

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

В.Ф.АЛЕКСЕЕВ

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ
СРЕДСТВ**





ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Весенний семестр 2011-2012 учебного года

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом в течение семестра и в отпечатанном виде представляется в деканат в папке скоросшивателе, в сроки установленные графиком учебного процесса.

Каждый студент выполняет свой вариант. Вариант состоит из трех теоретических вопросов и двух задач: одна по оценке Теловых режимов, вторая – по оценке механических воздействий. Номера вариантов и рекомендуемая литература приведены ниже.

При оформлении контрольной работы необходимо пользоваться ГОСТ 2.105-95, а также СТП 01-2010, который размещен на сайте кафедры РЭС в разделе «Дипломное проектирование» <http://www.bsuir.by/online/showpage.jsp?PageID=88465&resID=100229&lang=ru&menuItemID=102722>

Ниже приведены методические рекомендации по оформлению текстовой части контрольной работы.

Контрольная работа должна быть защищена до начала экзамена.

Перечень вопросов, подлежащих рассмотрению, в контрольных работах

1. Основные требования к проектированию современных радиоэлектронных средств с учетом условий эксплуатации конструкций РЭС.
2. Виды классификаций. Классификация радиоэлектронных средств по назначению, объекту установки, условиям применения и конструктивным признакам. Области применения РЭС различного назначения.
3. Окружающая среда и ее воздействие на радиоэлектронные средства.
4. Характеристика климатических воздействий (климат, температура, влага, давление, пыль, песок, солнечная радиация). Макроклиматическое районирование.

5. Нормальные значения климатических факторов внешней среды при эксплуатации и испытаниях РЭС.
6. Основные требования к проектированию РЭС в части видов воздействующих климатических факторов внешней среды. Номинальные и эффективные значения климатических факторов внешней среды при эксплуатации.
7. Воздействие ветра и гололеда на РЭС.
8. Воздействие влаги, пыли, солнечной радиации, ионизирующих излучений и биологических факторов на РЭС.
9. Воздействие электромагнитных полей на РЭС.
10. Особенности проектирование радиоэлектронных средств с учетом климатического исполнения и категории изделий на РЭС.
11. Графические и знаковые модели РЭС: общие положения; общие правила построения и использования.
12. Методы теории подобия и моделирования.
13. Анализ размерностей.
14. П-теорема.
15. Метод подобия.
16. Преобразование – определяющий физический эффект работы и конструкций РЭС.
17. Обобщающая физическая модель РЭС.
18. Принципы описания конструкций РЭС в обобщенных параметрах.
19. Методика обобщенного исследования преобразования потоков энергии в РЭС.
20. Математические методы анализа физических полей радиоэлектронных средств.
21. Физические эффекты, возникающие в конструкции РЭС, в процессе ее функционирования. Постановка краевых задач.
22. Метод разделения переменных.
23. Метод интегральных преобразований: преобразование Фурье, преобразование Лапласа.
24. Операционный метод.
25. Метод функции Грина.
26. Метод конечных разностей.
27. Основы тепло- и массообмена: основные понятия и определения.
28. Общая характеристика механизмов тепло- и массообмена в РЭС.
29. Тепло- и влагостойкость элементов РЭС.
30. Типовые задачи тепло- и массообмена в РЭС.
31. Источники тепла в радиоэлектронных средствах.
32. Нормальный тепловой режим РЭС.
33. Теплоотдача при свободном движении жидкости.
34. Основы тепло- и массообмена: критериальные уравнения.
35. Расчетные формулы теплоотдачи различных тел в неограниченном пространстве.
36. Естественная конвекция в ограниченном пространстве.
37. Вынужденная конвекция при внешнем обтекании тел.

38. Вынужденная конвекция в трубах и каналах.
39. Теплообмен при кипении.
40. Теплообмен при конденсации.
41. Теплообмен конвекцией при давлениях, отличных от нормального.
42. Теплообмен теплопроводностью.
43. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
44. Закон Фурье.
45. Теплопроводность плоской стенки.
46. Теплопроводность цилиндрической стенки.
47. Теплопроводность сферической поверхности.
48. Теплопроводность плоской стенки с внутренним источником теплоты.
49. Теплопроводность цилиндрической стенки с внутренним источником теплоты.
50. Теплопроводность многослойной стенки.
51. Теплопроводность в ребре постоянного сечения.
52. Теплопроводность стержня.
53. Тепловое сопротивление. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия.
54. Теплообмен излучением.
55. Закон Планка, закон Релея–Джинса, закон Вина.
56. Закон Стефана–Больцмана.
57. Закон Ламберта.
58. Излучение черных тел, «серое» тело.
59. Закон Кирхгофа для излучения.
60. Теплообмен излучением между параллельными пластинами, разделенными прозрачной средой.
61. Характеристика солнечного излучения и его влияния на конструкции РЭС.
62. Тепловая чувствительность: конструкционные материалы
63. Тепловая чувствительность: пластические материалы.
64. Тепловая чувствительность: радиокерамические материалы.
65. Тепловая чувствительность: магнитные материалы.
66. Тепловая чувствительность: резисторы и конденсаторы.
67. Тепловая чувствительность: полупроводниковые материалы.
68. Тепловая чувствительность: интегральные схемы.
69. Тепловая чувствительность: средства индикации.
70. Математические основы характерных тепловых расчетов: задачи теплового режима РЭС, приводящие к уравнениям параболического и эллиптического типов.
71. Математические основы характерных тепловых расчетов: постановка краевых задач.
72. Математические основы характерных тепловых расчетов: метод разделения переменных в приложении к тепловым расчетам интегральных схем.

73. Математические основы характерных тепловых расчетов: операционные методы для расчета нестационарных тепловых режимов.
74. Математические основы характерных тепловых расчетов: метод конечных интегральных преобразований при расчетах температуры элементов интегральных схем.
75. Тепловые модели конструкций радиоэлектронных средств.
76. Методы перехода от реальных конструкций РЭС к их тепловым моделям.
77. Принцип местного влияния, принцип суперпозиции тепловых полей.
78. Классификация систем охлаждения.
79. Системы обеспечения тепловых режимов РЭС.
80. Элементы и устройства систем обеспечения тепловых режимов.
81. Особенности проектирования РЭС с учетом тепло- и массообмена.
82. Механизмы проникновения влаги в конструкции РЭС.
83. Влияние влаги на эффективность и качество конструкций РЭС.
84. Виды герметизации. Пропитка. Назначение, особенности конструкций пропитываемых изделий.
85. Основные свойства пропиточных материалов.
86. Обволакивание и заливка.
87. Расчет внутренних напряжений в компаундах при заливке.
88. Методы снижения внутренних напряжений в компаундах.
89. Основные свойства компаундов и рекомендации по их применению.
90. Разъемная герметизация. Особенности проектирования металлических уплотнителей. Особенности проектирования резиновых уплотнителей. Корпуса, крышки и их соединения. Расчет качества герметизации.
91. Неразъемная герметизация. Неразъемная герметизация сваркой и пайкой. Проходные изоляторы для герметизированных корпусов. Расчеты герметичности.
92. Расчет усилия обжатия, расчет утечки с помощью алгоритмов автоматизированного проектирования.
93. Защита покрытиями.
94. Методы определения степени влагозащиты РЭС.
95. Оценочные расчеты степени герметичности блока РЭС.
96. Классификация механических воздействий.
97. Параметры гармонических и случайных вибраций.
98. Параметры ударных нагрузок и акустических шумов.
99. Методы измерения параметров механических воздействий.
100. Методы воспроизведения механических воздействий на испытательных стендах.
101. Методы воспроизведения ударных нагрузок и линейных ускорений.
102. Виды реакций РЭС на механические воздействия.
103. Реакция резисторов и конденсаторов на механические воздействия.
104. Реакция катушек индуктивности, жгутовых и кабельных соединений на механические воздействия.

105. Реакция разъемных и контактных соединений на механические воздействия.
106. Динамические характеристики конструкций и элементов РЭС.
107. Основные динамические характеристики блоков РЭС.
108. Определение собственных частот блоков РЭС.
109. Определение собственных частот ЭРЭ.
110. Расчет собственных частот печатных плат.
111. Определение вынужденных колебаний элементов в конструкциях РЭС.
112. Методы оценки прочностных свойств элементов конструкций.
113. Экспериментальные методы определения напряженного состояния элементов конструкции.
114. Способы виброзащиты конструкций РЭС.
115. Виброзащита полупроводниковых приборов и ЭРЭ.
116. Использование заливки и вибропоглощающих покрытий.
117. Схемы монтажа блоков на виброизоляторах.
118. Разновидности конструкций виброизоляторов.
119. Статический расчет системы виброизоляции.
120. Динамический расчет системы виброизоляции.
121. Реакция РЭС на ударные нагрузки.
122. Динамический расчет системы изоляции ударных нагрузок.
123. Методика расчета вибропрочности несущих конструкций.
124. Методы расчета конструкций с использованием ЭВМ (метод конечных элементов).
125. Метод расчета конструкций с использованием ЭВМ (метод конечных разностей).

Задачи по оценке теплового режима

№ 1

Среднеповерхностная температура кожуха радиоэлектронного аппарата $t_s=40$ °С. Размеры аппарата $L_1=0,5$ м, $L_2=0,4$ м, $H=0,3$ м, коэффициент черноты $\varepsilon=0,82$, температура среды $t_c=25$ °С.

Рассчитайте мощность, рассеиваемую радиоэлектронным аппаратом, при нормальном атмосферном давлении и давлении $P=380$ мм.рт.ст.

№ 2

Радиоэлектронный аппарат рассеивает мощность $P=120$ Вт. Размеры аппарата $L_1=0,4$ м, $L_2=0,5$ м, $H=0,2$ м, коэффициент черноты кожуха $\varepsilon=0,88$, температура среды $t_c=15$ °С. Рассчитайте среднеповерхностную температуру кожуха при нормальном атмосферном давлении и давлении $P=500$ мм.рт.ст.

№ 3

Две плоские поверхности размером $0,4 \times 0,6$ м расстояние между которыми $\delta=0,06$, находятся в теплообмене. Температура первой поверхности $t_1=55$ °С, второй – $t_2(t_1>t_2)=25$ °С, коэффициенты черноты соответственно $\varepsilon=0,5$ и $\varepsilon=0,8$. Рассчитайте тепловой поток от первой поверхности ко второй при горизонтальном (первая поверхность сверху, вторая снизу и наоборот) и вертикальном расположении поверхностей. Атмосферное давление $P=420$ мм.рт.ст.

№ 4

Плоская двухслойная вертикальная стенка размерами $L=0,4$ м, $H=0,6$ м делит радиоэлектронный аппарат на две области. Температура воздуха в первой области $t_{c1}=45$ °С, температура поверхности стенки, обращенной к первой области $t_{s1}=60$ °С, коэффициент черноты $\varepsilon=0,72$. Толщина и теплопроводность слоев стенки соответственно равны $\delta_1=3$ мм, $\lambda_1=0,2$ Вт/м·град, и $\delta_2=2,0$ мм, $\lambda_2=0,08$ Вт/м·град. Рассчитайте тепловой поток через стенку, температуру на границе слоев, температуру второй поверхности стенки и воздуха во второй области.

№ 5

Рассчитайте температуру p - n -перехода полупроводникового прибора ГТ804, установленного в центре горизонтального металлического диска радиуса $L_0=60$ мм, толщиной $\delta=4$ мм.

Мощность, рассеиваемая полупроводниковым прибором $P=4$ Вт, тепловое сопротивление переход-корпус ППП – $R_{п-к}=2,0$ °С/Вт, корпус-диск – $R_{кд}=0,3$ °С/Вт, теплопроводность материала диска $\lambda=396$ Вт/м·°С, коэффициент черноты поверхности $\varepsilon=0,6$, температура среды $t_c=20$ °С. Мощностью, рассеиваемой непосредственно корпусом ППП, пренебречь.

№ 6

В центре диска радиуса $L_0=60$ мм, толщиной $\delta=3,0$ мм установлен полупроводниковый прибор КТ805. Теплопроводность материала диска $\lambda=30$ Вт/м·°С, коэффициент черноты $\varepsilon=0,4$, среднеповерхностная температура диска $t_s=70$ °С, температура среды $t_c=20$ °С, тепловое сопротивление переход-корпус ППП - $R=3,3$ °С/Вт, корпус-диск $R=0,4$ °С/Вт.

Определить мощность, рассеиваемую полупроводниковым прибором, и температуру p - n -перехода.

№ 7

В круглый стержень диаметром $d=10$ мм и длиной $l=380$ мм втекает тепловой поток $P=6$ Вт. Коэффициент теплопроводности материала стержня $\lambda=47$ Вт/м·°С, усредненный коэффициент теплоотдачи поверхности $\alpha=12$ Вт/м²·°С. Рассчитайте температуру перегрева стержня в точках с координатой $X=1$. Постройте график $\vartheta=f(P)$.

№ 8

Резистор МТ-2 (размеры резистора $l=28$ мм, $d=8,6$ мм) в условиях естественной конвекции рассеивает номинальную мощность. Коэффициент черноты резистора $\varepsilon=0,8$. Рассчитайте допустимую мощность, которую может рассеять резистор, если он находится в поперечном потоке воздуха, скорость которого $\vartheta=3$ м/с, температура среды $t_c=35$ °С. Мощностью рассеиваемой выводами пренебречь.

№ 9

Верхняя сторона плоской горизонтальной поверхности размером $0,4 \times 0,4$ м² омывается принудительным потоком воздуха со средней скоростью $\vartheta=1$ м/с. Температура поверхности $t_s=55$ °С, температура воздуха $t_c=25$ °С, коэффициент черноты поверхности $\varepsilon=0,86$. Определите тепловой поток, рассеиваемый поверхностью при естественной конвекции и принудительном обдуве.

№ 10

Полупроводниковый прибор ГТ804, рассеивающий мощность $P=7$ Вт, установлен в центре прямоугольной металлической пластины с размерами 70×120 мм². Пластина с обеих сторон омывается потоком воздуха вдоль большей стороны, скорость потока $\vartheta=2$ м/с, температура воздуха $t_s=20$ °С. Рассчитайте температуру p - n -перехода полупроводникового прибора. Тепловое сопротивление переход-корпус ППП – $R_{п-к}=0,2$ °С/Вт, корпус-пластина – $R_{к-п}=2,0$ °С/Вт.

№ 11

Шасси радиоэлектронного аппарата имеет три паза, размеры которых в поперечном сечении 28×10 мм, длина $L=0,4$ м. По пазам прогоняется вода со средней скоростью $\vartheta=0,4$ м/с и температурой $t_c=30$ °С. Температура шасси $t_s=40$ °С. Рассчитайте тепловой поток, уносимый прогоняемой жидкостью.

№ 12

Радиоэлектронный аппарат в герметичном кожухе рассеивает мощность $P=180$ Вт, размеры аппарата $L_1=0,4$ м, $L_2=0,4$ м, $H=0,2$ м, толщина стенок кожуха $\Delta=3$ мм. Шасси ориентировано горизонтально, размеры шасси равны внутренним размерам кожуха. Высота условной нагретой зоны $h_1=0,1$ м, расстояние от нагретой зоны до крышки $h_2=0,08$ м, шасси с установленными на нем деталями и кожух имеют коэффициент черноты $\varepsilon=0,9$. Рассчитайте температуру нагретой зоны и кожуха аппарата, если температура окружающего воздуха $t=20$ °С. Постройте тепловые характеристики $\vartheta=f(P)$ кожуха и нагретой зоны.

№ 13

Радиоэлектронный аппарат размерами $L_1=0,5$ м, $L_2=0,3$ м, $H=0,3$ м рассеивает мощность $P=130$ Вт. Крышка и дно кожуха перфорированы, площадь отверстий составляет $\eta=12$ % от площади крышки (дна). Шасси ориентированно горизонтально, площадь отверстий в шасси $S_{ш.о}=8 \cdot 10^{-3}$ м², реальная площадь теплоотдающей поверхности шасси с установленными на нем деталями $S_3=0,68$ м² площадь излучающей поверхности нагретой зоны $S_{3.л}=0,54$ м², коэффициент заполнения аппарата $K_3=0,5$, коэффициент черноты кожуха и шасси с установленными деталями $\varepsilon=0,8$. Рассчитайте температуру нагретой зоны и кожуха аппарата, если температура окружающего воздуха $t_c=20$ °С.

№ 14

Радиоэлектронный аппарат, рассеивающий мощность $P=220$ Вт, охлаждается принудительным продувом воздуха. Размеры аппарата $L_1=0,5$ м, $L_2=0,3$ м, $H=0,2$ м, шасси с установленными на нем радиодеталями расположено горизонтально, усредненный диаметр радиодетали $d=18$ мм, площадь реальной теплоотдающей поверхности шасси с установленными радиодеталями $S_3=0,6$ м², площадь излучающей поверхности нагретой зоны $S_{3.л}=0,33$ м². Воздух продувается вдоль большего размера шасси, средняя площадь сечения, свободная для прохода воздуха $S_0=0,04$ м², объемный расход воздуха $V=0,16$ м³/с, температура воздуха на входе равна температуре среды $t_c=25$ °С. Рассчитайте температуру нагретой зоны и кожуха аппарата.

№ 15

Радиоэлектронный аппарат размерами $L_1=0,5$ м, $L_2=0,4$ м, $H=0,4$ м рассеивает мощность $P=200$ Вт. Шасси расположено горизонтально и делит внутренний объем примерно на равные области, размеры шасси $0,45 \times 0,38$ м². Коэффициент заполнения аппарата - $K=0,3$, реальная теплоотдающая поверхность нагретой зоны (шасси и установленных на нем деталей) - $S_3=0,78$ м², площадь излучающей поверхности нагретой зоны $S_{3.л}=0,54$ м². Внутри аппарата установлен вентилятор производительностью $G=0,14$ м³/с, создающий принудительную циркуляцию воздуха вдоль большей стороны шасси. Рассчитайте температуру нагретой зоны и кожуха аппарата, если температура среды $t_c=20$ °С, коэффициент черноты поверхности кожуха, шасси и деталей $\varepsilon=0,9$.

№ 16

Транзистор КТ802, рассеивающий мощность $P=20$ Вт, устанавливается на радиаторе. Рассчитайте размеры основания $D \times H$, количество ребер n , расстояние между ними b , задавшись высотой h и толщиной δ ребра, толщиной основания Δ и коэффициентом черноты ε . Тепловое сопротивление переход-корпус полупроводникового прибора - $R_{п-к}=2,5$ град/Вт, корпус-радиатор $R_{к-р}=0,3$ град/Вт, допустимая температура перехода $t_{п.д}=150$ °С

температура окружающей среды $t_c=20$ °С. Материал радиатора - дюралюминий $\lambda=120$ Вт/м·град. Мощностью, рассеиваемой непосредственно корпусом ППП, пренебречь. Постройте тепловые характеристики $\vartheta=f(P)$ перехода и радиатора.

№ 17

Рассчитайте мощность, которую может рассеять транзистор КТ805, установленный на плоском односторонне ребренном радиаторе, размеры основания которого $D=100$ мм, $H=124$ мм, толщина основания $\Delta=5$ мм, количество ребер $n=8$, расстояние между ребрами $b=12$ мм, высота ребра $h=15$ мм, толщина $\delta=3$ мм, коэффициент черноты $\varepsilon=0,9$, сопротивление переход-корпус $R=3,3$ град/Вт, корпус-радиатор $R=0,4$ град/Вт. Материал радиатора - дюралюминий ($\lambda=172$ Вт/м·град). Температура окружающей среды $t_c=22$ °С. Мощностью, рассеиваемой непосредственно корпусом ППП, пренебречь.

№ 18

Радиоэлектронный аппарат цилиндрической формы размерами $D=0,3$ м, $H=0,25$ м имеет ребренную боковую поверхность. Количество ребер $n=60$, высота ребра $h=18$ мм, толщина $\delta=3$ мм, коэффициент черноты поверхности ребер $\varepsilon=0,86$. Рассчитайте мощность, которую может рассеять аппарат, если среднеповерхностная температура корпуса не должна превышать $t_{s,d}=50$ °С. Температура среды $t_c=20$ °С.

№ 19

Среднеповерхностная температура кожуха радиоэлектронного аппарата $t_s=55$ °С. Размеры аппарата $L_1=0,3$ м, $L_2=0,5$ м, $L_3=0,45$ м, степень черноты $\varepsilon=0,86$, температура среды $t_c=40$ °С.

Рассчитать мощность, рассеиваемую радиоэлектронным аппаратом, при нормальном атмосферном давлении.

№ 20

По резистору сопротивлением $R=1,2$ кОм протекает ток $I=0,2$ А. Рассчитайте температуру резистора, если степень черноты $\varepsilon=0,8$. Тепловой проводимостью выводов пренебречь. Размеры резистора $l \times d=50 \times 18$ мм. Расчет выполнить для нормального атмосферного давления.

№ 21

Среднеповерхностная температура кожуха радиоэлектронного аппарата $t_s=50$ °С. Размеры аппарата $L_1=0,3$ м, $L_2=0,5$ м, $L_3=0,45$ м, степень черноты $\varepsilon=0,82$, температура среды $t_c=35$ °С.

Рассчитать мощность, рассеиваемую радиоэлектронным аппаратом, при нормальном атмосферном давлении.

№ 22

Радиоэлектронный аппарат рассеивает мощность $P=100$ Вт. Размеры аппарата $L_1=0,45$ м, $L_2=0,5$ м, $H=0,3$ м, коэффициент черноты кожуха $\varepsilon=0,86$, температура среды $t_c=35$ °С. Рассчитайте среднеповерхностную температуру кожуха при нормальном атмосферном давлении и давлении $P=630$ мм.рт.ст.

№ 23

В центре диска радиуса $L_o=40$ мм, толщиной $\delta=1,5$ мм установлен полупроводниковый прибор П201. Теплопроводность материала диска $\lambda=48$ Вт/м·град, степень черноты $\varepsilon=0,8$, среднеповерхностная температура диска $t_s=60$ °С, температура среды $t_c=25$ °С, тепловое сопротивление переход-корпус ППП - $R=3,5$ град/Вт, корпус-диск $R=0,2$ град/Вт.

Определить мощность, рассеиваемую полупроводниковым прибором, и температуру p - n -перехода.

№ 24

Рассчитайте теплоотвод типа «Краб» для естественного охлаждения. Тип полупроводникового прибора – ГТ703, коэффициент нагрузки 0,7. Условия эксплуатации УХЛ 4.2. Зазор между ребрами 2 мм. Степень черноты $\varepsilon=0,82$. Остальными параметрами задайтесь.

№ 25

Среднеповерхностная температура кожуха радиоэлектронного аппарата $t_s=40$ °С. Размеры аппарата $L_1=0,45$ м, $L_2=0,44$ м, $H=0,35$ м, коэффициент черноты $\varepsilon=0,92$, температура среды $t_c=30$ °С.

Рассчитайте мощность, рассеиваемую радиоэлектронным аппаратом, при нормальном атмосферном давлении и давлении $P=380$ мм.рт.ст.

№ 26

Рассчитайте теплоотвод с петельно-проволочным оребрением для естественного охлаждения. Тип полупроводникового прибора – ГТ703, коэффициент нагрузки – 0,7. Условия эксплуатации – УХЛ 4.2. Зазор между ребрами 2 мм. Степень черноты – $\varepsilon=0,82$. Остальными параметрами задайтесь.

№ 27

Рассчитайте оребренный теплоотвод для естественного охлаждения. Тип полупроводникового прибора – ГТ703, коэффициент нагрузки – 0,7. Условия эксплуатации – УХЛ 4.2. Зазор между ребрами 2 мм. Степень черноты – $\varepsilon=0,82$. Остальными параметрами задайтесь.

№ 28

Рассчитайте теплоотвод типа «Краб» для естественного охлаждения. Тип полупроводникового прибора – КТ907, коэффициент нагрузки 0,82. Ус-

ловия эксплуатации УХЛ 4.2. Зазор между ребрами 2,5 мм. Степень черноты $\varepsilon=0,86$. Остальными параметрами задайтесь.

№ 29

По резистору сопротивлением $R=1,2$ кОм протекает ток $I=0,1$ А. Рассчитайте температуру резистора, если степень черноты $\varepsilon=0,6$. Тепловой проводимостью выводов пренебречь. Размеры резистора $l \times d=90 \times 50$ мм. Расчет выполнить для нормального атмосферного давления.

№ 30

Верхняя сторона плоской горизонтальной поверхности размером $0,3 \times 0,4$ м² омывается принудительным потоком воздуха со средней скоростью $\vartheta=1$ м/с. Температура поверхности $t_s=65$ °С, температура воздуха $t_c=35$ °С, коэффициент черноты поверхности $\varepsilon=0,86$. Определите тепловой поток, рассеиваемый поверхностью при естественной конвекции и принудительном обдуве.

№ 31

Радиоэлектронный аппарат размерами $L_1=0,7$ м, $L_2=0,3$ м, $H=0,35$ м рассеивает мощность $P=150$ Вт. Крышка и дно кожуха перфорированы, площадь отверстий составляет $\eta=12$ % от площади крышки (дна). Шасси ориентированно горизонтально, площадь отверстий в шасси $S_{ш.о}=8 \cdot 10^{-3}$ м², реальная площадь теплоотдающей поверхности шасси с установленными на нем деталями $S_3=0,68$ м² площадь излучающей поверхности нагретой зоны $S_{з.л}=0,54$ м², коэффициент заполнения аппарата $K_3=0,5$, коэффициент черноты кожуха и шасси с установленными деталями $\varepsilon=0,8$. Рассчитайте температуру нагретой зоны и кожуха аппарата, если температура окружающего воздуха $t_c=25$ °С.

№ 32

Радиоэлектронный аппарат рассеивает мощность $P=50$ Вт. Размеры аппарата $L_1=0,4$ м, $L_2=0,3$ м, $H=0,2$ м, коэффициент черноты кожуха $\varepsilon=0,86$, температура среды $t_c=35$ °С. Рассчитайте среднеповерхностную температуру кожуха при нормальном атмосферном давлении и давлении $P=400$ мм.рт.ст.

Задачи по оценке механических воздействий

По методике, изложенной в файле **Задача_2.doc**, для Вашего варианта выполнить следующий расчет:

Блок РЭС установлен на четырех виброизоляторах (нижний монтаж). Внутри блока параллельно его основанию жестко по контуру закреплена печатная плата из стеклотекстолита ($\rho = 2$ г/см³; $k_m=0,52$; $\delta=0,06$). Амплитуда и частотный

диапазон воздействующей на блок вибрации в вертикальном направлении: $A=10$ мм; $f_H=20$ Гц; $f_B=80$ Гц.

Масса блока (m), размеры платы ($a \times b \times h$), жесткость виброизоляторов (K), масса ЭРЭ и ИС указаны в табл. для конкретного номера варианта расчета.

Определить величину вибрационной нагрузки для резистора типа МЛТ-0,5, размещенного в центре платы, если длина его выводов $l/2 = 10$ мм.

Таблица – Номера вариантов (в центре) и исходные данные для расчета

m , кг →	10	15	20	25	30	35	Размеры платы ($a \times b \times h$), мм ↓
1	1	2	3	4	5	6	200x100x1
2	7	8	9	10	11	12	200x100x1,2
3	13	14	15	16	17	18	200x150x1
4	19	20	21	22	23	24	200x150x0,8
5	25	26	27	28	29	30	200x100x2
6	31	32	33	34	35	36	200x100x1,2
7	37	38	39	40	41	42	159x140x1,5
↑ Жесткость вибро- изолятора, Н/мм	50	55	60	70	80	90	← Масса ЭРЭ и ИС, г

Некоторые рекомендации по контрольной работы

Оформление текста

1. Параметры страницы должны быть одинаковыми по всей работе (верхнее – 2 см; нижнее – 2 см; левое – 3,0 см; правое – 1,5 см). Установить поля страницы можно с помощью следующей команды *Файл*→*Параметры страницы* (рисунок 1).

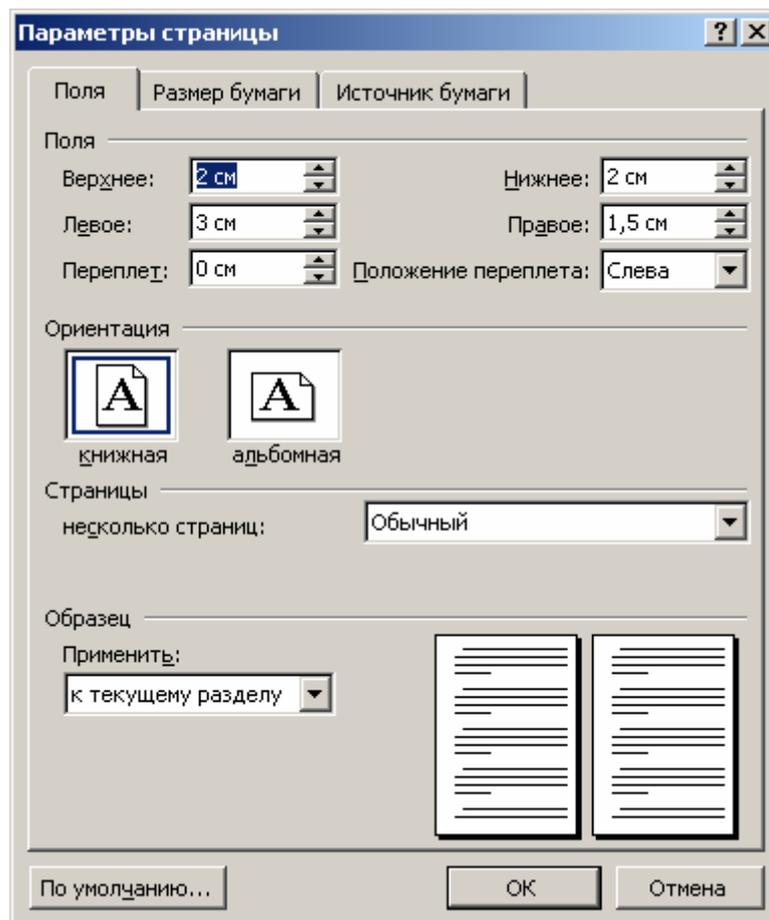


Рисунок 1 – Окно **Параметры страницы**

2. Шрифт текста – Times New Roman, размер шрифта – 14 пт. Междустрочный интервал – одинарный. Одинаковый междустрочный интервал можно установить с помощью следующей команды *Формат* → *Абзац* → *Интервал* → *междустрочный* (рисунок 2) или на *панели инструментов* **Форматирование** нажать кнопку *Междустрочный интервал* и в раскрывающемся списке выбрать необходимый интервал (рисунок 3).

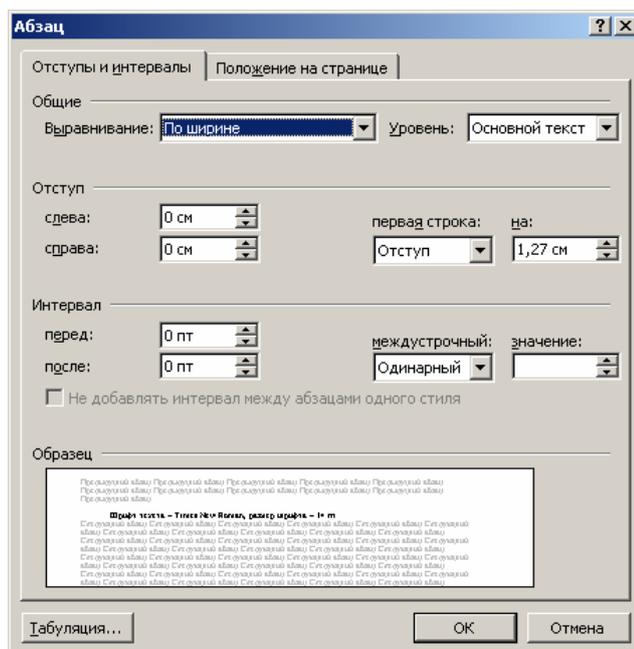


Рисунок 2 – Выбор междустрочного интервала

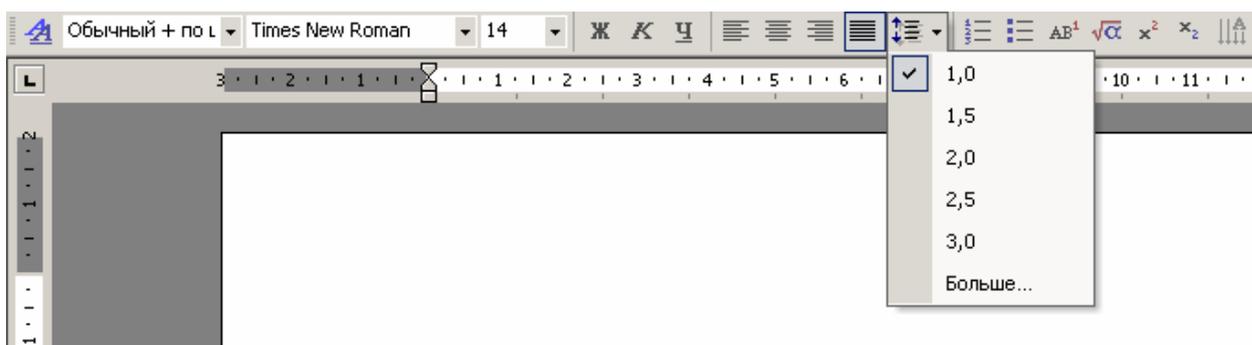


Рисунок 3 – Панель инструментов **Форматирование**

3. В тексте (кроме заголовков) должны быть обязательно расставлены переносы. Расставить переносы можно с помощью следующей команды: *Сервис* → *Язык* → *Расстановка переносов* и установить флажок *Автоматическая расстановка переносов* (рисунок 4).

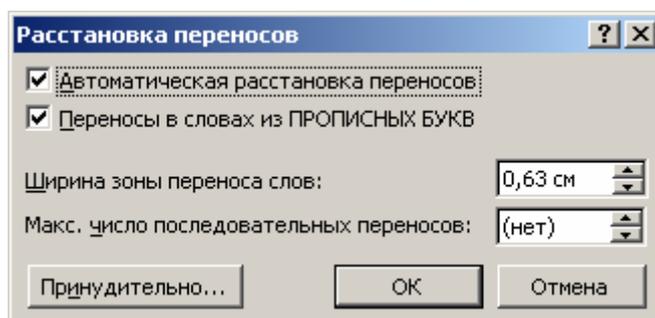


Рисунок 4 – Окно **Расстановка переносов**

4. Номера страниц следует располагать внизу листа. Расставить номера страниц можно с помощью следующей команды: *Вставка* → *Номера страниц* (рисунок 5).

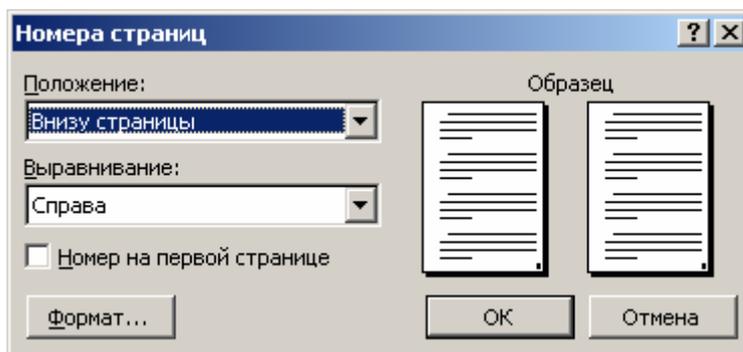


Рисунок 5 – Окно **Номера страниц**

5. Абзацный отступ следует делать одинаковым по всей работе. Рекомендуемый абзацный отступ – 1,27 см (или 1,25 см). Одинаковый абзацный отступ можно установить следующим образом: меню **Формат** → окно **Абзац** → в поле **Первая строка** установить отступ *на...* (см. рисунок 2).

Оформление сокращений в тексте

ГОСТ 7.12-93 устанавливает общие требования и правила сокращения слов и словосочетаний на русском языке. ГОСТ 7.11-2004 определяет правила сокращения слов и словосочетаний на иностранных европейских языках. При использовании сокращений для всех грамматических форм одного и того же слова применяется одно и то же сокращение, независимо от рода, числа, падежа и времени. Необходимо также руководствоваться следующими соображениями:

1. Падежное окончание в порядковых числительных, обозначенных арабскими цифрами, должно быть однобуквенным, если последней букве предшествует гласный звук, а если согласный – двухбуквенным.

Например: 5-й (пя**тый**), 5-го (пя**того**).

2. При обозначении крупных круглых чисел используются сокращения: для тысяч – с точкой (*тыс.*), для миллионов, миллиардов – без точки (*млн*, *млрд*).

Знаки в тексте

1. Знак процентов (%) отделяют от предшествующего числа пробелом.
2. Знаки №, § пишут слитно с последующим числом.
3. Знаки градуса (°), минуты (') секунды (") пишутся слитно с предшествующим числом. Но в выражениях типа «16 °С» знак градуса отделяют пробелом от предшествующего числа и пишут слитно с обозначением шкалы.

4. В тексте используют только типографские кавычки вида « » (ёлочкой). Другие кавычки (“ ”) и (" ") допустимы только при записи программных кодов, html и др.

5. Следует различать знаки тире (–) и дефис (-) в тексте.

Тире (–) ставится:

а) перед каждой позицией перечисления, если в тексте имеется ненумерованный список, например:

Учебный курс «Прикладные системы обработки данных» ориентирован на то, чтобы в результате его освоения:

- сформировать у студентов фундамент современной информационной культуры;
- обеспечить устойчивые навыки работы на персональном компьютере в условиях локальных и глобальных вычислительных сетей и систем телекоммуникации;
- освоить современные пакеты прикладного программного обеспечения.

б) в пояснениях к математическим формулам после каждого символа перед его расшифровкой (примеры см. в подразд. «Набор математических формул»);

в) между двумя или несколькими словами для обозначения пределов:

– временных: *массовые отпуска в июле – августе*;

– количественных: *сопротивление не должно превышать 3–5 Ом*;

(Тире при цифрах, заменяющее по смыслу фразу «от...до...», не отделяют пробелами);

г) в словосочетаниях типа *база – эмиттер, ввод – вывод, сток – исток, затвор – исток*;

д) между двумя или несколькими фамилиями, если это название какого-либо закона, явления, теории: *теория Канта – Лапласа, закон Бойля – Мариотта, постоянная Стефана – Больцмана*.

Дефис (-) ставится:

а) как знак сокращения:

– при выкидке середины слова: *д-р техн. наук*;

– при сокращении сложного слова, которое пишется через дефис: *инженер-механик → инж.-механик*;

б) между частями двойной фамилии (*Скловдовская-Кюри*);

в) в сложных прилагательных:

– типа *вертикально-сверлильный; поперечно-строгальный; зубчатореечный; ступенчато-симметричный*.

Примечание. Прилагательные, образованные от иноязычной фамилии с частицами типа *де, фон, ван*, пишутся слитно (*фон Нейман → фоннеймановская концепция; де Бройль → дебройлевская гипотеза*).

Набор математических формул

1. Цифры в формулах набирают прямым шрифтом.
2. Буквенные символы латинского алфавита рекомендуется набирать курсивным шрифтом, греческого, готического и русского – прямым шрифтом.

Например: $E = \frac{mv^2}{2}$, $F(t) = 1 - z(t) = 1 - \exp\left[-\int_0^t \mu(t) dt\right]$, $R_m \leq R_{m \text{ доп}}$.

3. Сокращенные тригонометрические и математические термины \sin , \cos , tg , \arcsin , \ln , \lg , \lim , const , \min , \max набирают прямым шрифтом.

Например: $R_m = \max\{R_k\} = R_n$, $\sin x$.

4. Размер и вид знаков в формулах должен быть одинаковым по всей работе. Размеры символов: основные – не менее 14 пт; индексы и степенные знаки – не менее 10 пт, индексы второго уровня – не менее 9 пт; знаки Σ , Π и т.п. – не менее 18 пт.

Установить необходимые параметры можно следующим образом:

- 4.1. В MathType (рисунок 6): в меню редактора формул выбрать *Size* (Размер) → *Define* (Определить):

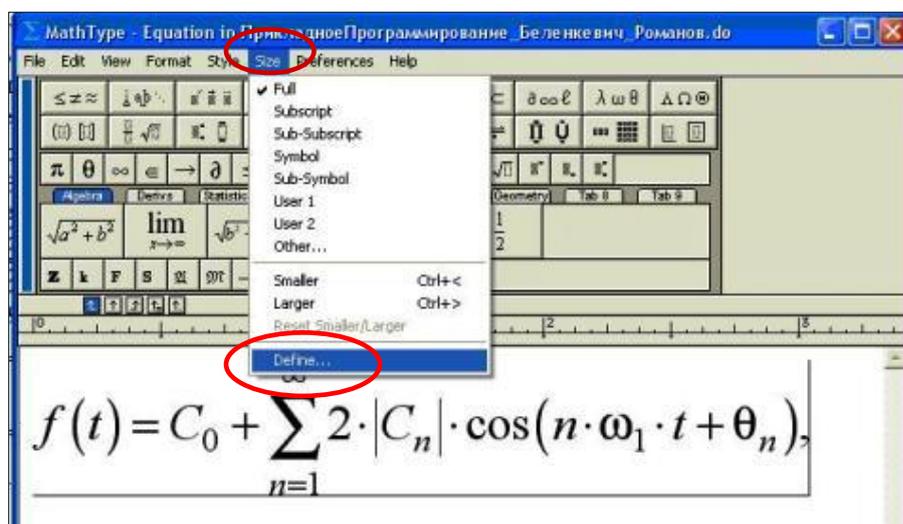


Рисунок 6 – Подготовка к установке размерности знаков в формулах

В появившемся окне *Define Sizes* (Размеры) задать для первых трех параметров соответствующий размер и единицу измерения, а затем нажать кнопки *Apply* → *OK* (рисунок 7).

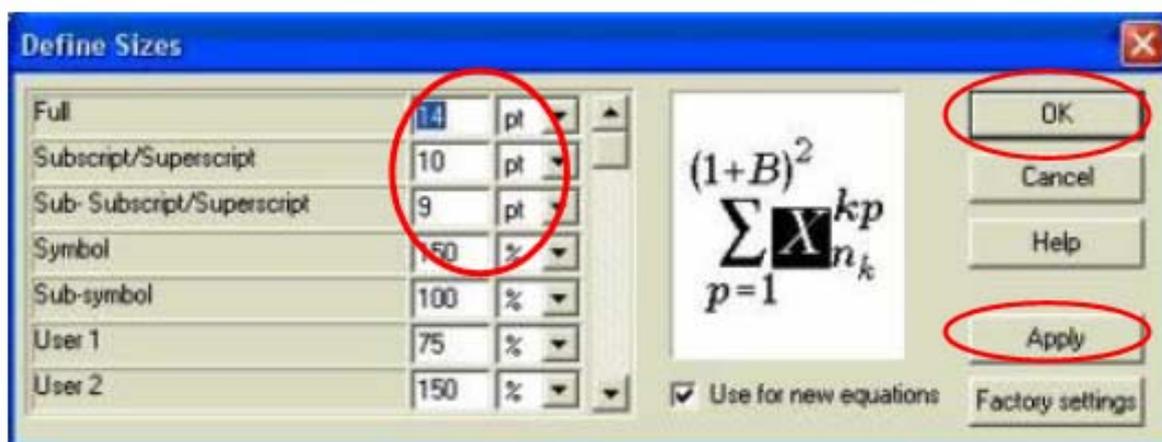


Рисунок 7 – Установка размерности знаков в формулах

4.2. Для создания формул рекомендуется использовать редактор формул Microsoft Equation (рисунок 8), который вызывается с помощью команды *Вставка* → *Объект* → *Создание* → *Тип объекта* → *Microsoft Equation 3.0* (если редактор формул недоступен, его необходимо установить) или с помощью соответствующей кнопки, расположенной, например, на панели форматирования (рисунок 9).

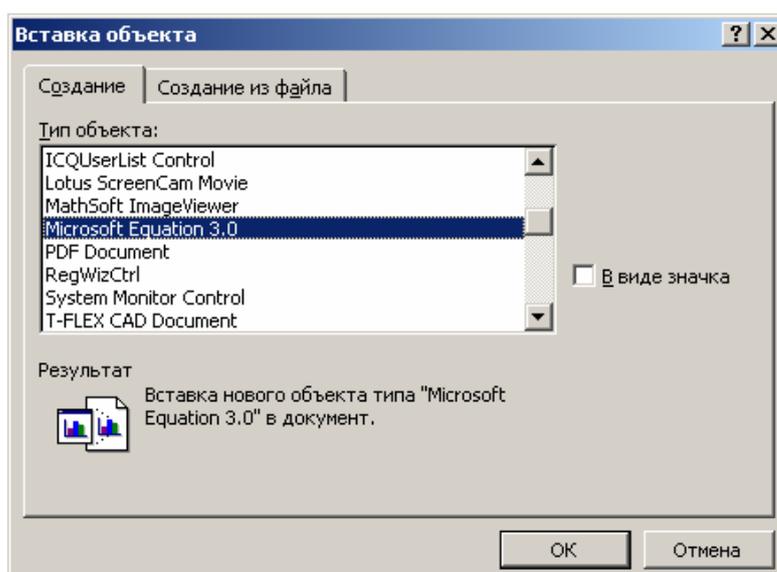


Рисунок 8 – Окно Вставка объекта

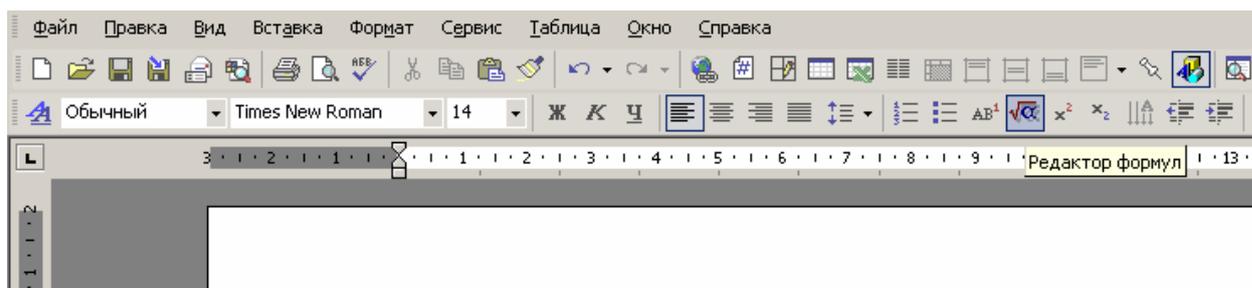


Рисунок 9 – Вызов редактора формул с помощью кнопки Редактор формул

Кнопка редактора формул (см. рисунок 9) может быть добавлена на панель инструментов следующим образом:

- выполните команду *Сервис* → *Настройка*;
- в диалоговом окне *Настройка* выберите закладку *Команды* (рисунок 10);
- в поле *Категории* выберите *Вставка*;
- в поле *Команды* выберите *Редактор формул*;
- удерживая правую кнопку мыши перетащите выбранную команду на панель инструментов, например, на панель форматирования (см. рисунок 10)¹;
- закройте диалоговое окно.

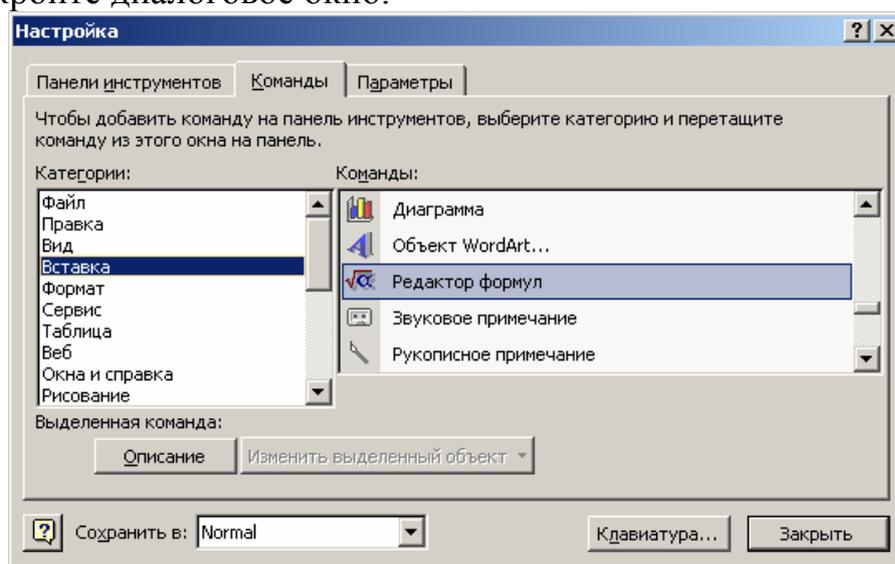


Рисунок 10 – Окно **Настройка**

При создании формул необходимо использовать математический стиль (рисунок 11). При этом размер шрифтов, интервалы и форматы автоматически регулируются в соответствии с правилами записи математических выражений.

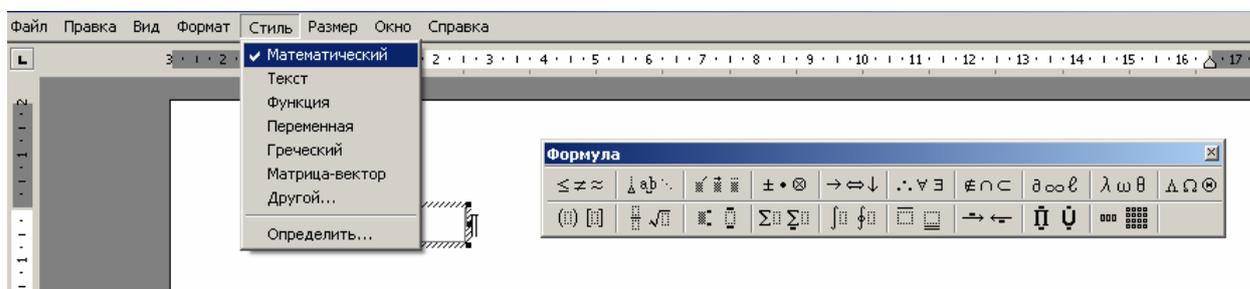


Рисунок 11 – Окно **Редактора формул**

¹ Если ссылка на рисунок или таблицу используются второй и более раз, то необходимо перед ссылкой записывать «см.», например, «см. рисунок 7.1» или «см. таблицу 2.5».

Интервалы в редакторе формул могут быть установлены с помощью команды *Формат Интервалы* (рисунок 12).

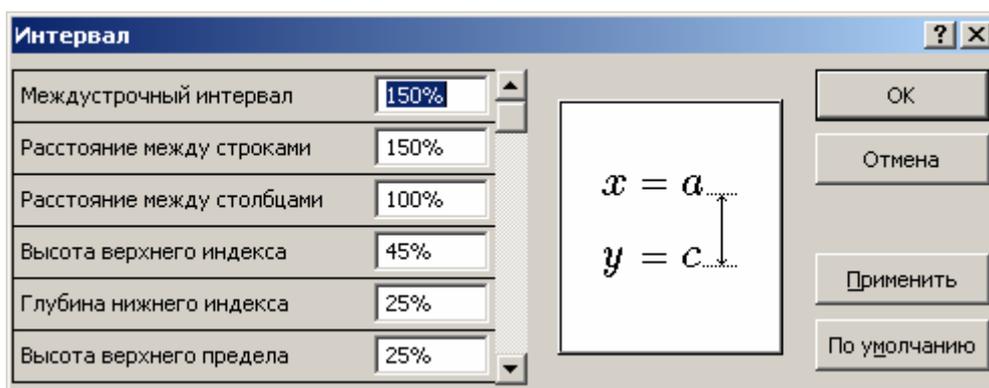


Рисунок 12 – Окно **Интервал**

5. Знаки математических действий и соотношений (=, ≠, <, >, +, −) отделяют от предыдущих и последующих цифр и знаков пробелом (рисунок 13). В тоже время при числах, встречающихся в тексте, знаки «+» и «−» от числа не отделяют: ±5.

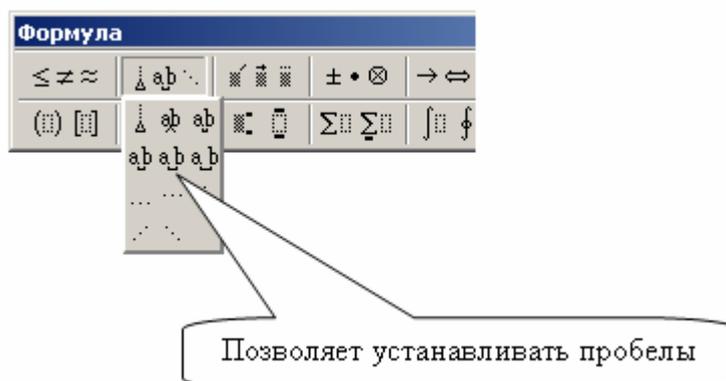


Рисунок 13 – Установка пробелов в редакторе формул

6. Расшифровку формулы рекомендуется начинать со слова «где» с новой строки с абзацного отступа.

7. Символы раскрываются в расшифровке в порядке следования в формуле.

Например:

В общем виде характеристики полевого транзистора могут быть аппроксимированы степенным полиномом

$$P(U_{ЗИ}) = P_{\max} \left(1 - \frac{U_{ЗИ}}{U_{ЗИ.отс}} \right)^x, \quad (3.1)$$

где P – выходные параметры ПТ, например, ток стока I_c , крутизна S , проводимость G ;
 P_{\max} – максимальное значение выходного параметра;

$U_{ЗИ}$ – напряжение затвор – исток транзистора;
 $U_{ЗИ.отс}$ – напряжение отсечки;
 χ – степень аппроксимирующего полинома.

Следует избегать многоярусного написания формул. Во избежание переноса допускается уменьшение пробелов между элементами формулы. Если уменьшением пробелов не удастся разместить формулу на строке целиком, то переносы допускаются на знаках =, <, >, +, -, · (знак умножения «·» при переносе меняется на «×»), при этом знак повторяют в начале следующей строки.

Например:

$$\theta_1(x, z, \tau) = T_2(x, z, \tau) - T_0 = \frac{1}{2b\sqrt{\pi}} \int_0^{\tau} \frac{\exp\left[-\frac{z^2}{4a(\tau-\xi)}\right]}{\sqrt{\tau-\xi}} \left\{ \operatorname{erf} \frac{R_2-x}{2\sqrt{a(\tau-\xi)}} - \operatorname{erf} \frac{R_2-x}{2\sqrt{a(\tau-\xi)}} + \operatorname{erf} \frac{R_2+x}{2\sqrt{a(\tau-\xi)}} - \operatorname{erf} \frac{R_1+x}{2\sqrt{a(\tau-\xi)}} \right\} q(\xi) d\xi$$

8. Формулы рекомендуется нумеровать в пределах раздела, к которому они относятся. Номер формулы должен состоять из порядкового номера раздела и отделенного от него точкой порядкового номера формулы, например: формула (2.7). Если в разделе одна формула, ее также нумеруют, например: формула (1.1).

Оформление таблиц

Цифровой материал, как правило, должен оформляться в виде таблиц, что позволяет более наглядно представить для сравнения полученные результаты.

Все приводимые в таблицах данные должны быть достоверны, однородны и сопоставимы, в основе их группировки должны лежать существенные признаки.

Таблицы рекомендуется нумеровать в соответствии с принятой системой нумерации формул и рисунков, например: «Таблица 2» при сквозной нумерации или «Таблица 1.2» при нумерации по разделам пояснительной записки. Как правило, целесообразно использовать однотипную (сквозную или по разделам) нумерацию рисунков и таблиц по всей пояснительной записке.

При оформлении таблиц следует руководствоваться следующими правилами:

1. Таблицы следует набирать в Microsoft Word с помощью команды *Таблица* → *Вставить* → *Таблица*. В диалоговом окне *Вставка таблицы* установить необходимое число столбцов и строк. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

После того как таблица создана рекомендуется ее выделить и выполнить команду *Таблица* → *Автоподбор* → *Фиксированная ширина столбца*. Данная команда позволяет исключить «плавание» размеров ширины столбцов.

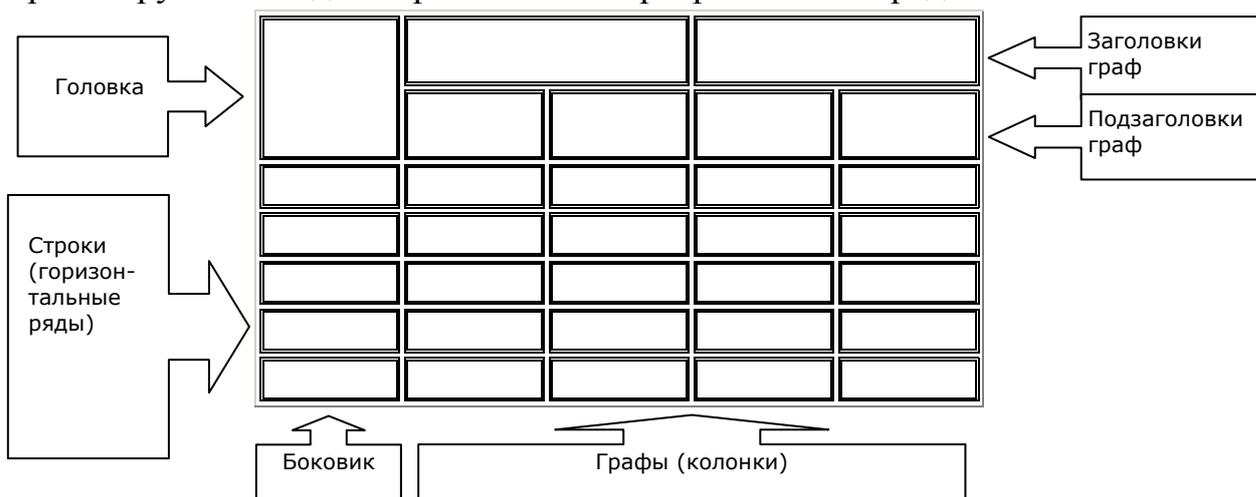
После выполнения указанных действий можно сформировать необходимую ширину столбцов.

2. Размер шрифта для табличных данных – такой же, как и во всей пояснительной записке. Допускается применять в таблице шрифт, на 1–2 пт меньший, чем шрифт основного текста.

3. Таблицы снабжают тематическими заголовками. Основной текст пояснительной записки и заголовков таблицы должны быть разделены пробельной строкой. Пробельной строкой отделяют от таблицы следующий за ней текст. Заголовок и фактический материал таблицы пробельной строкой не разделяют (см. пример построения таблицы).

Пример построения таблицы

Таблица 1.1 – Сравнительный анализ результатов теплового моделирования проектируемого изделия различными программными средствами



Заголовки в «шапке» таблицы выравниваются по центру ячейки (по горизонтали и вертикали) и набираются с прописной буквы, при этом обозначение единицы измерения величины отделяется от текста заголовка запятой.

Согласно ГОСТ 2.105-95 таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

4. Цифровая информация может выравниваться по разрядам, по запятой, либо по центру ячейки (в случае разнородности данных).

5. При построении таблиц графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Если же нумерация данных необходима, порядковый номер следует указывать в первой графе боковика таблицы непосредственно перед их наименованием.

Графа «Примечания» допускается лишь в тех случаях, когда она содержит ссылки, относящиеся к нескольким строкам таблицы. Во всех остальных случаях примечания лучше давать в виде сноски под таблицей отдельной строкой.

6. Все слова в «шапке» и боковике таблицы следует писать полностью, без сокращений. Допускаются сокращения и буквенные обозначения, принятые в тексте, или стандартные сокращения, устанавливаемые ГОСТ 7.12-93 и ГОСТ 7.11-2004.

7. В таблицах не допускается оставлять пустые (незаполненные) ячейки. Пропуски (если данные отсутствуют) заменяют знаком тире.

8. Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист. При переносе таблицы, на следующую страницу головку таблицы можно повторить и над ней поместить слова «Продолжение таблицы <номер таблицы>». Если головка громоздкая, допускается ее не повторять. В этом случае пронумеровывают графы и повторяют их нумерацию на следующей странице. Заголовок таблицы не повторяют.

9. На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота или с поворотом по часовой стрелке.

10. Таблицу с большим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы. Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется ее головка, во втором случае – боковик.

11. Если повторяющийся в разных строках графы таблицы текст состоит из одного слова, его после первого написания допускается заменять кавычками; если из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается.

Оформление графического материала

Количество иллюстративного материала (графического материала, схем, рисунков, диаграмм, фотографий и т.п.) должно быть достаточным для пояснения излагаемого материала.

Рисунки располагают как можно ближе к соответствующим частям текста в порядке ссылок. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами в пределах раздела, например «Рисунок 3.4» . На все рисунки в тексте должны быть ссылки, например (рисунок 7.2), или при повторной ссылке (см.

рисунок 7.2)². В ссылках рекомендуется использовать обороты «в соответствии с рисунком 2», «на рисунке 5.1 изображены...» и т. п.

При оформлении рисунков следует руководствоваться следующими рекомендациями:

1. Рисунки должны быть четкими.
2. Подрисуночная подпись отделяется от рисунка пробелом в одну строку, размер букв подрисуночной подписи – 14 пт.

Согласно СТП 01-2010 допускается выносить в подрисуночную подпись расшифровку условных обозначений, частей и деталей иллюстрации. Все пояснительные данные помещают между рисунком и подрисуночной подписью.

Расшифровки пишут в подбор, отделяя их друг от друга точкой с запятой. Цифры, буквы, другие условные обозначения позиций в расшифровке приводят, отделяя от расшифровок знаками тире, например, «1 – измерительный преобразователь; 2 – усилитель; или а – корректирующее звено; б – ...». Длина строк с пояснениями не должна выходить за границы рисунка. Стандартные буквенные позиционные обозначения, приведенные на рисунке, не расшифровывают.

Если обозначения, приведенные на иллюстрации, разъясняются в тексте пояснительной записки, то расшифровки в подрисуночных подписях не допускаются.

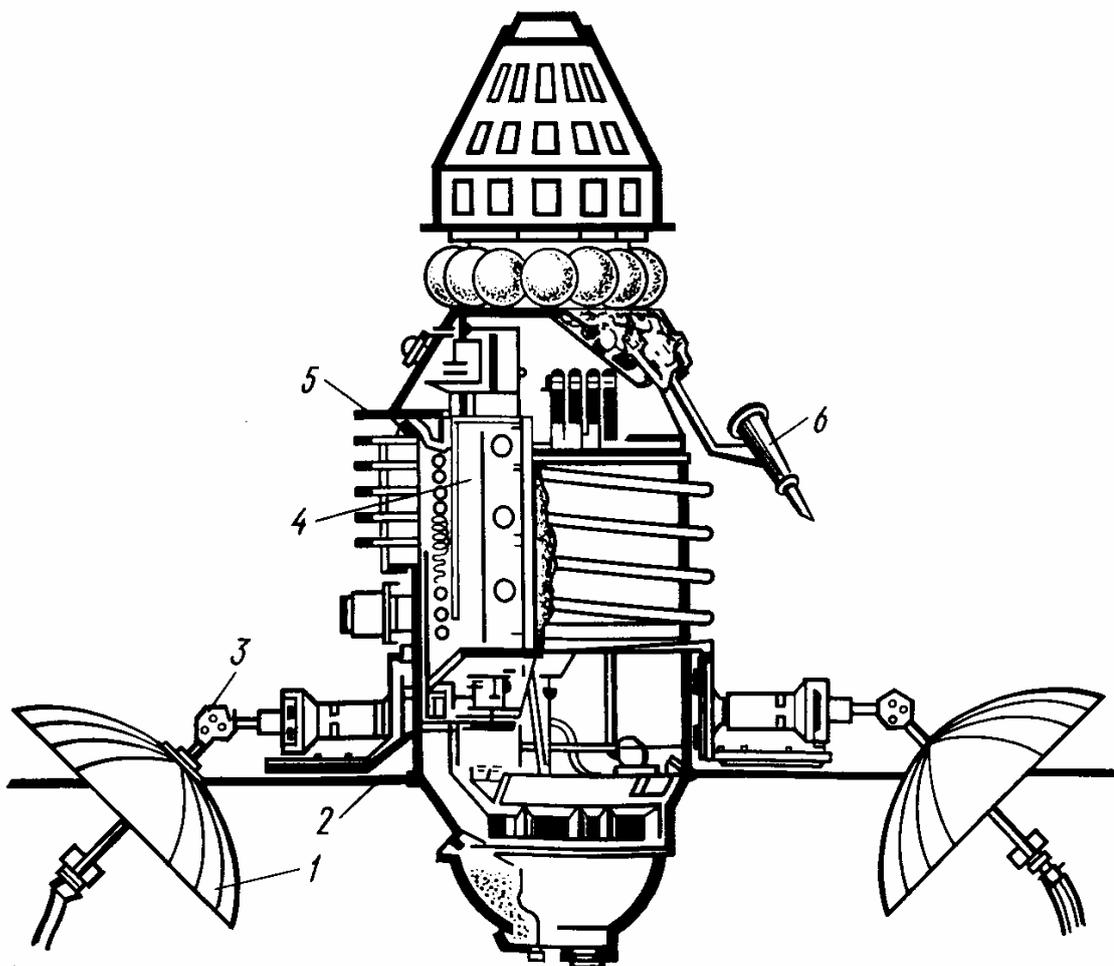
Не разрешается часть деталей иллюстрации пояснять в тексте, а другую расшифровывать в подрисуночной подписи.

Все подрисуночные подписи в пояснительной записке следует выполнять единообразно.

3. Размер шрифта надписей и обозначений на рисунке – не менее 12 пт.
4. Рисунок вместе с подрисуночной подписью должен быть отделен от предыдущего и последующего текста пробелом в одну строку.
5. В подрисуночной подписи, состоящей из нескольких строк, перенос слов не допускается.
6. Подрисуночная подпись не должна выходить за границы рисунка.

² По аналогии: на все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, при повторной ссылке – «см. таблицу» с указанием ее номера

Например:



1 – антенны ретранслятора; 2 – солнечные батареи;
3 – привод антенны; 4 – блоки РЭУ; 5 – корпус;
6 – телевизионная камера с системой самонаведения
Рисунок 5.1 – Компоновка спутника «Молния–1»

Оформление списка использованных источников

При составлении списка использованных источников следует руководствоваться ГОСТ 7.1–2003. *Библиографическая запись. Библиографическое описание.*

В таблице приведены примеры библиографического описания.

Таблица

Характеристика источника	Пример оформления
1–3 автора	<p>Куперштейн, В. И. Современные информационные технологии в делопроизводстве и управлении / В. И. Куперштейн. – СПб. : БХВ, 2000. – 248 с.</p> <p>Агафонова, Н. Н. Гражданское право : учеб. пособие / Н. Н. Агафонова, Т. В. Богачева, Л. И. Глушкова ; под общ. ред. А. Г. Калпина. – 2-е изд., перераб. – М. : Юристь, 2002. – 542 с.</p> <p>Виглеб, Г. Датчики. Устройство и применение / Г. Виглеб ; пер. с нем. – М. : Мир, 1989. – 198 с.</p>
4 и более автора	Управленческая деятельность : структура, функции, навыки персонала / К. Д. Скрипник [и др.]. – М. : Приор, 1999. – 189 с.
4 и более автора	Управление персоналом : учеб. пособие / С. И. Самыгин [и др.] ; под ред. С. И. Самыгина. – Ростов н/Д : Феникс, 2001. – 511 с.
Многотомное издание или издание в частях	<p>Сиберт, У. М. Цепи, сигналы, системы. В 2 ч. / У. М. Сиберт ; пер. с англ. – М. : Мир, 1998. – Ч. 1 – 336 с. ; Ч. 2 – 360 с.</p> <p>Компьютерное моделирование технологических систем : учеб. пособие. В 2 ч. – Минск : БГУИР : Ч. 1 / С. П. Кундас, Т. А. Кашко, 2002. – 168 с.; Ч. 2 / С. П. Кундас [и др.], 2004. – 191 с.</p>
Отдельный том или часть	<p>Компьютерное моделирование технологических систем : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / С. П. Кундас [и др.] – Минск : БГУИР, 2004. – 191 с.</p> <p>Свирид, В. Л. Микроэлектронные и преобразовательные устройства : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 : Микроэлектронные устройства / В. Л. Свирид. – Минск : БГУИР, 2005. – 134 с.</p>
Законы, постановления	<p>О нормативных правовых актах Республики Беларусь : Закон Респ. Беларусь от 10 янв. 2000 г. №361-3 : текст по сост. на 1 дек. 2004. – Минск : Дикта, 2004.</p> <p>О размерах государственных стипендий учащейся молодежи : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 апр. 2004 г., №468 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2004. – №69.</p>
ГОСТы	<p>ГОСТ 7.1–2003. Библиографическая запись. – Введ. 2004–11–01. – Минск : Госстандарт Респ. Беларусь, 2004.</p> <p>Общие требования к текстовым документам. ГОСТ 2.105–95 ЕСКД. – Введ. 1996–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 1996.</p>
Материалы конференций	<p>Новые информационные технологии : тез. докл. XIII Междунар. студенч. шк.-семинара, Москва, 2005. – М. : МГИЭМ, 2005. – 361 с.</p> <p>Проблемы организации и управления реструктуризацией и развитием предприятий сферы услуг и коммун. хоз. : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Новочеркасск, 30 марта 2005 г. – Новочеркасск : Темп, 2005. – 58 с.</p>

Характеристика источника	Пример оформления
Статьи: – из тезисов докладов – из периодических изданий	Бочков, А. А. Единство правовых и моральных норм как условие построения правового государства и гражданского общества в Республике Беларусь / А. А. Бочков, Е. Ф. Ивашкевич // Право Беларуси : истоки, традиции, современность : материалы междунар. науч.-практ. конф., Полоцк, 21–22 мая 2004 г. : в 2 ч. / Полоцкий гос. ун-т. – Новополоцк, 2004. – Ч. 1. – С. 74–76. Хронусов, Г. Автоматизированные системы контроля основных показателей электропотребления промышленных предприятий / Г. Хронусов, А. Кошта, А. Распутин // Современные технологии автоматизации. – 1998. – №1.
Электронные ресурсы	IBM DB2 Universal Database. SQL Reference Version 6. International Business Machines Corporation [Электронный ресурс]. – 1999. – Режим доступа : http://www.software.ibm.com/data/db2/library/ .

Варианты контрольных работ

№ варианта	Фамилия, имя, отчество	Теоретические вопросы			Задачи	
		1-ый	2-ой	3-ий	ТМО	МВ
1	Абрамочкин Павел Алексеевич	1	33	65	1	1
2	Александрович Марина Сергеевна	2	34	66	2	2
3	Бегеба Вадим Юрьевич	3	35	67	3	3
4	Белко Евгений Геннадьевич	4	36	68	4	4
5	Беляй Николай Александрович	5	37	69	5	5
6	Бодиловский Павел Викторович	6	38	70	6	6
7	Бурак Владимир Викторович	7	39	71	7	7
8	Бурая Виолетта Викторовна	8	40	72	8	8
9	Гамолина Мария Павловна	9	41	73	9	9
10	Дегалевич Дмитрий Александрович	10	42	74	10	10
11	Денисевич Петр Николаевич	11	43	75	11	11
12	Дорошков Андрей Владимирович	12	44	76	12	12
13	Жульпа Олег Павлович	13	45	77	13	13
14	Зайцев Алексей Леонидович	14	46	78	14	14
15	Иванов Павел Сергеевич	15	47	79	15	15
16	Казерский Илья Леонидович	16	48	80	16	16
17	Каленик Олег Валерьевич	17	49	81	17	17
18	Климов Владимир Сергеевич	18	50	82	18	18
19	Корево Алексей Юрьевич	19	51	83	19	19
20	Лукашонок Мария Александровна	20	52	84	20	20
21	Маталыго Андрей Михайлович	21	53	85	21	21
22	Мойсеня Сергей Владимирович	22	54	86	22	22
23	Мурашко Павел Владиславович	23	55	87	23	23
24	Нестеренко Павел Николаевич	24	46	88	24	24
25	Пархамович Александр Васильевич	25	57	89	25	25
26	Паутов Владимир Николаевич	26	58	90	26	26
27	Решетников Алексей Александрович	27	59	91	27	27

№ варианта	Фамилия, имя, отчество	Теоретические вопросы			Задачи	
		1-ый	2-ой	3-ий	ТМО	МВ
28	Романович Виктор Николаевич	28	60	92	28	28
29	Семашко Артур Леонидович	29	61	93	29	29
30	Стрихар Михаил Александрович	30	62	94	30	30
31	Сычёва Жанна Владимировна	31	63	95	31	31
32	Трубко Алексей Владимирович	32	64	96	32	32

Рекомендуемая литература

1. Автоматизация проектирования и моделирования печатных узлов радиоэлектронной аппаратуры / Ю. Н. Кофанов [и др.]. – М. : Радио и связь, 2000. – 389 с.

2. Алексеев, В.Ф. Принципы конструирования и автоматизации проектирования РЭУ : учеб. пособие / В. Ф. Алексеев. – Минск : БГУИР, 2003. – 197 с.

3. Алексеев, В.Ф. Сборник задач по конструированию и технологии радиоэлектронных средств: Учеб. Пособие / В.Ф.Алексеев [и др.] ; под ред. В.Ф.Алексеева и Н.С.Образцова. – Мн.: БГУИР, 1997. – 92 с.

4. Гелль, П.П. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры : учебник для вузов / П. П. Гелль, Н. К. Иванов-Есипович. – Л. : Энергоатомиздат, 1984. – 536 с.

5. Гжиров, Р.И. Краткий справочник конструктора : справочник / Р. И. Гжиров. – Л. : Машиностроение, 1983. – 464 с.

6. Действие проникающей радиации на изделия электронной техники / В.М.Кулаков, Е.А.Ладыгин, В.И.Шаховцов и др.; Под ред. Е.А.Ладыгина. – М.: Сов.радио, 1980. – 224 с.

7. Джонс, Дж. К. Методы проектирования / Дж. К. Джонс ; пер. с англ. – 2-е изд., доп. – М. : Мир, 1986. – 326 с.

8. Дульнев, Г. Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре : учебник для вузов по спец. «Конструирование и производство радиоаппаратуры» / Г. Н. Дульнев. – М. : Высш. шк., 1984. – 247 с.

9. Дульнев, Г.Н. Методы расчета тепловых режимов прибора / Г.Н.Дульнев, В.Г.Парфенов, А.В.Сигалов. - М.: Радио и связь, 1990. - 312 с.

10. Исследование тепловых характеристик РЭС методами математического моделирования: Монография / В.В.Гольдин, В.Г.Журавский, В.И.Коваленок и др.; Под ред. А.В.Сарафанова. – М.: Радио и связь, 2003. – 456 с.

11. Каленкович Н.И. Проектирование РЭС с учетом механических воздействий: Учеб. пособие по курсу "Конструирование радиоэлектронных средств" для студентов специальности "Проектирование и производство радиоэлектронных средств". – Мн.: БГУИР, 1999.

12. Каленкович, Н.И. Механические воздействия и защита РЭА : учеб. пособие для вузов / Н. И. Каленкович, Е. П. Фастовец, Ю. В. Шамгин. – Минск : Выш. шк., 1989.
13. Касьян Н.Н. Комплексное математическое моделирование электрических и тепловых процессов радиоэлектронных средств / Н.Н.Касьян, А.С.Конавальчук, Ю.Н.Кофанов, В.Н.Крищук. - Запорожье: ЗГТУ, 1995. - 118 с.
14. Кечиев, Л. Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества / Л. Н. Кечиев, Е. Д. Пожидаев. – М. : Издат. дом «Технологии», 2005. – 352 с.
15. Конструирование радиоэлектронной аппаратуры и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А. Д. Князев, Л. Н. Кечиев, Б. В. Петров. – М. : Радио и связь, 1989. – 224 с.
16. Конструирование радиоэлектронных средств: Учеб. пособие. / Н.С. Образцов, В.Ф. Алексеев, С.Ф. Ковалевич и др. Под ред. Н.С. Образцова. - Мн.: МРТИ, 1984. - 201 с.
17. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов/ К.И. Билибин и др. Под общ. ред. В.А. Шахнова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.
18. Кофанов Ю.Н. Комплексное моделирование взаимосвязанных физических процессов радиоэлектронных конструкций: Учеб. Пособие / Ю.Н.Кофанов, С.В.Засыпкин. - М.: МГИЭМ, 1996. - 56 с.
19. Кофанов, Ю.Н. Автоматизация проектирования и моделирования печатных узлов радиоэлектронной аппаратуры / Ю.Н.Кофанов, Н.В.Малютин, А.В.Сарафанов и др. - М: Радио и связь, 2000. - 389 с.
20. Кофанов, Ю.Н. Комплексное моделирование взаимосвязанных физических процессов радиоэлектронных конструкций: Учеб. Пособие / Ю.Н.Кофанов, С.В.Засыпкин. - М.: МГИЭМ, 1996. - 56 с.
21. Куземин, А. Я. Конструирование и микроминиатюризация электронно-вычислительной аппаратуры : учеб. пособие для вузов / А. Я. Куземин. – М. : Радио и связь, 1985. – 230 с.
22. Кузьмин В.И, Кечиев Л.Н. Электростатический разряд и электронное оборудование. Учеб. пособие - М.: МГИЭМ, 1997. - 88 с.
23. Маквецов, Е.Н. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры : учебник для вузов / Е. Н. Маквецов, А. М. Тартаковский. – М. : Радио и связь, 1993. – 200 с.
24. Малоземов В.В. Системы терморегулирования космических аппаратов / В.В.Малоземов, Н.С.Кудрявцева. - М.: Машиностроение, 1995. - 107 с.
25. Математическое моделирование радиоэлектронной аппаратуры при механических воздействиях / Ю. Н. Кофанов [и др.]. – М. : Радио и связь, 2000. – 226 с.
26. Ненашев, А. П. Конструирование радиоэлектронной аппаратуры : учебник для радиотех. спец. вузов / А. П. Ненашев. – М. : Высш. шк., 1990. – 432 с.

- 27.Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов / И. П. Норенков. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 360 с.
- 28.Пирогова, Е.В. Проектирование и технология печатных плат : Учебник / Е.В.Пирогова. – М. : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 560 с.
- 29.Разработка и оформление конструкторской документации РЭА : Справочник / Э. Т. Романычева [и др.]. – М. : Радио и связь, 1989. – 448 с.
- 30.Рикетс Л.У., Бриджес Дж. Э., Майлетта Дж. Электромагнитный импульс и методы защиты: Пер. с англ. / Под ред. Н.А.Ухина. – М.: Атомиздат, 1979. – 328 с.
- 31.Роткоп, Л.Л. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры / Л. Л. Роткоп, Ю. Е. Спокойный. – М. : Сов. радио, 1976. – 232 с.
- 32.Соколов С.С., Суходольский В.Ю. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: Учеб. пособие. Защита от внешних воздействий. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2003. – 88 с.
- 33.Соломахо В.Л., Томилин Р.И., Цитович Б.В., Юдовин Л.Г. Справочник конструктора-приборостроителя. - Мн.: Выш. школа, 1983. - 272 с.
- 34.Справочник конструктора-приборостроителя / В. Л. Соломахо [и др.]. – Минск : Выш. школа, 1983. – 272 с.
- 35.Справочник конструктора РЭА : Компоненты, механизмы, надежность / Н. А. Барканов [и др.] ; под ред. Р. Г. Варламова. – М. : Радио и связь, 1985. – 384 с.
- 36.Справочник конструктора РЭА : Общие принципы конструирования / под ред. Р. Г. Варламова. – М. : Сов. радио, 1980. – 480 с.
- 37.Тартаковский, А. М. Краевые задачи в конструировании радиоэлектронной аппаратуры : учеб. пособие / А. М. Тартаковский. – Саратов : СГУ, 1984. – 132 с.
- 38.Учет влияния дестабилизирующих факторов в конструировании РЭС: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Конструкторское проектирование РЭС"/ Сост.: А.А.Иванов, В.Б.Картажов, С.С. Соколов, В.Ю. Суходольский, В.А. Чикулаева, К.К. Холуянов; СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 1999. 35 с.
- 39.Ушаков, Н. Н. Технология производства ЭВМ : учебник для вузов по спец. «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» – 3-е изд., перераб. и доп. / Н. Н. Ушаков. – М. : Высш. шк., 1991. – 416 с.
- 40.Чернышев, А.А. Обеспечение тепловых режимов изделий электронной техники / А.А. Чернышев [и др.]. – М.: Энергия, 1980. – 216 с.
- 41.Шимкович А.А. Конструирование несущих конструкций РЭС и защита их от дестабилизирующих факторов. Учеб. пособие по курсу "Конструирование радиоэлектронных устройств" для студентов специальности "Проектирование и производство радиоэлектронных средств". В 2-х ч. – Мн.: БГУИР, 1999.

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»
Факультет заочного обучения
Кафедра радиоэлектронных средств

«К защите допустить»

_____ В.Ф.Алексеев

____.____.2012

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине

**«Физические основы проектирования
радиоэлектронных средств»**

Часть 1

Выполнил: студент группы 902601

ИВАНОВ Иван Иванович

Е-mail: ivanov@mail.ru

Подпись студента

Дата

Проверил:

АЛЕКСЕЕВ Виктор Федорович –
доцент кафедры РЭС БГУИР

2012