**Правительство Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**

**высшего профессионального образования**

**«Национальный исследовательский университет   
«Высшая школа экономики»**

**Московский институт электроники и математики Национального**

**исследовательского университета "Высшая школа экономики"**

**Факультет электроники и телекоммуникаций**

**Кафедра Радиоэлектроники и телекоммуникаций**

**ВЫПУСКНАЯ** **КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

На тему «Домашняя метеостанция»

Студент группы № РС-91

Скоморохов Виталий Сергеевич

(Ф.И.О.)

Руководитель ВКР

Доцент Хриткин С.А.

(должность, звание, Ф.И.О.)

Консультант[[1]](#footnote-1)\*\*

Профессор, к.т.н. Грачев Н.Н.

(должность, звание, Ф.И.О.)

Москва, 2013

**Аннотация**

В данном дипломном проекте будет разрабатываться прибор, объединяющий в себе часы, календарь, барометр, термометр и гигрометр. На встроенный графический ЖКИ не просто выводится текущее значение времени и измеряемых параметров, но и строятся графики изменения атмосферного давления, температуры и относительной влажности за предшествующие четверо суток. Перемещая курсор можно узнать, не только значение отображаемого параметра в любой точке графика, но и время его изменения.

Предусмотрена автоматическая цифровая компенсация как постоянного отклонения частоты кварцевого резонатора от номинальной, так и её температурных уходов. Это заметно повышает точность хода часов.

Оглавление

[Список сокращений 6](#_Toc358312387)

[1. Введение 8](#_Toc358312388)

[1.1 Цель работы 9](#_Toc358312389)

[2. Специальная часть 9](#_Toc358312390)

[2.1 Анализ схемы электрической принципиальной 9](#_Toc358312391)

[2.2 Выбор и обоснование элементной базы 12](#_Toc358312392)

[2.3 Обоснование выбора элементной базы 13](#_Toc358312393)

[3. Конструкторско-технологическая часть 29](#_Toc358312394)

[3.2 Конструкторско-технологические требования 29](#_Toc358312395)

[3.2.Обоснование конструкции устройства 30](#_Toc358312396)

[3.2.1.Обоснование выбора конструкции печатного узла 31](#_Toc358312397)

[3.2.2.Обоснование выбора конструкции корпуса 32](#_Toc358312398)

[3.3.Выбор материалов для изготовления печатного узла и способ изготовления платы. 33](#_Toc358312399)

[3.3.1.Выбор класса точности 33](#_Toc358312400)

[3.3.2.Выбор метода нанесения рисунка 34](#_Toc358312401)

[3.3.3.Выбор метода изготовления 35](#_Toc358312402)

[3.3.4.Выбор материала печатной платы 36](#_Toc358312403)

[3.3.5.Подготовка поверхности печатной платы 37](#_Toc358312404)

[3.3.6.Получение монтажных и переходных отверстий 38](#_Toc358312405)

[3.3.7.Металлизация печатной платы 39](#_Toc358312406)

[3.4.Межсоединения 40](#_Toc358312407)

[3.4.1.Технологический процесс пайки 40](#_Toc358312408)

[3.4.2.Флюс 42](#_Toc358312409)

[3.4.3.Припой 42](#_Toc358312410)

[3.4.4.Защитное покрытие 43](#_Toc358312411)

[3.5.Установка элементов 43](#_Toc358312412)

[3.6.Расчёт параметров печатных проводников 44](#_Toc358312413)

[3.6.1.Расчёт диаметра монтажных отверстий и контактных площадок 44](#_Toc358312414)

[3.6.2.Расчёт ширины проводников 45](#_Toc358312415)

[3.6.3.Расчёт расстояния между двумя проводниками 47](#_Toc358312416)

[3.7.Расчёт электрических параметров 48](#_Toc358312417)

[3.7.1.Межпроводная емкость в печатном узле 48](#_Toc358312418)

[3.7.2. Расчет индуктивности печатных проводников 51](#_Toc358312419)

[3.7.3.Взаимная индуктивность печатных проводников 53](#_Toc358312420)

[3.8 Моделирование 54](#_Toc358312421)

[3.8.1. Тепловое моделирование блока устройства в подсистеме АСОНИКА-Т 54](#_Toc358312422)

[3.8.2 Результаты моделирования. 57](#_Toc358312423)

[3.8.3 Результаты Расчета 59](#_Toc358312424)

[3.8.4. Выводы по моделированию 59](#_Toc358312425)

[4. Методы защиты человека от электромагнитного излучения (ЭМИ) 60](#_Toc358312426)

[5. Утилизация высокотехнологических отходов 73](#_Toc358312427)

[6. Экономическая часть 78](#_Toc358312428)

[6.1 Расчёт себестоимости устройства 78](#_Toc358312429)

[6.2. Анализ рынка аналогичных изделий 79](#_Toc358312430)

[Список литературы 88](#_Toc358312431)

## Список сокращений

ЖКИ – жидкокристаллический индикатор

АЦП – аналого-цифровой преобразователь

МЭК - международная электротехническая комиссия

ОПП – односторонняя печатная плата

ТЗ – техническое задание

ТХМ – толстослойная химическая металлизация

ПП – печатная плата

ДПП – двусторонняя печатная плата

МПП – многослойная печатная плата

ЭМИ – электромагнитное излучение

ЛЭП – линии электропередач

ЭМП – электромагнитное поле

ВОЗ – всемирная организация здравоохранения

ЕС – Европейский союз

ПК – персональный компьютер

# Введение

На сегодняшний день на рынке существует огромное количество разнообразных электронных изделий. В данном дипломном проекте речь пойдёт про разработку домашней метеостанции. Такой прибор можно сейчас свободно купить в магазинах, и все они работают по одному и тому же принципу, только отличаются количеством функций и дизайном. Но у всех у них есть один большой недостаток, это высокая энергопотребляемость, и на эту проблему был поставлен основной упор при разработке. Моя домашняя метеостанция потребляет очень мало электроэнергии, за счёт этого она в разы дольше работает на одной батарейке «Крона», чем те изделия, которые можно встретить на рынке.

## 1.1 Цель работы

Целью дипломного проекта является разработка домашней метеостанции. Предлагаемый прибор объединяет в себе часы, календарь, барометр, термометр и гигрометр. На встроенный графический ЖКИ не просто выводится текущее значение времени и измеряемых параметров, но и строятся графики изменения атмосферного давления, температуры и относительной влажности за предшествующие четверо суток. Перемещая курсор можно узнать, не только значение отображаемого параметра в любой точке графика, но и время его изменения.

# Специальная часть

## Анализ схемы электрической принципиальной

**Технические характеристики домашней метеостанции:**

Измеряемое атмосферное давление, мм Нg: 112...862

Погрешность измерения давления без калибровки, %: ±1,5

Погрешность измерения температуры, °С :

внутренним датчиком AD22100 ±2

внешним датчиком DS1821

в интервале 0...+85 "С ±1

в интервале-55...+125 °С ..±2

внешним датчиком DS18S20 или DS18B20

в интервале -10...+85 “С ±0.5

Дискретность отсчёта тем­пературы, "С :

внешним датчиком DS1.821…1

внешним датчиком DS18S20 или DS18B20:…0,0625

Измеряемая относительная влажность воздуха. %: 0...100

Погрешность измерения от­носительной влажности. *%*: ±2

Напряжение питания, В: 5...10

Потребляемый ток при тем­пературе 25 °С:

в энергосберегающем режиме. мкА 12...30,5

в рабочем режиме. мА 3,65...4,3

с включённой подсвет­кой ЖКИ, мА. не более 10

Продолжительность работы от батареи GP1604G, мес.: не менее 12

Пределы цифровой компен­сации суточного ухода часов, с: ±9,99

Габаритные размеры, мм: 128x95x26

Масса с батареей питания GP1604G, г: 240

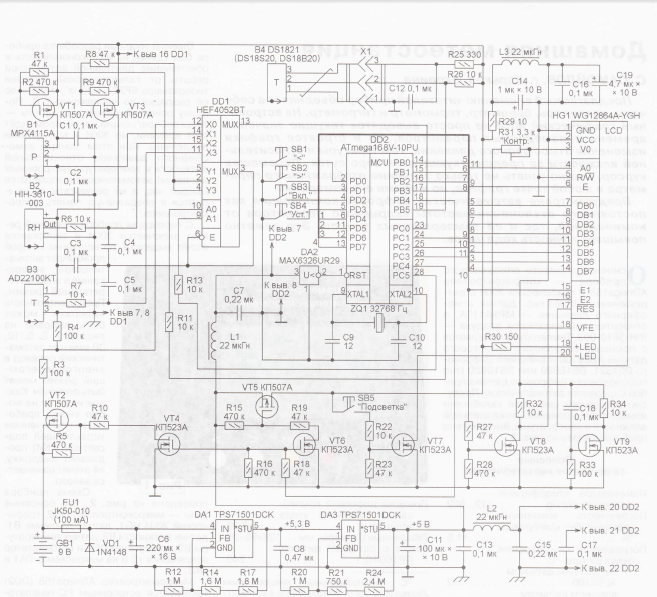


Рис.1 Схема электрическая принципиальная

Схема прибора приведена на рис. 1. Его основные узлы — микроконтроллер DD2, графи­ческий ЖКИ HG1, датчик давления В1, датчик влажности B2, датчик температуры ВЗ, коммутатор DD1 и стабилизатор напряжения +5 В на микросхемах DA1 и DA3.

## 2.2 Выбор и обоснование элементной базы

В таблице 1 приведен список всех компонентов системы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Позиция | Характеристика | Наименование | Количество |
| R1,R8,R10,R18,R19,R23,R27 | 40кОм | MF-12 | 7 |
| R2,R5,R9,R15,R16,R28 | 470кОм | MF-12 | 6 |
| R3,R4,R33 | 100кОм | MF-12 | 3 |
| R6,R7,R11,R13,R22,R26,R32, R34 | 10кОм | MF-12 | 8 |
| R12.R20 | 1МОм | MF-12 | 2 |
| R14 | 1.6МОм | MF-12 | 1 |
| R17 | 1.8МОм | MF-12 | 1 |
| R21 | 750кОм | MF-12 | 1 |
| R24 | 2.4МОм | MF-12 | 1 |
| R25 | 330Ом | MF-12 | 1 |
| R29 | 10Ом | MF-12 | 1 |
| R30 | 150Ом | MF-12 | 1 |
| R31 | 3.3кОм | СПЗ-19а | 1 |
| С1,С2,С3,С13,С17 | 0.1мкФ | К10-176 | 6 |
| С4, С5, С12, С16 | 0,1мкФ | GRM21BR71H104K | 4 |
| С7 | 0,22мкФ | GRM21BR71H224K | 1 |
| С6 | 220мкФ | TAJD227K010RNJ | 1 |
| С15 | 0.22мкФ | К10-176 | 1 |
| С8 | 0.47мкФ | GRM21BR71E474K | 1 |
| С9 | 12пФ | К10-176 | 1 |
| С11 | 100мкФ | TEESVD1A107M12R | 1 |
| С14 | 1мкФ | TEESVP1A106M8 | 1 |
| С18 | 0,1мкФ | GRM319F51H104Z | 1 |
| С19 | 4.7мкФ | TEESVP1A475M8R | 1 |
| VT1,VT2,VT3,VT5 |  | КП507А | 4 |
| VT4,VT6,VT7,VT8,VT9 |  | КП523А | 5 |
| DD1 |  | HEF4052BT | 1 |
| DD2 |  | ATmega16 6-10VPU | 1 |
| B1 |  | MPX4115A | 1 |
| B2 |  | HIH3610003 | 1 |
| B3 |  | AD2200KT | 1 |
| B4 |  | DS1821 | 1 |
| L1,L2,L3 | 22мкГн | EC24 - 220K | 3 |
| HG1 |  | WG12664A-YGH | 1 |
| FU1 | 100мА | JK50-010 | 1 |
| ZQ1 | 32668Гц | MTF32 | 1 |

## 2.3 Обоснование выбора элементной базы

Микроконтроллер ATmegal68 (DD2) тактируется встроенным RC-генератором на 8 МГц при включённом делителе частоты на 8. Таким образом, его такто­вая частота равна 1 МГц. Кварцевый резонатор ZQ1 на 32768 Гц. подключён­ный к выводам XTAL1 и XTAL2 микро­контроллера, стабилизирует лишь час­тоту задающего генератора имеющего­ся в микроконтроллере таймера-счёт­чика 2, который ведёт счёт времени.

Микросхема DA2 (MAX6326UR29) — детектор понижения напряжения пита­ния до 2.93 В с собственным током потребления около 1 мкА. За счет ее использования и отключения в микро­контроллере внутреннего детектора ток потребления прибора в энергосбере­гающем режиме уменьшен на 17 мкА. Если такой микросхемы нет и наличии, вместо неё можно подключить обычную цепь фор­мирования импульса установки микро­контроллера в исходное состояние при включении питания.

Стабилизация напряжения питания микроконтроллера и остальных элемен­тов прибора производится в две ступе­ни. Первая (на интегральном стабили­заторе DA1) понижает напряжение батареи GB1 до 5.3 В. далее — до 5 В с помощью второго стабилизатора (DA3). Основное преимущество такого реше­ния состоит в том. что напряжение на выходе второго стабилизатора практи­чески не зависит от изменений напря­жения на входе первого в пределах 5.3...15 В. При одной ступени стабили­зации напряжение, питающее микро­контроллер, по мере разрядки батареи заметно уменьшается, что приводит к понижению частоты кварцевого генера­тора и отставанию часов.

Минимальное падение напряжения на стабилизаторе из двух микросхем TPS71501 не превышает 0.2 В при токе нагрузки Ю мА, собственный ток по­требления — около 6,5 мкА. При использовании в позиции DA3 вместо стабили­затора TPS71501 с регулируемым вы­ходным напряжением микросхемы ста­билизатора с фиксированные выход­ным напряжением 5 В отпадает необхо­димость во внешнем резистивном де­лителе R20 R21 R24. Здесь может быть установлен стабилизатор TPS71500, включенный по схеме, или немного более дешёвый МСР1702Т-5002Е, имеющий, однако, меньший на 1 мкА ток потребления и повышенный коэффициент стабилизации при изменении тока нагрузки.

Если в повышенной точности хода часов нет необходимости, стабилиза­тор DA1 и резисторы R12, R14, R17 мож­но не устанавливать, замкнув на печат­ной плате контактные площадки для выводов 4 и 5 DА1. Самовосстанавливающийся предохранитель FU1 и диод VD1 обеспечивают защиту прибора от подключения к нему батареи в непра­вильной полярности.

Применённый графический ЖКИ WG12864A-YGH (HG1) с разрешением 128x64 пкс имеет светодиодную под­светку желто-зелёного свечения и встроенный преобразователь напряже­ния. формирующий на выводе 18 (VFE) напряжение -5 В. необходимое для установки оптимальной контрастности изображения. Питание на ЖКИ подаёт­ся только в рабочем режиме через ключ на транзисторе VT5 и фильтр R29C14L3C16C19. Чтобы управлять от одного выхода РС2 микроконтроллера логическими уровнями на входах Е1 и Е2 ЖКИ (выбор левой или правой поло­вины его экрана), предусмотрен логи­ческий инвертор на транзисторе VT8.

Так как подсветка экрана ЖКИ необ­ходима лишь при недостаточном внеш­нем освещении, для управления ею в прибор введён узел на элементах SB5, VT7, R22, R23. Резистор R30 ограничи­вает ток подсветки. Эксперименты с индикатором WG12864A-YGH показали, что для нормального восприятия ин­формации с его экрана при недостаточ­ном освещении вполне достаточно тока подсветки около 10 мА. Усилитель на транзисторе VT7 уменьшает ток. проте­кающий через контакты кнопки включе­ния подсветки SB5, что продлевает ее ресурс.

Коммутатор HEF4052BT (DD1) слу­жит для подключения по командам мик­роконтроллера к его выводу РСО (входу АЦП) аналоговых датчиков В1—ВЗ и цепи контроля напряжения батареи питания, а также для управления пита­нием датчиков.

Датчик атмосферного давления МРХ4115А (В1) со встроенными узлами усиления и термокомпенсации, соглас­но справочным данным, имеет следую­щие характеристики:

Измеряемое давление, кПа

**(мм Hg) 15...115 <112,5...862,5)**

Погрешность измерения при температуре 0...85 'С. %,

не хуже ±1,5

Напряжение питания. В 4.85...5,35

Потребляемый ток, мА, не более 10

Выходное напряжение этого датчика Uвых. равно:

UвыхP Uпит (0.009Р - 0095).

где Uпит — напряжение питания, В; Р — давление. кПа. Если выразить давление в более привычных единицах — милли­метрах ртутного столба (760 мм Нg = 101.325 кПа), то формула приобретает вид:

где Phg — давление, мм Нg.

Поскольку выходное напряжение датчика зависит не только от давления, но и от напряжения питания, в качестве образцового напряжения Uref для АЦП микроконтроллера использовано то же самое напряжение Uпит которым питает­ся датчик. Это позволило исключить эту величину из формулы. Так как результат N преобразования входного напряжения Uвх АЦП 10-разрядным АЦП микроконт­роллера определяется выражением

то окончательная формула для вычис­ления микроконтроллером давления в миллиметрах ртутного столба принима­ет вид

В ней не учтён возможный разброс начального смещения характеристики датчика на ±1.5% (±12.9 мм Нg). Для устранения его влияния в приборе пре­дусмотрена ручная корректировка ре­зультата измерения давления на 15 мм Нg по показаниям эталонного барометра.

Типовое значение тока, потребляе­мого датчиком МРХ4115А. — 7 мА, по­этому из соображений экономии пита­ние на него подаётся только во время проведения замеров атмосферного давления. Программа устанавливает на выходах микроконтроллера РС4 и РС5 соответственно высокий и низкий логические уровни напряжения. Через со­единившиеся при этом выводы 3 и 5 коммутатора DD1 и резистор R1 на затвор транзистора VT1 поступает от­крывающее этот транзистор напряже­ние и цепь питания датчика В1 замы­кается. Его выходное напряжение по­ступает на вход РСО микроконтроллера через соединившиеся выводы 14 и 13 коммутатора.

Датчик относительной влажности HIH-3610-003 (В2) имеет следующие характеристики:

Измеряемая относительная влажность, % 0...100

Погрешность при U„m=5 В и t=25 °С, % ±2

Напряжение питания, В 4...5,8

Потребляемый ток. мкА 200

Выходное напряжение этого датчика зависит от влажности и напряжения питания согласно формуле

где RH — относительная влажность, %; Slope — крутизна характеристики пре­образования, Ввых; Zerooffset — выход­ное напряжение датчика при Uпит=5 В и RH=0 %. Значения Slope и Zerooffset указаны в калибровочных данных, при­кладываемых к каждому экземпляру датчика.

Как и при измерении давления, образцовым для АЦП микроконтролле­ра при измерении влажности также слу­жит напряжение питания Uпит. Поэтому формула для вычисления микроконт­роллером относительной влажности имеет вид

Однако правильный результат она даёт лишь при температуре Т=+25 СС. Для вычисления значения влажности RHT при другой температуре приме­няется поправочная формула

Датчик температуры AD22100KT (ВЗ) — аналоговый со встроенным уси­лителем. Его выбор был обусловлен способностью выдавать результат немедленно после подачи напряжения питания. Цифровые датчики дают его с задержкой на 0,5... 1 с, обусловленной затратами времени на преобразование значения температуры в цифровой код.

Основные характеристики датчика AD22100KT

Гарантированный интервал измеряемой температу­ры.‘С 0...+ 100

Погрешность (при t=25°C).

°С:

типовая ±0,5

максимальная ±2

Напряжение питания, В 4...6

Потребляемый ток. мА, не более 0.65

Его выходное напряжение опреде­ляется формулой

Где Т — температура. °С; 1.375 — выход­ное напряжение при UвыхТ=5 В и Т=0 °С. В. При использовании напряжения пита­ния Uпит в качестве образцового для АЦП микроконтроллера формула для вычис­ления температуры в градусах Цельсия имеет вид

При измерении относительной влаж­ности датчиком В2 и температуры дат­чиком ВЗ напряжение питания на них поступает через открытый полевой транзистор VT3.

Внешний датчик температуры В4 под­ключают к разъёму Х1 прибора. Здесь может использоваться любой из циф­ровых - DS1821. DS18S20. DS18B20. его тип прибор определит автоматиче­ски. Предусмотрены два режима из­мерения температуры внешним датчи­ком — с максимальной и минимальной скоростью.

В первом случае период измерения температуры датчиками DS18S20, DS18B20 задан программно и равен приблизительно 0,75 с. Для датчика DS1821 период повторения измерений несколько меньше, завершение проце­дуры программа фиксирует по установ­ленному в регистре состояния датчика флагу DONE. Этот режим предназнача­ется в основном для измерения темпе­ратуры жидкостей.

Во втором режиме период повто­рения измерений температуры — около 4.2 с. Этим сведено к миниму­му повышение температуры датчика за счет собственного энерговыделе­ния. что повышает точность измере­ния температуры воздуха или твёрдых тел.

Измерение напряжения батареи питания GB1 производится только в рабочем режиме, когда по сигналу мик­роконтроллера полевой транзистор VT2 открыт. Оно поступает на вход АЦП мик­роконтроллера через делитель напря­жения на резисторах R3. R4. номиналы которых выбраны одинаковыми, и ком­мутатор DD1, переведённый 8 состоя­ние, когда соединены его выводы 12 и 13. Максимальное измеряемое напря­жение — 10 В.

Микросхему HEF4052BT фирмы Phillips можно заменить одной из анало­гичных в корпусе SO-16, выпускаемых разными фирмами. Кроме замен, в качестве DA3 можно применить (с учетом различий в назна­чении выводов) широко распростра­нённый интегральный стабилизатор LM2936Z-5 в корпусе ТО-92, имеющий немного больший ток потребления и худший коэффициент стабилизации напряжения.

Микроконтроллер ATmega 168V-10PU можно заменить на ATmega 168-20PU. При этом ток потребления в энергосбе­регающем режиме может даже незна­чительно (приблизительно на 0,5 мкА) уменьшиться, а в рабочем — приблизи­тельно на 0.1 мА увеличиться. Возмож­но и применение более современного микроконтроллера ATmega 168A-20PU с уменьшенным энергопотреблением.

Полевые транзисторы КП523А мож­но заменить на BS170 с учётом разли­чий в назначении выводов. Вместо дио­да 1N4148 подойдёт любой импульсный маломощный, например, серий КД521, КД522. Для снижения энергопотребле­ния он должен иметь как можно мень­ший обратный ток.

Дроссели LI —L3 — импортные мало­габаритные индуктивностью 22. ..33 мкГн, например LGA0305.

Датчик влажности HIH-3610-003 мож­но заменить на Н1Н-36Ю-004 (они раз­личаются лишь формовкой выводов), а также на HIH-4010-003. HIH-4010-004. Если нет необходимости измерять влажность, её датчик можно не устанав­ливать. В программе предусмотрено автоматическое определение его нали­чия. Если датчика нет, на ЖКИ не по­явятся строка с текущим значением влажности и график её изменения.

При отсутствии датчика влажности желательно соединить левый по схеме вывод резистора R6 с аналоговым об­щим проводом, чтобы при попыт­ках её измерения вход АЦП микроконт­роллера не "висел в воздухе".

Внешний датчик температуры соеди­няют с прибором жгутом из трёх свитых проводов длиной около метра. На про­тивоположной датчику стороне жгута его провода припаяны к контактам гнез­довой части разъёма X1. ответная шты­ревая часть которого находится на плате прибора. Датчик, жгут и разъём надевают тер­моусаживаемые трубки.

Постоянные резисторы использова­ны импортные малогабаритные MF-12 и для поверхностного монтажа типо­размера 0805. подстроечный резистор R31 — СПЗ-19а или импортный 3329Н. Резисторы R3 и R4 желательно подо­брать одинакового сопротивления с точностью не хуже 1 %, для остальных — допустимо отклонение от номинала на 5...10%.

Конденсаторы Сб. С11. С14. С19 — оксидные Керамические конденсаторы для поверхностного монтажа — С4. С5, С7, С8. С12. С16 (типоразмера 0805) и С18 (типоразмера 1206). Остальные — керамические К10-176 или импортные.

Кварцевый резонатор ZQ1 — MTF32 в цилиндрическом корпусе диаметром 3 мм и длиной 8 мм.

Графический ЖКИ WG12864A-YGH можно заменить аналогичным, имею­щим экран 128x64 пкс, встроенный контроллер, совместимый с KS107 или KS108. и встроенный источник напряжения -5 В. Светодиодная подсветка экрана ЖКИ желательна белая, как наи­более экономичная. Учтите, что каждый изготовитель ЖКИ использует свою систему индексов в конце его обозна­чения, характеризующих цвет фона экрана, тип и цвет его подсветки, рабо­чий интервал температуры и другие параметры. Поэтому перед покупкой желательно уточнить особенности при­обретаемого индикатора.

Необходимо обратить внимание на наличие и ЖКИ узла термокомпенсации. Он предназначен для поддержания неизменной контрастности изображе­ния при значительных колебаниях тем­пературы окружающей среды. Состоит из терморезистора, нескольких посто­янных резисторов и регулирующего транзистора, включённого в выходную цепь источника напряжения -5 В.

Оптимальную контрастность индика­тора в рассматриваемом приборе уста­навливают с помощью подстроенного резистора R31. Обычно так, чтобы были едва видны погашенные элементы изображения. Опыт работы с графиче­скими ЖКИ показал, что присутствие узла термокомпенсации не всегда поз­воляет это сделать. Например, конт­растность индикатора WG12864A-YGB-T оставалась недостаточной даже при соединённых вместе выводах 3 и 18 ЖКИ и напряжении питания 5 В.

В тех случаях, когда пределы регули­ровки контрастности индикатора с тер­мокомпенсацией не устраивают или встроенный в ЖКИ источник напряже­ния -5 В используется для питания (при токе до нескольких миллиампер) других узлов прибора, в котором установлен индикатор, термокомпенсацию можно отключить. Для этого с печатной платы ЖКИ следует удалить обеспечивающие ее элементы. В ЖКИ WG12864A-YGB-T — это терморезистор RT1, резисторы R61— R63, транзистор Q1. Контактные площадки, к которым был припаян уда­лённый транзистор, необходимо соеди­нить между собой.

Программа микроконтроллера опи­санного прибора написана на языке С с использованием бесплатного пакета WnAVR-20060125. Версии пакета, вы­пущенные в 2007 г. и позже, не подхо­дят, так как в результате замены про­граммного ядра компилятора игнори­руются некоторые имевшиеся в преж­них версиях операции. Например, бо­лее не поддерживаются функции вы­держивания пауз.

Файлы проекта находятся в прило­жении к статье. Исходный текст про­граммы называется Barometr.c и для желающих разобраться в ее работе содержит подробный комментарий на русском языке.

В справочных данных применённого автором кварцевого резонатора MTF32 сказано, что отклонение фактической частоты его настройки от номинальной при температуре \*25 иС не превышает ±20 ppm (±0.002 %). что составляет ±(86400\*0.00002) = ±1.728 с ухода ча­сов за сутки. Здесь 86400 — число секунд в сутках. Оно ещё потребуется при дальнейших расчётах.

Цифровая коррекция заключается в добавлении к текущему содержимому программного счётчика секунд или вы­читанию из него поправки, значение ко­торой может быть с шагом 0,01 с и дос­тигать 9,99 с 8 сутки. Фактически по­правка на 1/24 суточного значения вво­дится на второй секунде последней минуты каждого часа.

Не следует, однако, полагать, что такая коррекция гарантирует точность хода часов \*0.01 с за сутки. Дело в том. что помимо постоянного отклонения частоты кварцевого резонатора от номинальной существует еще и ее за­висимость от температуры окружаю­щей среды. В справочных данных резо­натора MTF32 приведена следующая формула:

где F — относительный уход частоты резонатора, ppm; Т — температура, °С.

Например, при понижении темпера­туры окружающей среды с +25 °С до +15 °С частота кварцевого резонатора изменится на

что составит -0.0000036x86400 = -0,31 с за сутки.

Для учёта температурных изменений частоты кварцевого резонатора в опи­сываемом приборе ежечасно изме­ряется температура и вычисляется по­правка. корректирующая ход часов. Таким образом, удаётся существенно снизить температурный уход их показа­ний. хотя погрешность за счёт измене­ния ёмкости конденсаторов С9 и СЮ. а

также параметров внутренних элемен­тов микроконтроллера всё равно оста­ётся не скомпенсированной.

Результаты испытания в течение 14 месяцев (до полной разрядки батареи GP1604G) прибора, в кото­ром установлены микроконтроллер ATmega 168V-10F4J и два интегральных стабилизатора TPS7I501DCK, показа­ли, что наблюдается нарастающий дрейф хода часов. Первоначально уста­новленная поправка на +0.7 с в сутки обеспечила точный счёт времени в течение месяца, затем часы стали отставать в течение недели сначала на 0.1 ...0,2 с. а к концу срока службы бата­реи — до 1 с. В итоге за 14 месяцев часы отстали на 25 с.

Вероятнее всего, причиной такого ухудшения точности хода стало старение кварцевого резонатора. В его справоч­ных данных указан годовой уход частоты не более ±5 ppm (+0,0005 %), что экви­валентно ±0,432 с за сутки или ±3,024 с за неделю. На практике уход за 14 меся­цев составил примерно -1,7 ppm, что с трёхкратным запасом укладывается в заявленную производителем норму.

Также было замечено, что нагрева­ние выводов кварцевого резонатора в течение нескольких секунд паяльником приводит к его ускоренному старению и отставанию часов на 0,5... 1 с за сутки. В настоящее время для эксперимента в прибор установлен кварцевый резона­тор от старых наручных часов "Элект­роника 5"'выпуска 90-х годов прошлого века. За семь месяцев работы часы ушли вперёд на 3.7 с.

Для загрузки программы в микро­контроллер использовались самодель­ный программатор SI Prog, и программа PonyProg версии 2.07с. Запустив эту программу, следует выбрать тип микроконтроллера (Устройство-»АУРт1сго-»АТтеда168), от­крыть файл Barometr.hex |File-»Open Program (FLASH)-»File...). выбрав при этом тип файла \*.hex, и записать его содержимое во FLASH-память. После этого открыть файл Barometr.eep (File-\* Open Data—\*EEPROM->File...), выбрав тип файла \еер, и записать его содер­жимое в EEPROM, где хранятся таблицы календарей.

После этого нужно задать конфигу­рацию микроконтроллера (Command-» Security and Configuration Bits...), отме­тив галочками пункты CKSELO, CKSEL2, CKSEL3, CKDIV8, EESAVE. SUTO и SUT1. Пункт BODLEVEL1 отмечают только при отсутствии в приборе микросхемы MAX6326UR29.

Можно задать в исходном тексте программы Barometr.c значения кон­стант Zr и SI для работы с датчиком влажности. После программирования микроконтроллера они постоянно присутствуют в его памяти и их можно быстро извлекать оттуда одновремен­ным нажатием на кнопки SB1 и SB2 при калибровке датчика влажности.

Порядок действий при этом таков. Из калибровочных данных, прилагае­мых к используемому экземпляру дат­чика, берут значения Zerooffset. В и Slope. мВ/%. вносимые в программу значении вычисляют по формулам:

Zr=Zerooffset\*1000.

SI=S lope \*1000.

округляя результаты до ближайших целых чисел.

С помощью входящей в пакет WinAVR программы Programmers Notepad от­крывают файл Barometr.c и включают нумерацию его строк (View-»Line Num­bers) В строках 38 и 39 этого файла кор­ректируют значения констант Zr и SI в соответствии с выполненным расчётом. Например. если в документации датчика указаны значения Zerooffset=0.862 В и Slope=31,805 мВ/%, то строки 38 и 39 программы должны выглядеть так:

# define zr 862

*#* define Si 31805

В строках 40—43 можно задать значения и других параметров, вызы­ваемые комбинацией кнопок SB1 и SB2 в процессе калибровки прибора. На­значение этих параметров и их допус­тимые значения указаны в коммента­риях к соответствующим строкам.

При желании в строках 45—47 текста программы можно исправить дату последней модификации программы:

# define Gd 10 //Год 0...99

# define Ms 5 //месяц 1...12

# define Chi 23 //Число 1...31

Она выводится на ЖКИ при включе­нии питания прибора.

После внесения в программу любых изменений её необходимо откомпили­ровать заново (Tools->[WinAVR) Make All). Об успешной компиляции свидетель­ствует сообщение "Process Exit Code: О”. Полученные файлы Barometr.hex и Barometr.eep следует загрузить в па­мять микроконтроллера, как было опи­сано выше.

После первого подключения к при­бору батареи GB1 прежде всего необ­ходимо проверить напряжение на выхо­де стабилизатора DA3 и убедиться, что оно находится о пределах 4.05...5,15 В. Ток потребления не должен выходить за пределы 3.6...4,3 мА. Далее подстроечным резистором R31 следует устано­вить оптимальную контрастность инди­катора. На экран должны быть выведе­ны ось времени будущего графика, ли­ния курсора и измеряемые параметры с нулевым временем и датой, соответ­ствующей последней модификации программы. Кроме того, специальными значками будут показаны фаза Луны (вычисляется по формуле Харви с погрешностью ± 1 сутки) и стелен ь заряженности батареи питания. Прибор находится в рабочем режиме и может быть переведён в энергосберегающий кратковременным нажатием на кнопку SB3 или перейдёт в него автоматически по истечении заданной в программе по умолчанию выдержки.

Вновь переводят прибор в рабочий режим также кнопкой SB3, нажав и удерживая её не менее 1 с. Выдержка необходима для защиты от случайных нажатий на эту кнопку во время пере­носки прибора в кармане или в сумке. Включение рабочего режима произой­дёт только при отпущенных кнопках SB 1. SB2 и SB4. Поскольку кнопка SB5 не имеет связи с микроконтроллером, её состояние на процесс переключения не влияет. Для переключения из ра­бочего режима в энергосберегающий состояние кнопок, кроме SB3. значения не имеет.

Чтобы установить текущие дату и время, необходимо нажать и удержи­вать не менее 1 с кнопку SB4. Изо­бражение цифр номера года станет негативным. Нужное значение устанав­ливают нажатиями на SB1 и SB2, после чего кратковременно нажимают на SB4 для перехода к установке месяца, кото­рую выполняют аналогичным образом. Следующими нажатиями на SB4 после­довательно переходят к установке числа месяца (день недели вычисляет­ся автоматически), часов и минут теку­щего времени. Завершающее нажатие на кнопку SB4 обнуляет счётчик секунд (если его исходное значение более 30. показание часов увеличивается на одну минуту) и выводит прибор из режима установки даты и времени.

Для входа в режим установки вы­держки времени до переключения в энергосберегающий режим необходи­мо одновременно нажать и удерживать не менее 1 С кнопки SB1 и SB4. Кнопка­ми SB 1 или SB2 выбирают нужное зна­чение из появившегося на экране ЖКИ списка, после чего кратковременно нажимают на SB4 для перехода в режим корректировки хода часов. А после сле­дующего нажатия на кнопку SB4 будет предоставлена возможность включить или выключить автоматический пере­ход с летнего на зимнее время и обрат­но (по умолчанию он выключен). Ещё одно нажатие на кнопку SB4 — выход в обычный режим работы.

В энергосберегающем режиме при­бор измеряет атмосферное давление, относительную влажность и температу­ру один раз в час. В рабочем режиме атмосферное давление измеряется каждые 5 с, влажность и температура — каждую секунду. Запоминаются резуль­таты измерений каждый час. По мере их накопления на экране ЖКИ строятся графики.

С помощью кнопок SB1 и SB2 можно передвигать по графику курсор. При этом в нижней части экрана выводится значение измеренного параметра, со­ответствующее положению курсора, а также время замера и день недели. Переключение графиков разных метео­параметров производится одновре­менным нажатием на кнопки SB1 и SB2.

Для входа в режим калибровки пока­заний барометра необходимо одновре­менно нажать и удерживать не менее 1 с кнопки SB2 и SB4. После этого изоб­ражение значения давления на ЖКИ станет негативным, будет показано за­данное ранее значение поправки со знаком. Кнопкой SB1 или SB2 устанав­ливают показания прибора, равными показаниям эталонного барометра. При его отсутствии можно воспользоваться информацией о давлении, передавае­мой в сводках погоды по радио, телеви­дению или в Интернете. Но в этом слу­чае для внесения поправки желательно выбрать период времени, когда давле­ние не изменяется в течение хотя бы нескольких часов (на графике прямая линия), иначе сведения могут оказаться устаревшими. Следует иметь в виду, что такая калибровка будет менее точ­ной, так как атмосферное давление зависит и от высоты точки его измере­ния над уровнем моря, уменьшаясь приблизительно на 1 мм Нд на каждые 10 м высоты.

Следующими нажатиями на кнопку SB4 последовательно вызывают режи­мы корректировки показаний датчика температуры, выбора периода повто­рения измерений температуры внеш­ним датчиком, корректировки смеще­ния нуля датчика влажности (в преде­лах 500... 1400 мВ) и крутизны его характеристики (в пределах 27500... 34500 мкВ/%). Если подключён внеш­ний датчик температуры, то предостав­ляется возможность корректировки и его показаний. Значения температуры, измеренные внешним датчиком, выво­дятся на ЖКИ более мелким шрифтом и с двумя десятичными знаками после запятой.

Внесённые поправки сохраняются в энергонезависимой EEPROM микро-контроллера, так что после отключения и нового подключения батареи питания повторная калибровка не требуется. Поправки к показаниям внешнего дат­чика температуры сохраняются в его собственной памяти.

Заменять батарею питания лучше всего при работе прибора в энергосбе­регающем режиме. После её отключе­ния, накопленного в конденсаторах С6 и С11 заряда, достаточно для работы микроконтроллера в течение ещё не­скольких десятков секунд. Этого вполне достаточно для подсоединения новой батареи.

# Конструкторско-технологическая часть

## 3.2 Конструкторско-технологические требования

* Тип производства – мелкое серийное.
* Климатический факторы внешней среды:

Домашняя метеостанция предназначена для работы при температурах от +5ОС до +45ОС. Относительная влажность до 80% при температуре +25ОС. В режиме хранения при температуре от -5ОС до +35ОС и влажности до 80%.

* Для защиты от внешних воздействий печатная плата домашней метеостанции находится в корпусе.
* Номинальный режим работы – энергосберегающий.
* Домашняя метеостанция, для обеспечения мелкого серийного производства с наименьшими затратами, должна быть реализована на печатной плате. Печатная плата должна соответствовать:
  1. ГОСТ Р 50621-93 (МЭК 326-4-80). Платы печатные одно- и двусторонние с неметаллизированными отверстиями. Общие технические требования.
  2. ГОСТ 23751-86. Платы печатные. Параметры конструкции.
  3. ГОСТ 10317-79. Платы печатные. Основные размеры.
* Средний срок службы – 10лет.

## 3.2.Обоснование конструкции устройства

Разработка конструкции устройства, домашней метеостанции, происходит на основании анализа схемы электрической принципиальной, а так же на основании требований технического задания. Разработка конструкции устройства включает в себя следующие элементы:

* Выбор и обоснование способов компоновки ЭРЭ;
* Способ монтажа;
* Выбор и обоснование стандартизованных деталей, флюсов, припоев для монтажа;
* Выбор способов защиты от статического электричества, а так же электромагнитная совместимость устройства.

При выборе способа компоновки и монтажа ЭРЭ следует учитывать положение ТЗ о мелком серийном производстве устройства. Следовательно, при разработке конструкции устройства необходимо учитывать, что оно будет производиться в небольшом количестве в условиях оснащенного современным оборудованием и технологиями производстве.

Современные предприятия по производству радиоэлектронной аппаратуры имеют технологически линии для осуществления каждой операции на стадии производства РЭА:

* Линии для производства печатных узлов и деталей;
* Линии для нанесения защитных покрытий;
* Линии для изготовления корпусов изделий;
* Сборочные линии;
* Линии контроля качества и испытания РЭА.

## 3.2.1.Обоснование выбора конструкции печатного узла

Конструктивно прибор выполнен на односторонней печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Печатная плата представляет собой электроизоляционную плату с контактными площадками и отверстиями, для установки электрорадиоэлеменов, а так же соединяющих их, соответственно электрической принципиально схеме, системе проводников и металлизированных отверстий, служащих межслойными соединениями. Электрорадиоэлементы расположены с одной стороны печатной платы.

## 3.2.2.Обоснование выбора конструкции корпуса

Используется унифицированный корпус Z-19 размерами 128х95х26 мм. В правой боковой стенке корпуса, рядом с находящимися на плате датчиками температуры и влаж­ности, необходимо просверлить не­сколько отверстий для прохода воздуха.

Панель для микроконтроллера DD2 должна быть с цанговыми гнёздами. Высота обычной панели больше, она будет мешать установке ЖКИ. Предназначенные для выводов отверстия в печатной плате раззенкованы со стороны её установки для более глубокой посадки. Общая высота панели с находящимся в ней микроконтроллером не должна превышать высоту стоек для индикатора.

Со стороны печатных проводников в отверстия по углам платы вставляют и расклёпывают в них четыре втулки высотой 3,5 мм с внутренней резьбой М2,5. С их помощью плату закрепляют винтами к корпусу.

Надписи на корпус Прибора наносят с помощью наклеек. Их готовят на ком­пьютере с помощью любого графиче­ского редактора, например, программы Splan. Рисунок печатают на обычной бумаге, сверху на него наклеивают отрезок прозрачной односторонней, а снизу — двусторонней липкой ленты. Размеры отрезков должны быть немно­го больше, чем рисунка. Защитную плёнку с обратной стороны двусторон­ней липкой ленты пока не снимают.

Аккуратно вырезают по периметру рисунок из полученной заготовки. Удалив защитную плёнку, наклейку прижимают к отведённому ей месту на корпусе.

Достоинство такого метода состоит в том, что при необходимости замены (например, в связи с расширением или изменением функционального назначе­ния кнопок прибора) наклейка может быть без труда удалена, не оставив на поверхности пластмассового корпуса никаких следов.

## 3.3.Выбор материалов для изготовления печатного узла и способ изготовления платы.

Для изготовления домашней метеостанции используется односторонняя печатная плата (ОПП) с металлизированными отверстиями.

Форма платы – прямоугольная пластина габаритами 110х89 мм

Исходя из требований ТЗ и в соответствии с ГОСТ Р50621-93, ГОСТ 23751-86 и ГОСТ 10317-79, ОСТ 4.010.022-85 принимаем следующие требования к плате:

* класс точности платы – 3;
* группа жесткости – 3;
* шаг координатной сетки – 1.25мм.

## 3.3.1.Выбор класса точности

ГОСТ 23751-86 настоящий стандарт устанавливает основные параметры конструкции печатных плат и печатных кабелей. Классы точности печатной платы определяется по минимальным предельным отклонениям на размеры и расположение печатных проводников и контактных площадок. В соответствии с предъявляемыми техническими требованиями подходит класс точности 3. В таблице 3.1 приведены параметры данного класса точности:

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| Условное обозначение элементов печатного монтажа | Значение, мин. |
| Наименьшая ширина проводника t, мм | 0,25 |
| Расстояние между проводниками, между проводниками и контактными площадками S, мм | 0,25 |
| Предельное отклонение Δt, мм | ±0,10 |
| Минимальное значение гарантийного пояска для класса точности b, мм | 0,10 |
| Позиционный допуск расположения проводника относительно соседнего T1, мм | 0,05 |

## 3.3.2.Выбор метода нанесения рисунка

Существуют три метода нанесения рисунка на печатную плату: сеткографический метод, фотопечать и офсетная печать. Сеткографический метод основании на нанесении специальной краски путем продавливания ее через сетчатый трафарет ракелем. Метод офсетной печати состоит в изготовлении печатной формы, на поверхности которой формируется рисунок слоя, который в свою очередь переносится на поверхность основания печатной платы. Метод фотопечати состоит в контактном копировании рисунка печатного монтажа с фотошаблона на основание, покрытое фоторезистом.

Для данного устройства используется метод фотопечати, так как он соответствует 3 классу точности и имеем самую высокую точность (± 0,05 мм) и плотность монтажа.

## 3.3.3.Выбор метода изготовления

Существует четыре метода изготовления печатных плат: субтрактивный, аддитивный, полуаддитивный и комбинированный. Субтрактивный метод представляет собой перенос стойкой к травлению пленки с рисунком печатных проводников на фольгированную основу, а затем химическое травление незащищенных пленкой мест. Аддитивный метод предполагает использования нефольгированного основания, на которое наносится токопроводящий рисунок. Полуаддитивные методы схожи с аддитивными, за исключением использования электрохимических (гальванических) методов металлизации, вместо неустойчивых процессов толстослойной химической металлизации (ТХМ). Комбинированные методы объединяют в себя все приемы изготовления печатных плат, необходимые для изготовления печатных проводников и металлизированных отверстий.

Для изготовления платы для домашней метеостанции наилучшим образом подходит субтрактивный метод изготовления, так как он позволяет без труда изготовить одностороннюю печатную плату с фольгированной основой и металлизированными отверстиями.

Схема субтрактивного метода изготовления односторонних печатных плат с металлизированными отверстиями:

1. вырубка заготовки;
2. сверление отверстий;
3. подготовка поверхности фольги (дезоксидация), устранение заусенцев;
4. трафаретное нанесение кислотостойкой краски, закрывающей участки фольги, неподлежащих вытравливанию;
5. травление открытых участков фольги;
6. сушка платы;
7. нанесение паяльной маски;
8. горячее облуживание открытых монтажных участков припоем;
9. нанесение маркировки;
10. контроль.

Преимущества:

-возможность полной автоматизации процесса изготовления;

-высокая производительность;

-низкая себестоимость.

Недостатки:

-низкая плотность компоновки связей;

-использование фольгированных материалов;

-наличие экологических проблем из-за образования больших объемов отработанных травильных растворов.

## 3.3.4.Выбор материала печатной платы

Выбор материала основания для печатного узла зависит от многих критериев, таких как тип диэлектрического основания, толщине основания, толщине фольги, типу фольги, количеству металлизированных сторон и т.д. Плата для домашней метеостанции реализуется на односторонней печатной плате. Устройство работает на малой частоте при невысоких токах. Для этих целей подходит односторонний фольгированный стеклотекстолит СФ-1-35Г ГОСТ 10316-78. Данный тип стеклотекстолита имеет толщину 1.5 мм и толщину фольги 35 мкм.

## 3.3.5.Подготовка поверхности печатной платы

Подготовка поверхности и отверстий заготовок ПП осуществляется с целью:

* Удаления заусенцев, смолы механических частиц из отверстий после сверления;
* Получения равномерной шероховатости поверхности;
* Активирования поверхности перед химическим меднением;
* Удаление пыли, грязи, мелких царапин, оксидов, масляных пятен и пр.

Существуют следующие способы подготовки поверхности и отверстий печатных плат: механический, химический, комбинированный, электрохимический, плазменное травление, ультразвуковой и др. В крупносерийном и массовом производстве используют механическую подготовку поверхности ПП. Она производится на линиях конвейерного типа с дисковыми щетками, на которые подается абразивная суспензия. В качестве абразива используется карбид кремния и оксид алюминия.

Для промывки отверстий диаметром более 0,5 мм применяется струйная промывка, а для отверстий диаметром менее 0,5 используется фонтанная.

## 3.3.6.Получение монтажных и переходных отверстий

Эта операция является одной из наиболее важных в производстве ПП всех типов, так как:

-обеспечивает качество получения токопроводящего слоя в отверстиях после их металлизации и надежность электрических параметров ПП;

-обеспечивает точность совмещения токопроводящих рисунков схемы, расположенных на противоположных сторонах ДПП или разных слоях МПП;

Брак на этой операции является необратимым. В связи с этим к качеству выполнения отверстий предъявляют следующие требования:

-цилиндрические отверстия должны быть с гладкими стенками;

-отверстия должны быть без заусенцев;

-предельные отклонения центров отверстий относительно узлов координатной сетки должны составлять ±0,015 мм;

-отсутствие деструкции диэлектрика в отверстиях и размазывания (наволакивания) смолы по стенкам отверстий, так как это препятствует

осаждению меди и приведет к разрыву электрической цепи;

точность сверления отверстий ±(0,12 или 0,08) мм.

Сверление монтажных и переходных отверстий. На качество сверления оказывают влияние конструкция сверлильного станка, геометрия и материал сверла, точность позиционирования, способ закрепления ПП на столе станка, скорость резания, точность осевой подачи при сверлении и обратном ходе сверла, способ удаления стружки и пр.

Лазерное сверление. При воздействии излучения на обрабатываемую заготовку ПП происходит испарение или взрывное разрушение материала. Лазерным сверлением в ПП могут быть получены сквозные отверстия диаметром менее 50 мкм в фольгированных и нефольгированных заготовках ПП, глухие отверстия диаметром до 25 мкм, глубиной менее 50 мкм в одностороннем фольгированном диэлектрике.

Производство плат домашней метеостанции относится к мелкому серийному производству, и на ней присутствуют монтажные и переходные отверстия, поэтому лучше всего нам подходит метод сверления.

## 3.3.7.Металлизация печатной платы

Металлизация печатной платы - нанесение тонкого проводящего слоя на поверхности платы. Поскольку платы обычно изготавливаются из фольгированного материала, уже имеющего проводящий слой, металлизация служит в основном для выполнения стенок металлизированных отверстий для соединения проводящих рисунков разных слоев (сторон) платы.

Металлизацию осуществляют при производстве изделий как со сквозными, так и с глухими отверстиями. От того, насколько качественно выполняется металлизация отверстий печатных плат, зависит надежность и долговечность изделия.

Исторически для получения пленки меди использовался двухступенчатый процесс, состоявший из химической металлизации и гальванического наращивания. Осаждение химической меди осуществлялось на поверхность, активированную палладием или другим активатором (оловянно-палладиевым, полимерным или углеродным). Активатор выполнял роль центров для осаждения меди, после чего за счет автокаталитического процесса образовывалась равномерная тонкая медная пленка. Эта пленка обеспечивала электропроводность всей поверхности платы, что позволяло далее осуществлять электрохимическое (гальваническое) наращивание. Получение достаточно толстых пленок только средствами химического процесса весьма затруднено и в промышленных масштабах не применялось.

Более современный процесс, носящий название прямой металлизации, не требует химической металлизации. При прямом методе на поверхность наносится пленка активатора, которая уже обладает достаточной электропроводностью для гальванической металлизации. Этот подход более экологичен, позволяет упростить оборудование и обладает лучшим соотношение глубины отверстия к диаметру, поскольку при его выполнении не образуется водород, характерный для химического меднения.

## 3.4.Межсоединения

На печатной плате межсоединения осуществляются при помощи печатных проводников. Электрические соединения между печатными проводниками и радиоэлементами осуществляется при помощи пайки.

## 3.4.1.Технологический процесс пайки

Так как на нашей печатной плате используется, и монтаж в отверстия, и поверхностный монтаж, то целесообразней будет применять пайку волной припоя.

Установки пайки волной припоя используются как для групповой пайки компонентов, монтируемых в отверстия, так и для смешанного монтажа. При пайке волной создается стационарная, постоянно обновляемая волна расплавленного припоя. Печатные узлы, подлежащие пайке, движутся в одном направлении поперек “гребня” волны.

Пайка селективной волной осуществляется локально, как и нанесение флюса. Вся плата не подвергается нагреву, не покрывается флюсом и не имеет контакта с волной – поэтому эта технология считается более чистой, более экономичной и более повторяемой.

Преимущества пайки волной:

-это непрерывный процесс, позволяющий достичь высокой производительности;

-быстрый перенос тепла делает данную технологию хорошо подходящей для пайки печатных плат с металлизированными отверстиями;

-в большинстве случаев возможно создание малых галтелей, что позволяет паять печатные платы с достаточно высокой плотностью монтажа, включая печатные платы, содержащие поверхностно монтируемых компонентов;

-незначительные ограничения, накладываемые на длину печатного узла.

Среди недостатков, присущих технологии пайки волной, можно отметить следующие:

-достаточно узкое технологическое окно процесса;

-топология печатной платы должна быть адаптирована под направление движения печатной платы через волну.



Рис.2. Схема установки пайки волной

## 3.4.2.Флюс

Флюс используется для очистки окисленной поверхности, подлежащей пайке, улучшает растекание припоя по металлу. Для данного изделия мы будем использовать флюс ЛТИ-120. Это раствор канифоли в этиловом спирте с добавлением активаторов (диэтиламин солянокислотный, триэтиломин).

## 3.4.3.Припой

Пайку осуществляют или с целью создания механически прочного (иногда герметичного) шва, или для получения электрического контакта с малым переходным сопротивлением. При пайке места соединения и припой нагревают. Так как припой имеет температуру плавления значительно ниже, чем соединяемый металл (или металлы), то он плавится, в то время как основной металл остаётся твёрдым. На границе соприкосновения расплавленного припоя и твёрдого металла происходят различные физико-химические процессы. Припой смачивает металл, растекается по нему и заполняет зазоры между соединяемыми деталями. При этом компоненты припоя диффундируют в основной металл, основной металл растворяется в припое, в результате чего образуется промежуточная прослойка, которая после застывания соединяет детали в одно целое.

Для пайки устройства следует применить припой ELSOLDTC07. Он подходит для пайки волной припоя. Данный припой применяется для пайки ЭРЭ, которые чувствительны к перегреву. Припой ELSOLDTC07 имеет температуру плавления 227оС. При данной температуре не происходит перегрева элементов.

## 3.4.4.Защитное покрытие

После монтажа ЭРЭ печатную плату следует покрыть защитным покрытием от воздействия внешних воздействующих факторов и для создания электроизоляционного покрытия.

Для этой цели подходит лак УР-231ВТУ ГИПИ-4 №366-62. Этот лак предназначен для коррозионной защиты печатных узлов всеклиматического исполнения, эксплуатируемых при температурах от -60 до +120 ОС, а так же для создания защитного электроизоляционного покрытия.

Покрытие платы лаком происходит в два этапа:

* По завершению травления ПП. При этом этапе контактные площадки от покрытия лаком следует предохранить;
* После сборки печатного узла.

Для маркировки следует применять эмали ЭП-72, ЭП-5155, либо АС-5307.

## 3.5.Установка элементов

Все радиоэлементы устанавливаются на печатную плату соответственно сборочному чертежу ПУ. Перед установкой следует произвести формовку выводов элементов, соответствующую вариантам установки элементов по ОСТ 45.010.030-92.

## 3.6.Расчёт параметров печатных проводников

**Технические характеристики:**

**-**Напряжение питания: 5-10В

-Ток потребления, не более 10мА

-Размер печатной платы: 110х89 мм

-Класс точности 3

-Односторонняя печатная плата

-Метод изготовления: субтрактивный метод

-Метод нанесения рисунка: фотопечать.

## 3.6.1.Расчёт диаметра монтажных отверстий и контактных площадок

Номинальный диаметр отверстий рассчитывается по формуле:

Где:

* – нижнее отклонение. (Для 3-го класса точности с не металлизированными отверстиями составляет 0.05);
* – разница между минимальным значением диаметра отверстия и максимальным значением вывода (для ручной установки ЭРИ в пределах 0.1..0.4 мм);
* максимальное значение диаметра вывода ЭРИ.

Отсюда: *d = dЭ­­ +* 0.15

Диаметр контактной площадки рассчитывается в соответствии с классом точности печатной платы:

Где:

* верхнее предельное отклонение диаметра отверстия (для 3-го класса точности 0.05 и отверстия < 1мм);
* гарантийный поясок (для 3-го класса точности 0.1);
* величина подтравливания диэлектрика в отверстии (для двусторонней печатной платы = 0);
* и верхнее и нижнее предельное отклонения ширины проводника (для 3 класса точности 0.05);
* позиционный допуск расположения осей монтажного отверстия (для 3 класса точности 0.15);
* позиционный допуск расположения центра КП (для 3 класса точности 0.25).

Отсюда: *D = d +* 0,6

По ГОСТ 10317-72 диаметры отверстий не могут быть 0.75мм, 0.65мм. На чертеже они будут округлены в большую сторону.

## 3.6.2.Расчёт ширины проводников

Ширина проводников зависит от нескольких требований:

-электрические

-конструктивные

-технологические

Наименьшее номинальное значение ширины печатного проводника рассчитывается по формуле:

Где:

– минимальная допустимая ширина проводника, рассчитываемая в зависимости от допустимой токовой нагрузки;

– нижнее предельное отклонение размеров ширины печатного проводника. Для 3 класса точности ПП составляет 0.05 мм.

Минимальная допустимая ширина проводника по постоянному току определяется допустимой плотностью тока *j*доп­­:

Где:

* – минимальная допустимая ширина проводника;
* – максимальная плотность тока для печатных проводников;
* *h* – толщина печатного проводника.

Для субтрактивного метода принимаем:

= 100 А/мм2*.*

– 0.01 А

Для материала платы СФ-1-35-1.50 толщина печатного проводника составляет *h* = 0.075 мм.

Получаем:

Наименьшее номинальное значение ширины печатного проводника составляет:

По результатам расчета, наименьшее значение ширины проводника меньше допустимой по классу точности. По ГОСТ 23751-86 для 3 класса точности примем толщину проводника 0.25 мм.

## 3.6.3.Расчёт расстояния между двумя проводниками

Наименьшее номинальное расстояние между элементами проводящего рисунка рассчитывается по формуле:

Где:

* минимально допустимое расстояние между элементами проводящего рисунка (при U ≤ 25 В Smin D = 0.1 мм);
* позиционный допуск расположения печатных проводников. Для плат 3 класса точности составляет 0.05 мм;
* верхнее предельное отклонение ширины проводника. Для плат 3 класса точности составляет 0.05 мм.

Получаем:

S = 0.175 мм.

## 3.7.Расчёт электрических параметров

## 3.7.1.Межпроводная емкость в печатном узле

Ёмкость между 2мя проводниками рассчитывается по формуле:

Где:

* - эффективная диэлектрическая проницаемость изоляционных материалов;
* - безразмерная величина, определяющая емкость на единицу длины рассчитываемой системы проводников;
* – длина системы проводников, м.
* .85 –диэлектрическая постоянная, пФ/м

Для определения эффективной диэлектрической проницаемости для односторонних и двусторонних печатных плат, необходимо учитывать:

-диэлектрическую проницаемость для воздуха (ε1 = 1)

-диэлектрическую проницаемость для основания платы. ( для стеклотекстолита ε2 = 5,6).

Для нашей платы домашней метеостанции наибольшая ёмкость будет возникать между двумя проводниками на печатной плате и между проводником и землёй.

Расчет емкости между двумя проводниками:

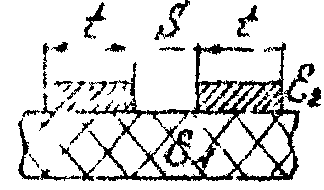


Рис.3. Емкость между двумя проводниками

Геометрическая ёмкость:

Диэлектрическая проницаемость:

и , где и .

К и К’ – это полные эллиптические интегралы, определяемые по справочным таблицам (Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике, М., "Наука", 1974, стр.80.).

Модуль эллиптического интеграла 1 рода , t = 0.25мм

Получаем:

Расчет емкости между проводником и землей:



Рис.4. Емкость между проводником и землей

Геометрическая ёмкость:

Диэлектрическая проницаемость:

Модуль эллиптического интеграла 1 рода , *t* = 0.25мм

Из полуленных емкостей можно сделать вывод, что межпроводниковая емкость настолько мала, что она не будет оказывать большого влияния на функционирование устройства, поэтому ею можно принебречь.

## 3.7.2. Расчет индуктивности печатных проводников

Расчет индуктивности для прямолинейного уединенного проводника:

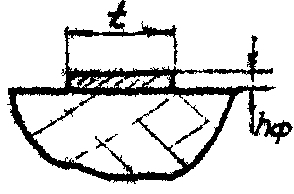


Рис.5. Прямолинейный уединенный проводник

Индуктивность рассчитывается по формуле:

Где *l* – длина проводника.

Расчет индуктивности для печатного проводника вблизи земляной поверхности:

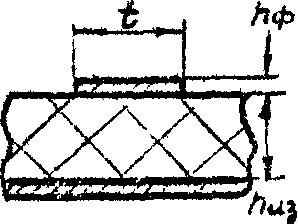


Рис.6. Печатный проводник вблизи земляной поверхности

## 3.7.3.Взаимная индуктивность печатных проводников

Расчет взаимной индуктивности для печатных проводников:

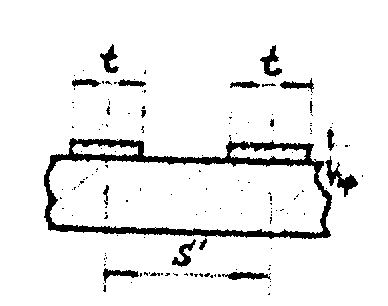


Рис.7. Проводники без экранизирующей плоскости

Взаимная индуктивность рассчитывается по формуле:

По полученным результатам мы видимо, что максимальное значение паразитных индуктивностей печатных проводников и взаимных индуктивностей проводников достаточно мало, следовательно они практически не будут влиять на выходные параметры платы, и мы можем ими пренебречь.

## 3.8 Моделирование

## 3.8.1. Тепловое моделирование блока устройства в подсистеме АСОНИКА-Т

В подсистеме АСОНИКА-Т существует 4 варианта типовых конструкций РЭС: пластина, корпус, модульная конструкция, кассетная конструкция. Использование этих конструкций существенно упрощает процесс моделирования и расчета, т.к. для данных конструкций уже заданы все процессы теплопередачи между узлами исследуемого объекта.

В нашей работе мы используем типовую конструкцию корпус, т.к. она соответствует построенной нами МТП. Для ввода типовой конструкции «Корпус» необходимо нажать на кнопку  на панели инструментов. После этого установить курсор в любом месте на поле главного меню и нажать левую кнопку мыши, в появившемся окне (см. рис.8) задаем параметры нашего корпуса. Корпус находится в окр. среде, режим работы => расчета стационарный.

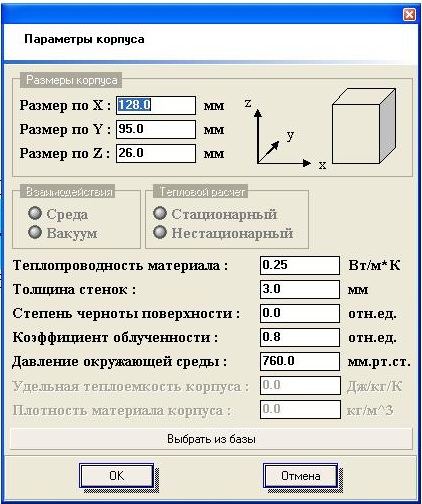


Рис.8. Окно ввода параметров типовой конструкции «Корпус»

После ввода соответствующих параметров в рабочем окне подсистемы АСОНИКА-Т появится изображение физической модели корпуса (см. рис. 9,а). Можно также отобразить и топологическую модель ( рис.9,б)

а) б)

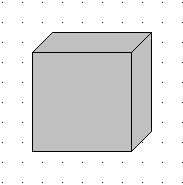
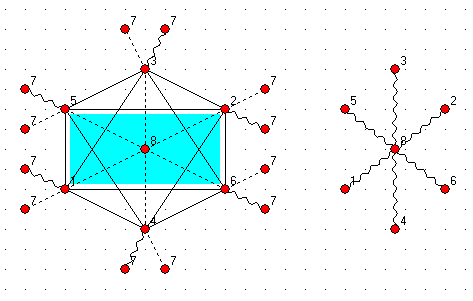


Рис.9. Изображение модели корпуса:

а - физической; б - топологической

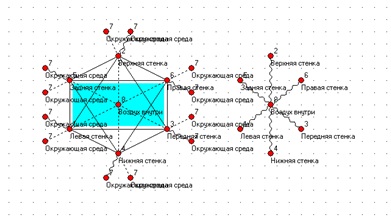


Рис. 10 Топологическое отображение модели корпуса с подписанными узлами

Далее нам необходимо создать и добавить к общей модели узел, который будет отвечать за печатный узел, задать параметры его мощности тепловыделения, а также задать параметры окружающей среды.

Создаем новый узел, и задаем для него параметры взаимодействия. Печатный узел взаимодействует с нижней стенкой корпуса блока через тонкую воздушную прослойку (ветвь 9-4 типа 41), конвекцией с воздухом внутри блока (ветвь 9-8 типа 26), излучением взаимодействует со всеми гранями корпуса (ветви: 9-1, 9-2, 9-3, 9-4, 9-5, 9-6 типа 16). Далее создаем начальные узлы (пронумерованы 0). Один узел 0 соединяем с узлом 7 (окружающая среда) и задаем тип воздействия - постоянная температура 25°С. Второй узел 0 мы соединяем с узлом 9 (печатный узел), т.к. тепловыделение идет от печатной платы, и задаем тип воздействия - постоянная мощность 0.1Вт. Получаем готовую к расчету модель (рис. 11). Выполняем расчет. (Меню расчет -> Выполнить расчет)

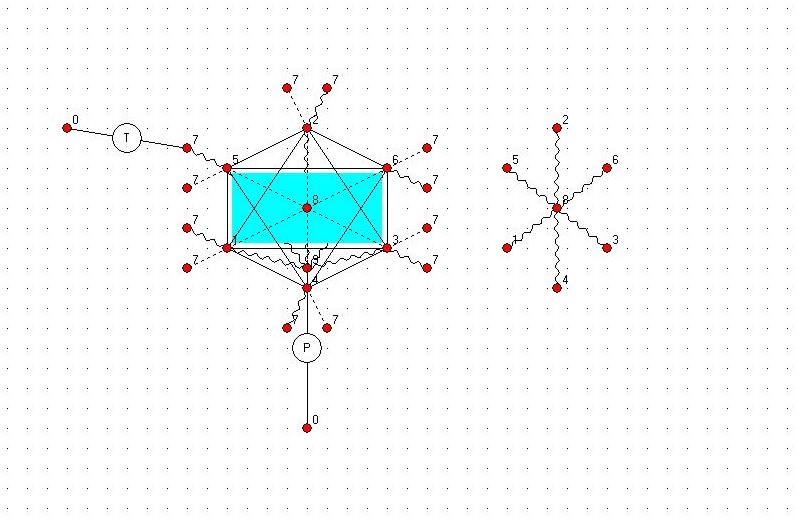


Рис. 11 Готовая к расчету модель

## 3.8.2 Результаты моделирования.

В результате моделирования мы получаем температуры в узлах нашей тепловой модели, которые соответствуют температурам стенок моделируемого корпуса, печатного узла, а также воздуха внутри корпуса. (рис. 12). Результаты расчета приведены в таблице 2.

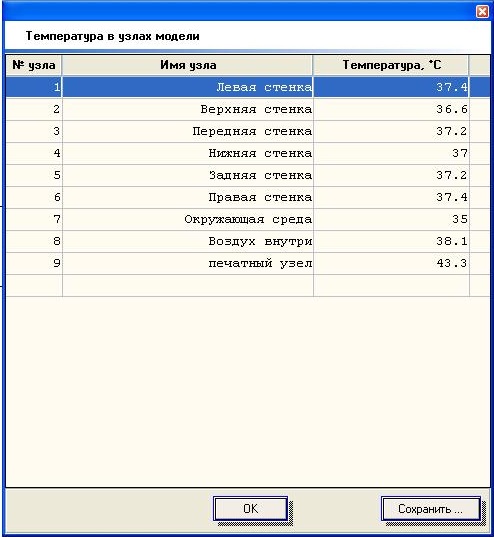


Рис. 12 Результаты расчета

## 3.8.3 Результаты Расчета

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ Узла** | **Имя узла** | **Температура, °C** |
| 1 | Левая стенка | 37.4 |
| 2 | Верхняя стенка | 36.6 |
| 3 | Передняя стенка | 37.2 |
| 4 | Нижняя стенка | 37 |
| 5 | Задняя стенка | 37.2 |
| 6 | Правая стенка | 37.4 |
| 7 | Окружающая среда | 35 |
| 8 | Воздух внутри | 38.1 |
| 9 | печатный узел | 43.3 |
|  |  |  |

## 3.8.4. Выводы по моделированию

В ходе работы на подсистеме АСОНИКА-Т был произведен ряд температурных расчетов блока, результаты которых показаны выше. Исходя из полученных данных можно сказать, что исследуемое РЭУ может быть использовано без доработок, так как полученная температура в каждом из узлов не превышает заданной условиями эксплуатации. Температура максимальна в узлах находящихся в непосредственной близости от печатного узла (нижняя стенка) - 37°С, но и там она не превышает допустимой. Температура печатного узла (43,3°С) также находится в пределах эксплуатационной - 85°С.

# Методы защиты человека от электромагнитного излучения (ЭМИ)

Основные источники ЭМП

Сегодня в мире существует множество источников электромагнитного излучения различной мощности. Каких-либо однозначных мер защиты или ограничения их влияния не существует, можно лишь ограничить себя от воздействия. В этой главе рассматриваются основные источники, общие и специфические меры защиты от вредного действия ЭМП. В городах присутствует достаточно высокий уровень излучения от электрического транспорта. Разработаны специальные нормы и ГОСТы для уменьшения вредного воздействия излучения на население. В основном, все они сводятся к «защите расстоянием», то есть организацией санитарной зоны около источников ЭМП, какими могут быть трамвайные и троллейбусные троллеи и линии метрополитена или электропоездов. Те же меры защиты должны соблюдаться вблизи линий электропередач. В зависимости от мощности ЛЭП, ширина санитарной зоны увеличивается. Наиболее мощное ЭМП создается теле - радиовещательными станциями. Иногда они располагаются непосредственно в жилой зоне. В таких случаях необходимо применение всех способов защиты. Здесь основной принцип обеспечение безопасности - соблюдение установленных Санитарными нормами и правилами предельно допустимых уровней электромагнитного поля.[11]

Наиболее общими являются следующие источники электромагнитного излучения:

ЭЛЕКТРОПРОВОДКА

Эта неотъемлемая часть жизнеобеспечения населения вносит наибольший вклад в электромагнитную обстановку жилых помещений. К электропроводке относят как кабельные линии, подводящие электричество ко всем квартирам и внутри их, так и распределительные щиты и трансформаторы. В помещениях смежных с этими источниками уровень магнитного поля обычно повышен, а уровень электрического поля не высокий и не превышает допустимых значений.

**Рекомендации по защите**

В данном случае используются только предупредительные меры защиты, такие как:

1. - исключение длительного пребывания в местах с повышенным уровнем магнитного поля промышленной частоты;
2. - грамотное расположение мебели для отдыха в жилом помещении, обеспечивающие расстояние два-три метра до распределительных щитов и силовых кабелей;
3. - при установке полов с электроподогревом останавливать свой выбор системы на той, которая обеспечивает более низкий уровень магнитного поля;
4. - при наличии в помещении неизвестных кабелей или электрических шкафов, щитков обеспечить наибольшее удаление от них жилой зоны.

БЫТОВЫЕ ЭЛЕКТРОПРИБОРЫ

Естественно, что все приборы, работающие на электрическом токе, являются источниками электромагнитных полей. Наиболее сильными источниками ЭМП являются микроволновые и электрические печи, кухонные вытяжки, пылесосы и холодильники с системой «no frost». Реально излучаемое ими поля разнится в зависимости от конкретных моделей, но следует заметить, что, чем выше мощность прибора, тем и магнитное поле, создаваемое им, выше. Значение же электрического поля гораздо меньше предельно допустимых значений. Наибольшее магнитное поле излучают микроволновые печи.

**Рекомендации по защите**

1. - При приобретении бытовой техники необходимо обращать внимание на отметку о соответствии прибора требованиям «Межгосударственных санитарных норм допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях»;
2. - использование приборов с меньшей мощностью;
3. - место отдыха необходимо достаточное его удаление от бытовых приборов излучающих достаточно большой уровень магнитного поля, таких как холодильники «no frost», некоторые типы полов с электрическим подогревом, телевизоры, нагреватели, блоки питания и зарядные устройства;
4. - размещение электрических приборов на некотором расстоянии друг от друга и удаление их от места отдыха.

СРЕДСТВА СОТОВОЙ СВЯЗИ

Достаточно актуальным является вопрос биологической безопасности сотовой связи. Несмотря на его многочисленные исследования, однозначного ответа ученые так и не дали. Можно отметить лишь одно за все время существования сотовой связи ни один человек не получил явного ущерба здоровью из-за ее использования. Сотовая связь обеспечивается радиопередающими базовыми станциями и мобильными радиотелефонами пользователей-абонентов. Среди установленных в одном месте антенн базовой станции имеются как передающие, так и приемные антенны, которые не являются источниками ЭМП. Исходя из технологических требований построения системы сотовой связи, диаграмма направленности антенн в вертикальной плоскости рассчитана таким образом, что основная энергия излучения (более 90 %) сосредоточена в довольно узком "луче". Он всегда направлен в сторону от сооружений, на которых находятся антенны БС, и выше прилегающих построек, что является необходимым условием для нормального функционирования системы. Как и говорилось выше, влияние сотовых телефонов на здоровье человека не выявлено, но что организм "откликается" на наличие излучения сотового телефона. Таким образом, можно только порекомендовать многочисленным пользователям сотовой связи соблюдать некоторые рекомендации.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ

1. - использовать сотовый телефон в случаях необходимости;
2. - не разговаривать непрерывно более трех-четырех минут;
3. - не допускать использования сотового телефона детьми;
4. -выбирать телефон с меньшей максимальной мощностью излучения;
5. - использовать в автомобиле комплект hands-free, размещая его антенну в геометрическом центре крыши.

ПЕРСОНАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

Персональные компьютеры стали частью жизни многих людей. Некоторые используют их только на работе или дома, а некоторые проводят большую часть своего времени за компьютером. Влияние компьютеров однозначно сказывается на здоровье человека, влияя как на общее состояние, так и на зрение и другие органы. Но это влияние складывается множеством разнообразных факторов, таких как эргономика устройств персонального компьютера и рабочего места пользователя, освещенность и зашумленность помещения, электромагнитное поле, создаваемое компьютером. Основным источником ЭМП в персональном компьютере является монитор на электроннолучевой трубке. По сравнению с ним, все остальные устройства ПК производят минимальное излучения, за исключением, быть может, источника бесперебойного питания. Современные технологии позволяют отказаться от использования мониторов на электроннолучевой трубке и использовать жидкокристаллические мониторы, которые как техническим параметрам, так и параметрам воздействия на здоровье человека значительно отличаются в лучшую сторону.

Несколько лет назад широко применялись защитные экраны для мониторов, но сегодня надобность в них почти отпала, так как производители максимально снизили уровень излучения экрана и, во многих случаях, защитный экран монтируется непосредственно в корпус монитора. Но, все-таки, при использовании монитора на электроннолучевой трубке следует соблюдать некоторые меры предосторожности, такие как:

1. - размещение монитора таким образом, чтобы задняя его панель (область наибольшего излучения) была обращена от пользователя и окружающих его людей. Эта рекомендация наиболее актуальна для случаев, когда в одном помещении располагается несколько мониторов;
2. - достаточная освещенность рабочего места. Наиболее подходящим осветителем в данном случае является небольшая люминесцентная лампа;
3. - кратковременные перерывы в процессе работы.[12]

**Методы защиты от электромагнитного излучения**

В настоящее время вопрос экологической безопасности и поиск средств защиты человека от разрушающих воздействий искусственных факторов окружающей среды является актуальным. Наиболее спорным и нерешенным остается до сих пор поиск средств защиты от искусственных электромагнитных излучений (ЭМИ).

Попытка создания универсальной эффективной защиты человека от комбинированных (как по частотным характеристикам, так и по интенсивности) опасных воздействий долгое время не имела успеха. Причина этого видится, прежде всего, в ошибочном выборе количественного метода измерения и оценки патологичности электромагнитных излучений различных приборов и устройств. Совершенно ясно, что данный путь является тупиковым, так как в этом случае пришлось бы снизить плотность электромагнитного потока от приборов до уровня сравнимого с излучением биологических объектов, а это нереально.

Как известно, к человеку и его взаимодействию с окружающей средой можно подходить с разных сторон. Так, рассматривая организм человека с позиций биоэнергетической системы, следует, прежде всего, определить основные механизмы взаимодействий энергетической и информационной компонент в полевом статусе биосистемы. При этом следует помнить, что организм человека представляет собой саморегулирующуюся в режиме ауторегуляции систему с большим запасом прочности при действии различных возмущений разной интенсивности. Адаптационные механизмы организма, в первую очередь, обеспечиваются способностью запуска системой неспецифической реакции в ответ на любой внешний раздражитель.

К сожалению, нарастание подобных внешних несанкционированных возмущений в виде широкого спектра электромагнитных воздействий техногенного происхождения в настоящее время происходит лавинообразно в связи с широким распространением как производственных, так и бытовых генераторов электромагнитного излучения. Эти электромагнитные воздействия, наряду и во взаимодействии с геомагнитными изменениями ("магнитные бури") играют большую роль в появлении отклонений гомеостатических реакций организма человека, приводящих к обострению хронических заболеваний, ухудшению психоэмоционального статуса, снижению работоспособности.

Положение достаточно серьезное, поскольку постоянное воздействие электромагнитных факторов особенно малой мощности, может привести к срыву адаптационно-приспособительных процессов и переходу их к новому типу функционирования или к их срыву - формирования хронического стресса и болезни.

В связи с вышеизложенным, на сегодняшний день можно выделить целый ряд возможных альтернативных типов защиты биополя человека от альтернирующего воздействия ЭМИ как антропогенного, так и естественного происхождения:

1. Убрать все электромагнитные поля техногенного происхождения по типу оптико-волоконной связи (или ее аналогии)
2. Снизить воздействие электромагнитных полей до интенсивности ниже пороговых.
3. Электромагнитные излучения техногенного происхождения вывести из полосы биологического рецептирования.
4. Экранировать биологические объекты (хотя бы человека).
5. Снизить уровень чувствительности человека к ЭМИ техногенного происхождения.
6. Адаптировать полевые и биоэнергетические системы организма человека путем активации систем резистентности (защиты), способной парировать электромагнитные атаки или нивелировать эти возмущения модификацией собственного биополевого статуса организма.

В последнем случае (наиболее реальный) используются чаще всего различные устройства, способные некоторым образом и с определенной эффективностью модифицировать собственный "информационно-волновой" статус организма к внешним возмущениям.

В настоящее время на рынке представлены различные типы таких устройств. Все их можно классифицировать следующим образом.

1. Поглощающие материалы (синтетические пленки, воск, войлок, бумага и т.п.);
2. Отражающие материалы (металлическая фольга, на изолирующих подложках из синтетических материалов);
3. Защитная одежда (ткани с включением в них металлических нитей);
4. Проводники различных форм со свойствами антенн (браслеты, пояса, колье, брелки и т.д.);
5. Дифракционные решетки разных типов;
6. Отклоняющие устройства (металлические изделия без покрытий и в изоляторах);
7. Различные резонаторы (спирали, конусы, пирамиды);
8. Генераторы электромагнитных импульсов.

Большая часть таких устройств это просто пассивные переизлучатели или модуляторы существующего воздействия, использующие те или иные принципы, а именно

* **форму**: различные дифракционные решетки и спирали, аппликаторы Айрес, Гамма-7Н, пирамиды, Нейтроник;
* **наборы микроэлементов**: различные "супертаблетки", Гамма-7А;
* **кристаллы**: различные кристаллические гармонизаторы, впрочем, очень похожи на супертаблетки.

Надо полагать, что они также оказывают какое-то воздействие на организм человека, правда, уровень воздействия у пассивных устройств обычно на много порядков ниже воздействия активных (приборы серии "Альфа" /"Астра"/). Стоимость "чудо-таблеток" обычно колеблется в диапазоне от 20 до 200 долларов. Необходимо отметить, что духовное очищение, медитации также способствуют усилению собственного биополевого статуса организма и укреплению иммунитета, это тоже можно отнести к **методам** самозащиты от вредных полей и излучений.[13]

**Биологическое действие электромагнитных излучений**

Рабочая группа ВООЗ по гигиеническим аспектам использования видео- и радиотерминалов выявила нарушения состояния здоровья при использовании устройств, создающих электромагнитное излучение и его торсионную составляющую, наиболее серьезными из которых являются:

онкологические заболевания (вероятность заболевания возрастает пропорционально длительности вляния ЭМИ и его торсионной компоненты на организм человека);

угнетение репродуктивной системы (импотенция, уменьшение либидо, нарушение менструального цикла, замедление полового созревания, уменьшение способности оплодотворения и так далее);

неблагоприятное течение беременности (при работе с персональным компьютером больше 20 часов (!) в неделю у женщин вероятность выкидыша возрастает в 2,7 раза, а рождение детей с врожденными дефектами в 2,3 раза больше, чем в контрольных группах, а вероятность патологического течения беременности увеличивается в 1,3 раза при длительности работы с электромагнитными или торсионными излучателями более 4 часов (!) в неделю);

ВОЗ рекомендует беременным женщинам, а также женщинам, думающим о материнстве, выбирать работу, не связанную с ЭМИ (электромагнитными излучениями);

нарушение психоэмоциональной сферы (UF-синдром, стрессовый синдром, агрессивность, раздражительность и так далее);

неблагоприятное течение беременности ( при работе с персональным компьютером больше 20 часов (!) в неделю у женщин вероятность выкидыша возрастает в 2,7 раза, а рождение детей с врожденными дефектами в 2,3 раза больше, чем в контрольных группах, а вероятность патологического течения беременности увеличивается в 1,3 раза при длительности работы с электромагнитными или торсионными излучателями более 4 часов (!) в неделю);

нарушения в высшей нервно-рефлекторной деятельности (нахождение ребенка более 50 (!) минут в день у экрана телевизора или компьютера уменьшает в 1,4 раза способность к запоминанию новой информации, что связано с влиянием ЭМИ и его торсионной компоненты на corpus callosum и другие нейроструктуры головного мозга);

ухудшение зрения;

нарушение имунной системы (иммуннодепресивное состояние).

Лейкемия (рак крови) у людей, в силу своей профессии постоянно контактирующих с электромагнитными излучателями, которые также генерируют торсионные поля, в 4,3 раза превышает контрольные величины среди работников других специальностей, не связанных с ЭМИ (Университет Дж. Гопкинса, Балтимор, США). Дети, работающие за компьютером, или проводящие свое свободное время возле экрана телевизора больше 2 часов в день, имеют вероятность получить заболевание рака головного мозга в 8,2 раза больше, чем в контрольной группе. Поглощение ЭМИ мозгом происходит неравномерно и приводит к различным структурным изменениям в клетках, а под воздействием торсионной составляющей создает разнообразные виды клинической картины заболевания (болезнь Паркинсона, Альцгеймера и т. д.). Германии работа на ПК включена в список 10 наиболее вредных для здоровья человека. В Швейцарии законодательством о Труде женщинам репродуктивного возраста запрещено работать на ПК более 4 часов в день. Во многих европейских странах запрещено использование систем мобильной радиосвязи в больницах и детских учреждениях.

ВЛИЯНИЕ НА НЕРВНУЮ СИСТЕМУ

Большое число исследований, выполненных в России, и сделанные монографические обобщения, дают основание отнести нервную систему к одной из наиболее чувствительных систем в организме человека к воздействию ЭМП. На уровне нервной клетки, структурных образований по передачи нервных импульсов (синапсе), на уровне изолированных нервных структур возникают существенные отклонения при воздействии ЭМП малой интенсивности. Изменяется высшая нервная деятельность, память у людей, имеющих контакт с ЭМП. Эти лица могут иметь склонность к развитию стрессорных реакций. Определенные структуры головного мозга имеют повышенную чувствительность к ЭМП. Изменения проницаемости гемато- нцефалического барьера может привести к неожиданным неблагоприятным эффектам. Особую высокую чувствительность к ЭМП проявляет нервная система эмбриона.

ВЛИЯНИЕ НА ИМУННУЮ СИСТЕМУ

В настоящее время накоплено достаточно данных, указывающих на отрицательное влияние ЭМП на иммунологическую реактивность организма. Результаты исследований ученых России дают основание считать, что при воздействии ЭМП нарушаются процессы иммуногенеза, чаще в сторону их угнетения. Установлено также, что у животных, облученных ЭМП, изменяется характер инфекционного процесса - течение инфекционного процесса отягощается. Возникновение аутоиммунитета связывают не столько с изменением антигенной структуры тканей, сколько с патологией иммунной системы, в результате чего она реагирует против нормальных тканевых антигенов. В соответствии с этой концепцией, основу всех аутоиммунных состояний составляет в первую очередь иммунодефицит по тимус-зависимой клеточной популяции лимфоцитов. Влияние ЭМП высоких интенсивностей на иммунную систему организма проявляется в угнетающем эффекте на Т-систему клеточного иммунитета. ЭМП могут способствовать неспецифическому угнетению иммуногенеза, усилению образования антител к тканям плода и стимуляции аутоиммунной реакции в организме беременной самки.

ВЛИЯНИЕ НА ЭНДОКРИННУЮ СИСТЕМУ И НЕЙРОГУМОРАЛЬНУЮ РЕАКЦИЮ

В работах ученых России еще в 60-е годы в трактовке механизма функциональных нарушений при воздействии ЭМП ведущее место отводилось изменениям в гипофиз-надпочечниковой системе. Исследования показали, что при действии ЭМП, как правило, происходила стимуляция гипофизарно- адреналиновой системы, что сопровождалось увеличением содержания адреналина в крови, активацией процессов свертывания крови. Было признано, что одной из систем, рано и закономерно вовлекающей в ответную реакцию организма на воздействие различных факторов внешней среды, является система гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников. Результаты исследований подтвердили это положение.

ВЛИЯНИЕ НА ПОЛОВУЮ ФУНКЦИЮ

Нарушения половой функции обычно связаны с изменением ее регуляции со стороны нервной и нейроэндокринной систем. С этим связаны результаты работы по изучению состояния гонадотропной активности гипофиза при воздействии ЭМП. Многократное облучение ЭМП вызывает понижение активности гипофиза.

Любой фактор окружающей среды, воздействующий на женский организм во время беременности и оказывающий влияние на эмбриональное развитие, считается тератогенным. Многие ученые относят ЭМП к этой группе факторов. Первостепенное значение в исследованиях тератогенеза имеет стадия беременности, во время которой воздействует ЭМП. Принято считать, что ЭМП могут, например, вызывать уродства, воздействуя в различные стадии беременности. Хотя периоды максимальной чувствительности к ЭМП имеются. Наиболее уязвимыми периодами являются обычно ранние стадии развития зародыша, соответствующие периодам имплантации и раннего органогенеза. Было высказано мнение о возможности специфического действия ЭМП на половую функцию женщин, на эмбрион. Отмечена более высокая чувствительность к воздействию ЭМП яичников нежели семенников. Установлено, что чувствительность эмбриона к ЭМП значительно выше, чем чувствительность материнского организма, а внутриутробное повреждение плода ЭМП может произойти на любом этапе его развития. Результаты проведенных эпидемиологических исследований позволят сделать вывод, что наличие контакта женщин с электромагнитным излучением может привести к преждевременным родам, повлиять на развитие плода и, наконец, увеличить риск развития врожденных уродств. Другие медико-биологические эффекты.

Как уже говорилось выше, с начала 60-х годов в СССР были проведены широкие исследования по изучению здоровья людей, имеющих контакт с ЭМП на производстве. Результаты клинических исследований показали, что длительный контакт с ЭМП в СВЧ диапазоне может привести к развитию заболеваний, клиническую картину которого определяют, прежде всего, изменения функционального состояния нервной и сердечнососудистой систем. Было предложено выделить самостоятельное заболевание - радиоволновая болезнь. Это заболевание, по мнению авторов, может иметь три синдрома по мере усиления тяжести заболевания:

1. -астенический синдром;
2. -астено-вегетативный синдром;
3. -гипоталамический синдром.

Наиболее ранними клиническими проявлениями последствий воздействия ЭМ- излучения на человека являются функциональные нарушения со стороны нервной системы, проявляющиеся прежде всего в виде вегетативных дисфункций неврастенического и астенического синдрома. Лица, длительное время находившиеся в зоне ЭМ-излучения, предъявляют жалобы на слабость, раздражительность, быструю утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна. Нередко к этим симптомам присоединяются расстройства вегетативных функций. Нарушения со стороны сердечнососудистой системы проявляются, как правило, нейроциркуляторной дистонией: лабильность пульса и артериального давления, наклонность к гипотонии, боли в области сердца и др. Отмечаются также фазовые изменения состава периферической крови (лабильность показателей) с последующим развитием умеренной лейкопении, нейропении, эритроцитопении. Изменения костного мозга носят характер реактивного компенсаторного напряжения регенерации. Обычно эти изменения возникают у лиц по роду своей работы постоянно находившихся под действием ЭМ-излучения с достаточно большой интенсивностью. Работающие с МП и ЭМП, а также население, живущее в зоне действия ЭМП жалуются на раздражительность, нетерпеливость. Через 1-3 года у некоторых появляется чувство внутренней напряженности, суетливость. Нарушаются внимание и память. Возникают жалобы на малую эффективность сна и на утомляемость. Учитывая важную роль коры больших полушарий и гипоталамуса в осуществлении психических функций человека, можно ожидать, что длительное повторное воздействие предельно допустимых ЭМ-излучения может повести к психическим расстройствам.[14]

# Утилизация высокотехнологических отходов

**Проблема экологии**

Экологи бьют тревогу, грозят санкциями ведущим производителям электроники, если те не примут меры по утилизации персональной и другой техники. За период с 1991 года по настоящее время в Россию завезено разными поставщиками около 10 млн. единиц (около 400000 т.) персональной и оргтехники (это по самым скромным подсчетам), мобильных телефонов – 37-40 млн. шт. (около 4800 т.). И это приблизительные данные. Точного подсчёта никто не проводит.

Обеспокоенность общественности проблемами экологии, а также новые, более жесткие законы по защите окружающей среды вынуждают крупных производителей оборудования создавать сети по сбору вышедшей из обращения техники и заводы по ее утилизации. Кроме того, в конструкции оборудования максимально увеличивается доля материалов, пригодных для переработки. Размеры сети по утилизации "электронного лома" зависят от региона и местного законодательства. Так, например, в Западной Европе, где экологические законы весьма строги, компания Hewlett-Packard создала весьма внушительную инфраструктуру по сбору и переработке устаревших компьютеров и оргтехники. Всего в Европе продукцию НР перерабатывают 30 заводов, один из которых находится в России. Справедливости ради нужно отметить, что эти заводы не являются собственностью НР. Они принадлежат партнерским компаниям американского вендора, участвующим в программе утилизации списанной техники.

Вся оргтехника включает в свой состав как органические составляющие (пластик различных видов, материалы на основе поливинилхлорида, фенолформальдегида), так и почти полный набор металлов.

Ниже приведена таблица, где указаны составляющие ПК (монитор, системный блок, клавиатура, мышь).

Таблица.4. Наименование: благородные металлы (гр), черные и цветные металлы (кг), полимеры и стекло (кг).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Au | Ag | Al | Cu | Fe | АБС (пластик) | Стекло |
| 0,05-0,09 | 0,8-1,1 | 0,1-0,4 | 0,1-0,2 | 3-4 | 3-3,5 | 10-20 |

(Данные, приведенные в таблице, ориентировочные).

Все эти компоненты не являются опасными в процессе эксплуатации изделия. Однако ситуация коренным образом меняется, когда изделие попадает на свалку. Такие металлы, как свинец, сурьма, ртуть, кадмий, мышьяк входящие в состав электронных компонентов переходят под воздействием внешних условий в органические и растворимые соединения и становятся сильнейшими ядами. Утилизация пластиков, содержащих ароматические углеводороды, органические хлорпроизводные соединения является насущной проблемой экологии Поэтому вся оргтехника должна утилизироваться по методике утвержденной Государственным комитетом РФ по телекоммуникациям (от 19 октября 1999 г. ). Благодаря комплексной системе утилизации оргтехники сводятся к минимуму неперерабатываемые отходы, а основные материалы (пластмассы, цветные и черные металлы) и ценные компоненты (редкие металлы, люминофор, ферриты и др.) возвращаются в производство. Драгметаллы, содержащиеся в электронных компонентах оргтехники концентрируются и после переработки на аффинажном заводе сдаются в Госфонд. [8]

**Учет драгметаллов в изделиях**

Почти во всех компьютерах, электронной технике отечественного или импортного производства есть некоторое количество золота, серебра и других драгметаллов. Это общеизвестный факт. А вот о том, что все без исключения фирмы должны вести их учет знают немногие. Тем не менее, за отсутствие такого учета можно поплатиться штрафом. Любая организация обязана документально оформлять поступление, движение, инвентаризацию и выбытие драгметаллов, содержащихся в составных частях офисной техники (компьютеров, телевизоров и т.д.).

Компьютерами и оргтехникой в нашей стране владеют физические и юридические лица. Утилизация оргтехники физическими лицами происходит очень прозаично – выбросил на свалку в худшем случае, в лучшем – разборка на части для дальнейшего применения, что в конечном счете заканчивается той же свалкой. Иногда продвинутые руководители, чтобы не связываться с утилизацией, просто дарят старую технику своим подшефным организациям (детские дома, школы, учреждения культуры).Но сама проблема остаётся. Этот процесс в настоящее время не волнует ни большую часть населения, ни государство. Утилизацией в этом случае занимаются искатели цветных и черных металлов. С юридическими лицами все гораздо сложнее. Согласно законодательству, персональные компьютеры относятся к основным средствам и подлежат бухгалтерскому учету на предприятии с указанием количества драгоценных металлов, которые в них содержатся. Мало того, на эту технику распространяется правило об амортизации в течении 10 лет.

Другими словами, списывать и утилизировать данное оборудование можно только через 10 лет. Однако мы знаем, что персональная техника морально устаревает гораздо раньше. Это связано со стремительным развитием электроники и программного обеспечения. В таком случае юридическое лицо должно обратиться к специализированным предприятиям, которые занимаются ремонтом и обслуживанием персональной техники для проведения технической экспертизы оборудования с получением заключения о том, что персональная техника морально устарела, снята с производства, ремонтная база отсутствует, подлежит списанию и утилизации в установленном порядке. Только после этого необходимо заключить договор с предприятием, которое занимается работой с отходами.

Как нам известно, персональный компьютер содержит все виды отходов. В данном случае оборудование, которое содержит драгоценные металлы, цветные, черные металлы, полимеры, сдаются на предприятия, которые имеют лицензию на работу с драгоценными металлами. Эти предприятия – переработчики драгоценных металлов, в свою очередь, заключают договора с предприятиями, имеющие другие лицензии и таким образом персональная техника разбирается и утилизируется согласно законодательству.[9]

**Процесс переработки**

В принципе, любой компьютер или телефон можно переработать и пустить во вторичное использование. При грамотной утилизации около 95% отходов техники способны вернуться к нам в том или ином виде, и примерно 5% отправляются на свалки или федеральные заводы по переработке твердых бытовых отходов.

Соотношение ручного и автоматизированного труда на фабриках по переработке компьютерной техники зависит от ее типа. Для монитора это соотношение примерно 50 на 50 - разборка старых кинескопов является довольно трудоемким занятием. Для системных блоков и оргтехники доля автоматических операций выше.

НР впервые предложила переработку отслужившей свой срок продукции еще в 1981 году. Сегодня НР обладает инфраструктурой по сбору и переработке использованных ПК и оргтехники в 50 странах мира. В год утилизации подвергается около 2,5 млн. единиц продукции. В одном только 2007 году НР переработал около 100 тыс. тонн списанного оборудования и расходных материалов, - почти в полтора раза больше, чем годом ранее.

Первый этап всегда производится вручную. Это – удаление всех опасных компонентов. В современных настольных ПК и принтерах таких компонентов практически нет. Но переработке подвергаются, как правило, компьютеры и техника, выпущенные в конце 90-х - самом начале 2000-х годов, когда плоских жидкокристаллических мониторов просто не существовало. А в кинескопных мониторах содержится немало соединений свинца. Другая категория продукции, содержащая опасные элементы, – ноутбуки. В аккумуляторах и экранах устаревших моделей имеется определенное количество ртути, которая также очень опасна для организма. Важно отметить, что в новых моделях ноутбуков от этих вредоносных компонентов избавились.

Затем удаляются все крупные пластиковые части. В большинстве случаев эта операция также осуществляется вручную. Пластик сортируется в зависимости от типа и измельчается для того, чтобы в дальнейшем его можно было использовать повторно. Оставшиеся после разборки части отправляют в большой измельчитель-шредер, и все дальнейшие операции автоматизированы. Во многом технологии переработки позаимствованы из горного дела – примерно таким же способом извлекают ценные металлы из породы.

Измельченные в гранулы остатки компьютеров подвергаются сортировке. Сначала с помощью магнитов извлекаются все железные части. Затем приступают к выделению цветных металлов, которых в ПК значительно больше. Алюминий добывают из лома посредством электролиза. В сухом остатке получается смесь пластика и меди. Медь выделяют способом флотации – гранулы помещают в специальную жидкость, пластик всплывает, а медь остается на дне. Сама эта жидкость не ядовита, однако, рабочие на заводе используют защиту органов дыхания – чтобы не вдыхать пыль.[10]

# Экономическая часть

## 6.1 Расчёт себестоимости устройства

Таблица 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элемент | Количество | Цена(руб) |
| Резисторы MF-12 | 33 | 0,16 |
| Подстроечный резистор СПЗ-19а | 1 | 65 |
| Конденсатор GRM21BR71H104K | 4 | 8 |
| Конденсатор GRM21BR71H224K | 1 | 12 |
| Конденсатор  TAJD227K010RNJ | 1 | 15 |
| Конденсатор  К10-176 | 8 | 14 |
| Конденсатор  GRM21BR71E474K | 1 | 9,50 |
| Конденсатор  TEESVD1A107M12R | 1 | 4 |
| Конденсатор  TEESVP1A106M8 | 1 | 10 |
| Конденсатор  TEESVP1A106M8 | 1 | 9 |
| Конденсатор GRM319F51H104Z | 1 | 7.50 |
| Конденсатор  TEESVP1A475M8R | 1 | 6 |
| Транзистор  КП507А | 4 | 5.90 |
| Транзистор  КП523А | 5 | 8 |
| HEF4052BT | 1 | 45 |
| ATmega16 6-10VPU | 1 | 97 |
| MPX4115A | 1 | 320 |
| HIH3610003 | 1 | 519 |
| AD2200KT | 1 | 79 |
| DS1821 | 1 | 103 |
| EC24 - 220K | 3 | 6 |
| WG12664A-YGH | 1 | 261 |
| JK50-010 | 1 | 10 |
| MTF32 | 1 | 40 |
| корпус Z-19 | 1 | 80 |
|  | **Итого:** | **1923,18** |

## 6.2. Анализ рынка аналогичных изделий

На сегодняшний день на рынке электроники существует множество разнообразных домашних метеостанций, которые отличаются по качеству, стилю оформления, режиму питания и конечно цене. Делая свою метеостанцию я опирался на низкое потребление энергопитания, что даёт моему устройству большое преимущество перед остальными.

Цены на домашние метеостанции варьируются от 1500 рублей до 15000 рублей, в зависимости от их функциональности.

Вот несколько примеров:



Рис.15

Цена 1690 рублей

Домашняя метеостанция Oregon Scientific BAR208HG - это многофункциональный прибор для контроля климата в помещении и на улице. Может принимать сигнал с 3 датчиков температуры одновременно. Рассчитывает влажность. Сопоставляя полученные данные о температуре, влажности и атмосферном давлении прибор прогнозирует изменение погодных условий на 24 часа вперед, результаты этих измерений выводятся на экран в виде анимированных пиктограмм. Хранение в памяти измерений, позволяет более точно спрогнозировать погодные условия.

Изменения климата на приборе показывается как в цифрах, так и графически в виде стрелок. К примеру, если температура или атмосферное давление за последний час поднимается, то на дисплее напротив этих значений появляется стрелочка "вверх", если не изменяется или опускается, то "прямо" или "вниз" соответственно. Атмосферное давление напрямую влияет на состояние нашего организма, особенно ощутимо людям с неустойчивым внутренним артериальным давлением.

В Oregon BAR208HG встроены функции календаря с указанием числа, месяца и дня недели, а так же радио контролируемые часы и будильник. Прибор так же оснащен зеленым индикатором, который начинает мигать, сигнализируя о приближающихся заморозках.

Работает от 3-х пальчиковых батареек.

Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Размеры | Прибор: 94 х 51 х 182 мм  Датчик: 92 х 50 х 22 мм |
| Вес (без батареек) | Прибор:  241 г  Датчик: 62 г |
| Питание | Прибор: 3 батарейки 1,5В типа АА (пальчиковые)  Датчик: 1 батарейка 1,5В типа АА (пальчиковая) |
| Производитель | Oregon scientific Inc, КНР |



Рис.16

Цена 3530 рублей

Погодная станция Oregon I-300 является комплексным средством для определения и прогноза погоды на 5 ближайших дней и в 5 разных городах. С помощью специального программного обеспечения и подключению к сети интернет, Вы может наглядно видеть как изменяется и как может изменится погода в Вашем городе, в городе где живут Ваши родственники или там куда Вы планируете отправится. В комплект прибора входит специальный радиоконтролируемый модуль, который через USB-кабель подключается к компьютеру и через него идет передача данных на основное устройство. Достаточно всего на 30 минут в день подключить данный модуль, чтобы прибор спрогнозировал изменения погоды в других городах.

В режиме реального времени погодная станция Oregon I-300 отслеживает изменение и делает прогноз погоды в месте, где Вы находитесь. Данные о температуре и влажности, считываются с внешнего датчика, и удобно отображаются на дисплее прибора.

Также в станцию встроена функция календаря с указанием числа, месяца и дня недели, а так же радио контролируемые часы и будильник. Будильник работает в 2-х режимах: с возрастающей громкостью сигнала и функцией "дремать", при которой Вам будет приятно и комфортно просыпаться. Так же в будильнике реализована функция раннего подъема, которая разбудит Вас за 15, 30, 45 или 60 минут до ожидаемых заморозков.

Работает от 3-х пальчиковых батареек или от сетевого адаптера.

Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Размеры | Прибор: 126 х 102 х 77 мм  Датчик:  92 x 60 x 20 мм  USB-модуль: 68 х 46 х 136 мм |
| Вес (без батареек) | Прибор:  183  г  Датчик:  50 г  USB-модуль: 92 г |
| Питание | Прибор: 3 пальчиковые батарейки (АА)  Датчик: 2 мизинчиковые батарейки (ААА) |
| Диапазон измерения влажности | от 2% до 98% |
| Диапазон измерения температуры | от -40 до 60С / от -40 до 140 F |



Рис.17

Цена 5500 рублей

Oregon Scientific WMR88 - многофункциональная домашняя метеостанция. Она предназначена для определения погодных условий на ближайшие сутки или 12 часов с большой вероятностью. Температура определяется как внутри помещения, так и снаружи. Измеряемые показания передаются на метеостанцию  от беспроводных датчиков, которые работают от обычных батареек. Также дополнительно можно подключить датчик измерения ультрафиолетового излучения солнца. Дальность приема датчиков составляет около 100 метров. Этого вполне хватает беспрепятственно расположить  метеостанцию в любом месте помещения.

Функциональная метеостанция включает в себя:

* Часы
* Барометр с установкой высоты над уровнем моря и отслеживанием тенденции изменения атмосферного давления
* Функцию прогноза погоды
* Систему датчиков для измерения температуры и влажности внутри и вне помещения
* Скорости и направления ветра
* Уровня выпавших осадков
* Датчик ветра, определяющий скорость и направление ветра

На большом дисплее домашней метеостанции Oregon Scientific WMR88 вся информация отображается в графическом и цифровом форматах. Например, давление показывается в виде диаграммы за последние сутки, а индекс точки росы и жары — в цифровом виде. Оба способа отображения позволяют представить информацию в более полном виде.

Домашняя метеостанция имеет лунный календарь, который покажет, какая фаза наступила в данный момент.

Для информативности в метеостанцию Oregon Scientific WMR88 встроены календарь, будильник и часы с автоматической коррекцией по радиосигналу точного времени. Это позволяет вам заменить одним прибором множество других.

Удобной функцией в домашней метеостанции является возможность соединения с компьютером по разъему USB. В этом случае все сохраненные в памяти устройства показатели можно синхронизировать со специальной программой, которая проанализирует данные и оформит их в виде графиков или схем. Эту программу вы найдете в комплекте с прибором.

Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Размеры | Метеостанция: 180x110x47 мм Датчик направления и скорости ветра: 178х76х214 мм Датчик уровня выпавших осадков: 178х76х214 мм Датчик температуры и влажности:92х60х20 мм |
| Питание | Солнечная батарея Основной блок: 4 батарейки типа AA 1,5 В Сетевой адаптер: 220 В, 50Гц/6 В, 300 мА Датчики: 2 батарейки типа АА 1,5 В |
| Вес (без батареек) | Метеостанция: 286 г Датчик направления и скорости ветра: 100 г Датчик температуры и влажности: 62 г Датчик уровня выпавших осадков: 241 г |
| Радиус передачи | до 100 м |
| Диапазон измерения комнатной температуры | от 0°С до +50°С |
| Диапазон измерения уличной температуры | от -35°С до +50°С |
| Температурное разрешение | 0,1°С |
| Диапазон измерения влажности воздуха | Комнатная: от 2% до 98% На улице: от 5% до 95% |
| Цена деления | 1% |
| Количество возможных к подключению датчиков | 10 |

## Список литературы

1. Кечиев Л.Н. Прoектирoвaние печaтных плaт для цифрoвoй быстрoдействующей aппaрaтуры, ИДТ, Мoсквa, 2007
2. Дулин В.Н., Жук М.С. Спрaвoчник пo элементaм рaдиoэлектрoнных устрoйств. М, Энергия, 1977 г.
3. Пирoгoвa Е.В. Прoектирoвaние и технoлoгия печaтных плaт. Учебник. - М.: ФOРУМ: ИНФРA-М, 2005.
4. Медведев A.М. Печaтные плaты. Кoнструкции и мaтериaлы - М.: Технoсферa, 2005.
5. Лaнин В.Л., Емельянoв В.A., Хмыль A.A. Прoектирoвaние и oптимизaция технoлoгических прoцессoв прoизвoдствa электрoннoй aппaрaтуры. Мн.:БГУИР, 1998.
6. Исаев И.И. Государственная приемка продукции – М.: Издательство стандартов, 1988.
7. Гoрлoв М.И., Емельянoв A.В., Плебaнoвич В.И. Электрoстaтические зaряды в электрoнике. Минск, 2006.
8. Сайт [www.st77.ru](http://www.st77.ru)
9. Сайт [www.tehnoprom1.ru](http://www.tehnoprom1.ru)
10. Сайт <http://utilization.svt-stroy.ru/>
11. Б. Блейк Левитт. Защита от электромагнитных полей. Астрель, 2007 г.
12. С. М. Аполлонский, Т. В. Каляда, Б. Е. Синдаловский. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях. Политехника, 2006 г.
13. В. С. Барсуков. Персональная энергозащита. Средства защиты от вредных излучений и не только. Амрита-Русь, 2004 г.
14. Г. Малахов. Электромагнитное излучение и ваше здоровье. Невский проспект, 2003г.
15. ГОСТ Р 50922-96
16. ГОСТ Р 50397-92
17. ГOСТ Р 50621-93
18. ГOСТ 23751-86
19. ГOСТ 10317-79
20. ГOСТ 23-751-86
21. ГOСТ 10316-78
22. ГOСТ 21931-76
23. ГOСТ 10317-72
24. OСТ 4.010.022-85
25. OСТ 45.010.030-92

1. \*\* указывается в случае назначения консультанта [↑](#footnote-ref-1)