

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА «ТРИЗ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ» - ПУТЬ К СОВЕРШЕНСТВУ

К.А. Ермолов, В.В. Манойлов,
Санкт-Петербург

В ГБУ ДО ДДТ Красносельского района при обучении по программе «ТРИЗ в практической электронике» мы применяем инструментальный ТРИЗ для усовершенствования имеющихся электронных изделий, а также для создания новых устройств. Количество усовершенствованных и новых устройств с каждым годом растёт.

Новизна и преимущество данной программы по сравнению с типовой состоит в том, что благодаря введению в учебную программу основ ТРИЗ (теории решения изобретательских задач) и современных компьютерных информационных технологий ученику впервые ставится задача: макетировать электронные устройства 1-ой, 2-ой и даже 3-й группы сложности и осуществлять их регулировку и настройку, применяя знания и умения, приобретенные не только по традиционным областям электроники, но и по основам ТРИЗ и компьютерным информационным технологиям. Такая интеграция трёх практических «курсов» способствует развитию творческих изобретательских способностей и даёт возможность ученику в будущем стать высококлассным специалистом, способным, не только эксплуатировать и обслуживать технику, но усовершенствовать и изобретать новые технологии и технические системы.

Этапы реализации.

Программа состоит из трех уровней и четырёх этапов: первые два этапа - 1-й уровень — осуществляются на первом году обучения; третий этап — 2-й уровень - на втором году обучения, четвёртый этап – 3-й уровень - на третьем и последующих годах обучения.

На *первом этапе* реализации образовательной программы основное внимание уделяется «ядру» радиоэлектроники и ТРИЗ, которое представляет собой концентрированную систему основных понятий, объектов, законов и фактов. Овладение «ядром» предметов является обязательным для всех учащихся.

Практическая сторона овладения «ядром» радиоэлектроники осуществляется посредством конструирования основных базовых схем.

Изучение ТРИЗ идет параллельно с освоением «ядра» электроники и излагается понятийными блоками.

Очень важно на начальном этапе дать возможность ученикам в игровой форме познавать мир электроники и «убегать» от её удивительных чудес лишь для того, чтобы на втором этапе постичь причину этих чудес. Собирая радиоприёмники, автоматические осветители, музыкальные звонки, имитаторы звуков, охранные сигнализации с помощью базовых схем конструктора «Знатока» ученики быстро приобретают первоначальные знания и практические навыки.

На входе выше перечисленных схем используется ручное, магнитное, световое, водяное, звуковое, электрическое, а также сенсорное управление. На выходе электронных схем ученики получают не только возможность увидеть, услышать, но и измерить с помощью преподавателя параметры акустического, оптического или

электрического сигнала, применяя контрольно-измерительную аппаратуру (мультиметры, осциллографы).

Конструктор «Знатор» позволяет на первом этапе проанализировать до 320 различных схем, как в теоретическом плане, так и в практическом, а некоторые схемы даже усовершенствовать, применяя знания ТРИЗ.

На *втором этапе* образовательной программы основное внимание уделяется практическим навыкам в изготовлении макетов различных электронных устройств 1-ой группы сложности, их настройке и нахождению неисправностей. К электронным устройствам 1-ой группы сложности относятся макеты, содержащие не более 15-20 электронных компонентов.

К концу второго этапа учащиеся должны овладеть основными правилами ТРИЗ для решения изобретательских задач третьего уровня сложности.

Во время второго этапа меньше уделяется времени теории, а больше практике и творческим заданиям. В теоретической части от изучения отдельных элементов электрических схем дети переходят к изучению основных принципиальных схем электроники, каждая из которых содержит не менее 10 электронных компонентов.

В практической части уменьшается использование элементов конструктора «Знатор», а возрастает количество схем, выполняемых методом пайки.

В творческой части расширяются и углубляются знания по ТРИЗ в части: информационного фонда ТРИЗ, алгоритма решения изобретательских задач, приёмов разрешения противоречий, законов развития технических систем, продолжается изучение веполей. Детям для развития творческого воображения предлагаются методы РТВ: метод Робинзона Крузо, бином и полином фантазии, методы «снежного кома», «золотой рыбки», ступенчатого эворитма.

Задачи для творческих решений берутся из электроники: усовершенствование детекторного приёмника с помощью АРИЗ (алгоритм решения изобретательских задач), усовершенствование приёмника прямого усиления, усовершенствование переговорного устройства. Благодаря этому у подростков должен постепенно формироваться осознанный творческий подход к проблемам и способность найти оригинальное решение.

Третий этап. Все, набравшие необходимое количество баллов и успешно сдавшие зачёт по темам, изучаемым на первом году обучения могут продолжить обучение на втором году в «лаборатории юного изобретателя», а остальные в «лаборатории конструирования электронных устройств».

Обычно «второкурсники» занимаются в большей степени макетированием, чем теорией. В области ТРИЗ идёт продвижение в сторону углубления знаний и практических навыков творчества. Как правило, ученики, лучше успевающие по ТРИЗ создают более интересные творческие разработки, которые могут включать программно-управляемые устройства.

Все этапы – создание монтажной и принципиальной электрических схем, разработка печатной платы, расчёты элементов схем, расчёт характеристик, предварительный анализ работы схемы – осуществляются с помощью компьютерных программных продуктов.

На третьем этапе учебной программы основное внимание уделяется информатике и компьютерным информационным технологиям, а также практическим навыкам в изготовлении макетов различных электронных устройств

2-ой группы сложности, их настройке и нахождению неисправностей при "выходе из строя». К устройствам 2-ой группы сложности относятся макеты, содержащие не менее 30, но не более 40-50 электронных компонентов, включая не только резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы, но и микросхемы, как аналоговые, так и цифровые. В качестве примера можно привести макет изготовления радиостанции УКВ -диапазона. Если передатчик и приемник ее как составные части являются устройствами 1-ой группы сложности, то изготовление радиостанции в едином корпусе уже будет являться устройством 2-ой группы сложности.

На *четвёртом этапе* основное внимание уделяется приобретённым на первых трёх этапах навыкам и их применению для освоения принципа работы современных устройств, в состав которых входят микропроцессоры и другие цифровые и аналоговые микросхемы.

Если на первых трёх этапах учащиеся изготавливают только те устройства, которые требует образовательная программа, то на четвёртом этапе у них появляется больше свободы, и они могут сами выбирать, какие устройства будут им необходимы в быту. Поскольку в составе приборов применяются интеллектуальные устройства – микропроцессоры и микроконтроллеры, перед учениками раскрываются практически безграничные возможности по модернизации и усовершенствованию этих устройств с помощью приёмов ТРИЗ и АРИЗ.

Многих учащихся, победивших в различных конкурсах и олимпиадах («От идеи до воплощения», «Выставка двух моделей», олимпиада по ТРИЗ городского и международного уровней), приглашают усовершенствовать свои знания в высших образовательных учреждениях на льготных условиях.

При реализации программы применяются элементы дистанционного обучения с помощью сайта объединения <http://etriz.ru>. Благодаря этому даже те учащиеся, которое не могут присутствовать на некоторых занятиях, например, из-за болезни, не отстанут от остальных учеников.

Для тех учащихся, которые показывают высокий результат в освоении основной программы, разрабатывается индивидуальный образовательный маршрут, в котором некоторые темы из основной программы изучаются углубленно.

Структура проведения занятий по программе:

Структура проведения занятий включает 6 основных частей:

- 1) изучение теории и практики ТРИЗ. Проводится в форме беседы с записями основных правил, приемов разрешения технических противоречий, решения изобретательских задач по различным разделам техники.
- 2) *изучение раздела электроники* в соответствии с тематическим планом программы. Сначала педагог кратко излагает суть материала, затем учащиеся делают необходимые записи из учебника, рисуют принципиальную схему будущего электронного устройства с перечнем элементов.
- 3) Сборка устройства с помощью паяльника.
- 4) Проверка работоспособности.
- 5) Выявление недостатков устройства.
- 6) Устранение недостатков с помощью приемов ТРИЗ. На этом этапе учащиеся применяя инструментарий ТРИЗ, находят идеи для усовершенствования

изученного и собранного устройства. Часто, для того, чтобы воплотить эти идеи, необходимо изучить новую тему по электронике. В результате на следующем занятии педагог переходит на пункт 2, и процесс повторяется по кругу:



Рассмотрим ход нескольких занятий на которых учащиеся с помощью педагога и инструментов ТРИЗ усовершенствуют электронную техническую систему. В качестве такой системы возьмем обычный светофор.

Для начала педагог предлагает провести анализ светофора с помощью системного оператора. Учащиеся находят три основные подсистемы светофора: 1) Источник информации для участников движения, 2) источник энергии и 3) подсистема управления передачей информации. В качестве надсистемы учащиеся выбирают систему управления движением. Далее система, надсистема и подсистемы рассматриваются в 7-ми временных интервалах: далекое прошлое, прошлое (19 век), прошлое (конец 19-го – начало 20-го века), недалекое прошлое, настоящее, будущее и далекое будущее. В ходе анализа учащиеся составляют следующую таблицу:

	Далекое прошлое	Прошлое (19 век)	Прошлое (конец 19-го – начало 20 века)	Недалекое прошлое	Настоящее	Будущее	Далекое будущее
Надсистема (система управления движением)	Нет. Управляет движением	Нет. На каждом перекрестке	Нет. На каждом перекрестке независимо	Простейшая система, объединяющая	Единая система управления движением	Единая система управления движением	Глобальная (всемирная) система управления

я движение м)	м не требовало сь.	независим ое управлени е	е управление	светофоры и создающая «Зеленые волны»	города, объединяющая все светофоры	страны, объединяющая все светофоры страны	движением
Система	Нет.	Человек или механическое устройство	Газовый светофор	Светофор	Светофор	Светофор, предоставляющий обширную информацию о дорожной обстановке для пешеходов, водителей и электронных устройств, которыми оснащены транспортные средства	Нет. Информацию о режиме движения транспортного средства получает со спутника или других беспроводных систем и само управляется компьютером
Подсистема I (источник информации для участника в движения)	Нет.	Руки человека или механические указатели	Газовая горелка со светофильтром	Лампы накаливания со светофильтрами красного, желтого и зеленого цветов	Светодиоды соответствующих цветов. Громкоговоритель.	Светодиодные табло, громкоговоритель, система связи с электронными устройствами.	Беспроводная система получения информации
Подсистема II (источник энергии)	Нет.	Сила человека	Энергия сгорания топлива	Электричество. Требовалось много энергии	Электричество. Потребляется небольшое количество электроэнергии	Электричество. Потребляется небольшое количество электроэнергии	Электричество. Очень малое потребление электроэнергии
Подсистема III (подсистема управления передачей информации)	Нет.	Мозг человека	Мозг человека	Электрическая схема	Электрическая схема внутри светофора, получающая информацию с единой системы управления движением города	Электрическая схема, подключенная к информационной сети.	Компьютер или сеть компьютеров

Как видно из таблицы, наблюдаются следующие тенденции:

1. Надсистема расширяется и охватывает все большие и большие области: один перекресток, улица, район, город, страна, мир.
2. Количество информации, передаваемое светофором, увеличивается.
3. Потребление электроэнергии светофором понижается.
4. Количество материалов, требующихся для изготовления светофора, уменьшается.
5. Увеличивается роль электронного управления.
6. Все большую роль будут играть беспроводные системы передачи информации.
7. Светофор как таковой исчезнет и будет заменен другими системами.

Далее педагог предлагает учащимся с помощью приемов ТРИЗ усовершенствовать светофор, по одному из приведенных выше аспектов, например, рассмотреть светофор с точки зрения потребляемой электроэнергии и стоимости материалов. Учащиеся формулируют следующую проблему:

Всем известно, как много в больших городах установлено светофоров. На их изготовление уходит много средств, и много электроэнергии, чтобы они выполняли свою главную функцию. В четырехстороннем светофоре установлено 12 излучателей – по три в каждую сторону. Причем в параллельных направлениях всегда горят одни и те же цвета, т.е. информация светофора дублируется. При этом расход электроэнергии также удваивается. Можно ли, сохранив, главную функцию светофора – давать информацию участникам движения, уменьшить потребление электроэнергии? Для этого нужно избавиться от дублирующих излучателей.

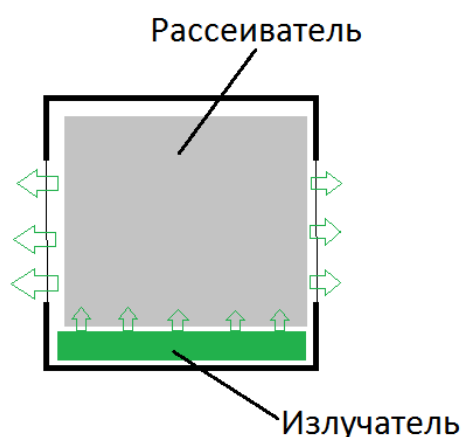
Педагог просит сформулировать возникшее техническое противоречие:

ТП1: Если использовать по одному излучателю, то расход электроэнергии уменьшится в два раза, но при этом светофор будет давать информацию только в определенном направлении.

ТП2: Если использовать по два излучателя (по одному в каждом параллельном направлении), то информацию получают все участники движения, но расход электроэнергии увеличится.

Когда педагог просит учеников найти приемы устранения технических противоречий, учащиеся находят следующие приемы: «универсальности», «перехода в другое измерение» и «посредника».

Универсальность заключается в том, что один и тот же излучатель светит сразу в два направления, вперед и назад. Для этого мы переходим в другое измерение, расположив излучатель перпендикулярно своему первоначальному положению, а в качестве посредника используем рассеиватель света, и, возможно, зеркала. Рассеиватель может быть изготовлен из множества пластиковых прозрачных нитей, в которых свет будет отражаться и преломляться, и выходя в требуемых направлениях.



Далее педагог просит более внимательно рассмотреть конструкцию светофора. Светофор состоит из шести изолированных отсеков, смещенных по вертикали.



Но можно ли ещё упростить и усовершенствовать светофор? Можно, если рассмотреть, в чем заключается главная функция светофора. Педагог спрашивает в чем заключается ГФ светофора:

Светофор – это устройство, которое передаёт информацию участникам движения в виде светового излучения определённого цвета.

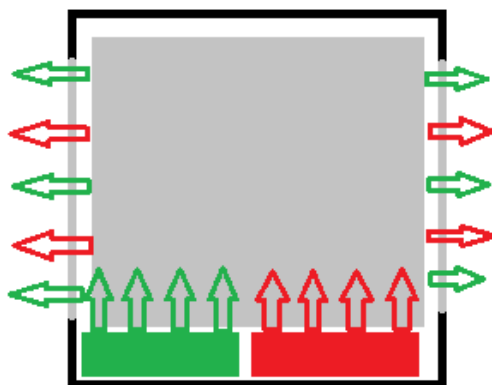
В современном светофоре для этого используется три отсека – отдельный отсек для красного, желтого и зеленого. Из-за этого для изготовления светофора угодит много материалов.

ТП1: Если сделать по три отсека, то светофор будет давать достаточно информации, но на его изготовление уйдет много материалов и средств.

ТП2: Если сделать меньше отсеков, до потребуется меньше материалов и средств, но светофор будет давать меньше информации.

Учащие применяют прием «объединения» и понимают, что можно сделать так, что все три цвета будут излучаться из одного отсека, тогда конструкция сильно упростится. Если ещё учесть, что желтый цвет – это комбинация красного и зеленого, то отпадает необходимость в жёлтом излучателе.

Получается светофор, в которой есть только один отсек. В нем расположены красный и зеленый излучатели. Сначала горит зеленый, затем вместе красный и зеленый (при этом образуется желтый), затем красный.



В такой конструкции большую сложность представляет расположение рассеивателя. Он должен рассеивать красный и зеленый свет таким образом, чтобы

получался желтый. Возникает новое техническое противоречие, которое учащиеся формулируют следующим образом:

ТП1: Если использовать только красный и зеленый излучатель, то светофор будет экономно расходовать электроэнергию, но сложно расположить рассеиватель, чтобы получить равномерный чистый желтый цвет.

ТП2: Если использовать излучатели трех цветов, то легко будет расположить рассеиватель, но экономичность светофора снизится.

Учащиеся применяют прием «периодического действия». Чтобы получить желтый цвет, нужно, чтобы красный и зеленый горели по очереди, с большой скоростью сменяя друг друга.

Можно сделать мигание с большой частотой и для чистых красного и зелёного цветов. Тогда такой светофор будет более заметен для водителя – мерцание очень хорошо замечается боковым зрением.

Однако некоторые водители страдают дальтонизмом, причём, чаще всего на красный свет. Значит, такие люди, смотря на жёлтый свет такого светофора, будут видеть зеленый. Чтобы водитель не оказался в заблуждении, желтый свет такого светофора быстро мигает. В этом случае дальтоники будут видеть часто мигающий зеленый, и таким образом будут понимать, что это желтый.

Чтобы внедрить такой светофор понадобится слегка изменить правила дорожного движения. Но это не является проблемой, т.к. в нашей стране правила меняются достаточно часто.

В результате получился такой светофор:

Светофор имеет вместо трех отсеков, только один, который светится красным, желтым или зеленым, следовательно, экономится материал, из которого сделан светофор.

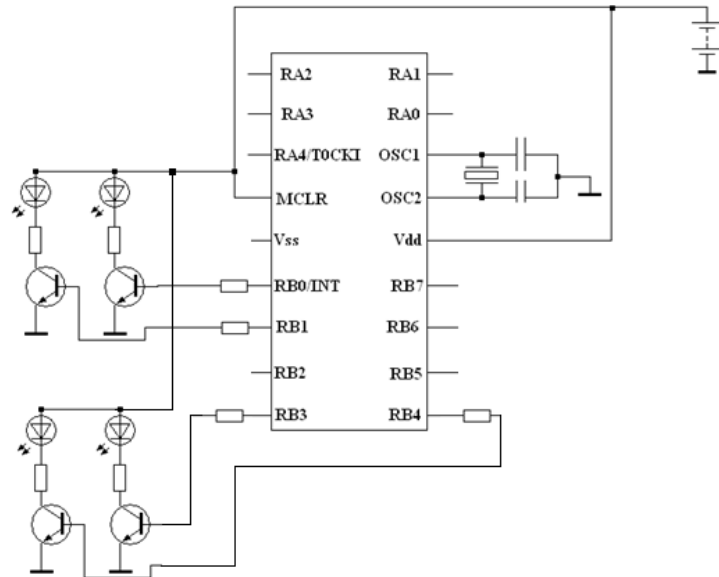
Вместо трех излучателей различных цветов используется два – красный и зеленый, что обеспечивает экономию излучающих элементов.

В каждый момент времени горит не более одного излучателя, а значит происходит экономия электроэнергии.

Мерцание с большой частотой делает светофор более заметным для водителя.

Быстрое мигание желтого цвета исключает ошибку водителя, который не различает цветов.

На рисунке приведена возможная схема такого светофора:



Далее педагог спрашивает:

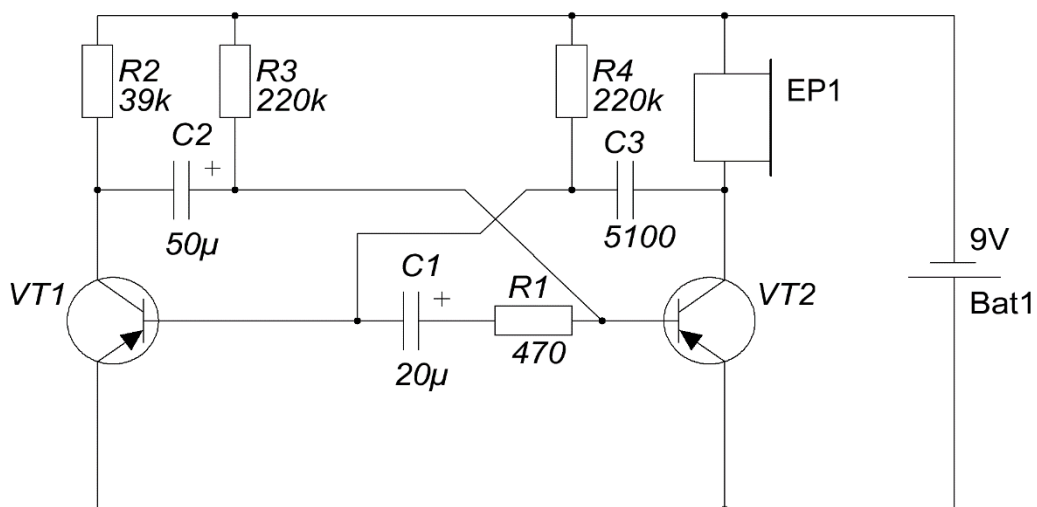
- А что если светофором пользуются не только дальтоники, но еще и плохо видящие или слепые люди? Как нужно изменить светофор? Какое поле добавить?

Учащиеся отвечают:

- Поскольку слепые не видят световое поле, нужно добавить другое поле, например, звуковое. Тогда светофор будет издавать звук. Можно сделать так, что, когда горит зеленый сигнал, светофор издает один звук, а когда красный – другой. Причем звук, соответствующий зеленому сигналу должен быть приятным и успокаивающим, а звук, соответствующих красному сигналу – наоборот, вызывать чувство опасности.

Педагог соглашается с учащимися, и предлагает для зеленого сигнала использовать звук пения канарейки, а для красного – полицейской сирены и показывает соответствующие схемы разных имитаторов звуковых сигналов. На рисунке приведена схема имитатора пения канарейки:

Затем преподаватель ставит перед учениками следующую проблему:



Существуют схемы имитаторы самых разных звуков, причем, обычно, схемы этих устройств значительно отличаются друг от друга. Если нужно имитировать

несколько звуков, приходится собирать несколько устройств, а на это уходит дополнительное время и расходуются дополнительные электронные компоненты. Изменение схемы требуется в связи с тем, что для создания другого звучания необходимо значительно изменить параметры устройства, а значит потребуются другие компоненты и другой порядок их соединения. Какое здесь техническое противоречие и ИКР?

Ученики формулируют следующее техническое противоречие и ИКР:

ТП1: Если собрать разные схемы (с различными параметрами электронных компонентов), то можно получить различные звуки, но на это уйдет много времени и ресурсов.

ТП2: Если не собирать разные схемы, то можно сэкономить время и ресурсы, но звучание будет только одно.

ИКР1: Нужно собрать только одну схему, но она будет издавать разные звуки.

ИКР2: X-элемент в нужное время значительно меняет параметры схемы, благодаря чему появляется другое звучание и отпадает необходимость в другом устройстве.

Далее педагог предлагает в программе ТРИЗ Калькулятор или в таблице выбора приемов определить, что мы хотим изменить по условиям задачи и что при этом ухудшается. Учащиеся приходят к выводу, что мы хотим изменить производительность устройства, а ухудшается удобство изготовления. Программа ТРИЗ Калькулятор (или таблица выбора приемов) предлагает следующие приемы: №24 (принцип посредника), №28 (замена механической схемы) и №35 (изменение физико-химических параметров объекта).

Педагог задает вопрос:

- Если рассматривать прием 35 (изменение физико-химических параметров объекта), то параметры какого объекта в схеме можно максимально изменить?

Ученики приходят к выводу, что этим объектом является транзистор, но возникает физическое противоречие:

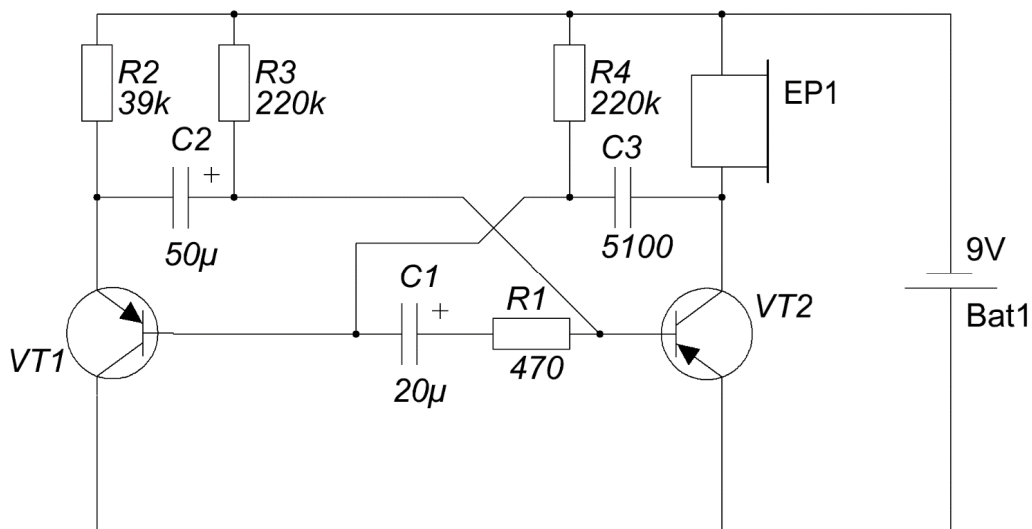
ФП: Транзистор должен обладать определенными параметрами, чтобы схема работала в режиме имитации звука канарейки, но он должен обладать некими другими параметрами, чтобы устройство могло издавать другой звук.

После этого учащиеся ищут приемы разрешения физических противоречий.

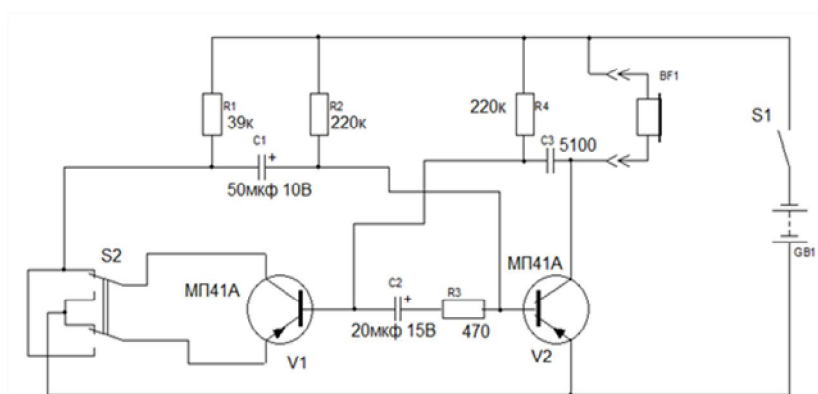
Одним из приемов разрешения физических противоречий является прием «Разрешение противоречивых свойств во времени». В соответствии с этим приемом, в одно время у транзистора должны быть одни параметры, чтобы схема работала в режиме «канарейки», а в другое время — другие параметры, чтобы получился имитатор еще одного звука.

Другим приемом разрешения физических противоречий, который можно применить к рассматриваемой схеме — это прием «Системный переход 1б: от системы к антисистеме или сочетанию системы с антисистемой».

Рассматривая различные схемы включения транзистора, учащиеся приходят к выводу, что антисистемой для транзистора является его инверсная схема включения. Если транзистор VT1 включить инверсно, то получится схема другого имитатора, а именно имитатора полицейской сирены:



Согласуя эту схему с приемами разрешения ТП №28 («Замена механической схемы»), №24 («Принцип посредника») и ИКР (X-элемент меняет параметры схемы), получается такая схема:



X-элементом и посредником в данной схеме является переключатель S2, который меняет коллектор и эмиттер транзистора местами.

Кроме того, в этой схеме происходит переход от неподвижных полей к движущимся (Прием №28 пункт в): До изменения поле действовало на транзистор только в одном направлении, и ток тек только от эмиттера к коллектору, но после изменения, поле может менять свое направление, и ток может течь, как от эмиттера к коллектору, так и от коллектора к эмиттеру.

В результате данное устройство является как имитатором пения канарейки, так и имитатором полицейской сирены.

После усовершенствования схемы имитатора пения канарейки, учащиеся приступают к ее сборке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Из рассмотренных фрагментов занятий в нашем объединении видно, что инструментальный ТРИЗ позволяет проводить детальный анализ имеющихся схем и систем, находить в них недостатки и противоречия, устранять их и создавать новые, усовершенствованные устройства. Кроме того, учащиеся могут более уверенно себя чувствовать в мире электроники, так как им не приходится ограничиваться только

теми схемами, которые приводятся в литературе, а они могут создавать свои собственные устройства, полезные в различных областях жизни человека. Многие из этих устройств учащиеся защищали на различных конкурсах и олимпиадах городского, всероссийского и международного уровней, занимая на них призовые места. За последние 5 лет были созданы такие устройства, как бытовой распределитель мощности, Таймер-Термометр-Термостат с регулятором мощности, биобудильник с имитацией рассвета, элемент умного дома, светомузыкальный миостимулятор, многофункциональный рюкзак, отпугиватель кротов и птиц и др.

Литература

1. Б. С. Иванов. Электронные самоделки. М. Просвещение, 1993.
2. Г. И. Иванов. Формулы творчества или как научиться изобретать. М. Просвещение, 1994.
3. Альтшуллер Г. С., Злотин Б. Л., Зусман А. В. и др., Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач), Кишинев, «Карта Молдовеняскэ», 1989 г.
4. Сборник «Правила игры без правил», Петрозаводск, «Карелия», 1989 г.
5. «Технология развития творческих способностей на базе ТРИЗ» - сост. Т. А. Таратенко, тех. Редактор В. Ю. Давыдова, СПб, 2005 г.
6. Г. И. Иванов. Денис-изобретатель, СПб, «Речь», 2010 г.
7. Сборник «Три поколения ТРИЗ», сост. А. В. Кислов, Е. Л., Пчелкина, СПб, 2014, 2015 гг.