

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

“Утверждаю”
Декан факультета РЭФ

“_____” _____ 200__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине “Силовые полупроводниковые приборы”

Для студентов, обучающихся по направлению 500700 – Электроника и микро-
электроника.

Факультет – РЭФ.

Кафедра Промышленной электроники.

Курс – 3. Семестры – 5, 6.

Лекции	51 час	Экзамен	6 сем.
Практические занятия	17 час	Зачет	5 сем
Лабораторные занятия	17 часа		
Контрольные работы	5, 6 сем		
Курсовые работы	–		
Курсовые проекты	–		
РГЗ	6 сем	Самостоятельная работа – 70 часов	
Всего часов	155		

2001 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, направление 550700 – Электроника и микроэлектроника, степень бакалавра техники и технологий. Стандарт утвержден 10.03.2000 г. Направление утверждено приказом Минобразования РФ № 686 от 02.03.2000 г.

Индекс

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«___» _____ 200__ г.

Программу составил:

доц., к.т.н. Заболев Р.Я.

Эксперт НМЦ

доц., к.т.н. Лявданский С.Е.

Заведующий кафедрой

д.т.н., проф. Харитонов С.А.

1. ТРЕБОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА (ГОС) ПО НАПРАВЛЕНИЮ 550700 ”ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОЭЛЕКТРОНИКА”

Степень бакалавра техники и технологии

В соответствии с *Характеристикой сферы профессиональной деятельности* выпускника объектами профессиональной деятельности бакалавра по направлению “550700 – Электроника и микроэлектроника” являются:

- ◇ модели, описывающие действие электронных и микроэлектронных устройств;
- ◇ методы проектирования, конструирования и технологии изготовления электронных и микроэлектронных устройств;
- ◇ алгоритмы решения типовых задач электроники и микроэлектроники;
- ◇ принципы построения электронных приборов и устройств.

В соответствии с *Общими требованиями к образованности бакалавра* по направлению “550700 – Электроника и микроэлектроника”:

- ◇ бакалавр *должен быть подготовлен к решению задач:*
 - исследовательского и инженерного характера для устройств электроники и микроэлектроники в области физического эксперимента, проектирования, конструирования и технологии с использованием современных средств вычислительной техники;
 - оценки полученных результатов и аргументированного принятия решений.
- ◇ для решения профессиональных задач бакалавр *должен знать:*
 - основные объекты, явления и процессы в устройствах электроники и микроэлектроники;
 - элементную базу электронной техники;
 - методы исследования устройств электроники и микроэлектроники;
 - типовые программные документы, ориентированные на решение научных и прикладных задач электроники.
- ◇ бакалавр *должен уметь:*
 - приобретать новые знания, используя современные информационные образовательные технологии;
 - строить и использовать модели для описания процессов в электронных приборах и устройствах;
 - формулировать основные технико-экономические требования к изучаемым объектам электроники и микроэлектроники.

2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КУРСА

В основу курса “Силовые полупроводниковые приборы” положены следующие принципы:

- ◇ курс входит в число дисциплин, включенных в учебный план по решению Ученого Совета вуза;
- ◇ основной целью курса является систематизация сведений о многообразном семействе силовых полупроводниковых приборов (СППП), являющихся основными активными элементами схемотехники современной силовой электроники;
- ◇ ядро курса составляют вопросы изучения принципа действия, параметров и характеристик, а также особенностей применения приборов силовой электроники на основе многослойных полупроводниковых структур;
- ◇ в курсе выделены две основные составные части:
 - многослойные силовые полупроводниковые приборы на базе классической четырехслойной тиристорной структуры,
 - многослойные силовые полупроводниковые приборы, управляемые полем;
- ◇ изучение материала дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами в учебных курсах
 - математика: дифференциальное и интегральное исчисление, численные методы решения нелинейных и трансцендентных уравнений,
 - физика: явления в диэлектриках и полупроводниках,
 - теория электрических цепей: расчет электрических цепей при периодических несинусоидальных напряжениях и токах, переходные процессы в электрических цепях постоянного и переменного тока,
 - твердотельная электроника: собственный и примесный механизмы электропроводности полупроводниковых материалов, *pn*-переход, принцип действия, основные параметры и характеристики диодов и биполярных транзисторов;
 - основы силовой электроники: принцип действия управляемых выпрямителей;
- ◇ знания, полученные студентами в данном курсе, используются при изучении таких, например, учебных дисциплин, как

- силовая электроника;
 - электронные промышленные устройства;
 - основы САПР устройств силовой электроники;
- ◇ курс сопровождается лабораторным практикумом (17 часов). Путем постановки численных экспериментов на ЭВМ студенты проводят исследование параметров токовой и тепловой загрузки СППП в устройствах силовой электроники;
- ◇ на практических занятиях (17 часов) студенты решают задачи на составления алгоритмов анализа токовой и тепловой загрузки СППП в некоторых типовых режимах их работы;
- ◇ в программе курса предусмотрено выполнение расчетно-графического задания, посвященного анализу условий работы СППП в конкретных схемах вентиляционных преобразователей;
- ◇ оценка знаний и умений студентов осуществляется путем:
- собеседования по результатам лабораторных и практических занятий,
 - зачета по предусмотренным рабочей программой контрольным работам,
 - проведения контрольных опросов по теоретическим разделам курса,
 - внутреннего кафедрального зачета по результатам выполнения расчетно-графического задания,
 - итогового зачета в конце пятого семестра,
 - итогового экзамена в конце шестого семестра по билетам, содержащим по три вопроса каждый.

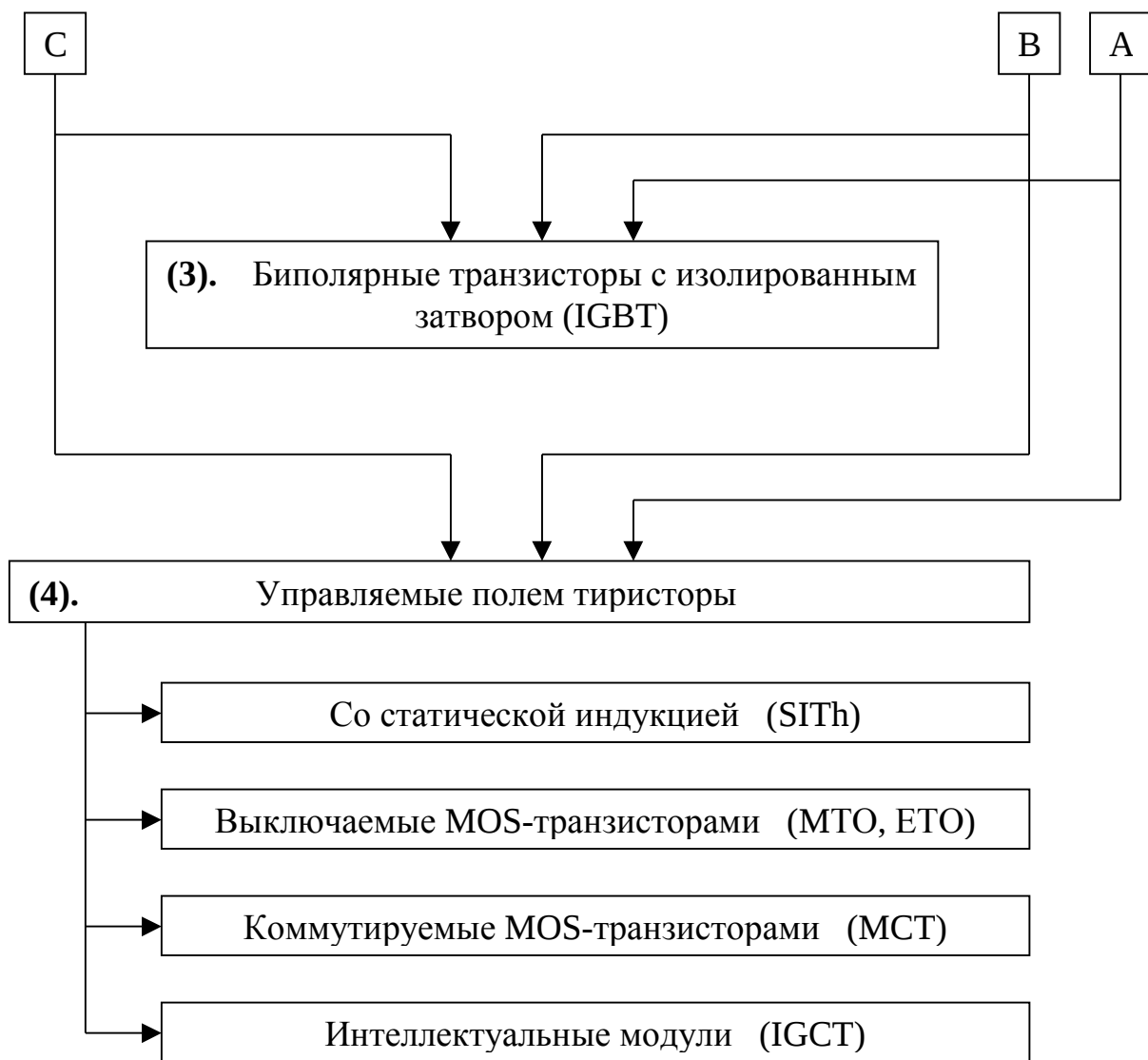
3. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

Но- мер цели	Содержание цели
Студент должен иметь представление	
1	О многообразии различных классов силовых полупроводниковых приборов, составляющих основу активных элементов силовой электроники.
2	О достижениях и тенденциях развития элементной базы современной силовой электроники.
3	Об основных требованиях, предъявляемых к функциональным возможно-

4	стям приборов различного типа в составе схем преобразователей параметров электрической энергии. Об основных эксплуатационных параметрах и характеристиках силовых полупроводниковых приборов, используемых в устройствах силовой электроники.
Студент должен знать	
5	Схему полупроводниковой структуры и принцип действия основных типов силовых полупроводниковых приборов.
6	Статические параметры и характеристики изучаемых приборов.
7	Физическую сущность процессов, протекающих в различных типах силовых полупроводниковых приборов в динамических режимах.
8	Основные классификационные параметры силовых полупроводниковых приборов по току и напряжению.
9	Алгоритмы расчета токовой и тепловой загрузки приборов в некоторых типовых режимах работы.
10	Характер влияния внешних факторов и условий эксплуатации на нагрузочную способность приборов.
Студент должен уметь:	
11	Нарисовать схему полупроводниковой структуры изучаемых приборов, пояснить ее состав, принцип действия и ход основных характеристик.
12	Решать задачи определения интегральных параметров токовой загрузки вентилей в простых схемах силовой электроники.
13	Решать задачи расчета мощности потерь и температуры структуры приборов в квазиустановившихся режимах работы при заданной форме анодного тока.
14	Нарисовать временные диаграммы токов и напряжений на приборах в динамических режимах и пояснить физическую сущность происходящих при этом в структурах процессов.
15	Пояснить способы защиты приборов от превышения их допустимых эксплуатационных параметров.
16	Представлять отчетную информацию в удобной для восприятия форме (схемы, рисунки, таблицы, графики).

4. СТРУКТУРА КУРСА





5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Лекции – 51 ч., лабораторные занятия – 17 ч., практические занятия – 17 ч., самостоятельная работа – 70 ч.

Темы лекционных занятий

Ссылки на цели курса	Число часов	Краткое содержание
1-4	2	Предмет и задачи курса. Место курса среди других учебных дисциплин. Современное состояние и перспективы развития приборов современной силовой электроники
5-6	2	Полупроводниковый диод и биполярный транзистор
5-8, 11	5	Тиристор: состав полупроводниковой структуры, условие включения, статические параметры и характеристики.
4, 8-10, 12, 13	4	Мощность основных потерь и нагрев СППП. Методика расчета среднего и мгновенных значений температуры структуры СППП. Предельный рабочий ток, его зависимость от условий эксплуатации прибора.
4, 5, 7, 14, 15	9	Динамические параметры и характеристики СППП. Мощность коммутационных потерь. Коммутационные перенапряжения.
1-7, 11, 14	8	Специальные типы тириستоров: включаемые светом, симметричные (TRIAC), двухоперационные (GTO). Состав полупроводниковой структуры, принцип действия, основные параметры и характеристики, особенности применения.
1-7, 11, 14	8	Полевые транзисторы (JFET, SIT, MOSFET): состав полупроводниковой структуры, принцип действия, основные параметры и характеристики, особенности применения.
1-7, 11, 14	6	Биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT): состав полупроводниковой структуры, принцип действия, основные параметры и характеристики, особенности применения.

1-7, 11, 14	7	Управляемые полем тиристоры (SITh, МТО, ЕТО, МСТ, IGCT): состав полупроводниковой структуры, принцип действия, основные параметры и характеристики, особенности применения.
-------------	---	---

Темы лабораторных занятий

Целью лабораторных занятий является закрепление знаний, полученных студентом при изучении соответствующих теоретических разделов курса. Лабораторные исследования проводятся путем постановки численных экспериментов на ЭВМ с использованием готового программного обеспечения, подготовленного в системе MatLAB.

Ссылки на цели курса	Число часов	Темы лабораторных занятий	Деятельность студента
3, 4, 9, 16	4	Исследование условий работы СППП в управляемом выпрямителе однофазного тока.	• Знакомится со структурой программного файла, вводит исходные данные. • Исследует влияние внешних факторов на токовую загрузку СППП. • Выбирает тип приборов, определяет параметры их тепловой загрузки. • Анализирует результаты эксперимента. • Защищает полученные знания.
4, 9, 10, 17	4	Исследование условий работы СППП в однофазном регуляторе переменного тока.	• Знакомится со структурой программного файла, вводит исходные данные. • Исследует влияние внешних факторов на токовую загрузку СППП. • Выбирает тип приборов, определяет параметры их тепловой загрузки. • Анализирует результаты эксперимента. • Защищает полученные знания.

4, 10, 16, 17	4	Исследование условий работы СППП в широтно-импульсном преобразователе.	• Знакомится со структурой программного файла, вводит исходные данные. • Исследует влияние внешних факторов на токовую загрузку СППП. • Выбирает тип приборов, определяет параметры их тепловой загрузки. • Анализирует результаты эксперимента. • Защищает полученные знания.
4, 10, 16, 17	4	Исследование условий работы СППП в автономном инверторе напряжения.	• Знакомится со структурой программного файла, вводит исходные данные. • Исследует влияние внешних факторов на токовую загрузку СППП. • Выбирает тип приборов, определяет параметры их тепловой загрузки. • Анализирует результаты эксперимента. • Защищает полученные знания

Темы практических занятий

Основное внимание на практических занятиях уделено построению алгоритмов анализа токовой и тепловой загрузки СППП в некоторых типовых режимах их работы.

Ссылки на цели курса	Число часов	Темы практических занятий	Деятельность студента
3,4,6, 8,12, 13	6	Токовая и тепловая загрузка СППП в статических режимах работы.	• Составляет алгоритмы расчета параметров токовой и тепловой загрузки СППП и выбора типа приборов в статических режимах работы вентильных преобразователей. • Защищает результаты выполненной работы
4,8-10	5	Токовая и тепловая загрузка СППП при нестационарной	• Составляет алгоритмы расчета параметров токовой и тепловой загрузки СППП в режимах кратковременных перегрузок, циклическом и

		нагрузке.	сложном графиках нагрузки. • Защищает результаты выполненной работы
4,8-10	6	Перегрузочные характеристики СППП.	• Составляет алгоритм расчета рабочих и аварийных перегрузочных характеристик СППП. • Защищает результаты выполненной работы.

Расчетно-графическое задание

В процессе выполнения расчетно-графического задания определяется влияние условий эксплуатации на нагрузочную способность СППП и проводится расчет их рабочих и аварийных перегрузочных характеристик.

Ссылка на цели курса	Число часов	Тема	Студенту необходимо
3, 4, 8-10, 12, 13, 16	70	Анализ параметров токовой и тепловой загрузки силовых полупроводниковых приборов.	• Получить исходные данные на выполнение расчетно-графического задания. • Составить алгоритм расчета и рассчитать влияния параметров схемы на загрузку СППП по току и напряжению. • Выбрать тип приборов, определить их тепловую загрузку в статических режимах работы преобразователя. • Составить алгоритм расчета и рассчитать параметры тепловой загрузки вентиля при заданных параметрах сложного графика тока нагрузки преобразователя. • Составить алгоритм расчета и рассчитать рабочие и аварийные перегрузочные характеристики приборов. • Сделать выводы по результатам выполненной работы. • Подготовить пояснительную записку объемом 15-20 стр.

Учебно-методическая литература

Основная литература

1. *Тугов Н.М., Глебов Б.А., Чарыков Н.А. и др.* Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов / Под ред. В.А. Лабунцова. – М.; Энергоатомиздат, 1990. 576 с.
2. *Вишневский Ф.И., Руденко В.С., Платонов А.П.* Силовые ионные и полупроводниковые приборы. Учебн. пособие для вузов/ Под ред. В.С. Руденко. – М.: Высш. школа, 1975. – 343 с.
3. *Заболев Р.Я.* Многослойные силовые полупроводниковые приборы: Учебн . пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, Ч. 1, 1999. – 73 с.
4. *Заболев Р.Я.* Многослойные силовые полупроводниковые приборы: Учебн . пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, Ч. 2, 2001. – 93 с.
5. *Каганов И.Л.* Промышленная электроника (общий курс): Учебник для вузов. – М.: Высш. школа, 1968. – 560 с.

Дополнительная литература

1. *Блихер А.* Физика тиристорov. / Пер. с англ. / Под ред. И.В. Грехова. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 264 с.
2. *Блихер А.* Физика силовых биполярных и полевых транзисторов / Пер. с англ. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 248 с.
3. *Герлах В.* Тиристоры. / Пер. с нем. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 328 с.
4. *Евсеев Ю.А.* Полупроводниковые приборы для мощных высоковольтных преобразовательных устройств. – М.: Энергия, 1978. – 192 с.
5. *Заболев Р.Я.* Анализ токовой и тепловой загрузки тиристорov в управляемых выпрямителях: Методическое руководство к практическим занятиям. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1998 – 20 с.
6. *Лабунцов В.А., Тугов Н.М.* Динамические режимы эксплуатации мощных тиристорov. – М.: Энергия, 1977. – 192 с.
7. *Рабинерсон А.А., Ашкинази Г.А.* Режимы нагрузки силовых полупроводниковых приборов. – М.: Энергия, 1976. – 296 с.

8. Тейлор П. Расчет и проектирование тиристоров/ Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 208 с.

6. КОНТРОЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ И СИСТЕМА ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА

6.1. Перечень контрольных вопросов и заданий для проверки знаний студента

6.1.1. По разделу (блоку) 1 рабочей программы.

1. Нарисовать структурную схему тиристора, указать равновесную концентрацию носителей зарядов в ее слоях.
2. Какие факторы, и каким образом влияют на величину коэффициентов передачи по току α_1 и α_2 составляющих тиристорную структуру транзисторов?
3. По каким причинам тиристор способен блокировать как прямое, так и обратное напряжение на аноде?
4. Пояснить механизм включения тиристорной структуры по цепи анода.
5. Пояснить, почему после включения тиристорная структура способна самостоятельно поддерживать включенное состояние?
6. Нарисовать вольтамперную характеристику тиристорной структуры, указать ее основные параметры.
7. Нарисовать эквивалентную схему замещения тиристора в состоянии высокой проводимости, дать определение ее параметрам.
8. Пояснить смысл основных параметров тиристора по напряжению.
9. По каким причинам вывод управляющего электрода тиристора делается от базы p_2 ?
10. Пояснить механизм включения тиристора по цепи управляющего электрода.
11. Что представляет собой обобщенная диаграмма цепи управляющего электрода тиристора для импульсных сигналов, каким образом она формируется?
12. Что такое зона гарантированного включения тиристора, для каких целей она предназначена?

13. Указать составляющие полной мощности потерь в СППП, дать им характеристику.

14. Пояснить алгоритм вычисления мощности основных потерь в СППП; показать, какие факторы, и каким образом влияют на ее величину.

15. Что характеризует собой полное установившееся тепловое сопротивление, какие факторы и каким образом влияют на его величину?

16. Пояснить алгоритм вычисления среднего значения температуры структуры СППП при прямоугольной форме импульсов его анодного тока.

17. Какие факторы, и каким образом влияют на величину полного переходного теплового сопротивления?

18. Что такое предельный рабочий ток тиристора? Приведите формулу для его вычисления.

19. Пояснить характер зависимости предельного рабочего тока тиристора от длительности прямоугольных импульсов анодного тока.

20. Пояснить характер зависимости предельного рабочего тока тиристора от условий охлаждения.

21. Пояснить алгоритм расчета процесса установления температуры структуры тиристора при прямоугольных импульсах анодного тока.

22. Пояснить алгоритм вычисления максимального и минимального значений температуры структуры тиристора в квазиустановившемся режиме при прямоугольной форме импульсов анодного тока.

23. Пояснить алгоритм расчета температуры структуры тиристора в момент окончания импульсной перегрузки, следующей за непрерывной нагрузкой.

24. Что представляют собой рабочие перегрузочные характеристики? Какие факторы, и каким образом влияют на ход рабочих перегрузочных характеристик?

25. Пояснить процессы, происходящие в структуре тиристора, при его включении по цепи управляющего электрода.

26. Показать на временных диаграммах характер изменения тока и напряжения на тиристоре в процессе его включения по цепи управляющего электрода, указать основные этапы процесса включения.

27. Что такое время включения, какие факторы и каким образом влияют на его величину?

28. Пояснить алгоритм вычисления мощности коммутационных потерь при включении тиристора.

29. Пояснить особенности механизма включения тиристорной структуры с большими размерами кремниевой пластинки.

30. Что такое эффект (di/dt), какова природа этого явления? Способы защиты от эффекта (di/dt).

31. Что представляет собой параметр $(di/dt)_{кр}$, какие факторы и каким образом влияют на его величину?

32. Пояснить процессы, происходящие в структуре тиристора, при его выключении подачей обратного напряжения на анод.

33. Показать на временных диаграммах характер изменения тока и напряжения на тиристоре в процессе его выключения, указать основные этапы процесса выключения.

34. Что такое время выключения, какие факторы и каким образом влияют на его величину?

35. Пояснить алгоритм вычисления мощности коммутационных потерь при выключении тиристора.

36. Пояснить причину появления коммутационных перенапряжений при выключении тиристорov. Защита приборов от коммутационных перенапряжений.

37. Что такое эффект (du/dt), какова природа этого явления? Способы защиты от эффекта (du/dt).

38. Что представляет собой параметр $(du/dt)_{кр}$, какие факторы и каким образом влияют на его величину?

39. Тиристор с управляющим электродом, реализующим принцип последовательного включения: назначение, структура, принцип действия.

40. Симметричный тиристор (TRIAC): назначение, структура, принцип действия, основные параметры и характеристики, особенности применения.

41. Пояснить особенности использования симметричного тиристора в качестве регулятора переменного тока.

42. Тиристоры, выключаемые по цепи управляющего электрода (GTO): назначение, структура, принцип действия, основные параметры и характеристики, особенности применения.

43. Пояснить механизм выключения GTO с малой площадью полупроводниковой структуры. Вывести формулу для коэффициента выключения.

44. Пояснить особенности переходного процесса выключения по цепи управляющего перехода GTO с большой площадью структуры.

45. Указать способы увеличения выключаемого тока GTO, дать им характеристику.

6.1.2. По разделам (блокам) 2-4 рабочей программы.

1. Нарисовать схему полупроводниковой структуры *JFET*, пояснить ее состав и принцип действия.

2. Пояснить ход вольтамперных характеристик *JFET*.

3. Нарисовать схему полупроводниковой структуры *SIT*, пояснить ее состав и принцип действия.

4. Пояснить ход вольтамперных характеристик *SIT*.

5. Нарисовать схему трехмерной полупроводниковой структуры *MOSFET*, пояснить ее состав и принцип действия.
6. Какие элементарные приборы можно выделить в составе структуры *MOSFET*? Нарисовать эквивалентную электрическую схему замещения *MOSFET*.
7. Пояснить ход семейства вольтамперных характеристик *MOSFET*.
8. Пояснить, какие процессы в структуре *MOSFET* стимулируют возможное включение паразитного биполярного транзистора.
9. Пояснить, какие меры используются для предотвращения возможного включения паразитного биполярного транзистора в составе *MOSFET*?
10. Пояснить, какие факторы, и каким образом, влияют на величину сопротивления *MOSFET* в открытом состоянии?
11. Пояснить, что собой представляет область безопасной работы *MOSFET*?
12. Пояснить характер протекания переходного процесса включения *MOSFET*.
13. Пояснить характер протекания переходного процесса выключения *MOSFET*.
14. Пояснить, какие факторы, и каким образом, влияют на стойкость *MOSFET* к эффекту du/dt *MOSFET*?
15. Пояснить механизм пассивной защиты *MOSFET* от воздействия перенапряжений при помощи *RCD*-цепочек.
16. Пояснить принципы построения активной защиты *MOSFET* от воздействия перенапряжений.
17. Пояснить принципы построения защиты *MOSFET* от воздействия сверхтоковых перегрузок
18. Пояснить упрощенный алгоритм расчета мощности потерь в *MOSFET*.
19. Пояснить характер изменения напряжения на затворе *MOSFET* в функции величины заряда затвора.
20. Пояснить, какие требования и почему предъявляются к параметрам генератора импульсов управления *MOSFET*?
21. Нарисовать принципиальную схему выходного каскада генератора импульсов управления *MOSFET*. Пояснить ее состав.
22. Нарисовать схему полупроводниковой структуры *IGBT*, пояснить ее состав и принцип действия.
23. Какие элементарные приборы можно выделить в составе структуры *IGBT*? Нарисовать эквивалентную электрическую схему замещения *IGBT*.
24. Пояснить, по какой причине не происходит “защелкивание” четырехслойной структуры, входящей в *IGBT* в качестве составной части?
25. Пояснить, какие факторы, и каким образом, влияют на величину сопротивления *IGBT* в открытом состоянии?
26. Пояснить, что собой представляет область безопасной работы *IGBT*?

27. Пояснить характер протекания переходного процесса включения *IGBT*.
28. Пояснить характер протекания переходного процесса выключения *IGBT*.
29. Нарисовать схему полупроводниковой структуры *SITh*, пояснить ее состав и принцип действия.
30. Нарисовать схему полупроводниковой структуры *MTO*, пояснить ее состав и принцип действия.
31. Какие элементарные приборы можно выделить в составе структуры *MTO*? Нарисовать эквивалентную электрическую схему замещения *MTO*.
32. Нарисовать схему полупроводниковой структуры *ETO*, пояснить ее состав и принцип действия.
33. Какие элементарные приборы можно выделить в составе структуры *ETO*? Нарисовать эквивалентную электрическую схему замещения *ETO*.
34. Нарисовать схему полупроводниковой структуры *MCT*, пояснить ее состав и принцип действия.
35. Какие элементарные приборы можно выделить в составе структуры *MCT*? Нарисовать эквивалентную электрическую схему замещения *MCT*.
36. Нарисовать схему полупроводниковой структуры *IGCT*, пояснить ее состав и принцип действия.

6.2. Оценка деятельности студента

В процессе изучения дисциплины студент встречается со следующими видами контроля своей учебной деятельности:

- 1) – зачет по теоретическим разделам курса в конце 5-го семестра;
- 2) – внутренний кафедральный зачет, получаемый студентом в 6-м семестре после собеседования с преподавателем по результатам проведенных лабораторных исследований, практических занятий и выполнения расчетно-графического задания. Наличие этого зачета является необходимым условием для допуска к итоговому экзамену по дисциплине;
- 3) – текущий контроль знаний, полученных студентом по отдельным разделам курса. Контроль проводится в форме выполнения контрольных работ и письменных ответов на ряд вопросов, взятых из соответствующих разделов п. 6.1, при этом вопросы могут быть поставлены в форме, отличной от приведенной в п. 6.1. В приложении 1 приведены в качестве примера варианты заданий, которые можно использовать для текущего контроля знаний студентов после изучения всех разделов (блоков) учебной дисциплины.
- 4) – итоговый экзамен. Экзамен проводится в конце 6-го семестра в устной форме по билетам, каждый из которых содержит три вопроса, по пятибалльной системе.

Приложение 1

Примеры вариантов заданий для текущего контроля знаний студентов.

(REMOVED BY WA)

Дополнения и изменения к рабочей программе на 200 /200 уч. год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
«___»_____ 200 г.

Заведующий кафедрой

Харитонов С.А.
«___»_____200 г.