**Пояснительная записка к курсовому проекту**

**по курсу: “Основы проектирования РЭС”**

**Содержание**

Введение

1. Анализ исходных данных и разработка технических требований к конструкции
2. Выбор типов электрорадиоэлементов.
3. Обоснование конструкции.
4. Выбор способа монтажа
5. Расчет конструкции

5.1 Компоновка ФУ РЭС

5.2 Расчет параметров электрических соединений

5.3 Расчёт вибропрочности

5.4 Требования, предъявляемые к конструкции при компоновке

6. Расчёт параметров электрических соединений

6.1 Выбор размеров отверстий в ПП

* 1. Расчёт печатного монтажа

7. Расчёт надёжности приёмника

8. Техническое описание конструкции

Заключение

Список литературы

**Введение**

Для обеспечения дальнейшего роста материального благосостояния граждан России необходим неуклонный рост народного хозяйства, ускорение его перевода на интенсивный путь развития, рациональное использование созданного производственного потенциала, всемерная экономия материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Важной составляющей является повышение эффективности производства, увеличение выпуска и улучшение качества продукции. Осуществление указанных задач в значительной мере реализуется в процессе проектирования, когда разрабатывают конструкцию прибора или машины, выбирают материалы для изготовления деталей, определяют наиболее рациональные их формы, размеры и точность, решают вопросы технологичности, стандартизации, взаимозаменяемости и экономичности, предусматривают необходимость автоматизации и механизации изготовления и сборки деталей и узлов.

Объектом курсового проектирования является миниатюрный радиоприемник, который рассчитан на работу в диапазоне СВ, но при желании на него можно принимать и одну фиксированную радиостанцию длинноволнового диапазона без особого усложнения конструкции. В данном проекте необходимо произвести расчет и сконструировать приемник сигналов в соответствии с заданными электрическими и конструктивными параметрами, предъявленными техническими требованиями, условиями эксплуатации объекта проектирования и с учетом типа производства.

При выполнении курсового проекта необходимо выполнить сборочный чертеж проектируемого устройства, оформить чертеж печатной платы и печатного узла в соответствии с требованиями ЕСКД. На чертеже должны быть указаны необходимые размеры, соответствующие рассчитанным параметрам и другая необходимая информация с учетом требований ГОСТ.

**1. Анализ исходных данных и разработка технических требований к конструкции**

Основанием для разработки любого промышленного изделия является техническое задание (ТЗ), оформленное в виде документа, устанавливающего основное назначение, показатели и требования, предъявляемые к проектируемому изделию, объему, стадиям разработки и составу конструкторской документации.

 Анализ ТЗ должен выполнятся в соответствии с ГОСТ-15001-73.

В данном курсовом проекте разрабатывается миниатюрный радиоприемник.

Принципиальная схема приемника приведена в приложение. Приемник рассчитан на работу в диапазоне СВ. Прием ведется на магнитную антенну WA1. Ее колебательный контур составляет катушка индуктивности L1 и конденсатор переменной емкости С1.

Выделенный контуром сигнал поступает через катушку связи L2 на входной вывод 1 микросхемы DA1. Он связан со входом двухкаскадного усилителя РЧ, расположенного в корпусе микросхемы. Далее усиленный сигнал подается через конденсатор С3 на последующие каскады усиления РЧ, после чего детектируется. Выделенный детектором сигнал ЗЧ предварительно усиливается, а затем с вывода 9 микросхемы подается через фильтр R3C10 на регулятор громкости – переменный резистор R4, а с его движка – на усилитель мощности. Предварительный каскад усилителя мощности выполнен на транзисторе VT1, а двухтактный оконечный – на транзисторах VT2, VT3. Между каскадами введена обратная связь через резистор R7, которая поддерживает нужное рабочее напряжение на выходе усилителя и снижает нелинейные искажения. Конденсатор С13 предотвращает самовозбуждение каскада на транзисторе VT1, терморезистор R8 стабилизирует режим работы выходного каскада при изменении температуры окружающей среды. Нагрузкой усилителя является динамическая головка ВА1.

Питается приемник от батареи аккумуляторов GB1, которую можно периодически подзаряжать через разъем XS1 от зарядного устройства или подходящего блока питания.

Миниатюрный радиоприемник относится к типу переносных приборов. Следовательно, прибор должен иметь малые габариты и массу. Условия эксплуатации устройства, частота вибраций от 10 до 300 Гц, перегрузка 3 g.

Климатические воздействия на изделие примерно в диапазоне рабочих температур t = -20°C ÷ +40°C; влажность 50 ÷ 75 %; атмосферное давление 750 ± 30 мм.рт.ст.

Конструкция устройства должна обеспечивать допуск для быстрой и удобной сборки и разборки, для проведения ремонта и профилактических работ. Для обеспечения экономических требований необходимо стараться не использовать по возможности дорогостоящих элементов и материалов, так как устройство должно быть легко доступно для общего пользования. Так же устройство должно отвечать современным эргономическим требованием, поэтому к вопросу конструирования следует подходить комплексно. Тип производства – мелкосерийное.

По выше перечисленным данным составляются требования к конструкции: внешний вид устройства должен соответствовать современным требованиям к бытовой аппаратуре.

**2. Выбор типов электрорадиоэлементов**

При выборе типов ЭРЭ исходим из требований ТЗ и принципов работы схемы, из которых определяющими являются:

1. номинальные значения, мощность, рабочее напряжение элементов, приведенных в схеме;
2. условия эксплуатации изделия;
3. технические требования к конструкции изделия;
4. требования стандартизации;
5. экономичность конструкции.

На основе данных требований следует придерживаться следующих рекомендаций при выборе ЭРЭ:

* применять в первую очередь стандартные и унифицированные ЭРЭ;
* количество типов и типоразмеров сводить к минимуму;
* допуски на ЭРЭ, если они не заданы, выбирать в пределах 10…20%;
* коэффициент нагрузки по электрическим параметрам не должен превышать 0,5…0,7;
* необходимо учитывать условия эксплуатации: температуру, влажность, давление, данные о биологической среде, виды и параметры механических воздействий, факторов которые не должны превышать условия и режим, установленные в ТУ на ЭРЭ;
* при ограниченных размерах РЭА следует выбирать малогабаритные или микроминиатюрные ЭРЭ;
* при использовании печатного монтажа выбирать специальные предназначенные для него ЭРЭ;
* в целях получения низкой себестоимости РЭА надо наиболее дешевых ЭРЭ при удовлетворении или прочих требований, но что бы в то же время качество и надежность ЭРЭ не ухудшалось.

В разрабатываемой конструкции использованы малогабаритные резисторы – МЛТ – 0,125.

В схеме использованы: конденсаторы – К53-1, КПП2, КМ-4; транзисторы – КТ3102БМ, МП38, МП42, микросхема К157ХА2. В схеме установлен выключатель SA1 совмещённый с регулятором громкости, для навесного монтажа используем провода МГШ и МГБДЛЭ с номинальным сечением 0,1 мм2.

**3. Обоснование конструкции**

Печатный монтаж широко используется в конструкции РЭС. Он выполняется в виде печатных плат. В качестве оснований для печатных плат используют диэлектрик или покрытый диэлектриком металл. В данном случае используется стеклотекстолит СФ – 1Н – 50 ГОСТ 10316-78. Известны односторонние, двухсторонние и многосторонние конструктивные типы ПП. В данном случае используется односторонняя ПП. Она характеризуется повышенной точностью выполнения проводящего рисунка; отсутствием металлизированных отверстий с установкой ЭРЭ на ПП со стороны противоположной пайке; низкой стоимостью.

Толщина ПП определяется габаритными размерами, требованиями к виброустойчивости и вибропрочности. Толщину платы выбираем 1,5 мм.

Метод изготовления ПП выбираем в зависимости от сложности схемы, конструктивно – технологических требований к изделию. Выбираем химический метод изготовления. Он основан на травлении фольгированного диэлектрика. Монтажные отверстия не металлизируются. Метод используется для изготовления ОПП. Преимущества метода – это высокая точность геометрии проводников, так как нет процессов гальванического охлаждения меди. В платах изготовленных химическим методом, вывод ЭРЭ припаивается только к печатной контактной площадке. Это может привести к отслаиванию контактных площадок при повторных перепайках и при действии механических нагрузок. Чем выше класс точности ПП, изготовленных химическим методом, тем хуже ремонтопригодность ФУ и его механическая точность. Плата изготавливается химическим методом 2-го класса точности.

## 4. Выбор способа монтажа

Под монтажом понимается совокупность электрических соединений между ЭРЭ и узлами РЭА, выполненная в соответствии со схемой электрической принципиальной.

Монтаж РЭА должен иметь:

1. высокую надежность соединений;
2. минимальную длину проводников и объем, занимаемый монтажом;
3. минимальное комплексное сопротивление проводников и контактов;
4. минимальную трудоемкость в производстве;
5. стабильность параметров при воздействии дестабилизирующих факторов (изменение температуры, влажности и т.д.);
6. максимальное единообразие для всех узлов, субблоков и блоков в пределах РЭА;
7. свободный допуск к ЭРЭ в процессе регулировки и ремонта.

В данном случае выбираем печатный монтаж, который в настоящее время широко применяется в РЭА серийного и массового производство.

Достоинства печатного монтажа:

* *малые габариты и масса печатных узлов;*
* *стабильные значения паразитных параметров монтажа;*
* *малая трудоемкость, изготовленная и сборки узлов на ПП;*
* *возможность создания полосковых систем ВЧ и СВЧ устройств;*
* *высокая стойкость к воздействию внешних факторов;*
* *возможность автоматизации процессов проектирования узлов на ПП.*

К недостаткам печатного монтажа относится невозможность изменения электрической схемы ФУ без переработки ПП.

## 5. Расчет конструкции

## 5.1 Компоновка ФУ РЭС

Основная цель компоновка – определение массы ФУ, коэффициента заполнения объема, коэффициента использования площади ПП.

В процессе компоновки ФУ РЭС принято использовать компоновочные модели ЭРЭ.

При малых коэффициентах нагрузки по мощности можно использовать упрощенные соотношения для вычислений Vуст к Sуст по нормализованным установочным размерам: *Amax* , *Bmax* ,*Hmax*(рис.1);

Vуст ≈ 1,5·*Аmax*·*Вmax*·*Нmax* ;

Sуст ≈ 1,3· *Аmax*·*Вmax .*

*Hmax*

*Bmax*

*Amax*

Рис. 1

Определим суммарный объем ФУ РЭС (площадь):



где - коэффициент увеличения объема (площади ФУ РЭС), зависящий от назначения РЭС и условий эксплуатации и равный 1…5 (1…3);

 - установочный объем (площади) i-го элемента;

* коэффициент заполнения РЭС по объему (0,2…1);
* коэффициент использования площади платы (0,33…1);
* полная масса изделия;
* обобщенный коэффициент объемной массы изделия (1,2…3);
* объемная масса РЭС (0,4…1,6), г/см3.

В таблице 7.1 приведены массогабаритные показатели элементов приёмника.

Таблица 7.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименованиеэлементов | Кол-во | Giг | Viмм3 | Siмм2 | V∑устмм3 | S∑устмм2 | G∑устГ |
| Транзистор КТ3102БМ | 1 | 0,8 | 325 | 36 | 325 | 36 | 0,8 |
| Транзистор МП 38 | 1 | 2 | 1080 | 135 | 1080 | 135 | 2 |
| Транзистор МП 42 | 1 | 2 | 1080 | 135 | 1080 | 135 | 2 |
| М/С К157ХА2 | 1 | 1,8 | 1050 | 140 | 1050 | 140 | 1,8 |
| Резистор МЛТ-0,125 | 6 | 0,15 | 365 | 38 | 2190 | 228 | 0,9 |
| Резистор СП3-3б | 1 | 3 | 7970 | 600 | 7970 | 600 | 3 |
| Резистор СТ1-17 | 1 | 0,2 | 330 | 41 | 330 | 41 | 0,2 |
| Конденсатор К53-1 | 5 | 1,5 | 512 | 74 | 2560 | 370 | 7,5 |
| Конденсатор КМ-4 | 8 | 1 | 1037 | 70 | 8296 | 560 | 8 |
| Конденсатор КПП2 | 1 | 14 | 14100 | 520 | 14100 | 520 | 14 |
| Разъем многоштырьковый | 1 | 1,4 | 2898 | 218 | 2898 | 218 | 1,4 |
| Катушка ВЧ | 2 | 10 | 10500 | 700 | 21000 | 1400 | 20 |
| Аккумулятор | 1 | 50 | 53568 | 1934 | 53568 | 1934 | 50 |
| Динамическая головкаHUASHI (55х17) | 1 | 70 | 40375 | 2375 | 40375 | 2375 | 70 |

Согласно таблице найдем суммарный объем по формуле, указанно выше: Суммарный объём равен VΣ= 378013 мм3, суммарная площадь равна SΣ=12630 мм2, суммарная масса G∑ = 180,6 г.

Исходя из полученных данных, получаем размеры внутреннего пространства 72×175 мм. Так как аккумулятор находится не на плате, то вычитаем из длины внутреннего пространства ширину аккумулятора, равную 25 мм, также вычитаем площадь динамической головки. Выбираем из типоразмеров ПП размер 70×90 мм. Шаг координатной сетки принимаем 2,5 мм.

## 5.2 Расчет массогабаритных параметров

Размер печатной платы выбираем 7090 мм. Материал платы СФ – 1Н – 50 толщиной 1,5 мм.

Определим массу платы без установленных на ней элементов по формуле:

 , (7.1)

где  - объем платы,

 - плотность платы.

 (7.2)

Определим массу платы с установленными на ней элементами:

, (7.3)

где  - масса i – го элемента.

.

Определим объем печатного узла:

, (7.4)

где  - коэффициент увеличения объема ФУ РЭС равный (1..5), а  - установочный объем ЭРЭ.



Исходя из этого, выбираем внутренний объём корпуса равный 175×72×30 

## 5.3 Расчет вибропрочности ПП

Все виды РЭА подвергаются воздействию внешних механических нагрузок, которые передаются каждому элементу конструкции.

Механические воздействия, которым будет подвергаться приемник, указаны в ТЗ, то есть частота вибраций от 10 до 300 Гц.

Исходные данные для расчета:

* размер платы 70×90 мм;
* толщина платы 1,5 мм;
* масса электрорадиоэлементов ≈ 180,6г.

В нашем случае крепление ПП осуществляется в четырех точках. Исходя из этого, в качестве приближенного расчета используют формулу Релея – Ритца для расчета частоты собственных колебаний ПП:

 , (7. 5)

где  - большая сторона ПП,  - цилиндрическая жесткость,  - масса ПП,  - коэффициент, учитывающий массу ЭРЭ,  - коэффициент частоты:

 (7.6)

 , (7.7)

где  - меньшая сторона ПП.

 , (7.8)

где  и  - плотность и толщина ПП соответственно.



Находим массу ЭРЭ, приведенную к единице площади:

 (7.9)

где  - масса ЭРЭ равная 180,6 гр. ,



 (7.8)



 (7.9)

где  - модуль упругости материала,  - коэффициент Пуассона.

 (7.10)

Таким образом, собственная частота колебаний ПП:

 (7.11)

Полученная частота не входит в вибрационную область, значит, конструкция не будет резонировать.

## 5.4 Требования, предъявляемые к конструкции при компоновке

Компоновка блока – это процесс размещения ЭРЭ и деталей несущих конструкций в пространстве, ограниченном размерами и конфигурацией кожуха, с учетом функциональных, геометрических, механических и других видов связей между элементами с одновременным решением вопросов обеспечения ремонтопригодности, теплового режима и защиты устройства от влияния внешних дестабилизирующих факторов. Блоки конструктивно состоят из следующих составных частей: печатных узлов, корпусов с элементами крепления узла в блоке и блока в месте использования; соединительных разъемов, элементов управления, вынесенных на лицевую панель; элементов монтажа.

В результате компоновки должны быть определены геометрические размеры, форма, ориентировочная масса изделия и взаимное расположение всех элементов в конструкции.

При внутренней компоновке необходимо удовлетворять основным требованиям:

* *между отдельными элементами, узлами, блоками, приборами должны отсутствовать паразитные электрические взаимосвязи, которые могут существенно изменить характер полезных взаимосвязей и нарушить нормальное функционирование изделия;*
* *тепловые поля возникающие в РЭА вследствие перегрева отдельных элементов, не должны ухудшать технические характеристики аппаратуры;*
* *необходимо обеспечить легкий доступ к деталям, узлам, блокам в конструкции для ремонта, контроля и обслуживания;*
* *расположение элементов конструкции должно так же обеспечивать технологичность монтажа и сборки с учетом использования автоматизации этих процессов;*
* *габариты и масса изделия должны быть минимально возможными.*

Паразитные обратные связи определяются взаимным расположением отдельных частей конструкции и соединяющих их проводников и могут возникать не только между отдельными элементами, но и между узлами, блоками, приборами, что нарушает устойчивость работы схемы. Для устранения паразитных обратных связей, прежде всего, необходимо рациональное размещение элементов в конструкции. Однако этого иногда недостаточно и приходится применять различные конструкционные меры.

**6. Расчет параметров электрических соединений**

**6.1 Выбор размеров отверстий в ПП**

От соотношения размеров отверстий в печатной плате и ее толщины зависит качество металлизации в отверстиях и целостность печатной платы при механической обработке. Оптимальное соотношение между диаметром отверстия d и толщиной Hn платы, для текстолита d ≥ 0,6·Hn=0,9 мм.

В данном случае Hn=1,5 мм. Определяем номинальное значение диаметров монтажных отверстий d:

 , (8.1)

где  - диаметр вывода ЭРЭ;  - нижнее предельное отклонение от номинального диаметра монтажного отверстия; r – разница между минимальным диаметром вывода ЭРЭ, ее выбирают в пределах 0,1..0,4 мм. Рассчитанные значения d к предельному ряду размеров отверстий по ГОСТ 10317 – 79. Таким образом, d = 1,0 мм. Данные условия выполняются.

Для элементов R1 – R3,R5 - R8; DA1; VT1 – VT3; C2 - C14; L1, L2; = ± 0,10 мм, =0,7 мм; XS1; R4 =1 мм;

Исходя из данных, и вышеперечисленных условий, имеем:

R1 – R3,R5 - R8; DA1; VT1 – VT3; C2 - C14; L1, L2;

d=0,7+0,1+0,1=0,9 мм;

XS1; R4; d=1,0+0,1+0,1=1,2 мм;

Диаметры выводов 0,9; 1,2; мм приводим к предельному ряду размеров отверстий по ГОСТ 10317-76 и выбираем общий диаметр отверстий для типов выводов.

Для R1 – R3,R5 - R8; DA1; VT1 – VT3; C2 - C14; L1, L2; – d=1,1 мм; для XS1; R4 – d=1,3 мм.

**6.2 Расчет печатного монтажа**

Исходя из технологических возможностей производства, выбираем метод изготовления ПП – химический.

Определим минимальную ширину печатного проводника по постоянному току:

 (8.2)

где *Imax* - максимальный постоянный ток, А, протекающий в проводниках *Imax=0,01*; *jдоп*- допустимая плотность тока, А/мм2 , выбирается в зависимости от метода изготовления *jдоп=*20 А/мм2, и *h* - толщина проводника *h* = 50 мкм = 0,05 мм. Тогда *tmin =* 1 мкм.

Рассчитаем минимальный диаметр контактных площадок:

 , (8.3)

где  - наименьший номинальный эффективный диаметр площадки:

 , (8.4)

где  - соответственно верхнее и нижнее предельные отклонения диаметра контактной площадки ;  - расстояние от края просверленного отверстия до края контактной площадки;- позиционные допуски на расположение отверстий и центров контактных площадок соответственно,  - максимальный диаметр просверленного отверстия:

 , (8.5)

где - верхнее отклонение от номинального диаметра монтажного отверстия.



Минимальная ширина проводников:

 , (8.6)

где  - минимальная эффективная ширина проводника равная 0,15 мм.



Минимальное расстояние между проводником и контактной площадкой:

 , (8.7)

где  - расстояние между центрами элементов печатного рисунка,  - допуск на расположение проводников (табл.4) [2].

 , (8.8)

 , (8.9)

,

Минимальное расстояние между проводниками:

 , (8.10)

,

Минимальное расстояние между двумя контактными площадками:

, (8.11)



**7. Расчет надежности приёмника**

Под надежностью понимают свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

Проблема надежности РЭА в настоящее время, стоит на одном из первых мест, в связи с усложнением РЭА, и повсеместным ее внедрением во все отрасли народного хозяйства. Обычно, чем сложнее РЭА, тем она меньше работает и больше простаивает на различных профилактических ремонтах.

Интенсивности отказов элементов определяются в первую очередь качеством их конструирования и изготовления.

В Таблице 9.1 приведены перечень элементов электрической схемы малогабаритного двухконтурного приёмника прямого усиления и значения интенсивности отказов для этих элементов.

**Таблица 9.1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование и тип радиоэлемента  | , 10-6 1/ч | № табл. для | Ni, шт. | , 10-6  1/ч |  Обозначение на схеме |
|  Транзистор КТ3102БМ | 4,0 | 2 | 1 | 4,0 | VT1 |
| Транзистор МП 38 | 4,0 | 2 | 1 | 4,0 | VT2 |
| Транзистор МП 42 | 4,0 | 2 | 1 | 4,0 | V VT3 |
| Резистор СП3-3бМ | 20,0 | 3 | 1 | 20,0 | R4 |
| Резистор СТ1-17 | 3,3 | 11 | 1 | 3,3 | R8 |
| Резистор МЛТ-0,125 | 2,0 | 3 | 6 | 12,0 |  R1-R3, R5-R7 |
| Конденсатор К53-1  | 2,3 | 2 | 5 | 11,5 | C5,C6,C11,C12,С14 |
| Конденсатор КПП2 | 8,0 | 5 | 1 | 8,0 | С1 |
| Конденсатор КМ-4  | 4,0 | 5 | 8 | 32,0 |  С2-C4, C7-C10, C13 |
| Разъем многоштырьковый | 0,6 | 7 | 1 | 0,6 | XS1 |
| Катушка ВЧ | 2,0 | 8 | 2 | 4,0 | L1,L2 |
| М/С К157ХА2 | 0,5 | 13 | 1 | 0,5 | DA1 |
| Выключатель | 30.0 | 6 | 1 | 30.0 | SA1 |
| Динамическая головка | 4,0 | 11 | 1 | 4,0 | ВА1 |

Интенсивность отказов устройства ищется по формуле:

 (9.1)

где k – количество групп и типов элементов. Подставив в (9.1) данные из табл.1 получим, что

 1/ч (9.2)

Нужно также учитывать влияние паек, особенно в сложных электронных устройствах, где их очень много, можно учесть, увеличив результирующую интенсивности отказов на 15 – 20%. Общая интенсивность отказов с учётом влияния паек:

1/ч (9.3)

Найдем общую интенсивность отказов устройства с учетом условий эксплуатации согласно формуле:

 (9.4)

где  – поправочный коэффициент. Данный радиоприёмник, это подвижная (переносная) аппаратура, тогда . Подставив выражение (9.3) и значение поправочного коэффициента в выражение (9.4), получим:

 1/ч (9.5)

Среднее время работы до отказа определяется по формуле:

 (9.6)

Вычислим вероятность безотказной работы за время t по формуле:

 (9.7)

Подставив в выражение (9.7) значение из выражения (9.5) и t=1930ч получим:



График зависимости  приведен на Рис. 9.1



Рис. 9.1

**8. Техническое описание конструкции**

Миниатюрный радиоприемник состоит из корпуса, печатного узла. Сзади корпус закрыт панелью. Корпус изготавливается из ударопрочного полистирола УПМ-612Л ГОСТ ТУ6-05-1604-72. Выбор обоснован тем, что пластмассы более дешевы, имеют небольшую плотность, высокие механические свойства, требуют меньших трудозатрат на производство. Внутри корпуса предусмотрены рёбра жёсткости, т.к. корпус имеет достаточно малую толщину. Плата внутри корпуса крепится четырьмя специализированными винтами, которые также применяются для крепления задней панели. Задняя панель крепится к корпусу винтами с потайной головкой.

И корпус и задняя панель изготавливаются литьем под давлением, в связи, с чем необходимо обеспечить одинаковую толщину стенок по всему профилю, что обеспечит одинаковую усадку по всему объему, углы корпуса должны быть скруглены. Необходимо учесть, что усадка изделий из пластмасс продолжается и после извлечения из формы, поэтому размеры необходимо контролировать лишь через сутки. Для обеспечения съема детали с формы необходимо предусмотреть уклоны, однако конструктор не должен проставлять их в чертеже, их устанавливает технолог при подготовке производства.

Для упрочнения краев применяются буртики. Корпус изделия не требует покрытия, т. к. изготовление литьем под давлением из пластмассы делает поверхность, вполне приемлемую для данных условий эксплуатации.

Конструкция устройства не содержит элементов, способных к перегреву, поэтому проведение расчета на теплообмен и установка теплоотводящих элементов не требуется.

## Заключение

В данном курсовом проекте разработан миниатюрный радиоприемник. Техническое задание выполнено полностью, были приведены улучшения как в схеме электрической принципиальной, так и к самой конструкции. Достоинством данного устройства считаю, компактность, высокая надежность, простата конструкции и экономически выгодная разработка.

## Список литературы

1. “Э.Т. Романычева “Разработка и оформление конструкторской документации РЭА”, Москва, 1985.
2. Ануфриев ЮА и др. «Эксплуатационные характеристики и надежность: Резисторы и конденсаторы», М. Энергия 1976.
3. Дыкин В. И. “Расчет пластинчатых конструкций РЭА на вибрационные воздействия” Рязань, 1995.
4. Партала О.Н. «Радиокомпоненты и материалы: Справочник».- К Радиоаматор, М.:КУбК-а, 1998. – 720с.
5. Румянцев В.П. “Конструирование РЭС. Разработка ФУ на ПП”, Рязань,1995.
6. “Справочник радиолюбителя”. Под ред. Р. М. Трещука, Киев, 1970.
7. “Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА”. Под ред. Акимова Н.Н., Минск, 1994.
8. “Проектирование конструкций РЭА”, Парфенов Е. М., Москва, 1989.
9. “Цветков А. Ф. “Расчет надежности РЭА”, Рязань, 1973.
10. “Проекционное черчение”. Под ред. Анисимова И. К., Рязань, 1988.

11. “Справочное руководство по черчению”. Под ред. Годик Е. И., Москва, 1974.

Моя схема

Журнал Радио номер 7, 1991год, стр.60-61 «Миниатюрный радиоприемник»