

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

## Дульнев Г. Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре

ББК 32.844

Д81

УДК 621.396.6

Рецензенты: кафедра «Конструирование и производство радиоаппаратуры» Куйбышевского авиационного института им. акад. С. П. Королева (Зав. кафедрой канд. техн. наук А. И. Меркулов); д-р техн. наук, проф. В. П. Исаченко

Дульнев Г. Н.

**Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре:** Учебник для вузов по специальности «Конструирование и производство радиоаппаратуры». Москва, издательство Высшая школа, 1984. — 247 с.

В учебнике изложены методы расчета тепловых и влажностных режимов радиоэлектронных аппаратов, а также дано общее представление о системах охлаждения, применяемых для отвода теплоты от электронного аппарата, их выборе и расчете.

©Издательство «Высшая школа», 1984

### Оглавление книги Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре

Предисловие

#### Глава 1. Основы тепло- и массообмена

- § 1.1. Общая характеристика тепло- и массообмена в РЭА
- § 1.2. Основные понятия и законы переноса энергии и вещества
- § 1.3. Уравнения теплопроводности и краевые условия
- § 1.4. Элементы теории тепловых цепей
- § 1.5. Термическое сопротивление стенок
- § 1.6. Стационарное поле температур тел с источниками энергии
- § 1.7. Температурное поле стержней и пластин
- § 1.8. Нестационарный тепловой режим тела с равномерным полем температур
- § 1.9. Импульсные источники на поверхности полупространства
- § 1.10. Микросхемы с импульсными источниками
- § 1.11. Теплообмен в канале
- § 1.12. Основы теории подобия
- § 1.13. Свободная конвекция в неограниченном пространстве
- § 1.14. Свободная конвекция в ограниченном пространстве
- § 1.15. Вынужденная конвекция при внешнем обтекании тел
- § 1.16. Вынужденная конвекция в трубах и каналах
- § 1.17. Теплообмен при кипении
- § 1.18. Теплообмен при конденсации
- § 1.19. Теплообмен излучением через прозрачную среду
- § 1.20. Различные случаи теплообмена излучением
- § 1.21. Массообмен

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

- § 1.22. Влажность
- § 1.23. Поглощение влаги материалами
- § 1.24. Элементы аэрогидромеханики

## **Глава 2. Методы обеспечения тепло- и влагозащиты РЭА**

- § 2.1. Системы охлаждения РЭА
- § 2.2. Теплообменники
- § 2.3. Нагнетатели
- § 2.4. Радиаторы
- § 2.5. Термодинамические основы охлаждения
- § 2.6. Устройства для охлаждения РЭА
- § 2.7. Тепловые трубы (ТТ)
- § 2.8. Влагозащита РЭА

## **Глава 3. Тепловые и влажностные режимы РЭА**

- § 3.1. Некоторые закономерности теплообмена системы тел
- § 3.2. Приближенный анализ теплообмена в системе тел
- § 3.3. Регулярный тепловой режим
- § 3.4. Тепловые модели РЭА
- § 3.5. Математические модели РЭА
- § 3.6. Тепловой режим простейших моделей РЭА
- § 3.7. Тепловой режим РЭА кассетного типа
- § 3.8. Влажностный режим РЭА
- § 3.9. Система автоматизированного теплового проектирования РЭА

## **Глава 4. Тепловые и влажностные измерения**

- § 4.1. Измерение температур
- § 4.2. Измерение скорости и расходов жидкости и газа
- § 4.3. Измерение влажности
- § 4.4. Измерение и расчет контактных термических сопротивлений

Приложения

Приложение А

Приложение Б

Заключение

Список литературы

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Специалисты в области создания новых радиоэлектронных аппаратов (РЭА) знают, что расчеты теплового и влажностного режимов аппаратов столь же необходимы, как и расчеты, связанные с функциональным назначением их.

Интуитивные методы проектирования РЭА и в частности реализация нормального теплового режима складывались годами. Такой подход в настоящее время оказывается не в состоянии обеспечить выбор в исключительно сжатые сроки безошибочных, близких к оптимальным решений. Одной из важных задач, поставленных XXVI съездом КПСС, является интенсификация процесса создания новой техники на основе применения систем автоматизированного проектирования (САПР). В этом случае анализ температурного и влажностного режимов составляет подсистему «тепловые режимы». С этих позиций в книге

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

рассмотрены физические основы процессов тепло- и массообмена в РЭА, различные системы охлаждения и методы измерения тепловых, аэрогидромеханических и влажностных параметров.

Учебник рассчитан на читателей, имеющих общую подготовку по физике и математике в объеме технического вуза. Большое внимание в нем уделяется как теоретическим основам, так и практической стороне изучаемых вопросов, а именно: методам оценки теплового и влажностного режимов отдельных РЭА, микросхем, элементов; рациональному выбору системы охлаждения, знакомству с тепловой элементной базой, обеспечению и контролю требуемой температуры и влажности в РЭА при различных условиях их эксплуатации.

Развитию практических навыков способствует большое количество помещенных в учебнике примеров, которые целесообразно рассматривать на практических занятиях. В книге имеется два приложения: в приложении А помещены таблицы физических свойств некоторых веществ, а также технические данные устройств, используемых для охлаждения РЭА. В приложении Б приведены решения отдельных задач. Их нецелесообразно рассматривать на лекциях, тем не менее они могут представлять практический интерес. Весь курс рассчитан примерно на 42 часа лекций, 14 часов практических занятий и 14 часов лабораторных работ. При составлении учебника автор использовал свой двадцатипятилетний опыт преподавания различных курсов по тепло- и массообмену вообще и тепловым режимам приборов в частности, а также опыт научной работы в проблемной лаборатории теплофизики Ленинградского института точной механики и оптики. Автор будет благодарен за все замечания и пожелания, направленные на улучшение книги. Автор

[Скачать книгу Дульнев Г. Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре: Учебник для вузов по специальности «Конструирование и производство радиоаппаратуры». Москва, Издательство Высшая школа, 1984](#)