



2	Лекция. Электронно-дырочный ( $p-n$ ) переход. Параметры перехода. Энергетическая диаграмма и ВАХ	1	0
	Семинар. Расчет $p-n$ перехода: ширины области пространственного заряда, контактной разности потенциалов, токов, емкостей с приложенным напряжением обеих полярностей и в термодинамическом (ТД) равновесии	1	14
	СРСП. Факторы, влияющие на ВАХ $p-n$ перехода. Вырожденные полупроводники	1	2
3	Лекция. Гетеропереходы. Зонные диаграммы. Разрывы зон	1	0
	Семинар. Расчет гетероперехода $n\text{-InAs}/p\text{-GaSb}$ (разрывной) при ТД равновесии, построение зонной диаграммы	1	14
	СРСП. Требования к материалам, из которых изготавливают гетеропереходы. Выращивание вискерсов по ПЖК-механизму	1	2
4	Лекция. Диффузионный метод формирования $p-n$ переходов	1	0
	Семинар. Прямая задача: определение глубины залегания $p-n$ перехода и концентрационного профиля при загонке и разгонке примеси по заданным параметрам диффузии. Обратная задача: для требуемых параметров перехода подобрать параметры диффузии	1	14
	СРСП. Сплавной метод получения переходов. Эпитаксиальный способ	1	2
5	Лекция. Физика поверхности полупроводников и МДП-структуры	1	0
	Семинар. Расчет $n$ -канального МДП-транзистора с Al-затвором. Определение состояния поверхности, изгиба зон для конкретного поверхностного потенциала, плотности пространственного заряда и емкости ОПЗ	1	12
	СРСП. Планарная технология. Процессы литографии	1	2
6	Лекция. Диффузионная и барьерная емкости $p-n$ перехода. Варикапы. Стабилитроны	1	0
	Семинар. Расчет параметров стабилитронов и варикапов	1	6
	СРСП. Явления, происходящие при различных видах пробоя $p-n$ перехода	1	2
7	Лекция. Эффект Холла	1	0
	Семинар. Расчет транспортных характеристик, концентрации и удельного сопротивления эпитаксиальных высоколегированных пленок	1	14
	СРСП. Магниторезистивный эффект. Гигантское магнетосопротивление. Полупроводниковые датчики деформации (тензодатчики)	1	2
	<b>1 Рубежный контроль</b>	0	<b>100</b>
<b>8</b>	<b>Промежуточный экзамен/MiTerm</b>	<b>2</b>	<b>100</b>
<b>Модуль 2 – Приборы, использующие явления в сильных полях</b>			
9	Лекция. Диоды Ганна	1	0
	Семинар. Расчет диодов Ганна на основе GaN и GaAs	1	7
	СРСП. Лавинно-пролетные диоды	1	2
10	Лекция. Туннельные диоды. Объяснение принципа работы с помощью зонных диаграмм и ВАХ	1	0
	Семинар. Расчет туннельного диода	1	5
	СРСП. Обращенные диоды	1	2
<b>Модуль 3 - Приборы с двумя и более переходами</b>			
11	Лекция. Биполярные транзисторы. Основные характеристики. Схемы с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором	1	0

	Семинар. Расчет малосигнальных параметров 2ТЗ12Б	1	14
	СРСП. Режимы включения и дифференциальные параметры БТ	1	2
12	Лекция. Полевые транзисторы. Униполярная проводимость. Схемы включения полевых транзисторов	1	0
	Семинар. Решение задач на определение параметров полевых транзисторов и ПЗС-матриц	1	12
	СРСП. Тиристоры	1	2
<b>Модуль 4 - Оптоэлектронные приборы</b>			
13	Лекция. 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. Расчет параметров рубинового, Ti:Sa, Nd:YAG-лазеров	1	14
	СРСП. Лазерное усиление и генерация (инжекция носителей заряда, порог инверсии, понятие положительной обратной связи)	1	2
14	Лекция. Фотодетекторы: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы. Оптопары	1	0
	Семинар. Расчет фоторезистора и лавинного фотодиода	1	7
	СРСП. Оптические характеристики светоизлучающих диодов (СИД): мощность, внутренний и внешний квантовый выход, КПД, спектр излучения, индикатрисы рассеяния	1	2
15	Лекция. Фотовольтаика. Солнечные элементы. Принцип работы. Основные характеристики. Энергетические диаграммы и ВАХ фотоэлементов	1	0
	Семинар. Расчет параметров СЭ по ВАХ: определение напряжения холостого хода и тока короткого замыкания, коэффициента заполнения ВАХ, КПД, последовательного и шунтирующего сопротивлений	1	14
	СРСП. Понятия спектральной характеристики СЭ, коэффициента собирания, монохроматической токовой чувствительности, внутреннего и внешнего квантового выхода СЭ	1	2
	Контрольная работа	1	13
	<b>2 Рубежный контроль</b>	0	<b>100</b>
	<b>Экзамен</b>	<b>2</b>	<b>100</b>
	<b>ВСЕГО</b>		<b>100</b>
<p style="text-align: center;"><b>Итоговая оценка по дисциплине = <math>\frac{PK1 + PK2}{2} \cdot 0,6 + 0,1MT + 0,3ИК</math></b></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 Гарматюк С. С. Задачник по устройствам генерирования радиосигналов. – М.: ДМК Пресс. – 2012. – 672 с.
- 3 Шалимова К. В. Физика полупроводников. – М.: Энергоатомиздат. – 1985. – 392 с.

- 4 Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. – СПб: Лань. – 2002. – 480 с.
- 5 Зи С. Физика полупроводниковых приборов. – М.: Мир. – 1984. – 912 с.
- 6 Гаман В.И. Физика полупроводниковых приборов. Уч. пособие. – Томск: Издат-во НТЛ, 2000. – 426 с.
- 7 Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. – М.: Советское радио, 1980. – 296 с.
- 8 Степаненко И. П. Основы микроэлектроники. – М. – 2001. – 488 с.
- 9 Шарупич Л. С., Тугов Н. М. Оптоэлектроника. – М.: Энергоатомиздат. – 1984. – 256 с.
- 10 Зеегер К. Физика полупроводников. – М.: Мир. – 1977. – 615 с.
- 11 Зиненко В.И., Сорокин Б.П., Турчин П.П. Основы физики твердого тела. – М.: Физматлит. – 2000. – 332 с.
- 12 Ефимов И. Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники. – 2008. – 384 с.
- 13 Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники. –
- 14 Верещагин И.К., Кокин В.А. и др. Физика твердого тела. – М.: Вш. шк. – 2001. – 237 с.
- 15 Займан Д. Принципы теории твердого тела. – М.: Мир. – 1974. – 468 с.
- 16 Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. – М.: Наука. – 1977. –
- 17 Горбачев В.В., Спицына Л.Г. Физика полупроводников и металлов. — «Металлургия», 1982. — 336 с.
- 18 Пикус Г. Е. Основы теории полупроводниковых приборов

#### **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 Епифанов 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.

### **ПОЛИТИКА НАЧИСЛЕНИЯ БАЛЛОВ**

**Внимание!** Необходимо выполнять задания своевременно! Каждый студент набирает максимально 14-15 баллов в неделю.

С третьей недели вводится т. наз. «ПРОГРЕССИВКА»: получить недостающие баллы через неделю и в последующее время невозможно, поскольку в УМКД публикуются решения задач. С этого момента они считаются обнародованными и засчитываться не будут.

**Преподаватель не несет ответственности за упущенную возможность. Попытки надавить и выбить дополнительные задания будут оставлены без внимания.**

В таблице указаны максимальные баллы, которые можно получить за каждое задание. В семинарах, домашних работах «стоимость» каждого задания указываются.

Лекции и дополнительный материал предоставляются еженедельно как путем выставления в УМКД, так и рассылкой каждому студенту на его электронную почту.

**Если студент выполняет задание в какой-либо программе, баллы за это задание удваиваются.** Если студент набирает решение в редакторе формул Word'a, к цене задачи добавляются 2 балла. Оба критерия действительны только в случае правильного решения!

Студент **ОБЯЗАН** представить задание на проверку на листе бумаги с указанием фамилии, специальности, группы и номера Семинара (Домашнего задания). Если эти данные неполные, проверка может быть отклонена за халатное отношение. Бумажный вариант не возвращается студенту и остается у преподавателя. Поэтому рекомендуется предварительно решить задачи в своей тетради. Если обучающийся высылает преподавателю на почту выполненное задание в электронном виде, то он должен позаботиться о том, чтобы его файл пришел накануне, не позднее срока опубликования решения. Идентификационные параметры файла такие же, как и подпись бумажного варианта решения.

В этом курсе введены две популярные среди студентов меры!

**«КЛУБ МИЛЛИОНЕРОВ»** - почетное звание для студентов, набравших 100 баллов за РК по накопительной системе.

Миллионер, получивший предельно возможный балл до окончания РК может продолжать выполнять задания и зарабатывать баллы. Лишние баллы он может назначить любому человеку из своей группы, а также в любой группе, где ведет занятия данный преподаватель. Эта система получила название **«ТРАНСФЕРТ БАЛЛОВ»**. Согласно положению о трансферте, дабы не нарушать закона сохранения энергии, а баллы это именно эквивалент энергии, баллы могут быть назначены одним студентом другому, но не могут «взяться с потолка», т. е. быть «подаренными» преподавателем.

## АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА КУРСА

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	-	-	«Дисциплина прослушана»

(Audit)			<i>(не учитывается при вычислении GPA)</i>
Атт.		30-60 50-100	Аттестован
Не атт.		0-29 0-49	Не аттестован
R (Retake)	-	-	Повторное изучение дисциплины

*Рассмотрено на заседании кафедры  
протокол № от*

Заведующий КФТТиНФ, профессор

Г. Ш. Яр-Мухамедова

Старший преподаватель

А. А. Мигунова