**4.3 Анализ исходных данных и основных технических требований к разрабатываемой конструкции.**

**4.3.1 Анализ схемы электрической принципиальной.**

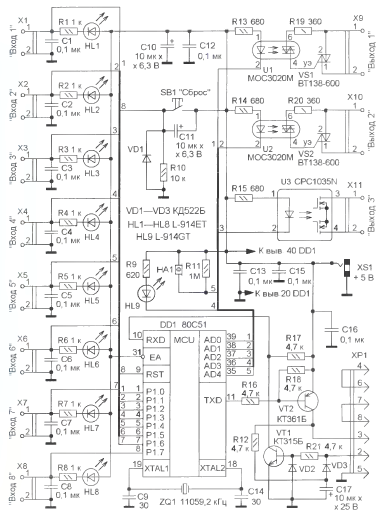


Рис 4.1 – Схема электрическая принципиальная

Основой является микроконтроллер DD1(80С51), к входам которого через контакты X1-X7 подключены датчики, работающие на размыкание. К одному из входов Х8 подключен выключатель режима охраны. Выходные сигналы микроконтроллера DD1 через оптопары U1-U3 управляют сиреной, сигнальной лампой и мобильным телефоном. Режимы работы устройства индицируют акустический излучатель НА1 и светодиод HL9, а состояние датчиков – светодиоды HL1 – HL8. Конденсаторы С1 – С8 подавляют наводки и помехи, возникающие на соединительных проводах.

С помощью вилки ХР1 устройство можно подключить к последовательному (СОМ) порту ПК для регистрации и хранения в нем сообщений о происходящих событиях, поступающих от самого контроллера. На транзисторах VT1, VT2 собран преобразователь уровней сигналов UART (универсальный асинхронный приемопередатчик, который входит в состав микроконтроллера DD1) и СОМ-порта ПК (интерфейс RS-232).

Питание устройства осуществляется от сети 220 В через источник бесперебойного питания (переменное 220 В), к выходу которого подключены сетевой блок питания (5 В) микроконтроллера, ЗУ сотового телефона, сирена и сигнальная лампа. Это позволяет сохранить работоспособность при пропадании питающей сети или ее преднамеренном отключении от объекта злоумышленниками.

После подачи питающего напряжения под управлением программы микроконтроллер DD1 производит инициализацию портов, отключение сигнальной лампы и сирены. При этом светодиод HL9 светит постоянно. Далее анализируется состояние выключателя режима охраны, который подключен к разъему Х8, и когда его контакты будут замкнуты, начнется проверка состояния всех остальных датчиков, подключенных к разъемам Х1-Х7. Когда контакты датчика разомкнуты, на соответствующем входе микроконтроллера DD1 – высокий логический уровень, при их замыкании – низкий уровень и светится соответствующий светодиод.

Если контакты всех датчиков замкнуты, устройство переходит в режим ожидания и на акустический излучатель НА1 поступает прерывистый импульсный сигнал – звучит прерывистый тональный сигнал в течение минуты для того, чтобы открыть дверь, выйти из охраняемого помещения и закрыть дверь. Если контакты хотя бы одного датчика разомкнуты, формируется постоянный звуковой сигнал, предупреждающий о разомкнутых датчиках (открытых окнах или дверях). В этом случае ожидается замыкание датчиков, после чего устройство снова перейдет в режим ожидания, а после закрывания двери – в режим охраны, и тональный сигнал прекратится.

После открывания окна или двери в течение минуты ожидается отключение режима охраны с помощью скрытного выключателя, а затем на светодиоды оптопар U1 и U2 поступит питающее напряжение и их симисторы откроются.

Это приводит, в свою очередь, к открыванию симисторов VS1, VS2, которые подают сетевое напряжение на элементы тревожной сигнализации – лампу накаливания (световая) и сирену (звуковая), резисторы R19 и R20 ограничивают ток управляющих электродов. Одновременно открываются полевые транзисторы оптопары U3, которые замыкают контакты кнопки посылки SMS сообщения или формирования звонка мобильного телефона.

Микроконтроллер DD1 работает на тактовой частоте 11,0592 МГц, стабилизированной кварцевым резонатором ZQ1. Это обеспечивает связь через UART со скоростью 19200 Бод. Установка микроконтроллера DD1 в исходное состояние при включении питания осуществляется с помощью цепи VD1R10C11, принудительную установку можно выполнить вручную – нажатием на кнопку SB1.

Источник бесперебойного питания и блок питания устройства могут быть любого типа, с параметрами, обеспечивающими работоспособность системы и необходимую длительность бесперебойного питания.

**4.3.2 Анализ условий эксплуатации и дестабилизирующих факторов.**

Условия эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры имеют различную природу. Факторы, воздействующие на приборы, разделяют на климатические, механические и радиационные.

К климатическим факторам относят: изменение температуры и влажности окружающей среды, тепловой удар, атмосферное давление, присутствие агрессивных веществ и озона в окружающей среде, солнечное облучение, грибковые образования, наличие микроорганизмов, насекомых и грызунов, взрывоопасность и воспламеняемость атмосферы, водные воздействия (дождь, брызги).

К механическим факторам относят вибрацию, механические и акустические удары, линейные ускорения.

К радиационным факторам относят все виды космической, естественной и искусственной радиации.

Радиационное воздействие вызывает как немедленную, так и накапливающуюся реакцию элементов, составляющих конструкцию РЭА.

“Охранное устройство с оповещением по сети сотовой связи” эксплуатируется при температуре окружающего воздуха от +1…+35°С и относительной влажности 50…80%.

Основным назначением устройства является эксплуатация в регулярно отапливаемых помещениях.

Для эксплуатации в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других, в том числе хорошо вентилируемых подземных помещениях (отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги) [1].

Для эксплуатации в лабораторных, капитальных жилых и других подобного типа помещениях [1].

Для данного устройства используем вид климатического исполнения УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150 [1].

Таблица 3.1 – Характеристики климатического исполнения УХЛ4.2 [1]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Значение температуры воздуха при эксплуатации, °С | | | |
| Рабочее | | Предельное рабочее | |
| Верхнее | Нижнее | Верхнее | Нижнее |
| +40 | -10 | +45 | -10 |

Таблица 3.2 – Характеристики климатического исполнения УХЛ4.2 [1]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Относительная влажность | | Абсолютная влажность, г\*м-3 |
| Среднегодовое значение | Верхнее значение | Среднегодовое значение |
| 60% при 20°С | 80% при 25°С | 10 |

**4.1 Выбор элементарной базы**

Выбор элементной базы должен обеспечить надежность, ремонтопригодность и экономичность. При этом необходимо стремиться к выбору недорогих элементов, имеющих широкое применение в современной радиоаппаратуре, добиваться максимальной простоты сборки и электрического монтажа, регулировки и испытаний.

Основными параметрами при выборе ЭРЭ являются технические и эксплуатационные параметры.

К техническим параметрам относятся номинальные значения согласно принципиальной электрической схеме устройства, допустимые отклонения параметров ЭРЭ, допустимые рабочие напряжения, допустимые рассеиваемые мощности, диапазон рабочих частот, коэффициент электрической нагрузки ЭРЭ.

К эксплуатационным параметрам относятся диапазон рабочих температур, относительная влажность воздуха, давление окружающей среды, вибрационные нагрузки и другие специальные показатели, в пределах которых элемент будет работать с достаточной степенью точности и надежности [2].

Для проектируемого устройства выбираем следующие резисторы:

1. Постоянные резисторы типа SMD
2. диапазон номинальных значений: 620 Ом – 1,0 МОм;
3. допустимое отклонение от номинала: 1%;
4. номинальная мощность: 0,125Вт;
5. максимально допустимое напряжение: 400В;
6. рабочий диапазон температур: от -55ºС до +125ºС;
7. срок хранения: 15 лет.

Для проектируемого устройства выбираем следующие конденсаторы:

1. Импортные постоянные керамические конденсаторы типа SMD:
2. рабочий диапазон температур: от -40ºС до +85ºС;
3. диапазон номинальных значений: 0,1 – 30 мкФ;
4. допустимое отклонение от номинала: 10%;
5. максимально допустимое напряжение: 16В;
6. срок хранения: 15 лет.
7. Импортные постоянные керамические конденсаторы типа ECAP:
8. рабочий диапазон температур: от -40ºС до +85ºС;
9. диапазон номинальных значений: 10 мкФ;
10. допустимое отклонение от номинала: 10%;
11. максимально допустимое напряжение: 6,3В;
12. срок хранения: 15 лет.

Для проектируемого устройства выбираем следующие диоды:

1. Импортные высокоскоростные диоды типа 1N4148:
2. максимально допустимое напряжение: 75В;
3. максимально допустимый ток: 0,2А;
4. время задержки: 4нс;
5. рабочий диапазон температур: от -65ºС до +200ºС.

Для проектируемого устройства выбираем следующий микроконтроллер:

1. 80С51:
2. напряжение питания: 2,7 – 5,5В;
3. время задержки: 50нс;
4. мощность потребления: 0,4мкВт;
5. корпус: QFP44.

Для проектируемого устройства выбираем следующие светодиоды:

1. Импортные светодиоды типа L914-ET и L914GT:
2. рабочая температура от -30 до +80 ºС;
3. максимальная рассеиваемая мощность 50 мВт;
4. максимальный ток 100 мА;
5. относительная влажность воздуха до 98%.

Для проектируемого устройства выбираем следующий звукоизлуатель:

1. Отечественный пьезоэлектрический излучатель типа ЗП-3:
2. Номинальное рабочее напряжение: 3В;
3. Интенсивность звука: 75дБ;
4. частота: 4050 – 4150 Гц;
5. рабочий диапазон температур: от -30ºС до +65ºС.

Для проектируемого устройства выбираем следующие транзисторы:

1. n-p-n транзистор КТ315Б:
2. рабочая частота: 250МГц;
3. максимально допустимый ток коллектора: 100мА;
4. максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность на коллекторе: 0,15Вт;
5. обратный ток коллектора: 0,5мкА.
6. p-n-p транзистор КТ361Б:
7. рабочая частота: 250МГц;
8. максимально допустимый ток коллектора: 50мА;
9. максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность на коллекторе: 0,15Вт;
10. обратный ток коллектора: 1мкА

Для проектируемого устройства выбираем следующие кнопку:

1. Тактовая кнопка типа KLS7-TS6601:
2. максимально допустимое напряжение: 12В;
3. максимально допустимый ток: 50мА;
4. контактное сопротивление: 50мОм;
5. рабочий диапазон температур: от -20ºС до +70ºС.

Для проектируемого устройства выбираем следующие оптопары:

1. MOC3020M:
2. максимальный прямой ток: 60 мА;
3. максимальное выходное напряжение: 400В;
4. напряжение изоляции: 7.5кВ;
5. тип корпуса: dip16;
6. CPC1035N:
7. управляющий ток: 2 мА;
8. управляющее напряжение: 1В;
9. максимальный ток нагрузки: 0.1 А;
10. рабочая температура от -40ºС до +80ºС;

Для проектируемого устройства выбираем следующий тиристор:

1. BT138-600:
2. отпирающий постоянный ток управления: 35 мА;
3. ток удержания: 30 мА;
4. максимальное обратное напряжение: 600В;
5. рабочая температура от -40ºС до +125ºС;

Для проектируемого устройства выбираем следующие входы:

1. Клеммная колодка 2059-301:
2. шаг контактов: 3;
3. рабочий ток: 3,0 А;
4. количество контактов: 1;

Для проектируемого устройства выбираем следующую вилку:

1. DRB-9M:
2. сопротивление изолятора не менее: 1000 МОм;
3. сопротиление контактов не более: 0,1 Ом;
4. предельный ток: 5,0 А;
5. рабочая температура от -55ºС до +105ºС;

Для проектируемого устройства выбираем следующую вилку:

1. RJ-45:
2. число мест под контакты: 8;
3. количество контактов: 8;

Для проектируемого устройства выбираем следующий кварцевый резонатор:

1. HC49-S:
2. рабочая частота: 18MГц;
3. рабочий диапазон температур: от -20ºС до +70ºС.

Материалы для изделий ЭС определяются исходя из функционального назначения, серийности производства, технического уровня заготовительного производства и экономической целесообразности применения определенного способа изготовления заготовок. Материалы деталей выбирают с учетом специальных требований, предъявляемых к работе не только каждой детали изделия, но и отдельных элементов детали.

При выборе материала печатной платы необходимо иметь ввиду следующее: материал, из которого предполагается выполнить печатную плату, должен обладать высокими электроизоляционными показателями в заданных условиях эксплуатации усилителя мощности, т.е. иметь большую электрическую прочность, малые диэлектрические потери, быть химически стойким к действию растворов, используемых при изготовлении печатных плат, допускать штамповку, выдерживать кратковременные воздействия температуры до 240°С в процессе пайки электрорадиоэлементов, иметь высокую влагостойкость, быть дешевым [3].

Принимая выше изложенное в качестве материала для изготовления основания платы выбираем стеклотекстолит …

В стеклотекстолитах в качестве основы используют стеклоткань, пропитанную эпоксидной смолой. Этот материал обладает хорошими механическим и электрическим свойствами, высокой нагревостойкостью (может работать около 100 часов при температуре свыше 160 градусов, и выдерживать более высокие температуры на короткий промежуток времени), низким влагопоглощением.

Недостатки стеклотекстолитов - худшая механическая обрабатываемость, более высокая стоимость, существенные различия (приблизительно в 10 раз) коэффициента теплового расширения меди и стеклотекстолита в направлении толщины материала, что может привести к разрыву металлизации в отверстиях при пайке или в процессе эксплуатации.

В качестве материала фольги использована медь, так как она обладает хорошими проводящими свойствами.

В качестве конструкционных материалов для изготовления деталей используются металлы. К металлам, из которых будут изготавливаться детали такими высокопроизводительными методами как литье, штамповка, прессование, предъявляются требования:

- высокая текучесть при небольшом перегреве;

- малая усадка;

- достаточная прочность при высоких температурах.

Контур платы печатной, технологические отверстия и всевозможные вырезы под устанавливаемые на нее детали (экраны, радиаторы и т.д.) выполнены при помощи вырубки на специально сконструированных штампах.

При выборе материала печатной платы необходимо руководствоваться документами: ГОСТ 10316-78, 23751-86, 23752-86 и др.

**4.5** **Выбор и обоснование компоновочной схемы и метода конструирования**

Основная компоновочная схема изделия определяет многие важнейшие характеристики РЭС: габариты, вес, объем монтажных соединений, способы защиты от полей, температуры, механических воздействий, ремонтопригодность [4].

Различают три основные компоновочные схемы РЭС [4]:

* централизованная;
* децентрализованная;
* централизованная с автономными пультами управления.

Каждая из этих схем обладает своими достоинствами и недостатками.

При централизованной компоновке все элементы сложной системы располагаются в одном отсеке на специальных этажерочных конструкциях или шкафах, длина и количество межблочных соединений сведены к минимуму, ремонт и демонтаж наиболее удобны, легче выполнить качественные системы охлаждения и амортизации. Такая компоновочная схема требует более тщательной экранировки, вызывает затрудненность компоновки изделия, часто требующей доработки его, обладает относительно меньшей надежностью систем охлаждения, герметизации, виброзащиты [4].

Децентрализованная компоновочная схема обеспечивает относительно большую легкость размещения элементов изделия на объекте, не требуется тщательная экранировка отдельных блоков, при соответствующих схемных решениях может быть более надежной, сохраняя частичную работоспособность при выходе из строя отдельных элементов изделия. Недостатком является значительная длина межблочных соединений, затруднен полный демонтаж системы, для каждого отдельного блока необходимо предусматривать автономные системы охлаждения, виброзащиты [4].

Наиболее распространен способ централизованной компоновки, при котором все элементы сложной РЭС, кроме входных и управляющих устройств, располагают в одном участке или отсеке блока. Однако внутри этого отсека компоновка выполняется в виде совокупности отдельных блоков и приборов [4].

В нашем будем использовать централизованную компоновочную схему устройства, т.е. все элементы располагаются в одном корпусе.

Существует несколько методов конструирования. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

*Геометрический метод.* В его основу положена структура геометрических и кинематических связей между деталями, представляющая собой систему опорных точек, число и размеры которых зависят от заданных степеней свободы и геометрических свойств твердого тела. Этот метод обычно применяется при проектировании конструкций, в которых должно соблюдаться точное взаиморасположение деталей или обеспечиваться их точное перемещение [5].

*Топологический метод.* В основу этого метода положена структура физических связей ЭРЭ. Топологический метод может применяться для выяснения любых связей, однако конкретное его содержание проявляется там, связности элементов может быть сопоставлен граф. Этот метод конструирования применяется для создания пленочных ИС, печатных плат и т.п. Метод проектирования моноконструкций. Он основан на минимизации числа связей в конструкции. Этот метод применяется для создания функциональных узлов, блоков РЭА на основе оригинальной несущей конструкции в виде моноузла с оригинальными элементами. Разработка моноконструкций РЭА связана с различными трудностями и имеет ряд недостатков: значительное время конструирования и внедрения в производство; ограниченные возможности типизации и унификации; низкая степень ремонтопригодности и др. [5].

*Машиностроительный метод*. В основу этого метода конструирования положена структура механических связей между элементами, представляющая собой систему опорных поверхностей. Машиностроительный метод используется для конструирования устройств РЭА, которые несут большие механические нагрузки и в которых вследствие этого неизбежны большие деформации. При этом точечные опоры, принятые в геометрическом методе, могут оказаться целесообразнее, так как могут перегружаться, поэтому их заменяют опорными поверхностями [5].

*Метод проектирования моноконструкций.* Основан на минимизации числа связей в конструкции, он применяется для создания функциональных узлов, блоков, РЭА на основе оригинальной несущей конструкции в виде моноузла (моноблока) с оригинальными элементами [4].

*Базовый (модульный) метод конструирования*. В его основу положен модульный принцип конструирования. Он является основным при проектировании современной РЭА и имеет много преимуществ по сравнению с методом моноконструкций [5]:

- на этапе разработки: сокращает сроки, упрощает отладку и сопряжение узлов в лаборатории, упрощает монтирование, сокращает объем оригинальной документации, дает возможность непрерывно совершенствовать аппаратуру;

- на этапе производства: сокращает сроки освоения серийного производства, упрощает сборку, монтаж, снижает себестоимость аппаратуры благодаря широкой механизации и автоматизации производства и др.;

- на этапе эксплуатации: повышает эксплуатационную надежность РЭА, улучшает ремонтопригодность аппаратуры, облегчает ее обслуживание.

Исходя из выше сказанного, выбираем в качестве метода конструирования базовый метод.

**4.6 Выбор и обоснование способов и средств обеспечения теплового режима, герметизации, виброзащиты и электромагнитной совместимости.**

## **а) Выбор способа обеспечения теплового режима:**

Вопрос охлаждения изделий электронной техники является одним из важных этапов конструирования РЭА в связи с широким использованием в РЭА элементов, выделяющих при работе тепло. Проблема отвода тепла от изделий электронной техники в первую очередь должна решаться на этапе разработки РЭА. Выделяемое изделиями тепло может быть отведено от поверхности прибора и передано за пределы аппаратуры несколькими методами, применяемыми отдельно или в сочетании друг с другом [6].

В зависимости от характера и назначения РЭА применяют следующие методы отвода тепла от индивидуальных ИЭТ или групп изделий [6]:

- естественное охлаждение (воздушное, жидкостное);

- принудительное воздушное охлаждение;

- принудительное жидкостное (без кипения или с поверхностным кипением);

- охлаждение, основанное на изменении агрегатного состояния вещества;

- термоэлектрическое охлаждение.

Эффективность того или иного метода охлаждения определяется значением коэффициента теплоотдачи, то есть интенсивностью протекающих процессов теплоотдачи [6].

Выбор метода охлаждения определяется следующими факторами интенсивностью (плотностью) теплового потока, условиями теплообмена с окружающей средой, условиями эксплуатации (возможностью демонтажа или замены элементов), нормами эксплуатации (уровень шума, токсичностью хладагентов), специальными условиями работы (стационарными или кратковременными режимами, работой против сил тяготения и так далее), затратами электроэнергии на привод нагнетателей и другими [6].

Основным критерием выбора метода охлаждения является значение плотности теплового потока, проходящего через поверхность теплообмена. Вторым критерием выбора метода охлаждения является допустимый перегрев элемента, равный разности между допустимой температурой корпуса элемента и температурой окружающей среды [6].

Анализируя схему электрическую принципиальную и воспользовавшись техническим заданием, можно сделать предположение о возможности применения естественного воздушного охлаждения ИЭТ. Последующие расчеты призваны или опровергнуть, или подтвердить целесообразность такого способа охлаждения.

При естественном охлаждении отвод тепла от ИЭТ происходит за счет теплопроводности, естественной конвекции окружающего газа и излучения [6].

**б) Выбор способа обеспечения герметизации:**

Воздействие влаги на пластик и изоляционные материалы имеет разную природу, но одинаковый конечный результат – разрушение исходной структуры материала. В пластике это происходит за счет разрушения структурной решетки, в изоляционных материалах – за счет влагопоглощения [6].

Наличие влаги – причина электрохимической коррозии, реакции которой идут при низких температурах.

Разрушение структурной решетки может быть равномерным (по всей поверхности изделия), и неравномерной (например, за счет механического повреждения пластика и образования в нем отверстий).

Влияние влаги на материалы устройства может быть значительным, если отсутствуют изоляционные материалы.

Разрабатываемое охранное устройство относится к классу аппаратуры, которая будет эксплуатироваться в помещениях. Воздействие таких климатических факторов, как высокая влажность, дождь, туман исключается, поэтому применение специальных средств герметизации не предоставляется необходимым. Временное возможное воздействие вышеперечисленных климатических факторов значительно уменьшается или исключается благодаря хорошей упаковке изделия перед транспортировкой или в течении консервации [6].

**в) Выбор способа виброзащиты**

В процессе эксплуатации и транспортировки РЭА подвергается различным видам механических воздействий в виде вибраций (основные параметры: частота вибраций *f*, и возникающее при этом ускорение *g*), ударов (основные параметры: ускорение и длительность) и линейных ускорений [6].

Под вибропрочностью понимают способность аппаратуры противостоять разрушающему действию вибрации в заданных диапазонах частот и при возникающих ускорениях в течение срока службы, а под виброустойчивостью аппаратуры - способность выполнения всех функций в условиях вибрации в заданных диапазонах частот и возникающих при этом ускорений [6].

Известно, что в приборах, не защищенных от вибрации и ударов, узлы, чувствительные к механическим перегрузкам, выходят из строя. Делать такие узлы настолько прочными, чтобы они выдерживали максимальные (действующие) динамические перегрузки, нецелесообразно, так как увеличение прочности в конечном счете приводит к увеличению массы, а вследствие этого и к неизбежному возрастанию динамических перегрузок. Поэтому считают более целесообразным использовать другие средства для снижения воздействия перегрузок [6].

При проектировании устройства прежде всего следует выяснить, нужны ли вообще защитные мероприятия. С этой целью сравнивают оговоренные в технических условиях причины допустимых механических воздействий для предназначенных к использованию элементов (микросхем, резисторов и так далее) с величинами механических действий на объекте установки РЭС. При этом величины воздействующих механических факторов следует скорректировать с учетом возможного резонансного усиления колебаний по пути их распространения с места установки блока до конкретного рассматриваемого элемента. В случае, если уровни воздействующих механических факторов превышают допустимые, предусматривают защитные мероприятия с оценкой их эффективности [6].

Защитные системы от наиболее распространенных видов механических помех, к которым относятся вибрации и удары, могут быть пассивными и активными. Пассивные виброзащитные системы, по сравнению с активными, более просты в исполнении и не требуют для выполнение своих функций затрат дополнительной энергии [6].

Существуют три пассивных способа виброзащиты аппаратуры [6]:

- увеличение жесткости конструкции;

- демпфирование

- использование изоляторов.

В данном разделе решается вопрос о необходимости виброзащиты устройства и выборе, при необходимости, способа ее осуществления.

Плату устройства можно представить, как колебательную систему с равномерно распределенной нагрузкой. Она характеризуется собственной частотой. Поведение колебательной системы при воздействии на нее извне вибраций зависит от отношения частоты этих вибраций к резонансной частоте. Собственная частота колебаний плат зависит от формы, размеров, характера материала и условий закрепления [6].

Список использованных источников

1. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

# Выбор и обоснование элементной базы, унифицированных узлов, установочных изделий и материалов конструкции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/3684488/page:5/>

1. Выбор материалов для изготовлен597дия печатной платы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studbooks.net/2351355/tehnika/konstruirovanie_pechatnoy_platy_ustroystva>

## Выбор компоновочной схемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/486362/page:7/#17>

# Выбор и обоснование компоновочной схемы, метода и принципа конструирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studbooks.net/1444474/tovarovedenie/vybor_obosnovanie_komponovochnoy_shemy_metoda_printsipa_konstruirovaniya>

# Выбор и обоснование способов и средств обеспечения теплового режима, герметизации, виброзащиты и электромагнитной совместимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://studfiles.net/preview/3684492/page:4/>