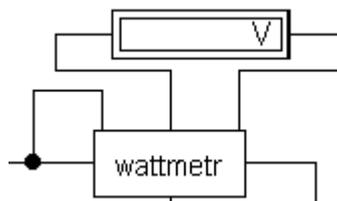
и затем, придерживая с помощью мышки кнопку



, получим список специальных цепей



В этом списке выбираем необходимый компонент, например **Subcircuit “wattmetr”**, нажимаем кнопку **Accept** и получаем специальную цепь,



которая встраивается специальным образом в схему для измерений. Так как у ваттметра нет собственного индикатора показаний, то используется вольтметр, который присоединяется к дополнительным выводам прибора. Показания в вольтах в этом случае надо считать как ватты.

### Критерии оценивания

Оценка «5» ставится, если выполнены все задания правильно

Оценка «4» ставится, если выполнено не менее 80% заданий правильно

Оценка «3» ставится, если выполнено не менее 60% заданий правильно

Оценка «2» ставится, если выполнено менее 60% заданий правильно

## Практическая работа № 5

### Диагностика схем в EWB

#### Диагностика простейших электрических схем переменного тока.

Рассмотрим эту процедуру *на примере*:

Дана разветвленная схема переменного тока, состоящая из резисторов  $R_1 = 0,5 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_3 = 3 \text{ Ома}$ , конденсатора  $C_2 = 796 \text{ мкФ}$  и индуктивности  $L_3 = 12,7 \text{ мГн}$ , которая питается от источника переменного напряжения  $220 \text{ В}$  и частотой  $50 \text{ Гц}$ .

**Задание:** Построить и рассчитать схему. Проверить на модели все токи, напряжения и мощность.

**I шаг**-моделирование источника переменного напряжения  $220 \text{ В}$  и частотой  $50 \text{ Гц}$ .

В строке основных групп компонентов отыскиваем группу **Sources**



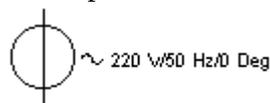
и нажимаем на кнопку .

Открывается строка компонентов этой группы,



в ней находим кнопку  и удерживая ее мышкой переносим на экран.

На экране появляется 1-ый компонент схемы,



который не требует редактирования.

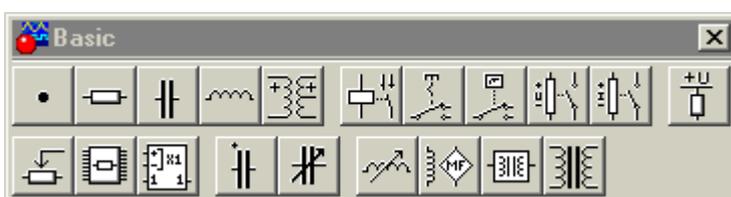
**II шаг**-моделирование трех резисторов  $0,5 \text{ Ом}$ ,  $3,0 \text{ Ом}$  и  $3,0 \text{ Ом}$ , конденсатора  $796 \text{ мкФ}$  и индуктивности  $12,7 \text{ мГн}$ .

В строке основных групп компонентов отыскиваем группу **Basic**



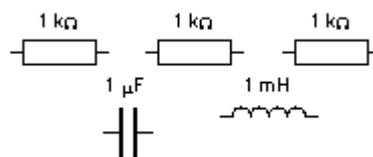
и нажимаем на кнопку .

Открывается строка компонентов этой группы,



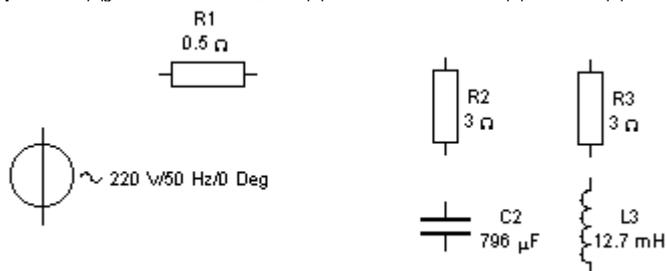
в ней находим кнопки ,  и , удерживая мышкой кнопки переносим на экран резисторы, емкость и индуктивность по очереди.

На экране появляются остальные компоненты схемы, которые редактируем с помощью диалогового окна.



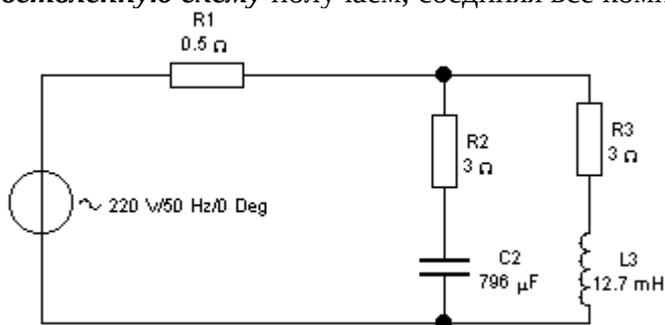
Изменяем сопротивления всех трех резисторов, емкость конденсатора и индуктивность катушки, обозначаем и поворачиваем изображения элементов.

В результате на экране получаем источник переменного напряжения, три резистора, конденсатор и индуктивность, подготовленные для соединения в схему



**III шаг**-соединение компонентов в схему.

*Расчетную разветвленную схему* получаем, соединяя все компоненты.



**IV шаг**-расчет токов, напряжений и мощности в схеме.

Для расчета воспользуемся методом эквивалентного сопротивления в комплексном виде. Сначала рассчитаем реактивные сопротивления

$$X_{C2} = \frac{1}{2\pi f C2} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 796 \cdot 10^{-6}} = 4 \text{ Ом}$$

и 
$$X_{L3} = 2\pi f L3 = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 12,7 \cdot 10^{-3} = 4 \text{ Ом}$$

Затем комплексные сопротивления ветвей

$$Z_2 = R_2 - jX_{C2} = \sqrt{R_2^2 + X_{C2}^2} \cdot e^{-j \arctg \frac{X_{C2}}{R_2}} = 3 - j4 = \sqrt{3^2 + 4^2} \cdot e^{-j \arctg \frac{4}{3}},$$

$$Z_2 = 5,0 \cdot e^{-j53^\circ} \text{ Ом},$$

$$\underline{Z}_3 = R_3 + jX_{L3} = \sqrt{R_3^2 + X_{L3}^2} \cdot e^{-j \arctg \frac{X_{L3}}{R_3}} = 3 + j4 = \sqrt{3^2 + 4^2} \cdot e^{j \arctg \frac{4}{3}},$$

$$\underline{Z}_2 = 5,0 \cdot e^{j53^\circ} \text{ Ом.}$$

Далее сопротивление двух параллельных ветвей и эквивалентное сопротивление цепи:

$$\underline{Z}_{23} = \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = \frac{5,0 \cdot e^{-j53^\circ} \cdot 5,0 \cdot e^{j53^\circ}}{3 - j4 + 3 + j4} = \frac{25,0 \cdot e^{j0^\circ}}{6} = 4,17 \cdot e^{j0^\circ} \text{ Ом,}$$

$$\underline{Z}_{\text{ЭКВ}} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_{23} = 0,5 \cdot e^{j0^\circ} + 4,17 \cdot e^{j0^\circ} = 4,67 \cdot e^{j0^\circ} \text{ Ом.}$$

И, наконец, рассчитываем токи, напряжения и мощность:

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}}{\underline{Z}_{\text{ЭКВ}}} = \frac{220}{4,67} = 47,11 \text{ А, } \dot{U}_1 = \dot{I}_1 \underline{Z}_1 = 47,11 \cdot 0,5 = 23,55 \text{ В,}$$

$$\dot{U}_{23} = \dot{I}_1 \underline{Z}_{23} = 47,11 \cdot 4,17 = 196,45 \text{ В,}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_{23}}{\underline{Z}_2} = \frac{196,45}{5,0 \cdot e^{-j53^\circ}} = 39,29 \cdot e^{j53^\circ} \text{ А,}$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_{23}}{\underline{Z}_3} = \frac{196,45}{5,0 \cdot e^{j53^\circ}} = 39,29 \cdot e^{-j53^\circ} \text{ А.}$$

Определяем активную мощность цепи согласно известной формуле

$$P = I_1^2 \cdot R_{\text{ЭКВ}} = 47,11^2 \cdot 4,67 = 10364 \text{ Вт.}$$

**Шаг**-моделирование вольтметра, трех амперметров и ваттметра и их соединение в схему.

В строке основных групп компонентов отыскиваем группу **Indicators**



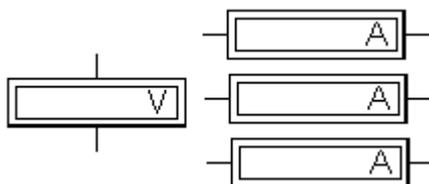
и нажимаем кнопку .

Открывается строка компонентов этой группы,



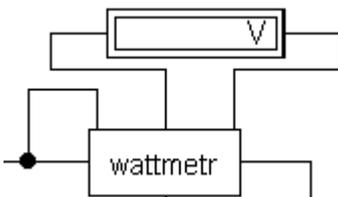
и в ней с помощью кнопок  и  вызываем на экран вольтметры и амперметры.

На экране получаем один вольтметр и три амперметра



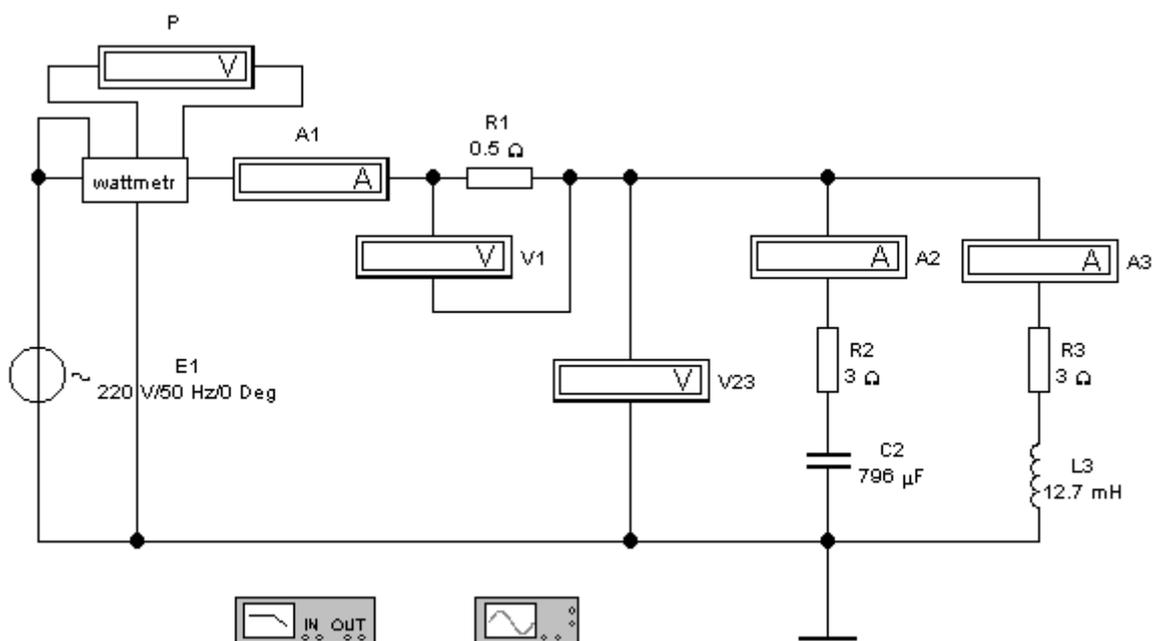
Редактируем типы измерительных приборов, их обозначения и расположение на схеме аналогично предыдущим компонентам с помощью диалоговых окон.

Так как ни в одной группе компонентов нет ваттметра, модель этого прибора (wattmetr) находим в наборе подсхем,



при этом сам прибор выполнен по специальной схеме, а индикатором является вольтметр.

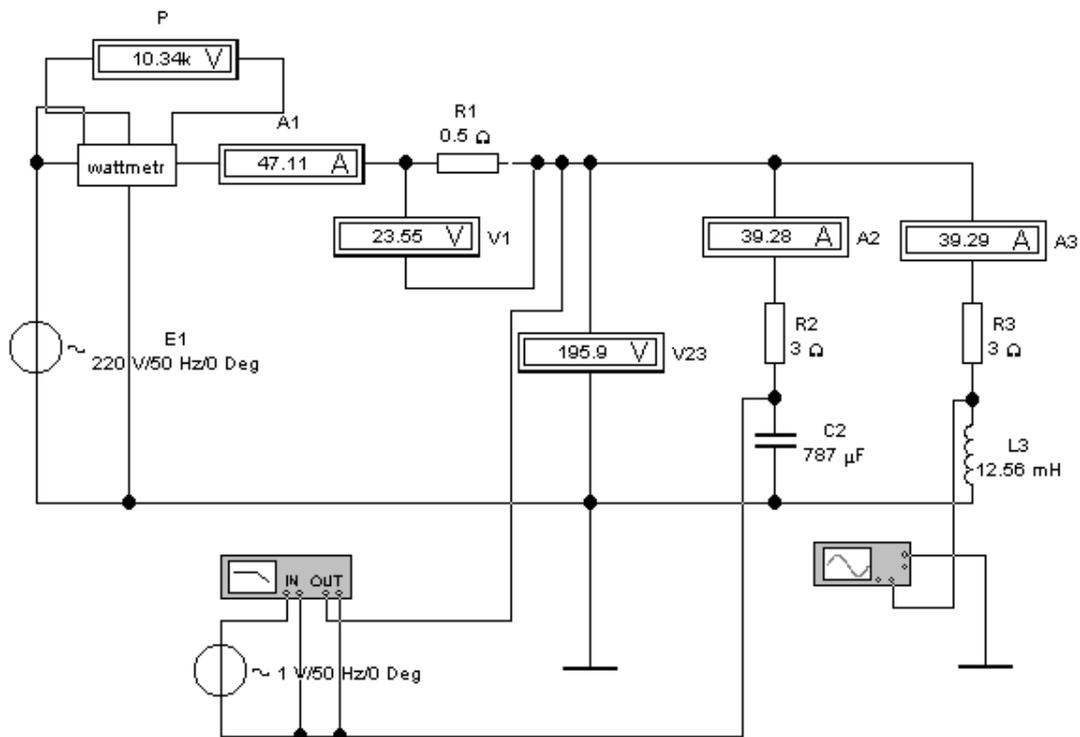
Увеличивая размеры *расчетной* схемы так, чтобы измерительные приборы поместились в ней, получаем *схему для моделирования*.



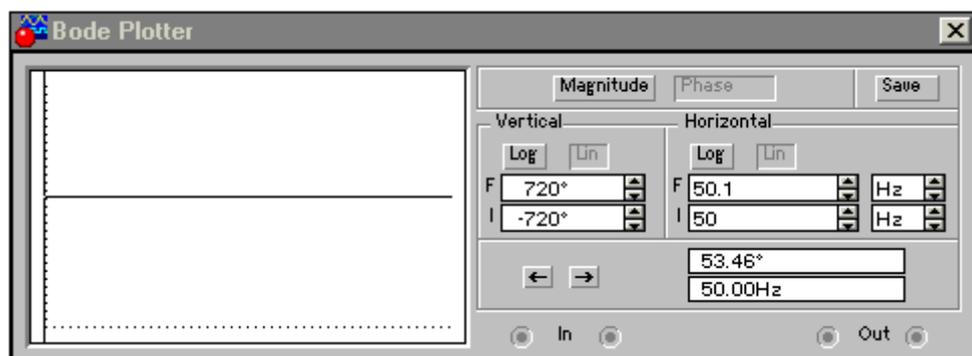
В этой схеме возможно применение графопостроителя (**Bode Plotter**) для измерения фазового сдвига и осциллографа (**Oscilloscope**) для получения формы кривой напряжения

**VI шаг**-включение схемы для моделирования и получение результатов.

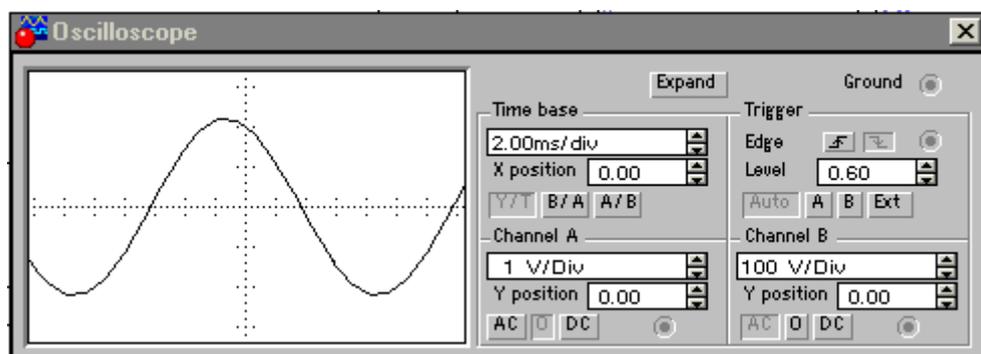
Нажав в правом верхнем углу клавишу , получаем показания приборов.



При этом **Bode Plotter** показывает фазовый сдвиг  $\varphi = 53,46^\circ$  между напряжением  $U_{23}$  и током  $I_2$ ,



а осциллограф показывает форму кривой напряжения на индуктивности.



### Критерии оценивания

Оценка «5» ставится, если выполнены все задания правильно

Оценка «4» ставится, если выполнено не менее 80% заданий правильно

Оценка «3» ставится, если выполнено не менее 60% заданий правильно

Оценка «2» ставится, если выполнено менее 60% заданий правильно

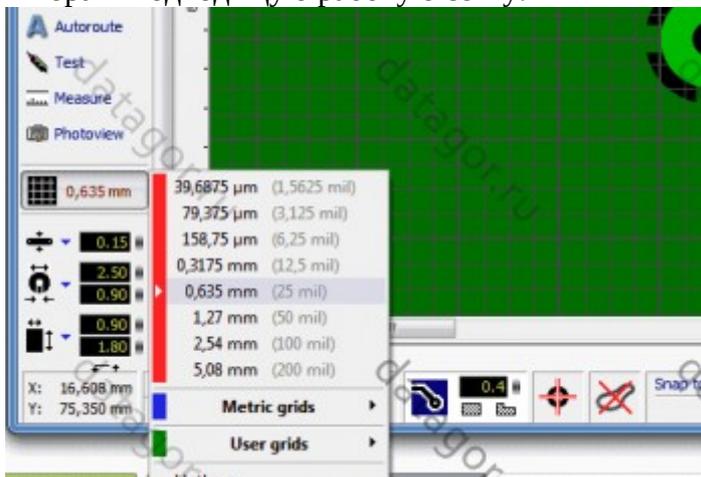
### Практическая работа № 6

## Разработка печатной платы

**Задание:** создать новый проект, задать название платы и предполагаемый размер (его позднее легко откорректировать).

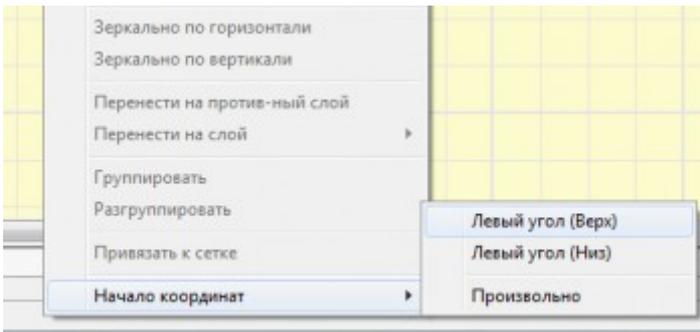


Выбрать подходящую рабочую сетку.

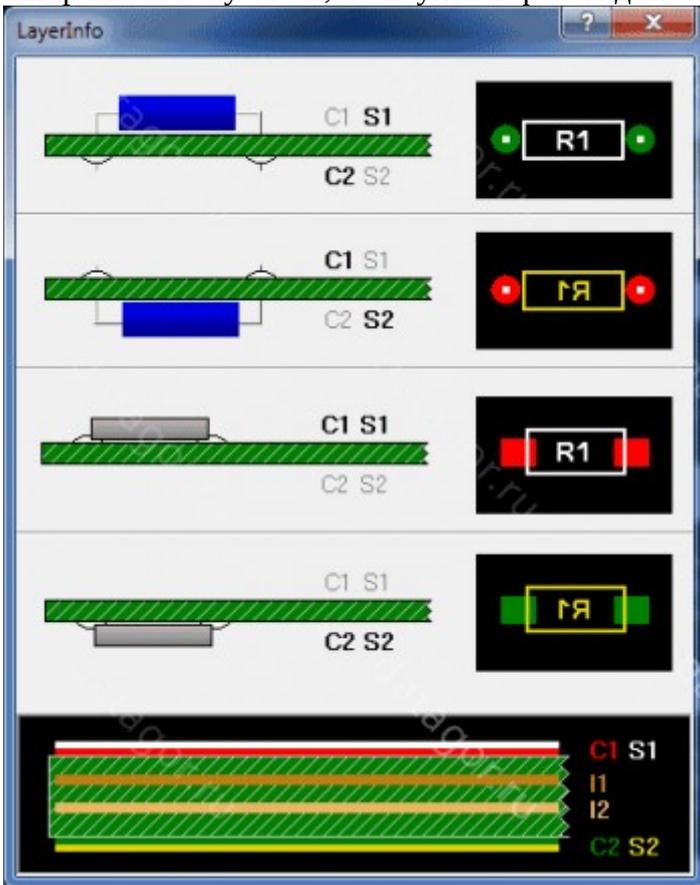


Для небольших проектов с крупными элементами подходит сетка 1,27 мм, для более продвинутых и плотных 0,635 мм и так далее. Размещаться элементы и дорожки будут с привязкой к узлам этой сетки. Можно сделать сетку для советских деталей: 2,5 мм или 1 мм.

Далее нужно выставить нулевую точку, чтоб удобнее было работать с линейкой программы. Если её установить после добавления элементов, сбивается их привязка к сетке.

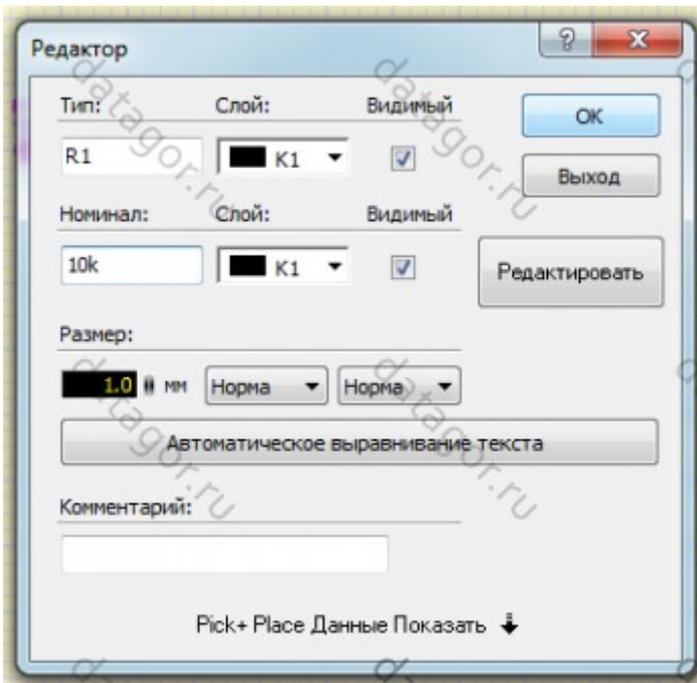


Выбрать систему слоёв, пользуйтесь фотовидом.

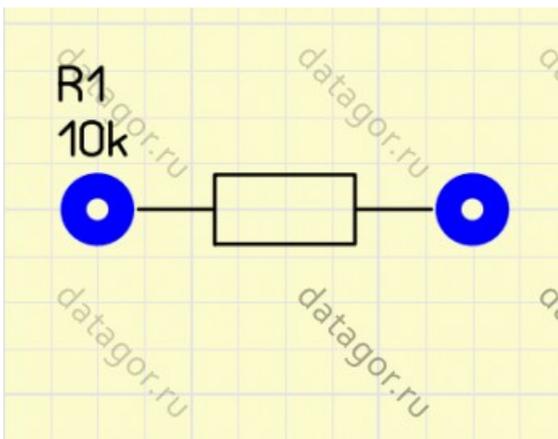


Надписи нужно сделать на слоях для надписей, а дорожки и полигоны - на слоях для меди.

Добавьте детали на плату. На данном этапе не следует путать местами значения «Тип» и «Номинал».

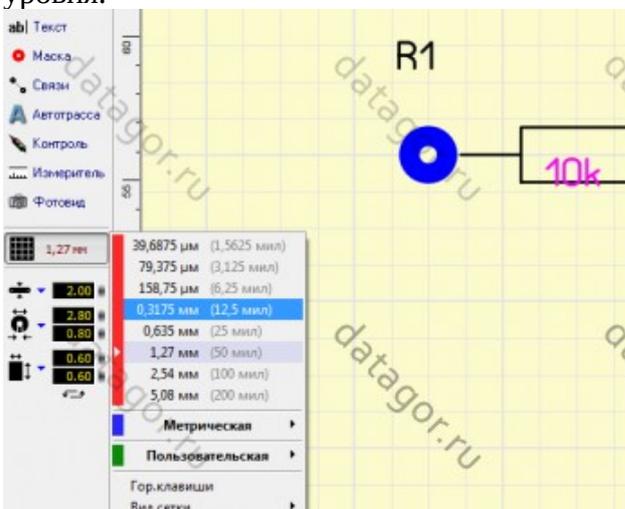


Ввести значения:

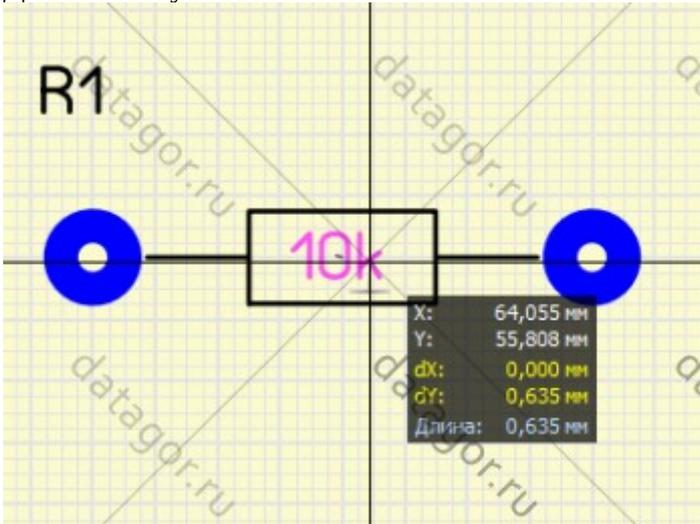


Маркировку распределить и «уплотнить».

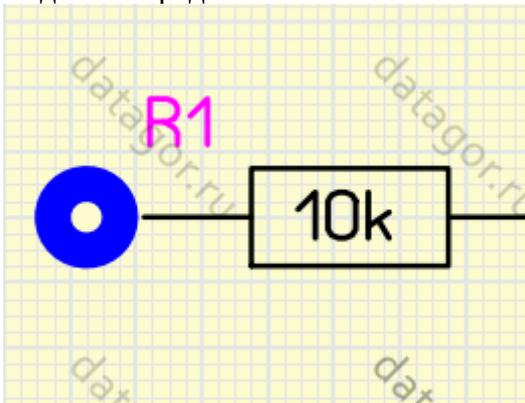
Выбирать номинал. Перед этим нужно уменьшить величину сетки до приемлемого уровня.



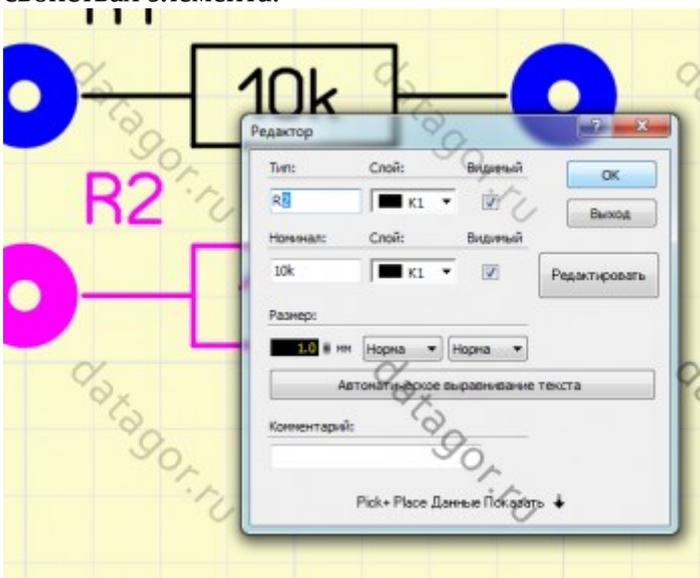
Должно получиться:



Переместить обозначение элемента поближе. Если необходимо, можно его повернуть выделив перед этим.

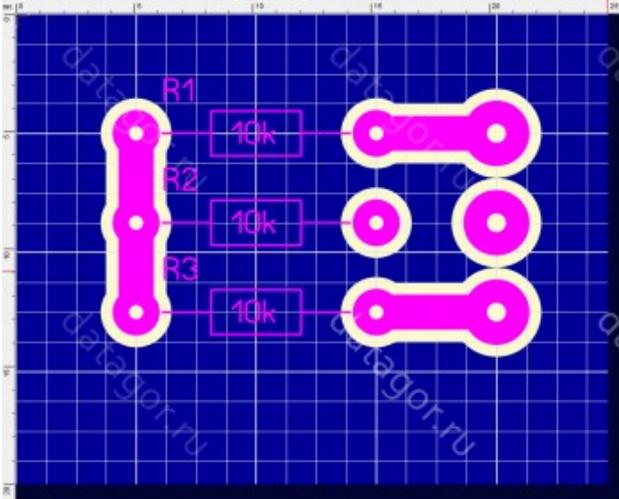


Далее, чтоб не мучатся так с каждым элементом, просто его копируем и меняем данные в свойствах элемента.

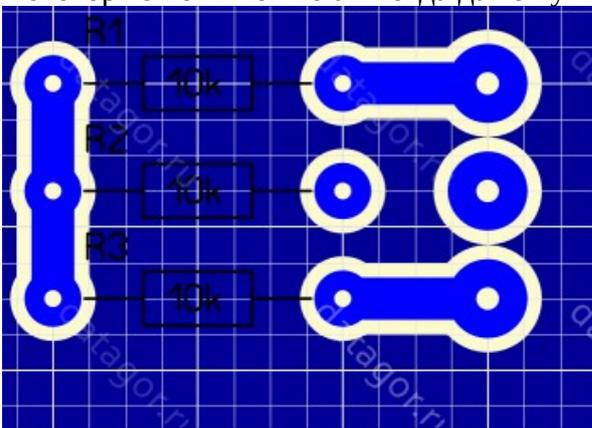


Минимизировать площадь стравливаемой меди. Для этого выбираем все элементы на

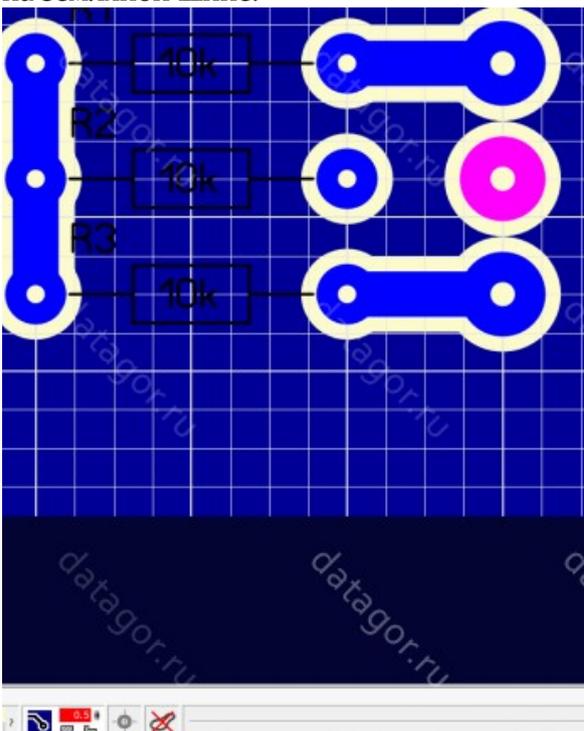
плате и жмём внизу окна программы кнопку «Металлизация» и меняем значение на приемлемое, например 0.5 мм.



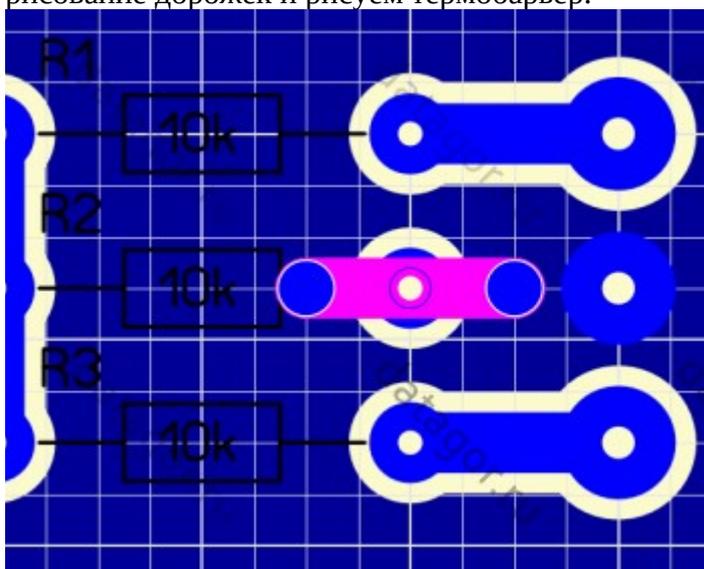
Некоторые ноги можно а иногда даже нужно посадить на металлизированный участок.



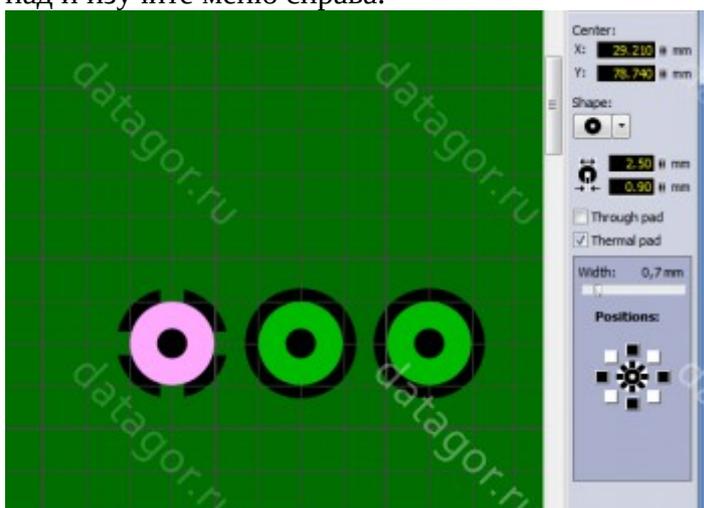
Выбираем нужные ноги и меняем значение отступа металлизации на 0. Всё, теперь нога на земляной шине.



А если нужен термобарьер для облегчения пайки на больших полигонах? Выбираем рисование дорожек и рисуем термобарьер.



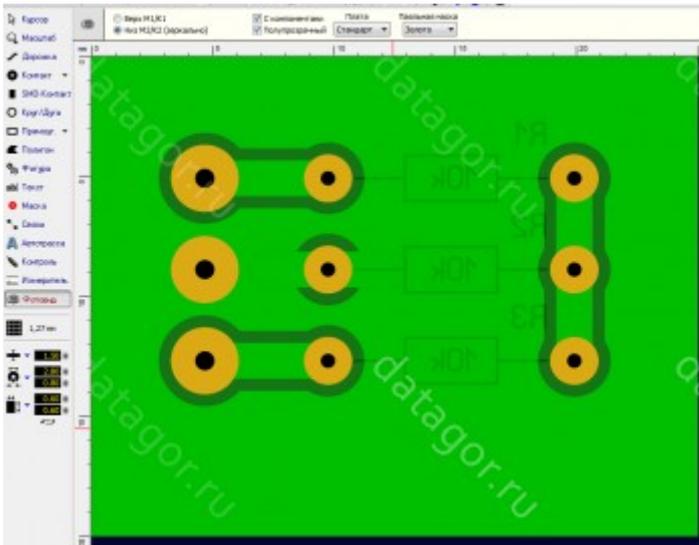
Это самый простейший и очевидный способ. Но можно так же воспользоваться встроенными возможностями программы по созданию термобарьеров. Выделите нужный пэд и изучите меню справа.



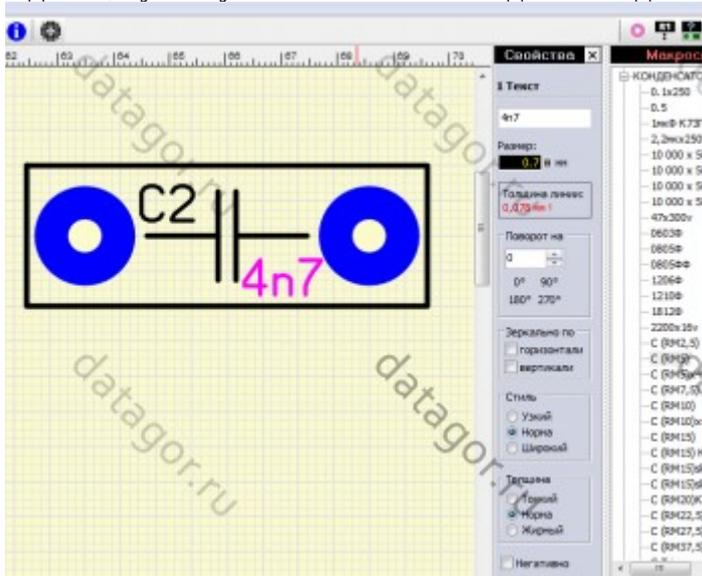
Поставьте галку "Термобарьер" и настройте направление и ширину "мостиков" барьера. Очень удобно тем, что можно настроить сразу много площадок. Работает функция термобарьера только на включенном автоматическом полигоне земли.

Поддерживается не всеми версиями Sprint-Layout.

Посмотрите результат нажав кнопку «фотовид».

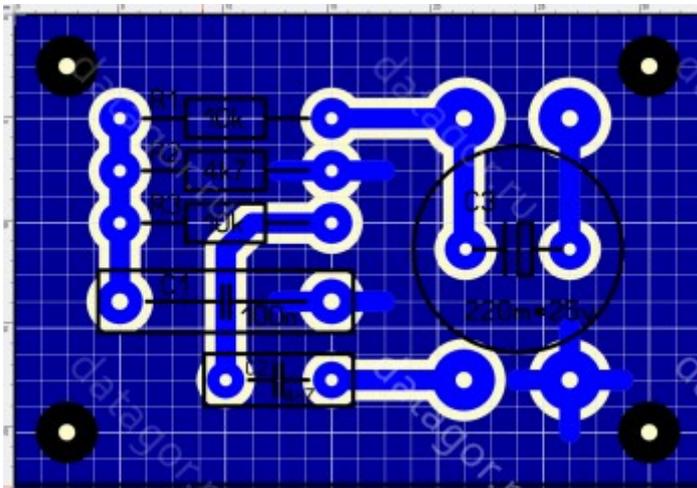
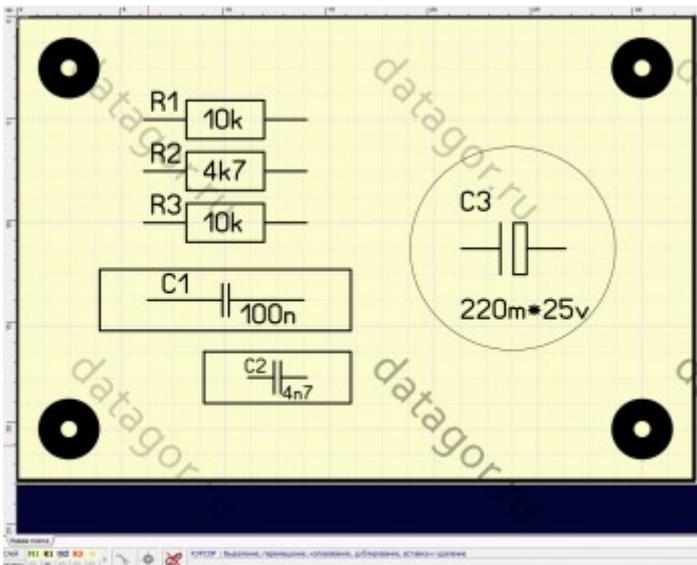


Нюанс — можно редактировать размер надписей элементов по отдельности, для этого выделяем нужный элемент и жмем справа кнопку свойств. Настройки довольно обширны. Однако, лучше устанавливать все надписи в едином стиле.



Чтоб все рисунки элементов на плате имели единообразный вид и толщину линий, делаем следующее:

1. выбираем слой с маркировкой элементов;
2. отключаем слой дорожек;
3. выбираем всё (ctrl+A);
4. регулируем толщину линий всех элементов одновременно;
5. снова активируем слой дорожек.



Можно настроить цвета слоёв в программе по всему вкусу.

При добавлении элементов формируется их список.

Разумеется, более верной практикой является главенство схемы в проекте, тогда и создание списка элементов - дело программы для рисования схем.

### Критерии оценивания

Оценка «5» ставится, если выполнены все задания правильно

Оценка «4» ставится, если выполнено не менее 80% заданий правильно

Оценка «3» ставится, если выполнено не менее 60% заданий правильно

Оценка «2» ставится, если выполнено менее 60% заданий правильно