

	амперная характеристика (ВАХ) контакта. Диоды Шоттки		
	Семинар 1. Расчет диодов Шоттки: контактной разности потенциалов, ширины области пространственного заряда в термодинамическом равновесии и с приложенным прямым и обратным напряжением	1	8
	Лабораторная работа 1. Выращивание монокристаллов из расплава методом направленной кристаллизации (метод Бриджмена-Стокбаргера)	2	5
	СРСП 1. Диффузионная и диодная теории выпрямления	1	2
2	Лекция 2. Электронно-дырочный ($p-n$) переход. Параметры перехода. Энергетическая диаграмма и ВАХ	1	0
	Семинар 2. Расчет $p-n$ перехода: ширины области пространственного заряда и контактной разности потенциалов с приложенным напряжением обеих полярностей и в термодинамическом (ТД) равновесии	1	8
	Лабораторная работа 2. Выращивание монокристаллов по методу Чохральского	2	5
	СРСП 2. Прямое и обратное включение $p-n$ перехода. Квазиуровни Ферми и компоненты тока. Факторы, влияющие на ВАХ $p-n$ перехода	1	2
3	Лекция 3. Гетеропереходы. Зонные диаграммы. Разрывы зон	1	0
	Семинар 3. Расчет гетероперехода при ТД равновесии, построение зонной диаграммы	1	8
	Лабораторная работа 3. Выращивание монокристаллов ZnO гидротермальным способом на подложках CuO	2	5
	СРСП 3. Выращивание вискерсов по ПЖК-механизму	1	2
4	Лекция 4. Диффузионный метод формирования $p-n$ переходов	1	0
	Семинар 4. Прямая задача: определение глубины залегания $p-n$ перехода и концентрационного профиля при загонке и разгонке примеси по заданным параметрам диффузии.	1	8
	Лабораторная работа 4. Обратная задача: подобрать время и температуру диффузии для требуемого профиля и глубины перехода	2	5
	СРСП 4. Ионная имплантация	1	2
5	Лекция 5. Физика поверхности полупроводников и МДП-структуры	1	0
	Семинар 5. Расчет n -канального МДП-транзистора с Al-затвором. Определение состояния поверхности, изгиба зон для конкретного поверхностного потенциала, плотности пространственного заряда и емкости ОПЗ	1	8
	Лабораторная работа 5. Определение концентрации примесей и параметров $p-n$ переходов из измерений вольт-фарадных характеристик	2	5
	СРСП 5. Планарная технология. Процессы литографии	1	2
Модуль 2 - Полупроводниковые диоды и явления в сильных полях			
6	Лекция 6. Диффузионная и барьерная емкости $p-n$ перехода. Варикапы. Стабилитроны.	1	0
	Семинар 6. Определение концентрации примесей и параметров $p-n$ переходов из измерений вольт-фарадных характеристик	1	8
	Лабораторная работа 6. Измерение ВАХ стабилитронов КС133А и Д818А	2	5
	СРСП 6. Явления, происходящие при различных видах пробоя $p-n$	1	0

	перехода		
7	Лекция 7. Туннельные диоды. Объяснение принципа работы с помощью зонных диаграмм и ВАХ	1	0
	Семинар 7. Расчет туннельного диода	1	7
	СРСП 7. Эффект Зинера	1	3
	1 Рубежный контроль	0	100
	Промежуточный экзамен	2	100
8	Лекция 8. Диоды Ганна	1	0
	Семинар 8. Расчет диодов Ганна на основе GaN и GaAs	1	7
	Лабораторная работа 8. Определение температурной зависимости проводимости халькогенидных пленок	2	4
	СРСП 8. Лавинно-пролетные диоды	1	2
9	Лекция 9. Эффект Холла	1	0
	Семинар 9. Расчет транспортных характеристик, концентрации и удельного сопротивления эпитаксиальных высоколегированных пленок	1	7
	Лабораторная работа 9. Определение параметров полупроводниковых материалов на установке измерения характеристик эффекта Холла - Hall effect measurement system HMS-3000 по методу Ван-дер-Пау	2	4
	СРСП 9. Датчики магнитного поля (датчики Холла). Полупроводниковые датчики деформации (тензодатчики)	1	2
Модуль 3 - Приборы с двумя и более переходами			
10	Лекция 10. Биполярные транзисторы. Основные характеристики. Схемы с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором	1	0
	Семинар 10. Расчет малосигнальных параметров 2Т312Б	1	7
	Лабораторная работа 10. Определение оптических характеристик аморфного кремния по спектрам пропускания, измеренным на спектрофотометре Lambda 35 (PerkinElmer, США)	2	4
	СРСП 10. Режимы включения и дифференциальные параметры БТ	1	2
11	Лекция 11. Полевые транзисторы. Униполярная проводимость. Схемы включения полевых транзисторов	1	0
	Семинар 11. Решение задач на определение параметров полевых транзисторов и ПЗС-матриц	1	7
	Лабораторная работа 11. Изучение фотопроводимости полупроводников и определение времени жизни фотогенерированных носителей заряда	2	4
	СРСП 11. Тиристоры	1	2
Модуль 4 - Оптоэлектронные приборы			
12	Лекция 12. Твердотельные лазеры, основные характеристики лазеров (длина волны, длительность импульсов, расходимость пучка, поляризация, мощность излучения, добротность, КПД, способы накачки, собственные частоты резонаторов). Схемы энергетических уровней рубинового лазера	1	0
	Семинар 12. Расчет параметров рубинового, Ti:Sa, Nd:YAG-лазеров	1	7
	Лабораторная работа 12. Фотолюминесценция и электролюминесценция полупроводников: измерения на флуоресцентном спектрофотометре Cary Eclipse (Agilent Technologies, США), определение ширины запрещенной зоны CdS –экрана, пористого кремния, светодиодов типа AL102 красного и	2	4

	зеленого свечения		
	СРСП 12. Лазерное усиление и генерация (инжекция носителей заряда, порог инверсии, понятие положительной обратной связи, образование «фотонной лавины»)	1	2
13	Лекция 13. Фотодетекторы: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы. Оптопары	1	0
	Семинар 13. Расчет фоторезистора и лавинного фотодиода	1	7
	Лабораторная работа 13. Изучение оптического поглощения полупроводников. Расчет ширины запрещенной зоны по спектрам пропускания и отражения, измеренных на спектрофотометре UV 3600 (Shimadzu, Япония)	2	4
	СРСП 13. Оптические характеристики светоизлучающих диодов (СИД): мощность, внутренний и внешний квантовый выход, КПД, спектр излучения, индикатрисы рассеяния	1	2
14	Лекция 14. Фотовольтаика. Солнечные элементы. Принцип работы. Основные характеристики. Энергетические диаграммы и ВАХ фотоэлементов	1	0
	Семинар 14. Расчет параметров СЭ по ВАХ: определение напряжения холостого хода и тока короткого замыкания, коэффициента заполнения ВАХ, КПД, последовательного и шунтирующего сопротивлений	1	7
	Лабораторная работа 14. Изучение спектральных характеристик фотоприемников (солнечных элементов)	2	4
	СРСП 14. Понятия спектральной характеристики СЭ, коэффициента собирания, монохроматической токовой чувствительности, внутреннего и внешнего квантового выхода СЭ	1	2
	Контрольная работа	1	9
	2 Рубежный контроль	0	100
	Экзамен	2	100
	ВСЕГО		100
<p>Итоговая оценка по дисциплине = $\frac{PK1 + PK2}{2} \cdot 0,6 + 0,1MT + 0,3ИК$</p> <p>Здесь PK1, PK2 – оценки рубежного контроля (сумма оценок текущего контроля), MT – оценка за Midterm Exam; ИК – оценка итогового контроля (экзамен во время сессии). Итоговая оценка по дисциплине рассчитывается и округляется в системе «Универ» автоматически.</p> <p>На одной неделе допускается выставление не более 50 баллов по одной дисциплине.</p>			

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

- 1 Гуртов В.А. Твердотельная электроника. – М.: Техносфера. – 2005. – 408 с.
- 2 Шалимова К. В. Физика полупроводников. – М.: Энергоатомиздат. – 1985. – 392 с.
- 3 Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. – СПб: Лань. – 2002. – 480 с.
- 4 Зи С. Физика полупроводниковых приборов. – М.: Мир. – 1984. – 912 с.
- 5 Гаман В.И. Физика полупроводниковых приборов. Уч. пособие. – Томск: Издат-во НТЛ, 2000. – 426 с.
- 6 Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. – М.: Советское радио, 1980. – 296 с.
- 7 Степаненко И. П. Основы микроэлектроники. – М. – 2001. – 488 с.
- 8 Шарупич Л. С., Тугов Н. М. Оптоэлектроника. – М.: Энергоатомиздат. – 1984. – 256 с.

- 9 Зеегер К. Физика полупроводников. – М.: Мир. – 1977. – 615 с.
- 10 Зиненко В.И., Сорокин Б.П., Турчин П.П. Основы физики твердого тела. – М.: Физматлит. – 2000. – 332 с.
- 11 Ефимов И. Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники. – 2008. – 384 с.
- 12 Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники. –
- 13 Верещагин И.К., Кокин В.А. и др. Физика твердого тела. – М.: Вш. шк. – 2001. – 237 с.
- 14 Займан Д. Принципы теории твердого тела. – М.: Мир. – 1974. – 468 с.
- 15 Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. – М.: Наука. – 1977. –
- 16 Горбачев В.В., Спицына Л.Г. Физика полупроводников и металлов. — «Металлургия», 1982. — 336 с.

Дополнительная:

- 1 Пичугин И.Г., Таиров Ю.М. Технология полупроводниковых приборов. – М.: ВШ. – 1984. – 288 с.
- 2 Курносое А. И., Юдин В. В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. – М.: ВШ. – 1986. – 368 с.
- 3 Елифанов Г. И. Физика твердого тела. – М.: ВШ. – 1977. – 288 с.
- 4 Овечкин Ю. А. Микроэлектроника. – М.: Радио и связь. – 1982. – 288 с.
- 5 Родерик Э. Х. Контакты металл-полупроводник. – М.: Радио и связь. – 1982. – 208 с.
- 6 Хакен Х. Квантовая теория твердого тела. – М.: Наука. – 1980. – 344 с.
- 7 Давыдов А. С. Теория твердого тела. – М.: Наука. – 1976. – 637 с.
- 8 Петухов В.М. Полупроводниковые приборы. Транзисторы. –
- 9 Гитцевич, А. А. Зайцев, В. В. и др. Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные. Стабилитроны. Тиристор. –
- 10 Гитцевич, А. А. Зайцев, В. В. и др. Полупроводниковые приборы. Диоды высокочастотные. Диоды импульсные. Оптоэлектронные приборы.
- 11 Горюнов Н. Н. Полупроводниковые приборы: Транзисторы. – М.: Энергоатомиздат. – 1985. – с.
- 12 Николаевский И. Ф., Игумнов Д. В. Параметры и предельные режимы работы транзисторов. – М.: Советское радио. – 1971. – 384 с.

АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА КУРСА

Все виды работ необходимо выполнять и защищать в указанные сроки. Студенты, не сдавшие очередное задание или получившие за его выполнение менее 50% баллов, имеют возможность отработать указанное задание по дополнительному графику. Студенты, пропустившие лабораторные занятия по уважительной причине, отрабатывают их в дополнительное время в присутствии лаборанта, после допуска преподавателя. Студенты, не выполнившие все виды работ, к экзамену не допускаются. Кроме того, при оценке учитывается активность и посещаемость студентов во время занятий.

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СРС, промежуточного контроля и финального экзамена, копирование решенных задач другими лицами, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, несанкционированном доступе в Интранет, пользовании шпаргалками, получит итоговую оценку «F».

За консультациями по выполнению самостоятельных работ (СРС), их сдачей и защитой, а также за дополнительной информацией по пройденному материалу и всеми

другими возникающими вопросами по читаемому курсу обращайтесь к преподавателю в период его офис-часов.

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	%-ное содержание	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D-	1,0	50-54	
F	0	0-49	Неудовлетворительно
I (Incomplete)	-	-	«Дисциплина не завершена» (не учитывается при вычислении GPA)
P (Pass)	-	-	«Зачтено» (не учитывается при вычислении GPA)
NP (No Pass)	-	-	«Не зачтено» (не учитывается при вычислении GPA)
W (Withdrawal)	-	-	«Отказ от дисциплины» (не учитывается при вычислении GPA)
AW (Academic Withdrawal)			Снятие с дисциплины по академическим причинам (не учитывается при вычислении GPA)
AU (Audit)	-	-	«Дисциплина прослушана» (не учитывается при вычислении GPA)
Атт.		30-60 50-100	Аттестован
Не атт.		0-29 0-49	Не аттестован
R (Retake)	-	-	Повторное изучение дисциплины

*Рассмотрено на заседании кафедры
протокол № 36 от 10.06.14.*

Зав. кафедрой, профессор

О. Ю. Приходько

Лектор

А. А. Мигунова