

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радионавигационные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОНИКА


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.18
Трудоемкость в зачетных единицах:	4 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	4 семестр - 48 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	4 семестр - 16 часов;
Консультации	4 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	4 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Лабораторная работа Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	4 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Торина Е.М.
	Идентификатор	Rf078b9d4-DrozdovaYM-9d5fc66c

(подпись)

Е.М. Торина

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сизякова А.Ю.
	Идентификатор	R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7

(подпись)

А.Ю. Сизякова

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сафин А.Р.
	Идентификатор	Rdaf18b6c-SafinAR-8ed43814

(подпись)

А.Р. Сафин

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение физических принципов работы активных элементов радиоэлектроники и их моделей

Задачи дисциплины

- достижение понимания принципов работы активных компонентов, используемых в радиоэлектронных устройствах;
- приобретения навыков определения и нахождения информации об основных эксплуатационных характеристиках и параметрах активных компонентов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-2 способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения	ИД-2 _{ОПК-2} Осуществляет сбор и анализ научно-технической информации, составляет аналитические обзоры и научно-технические отчеты по результатам выполненной работы	знать: - методы математического моделирования основных характеристик полупроводниковых приборов и описания принципов их работы с использованием типовых моделей и стандартных прикладных программ.
ОПК-4 способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	ИД-1 _{ОПК-4} Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований	знать: - основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата; - физические основы электропроводности.
ОПК-4 способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	ИД-2 _{ОПК-4} Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования	знать: - типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах. уметь: - проводить расчет вольт-амперных характеристик активных приборов с помощью соответствующего физико-математического аппарата.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радионавигационные системы и комплексы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.05.01

Радиоэлектронные системы и комплексы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные определения, топологические параметры и методы расчета электрических цепей, фундаментальные законы и математические модели цепей, методы расчета характеристик линейных цепей переменного тока и цепей с нелинейными элементами
- знать методы классификации материалов по их структуре и зависимость свойств материала от направления в кристалле на базе основных положений зонной теории твердого тела
- знать методы изготовления материалов электронной техники
- уметь проводить анализ и расчет линейных цепей переменного тока, анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами
- уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин рассчитывать и экспериментально определять режимы и характеристики линейных цепей, использовать основные приемы обработки экспериментальных данных, давать качественную физическую трактовку полученным результатам
- уметь пользоваться методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования электрических цепей; основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.
- уметь использовать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования электрических цепей
- уметь использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Физические основы полупроводниковой электроники	24	4	12	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Физические основы полупроводниковой электроники" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Физические основы полупроводниковой электроники" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 5-18	
1.1	Физические основы полупроводниковой электроники	24		12	-	-	-	-	-	-	-	12	-		
2	Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы	20		10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шотт-ки, гетеропереходы и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шотт-ки, гетеропереходы" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 19-25
2.1	Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шотт-ки, гетеропереходы	20		10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Полупроводниковые диоды на основе	20	6	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе	

													<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Полевые транзисторы и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Полевые транзисторы" материалу.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[2], 6-25 [3], 22-27 [4], 7-24</p>
6	Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры	16	6	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры"</p>
6.1	Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры	16	6	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	48	16	-	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	48	16	-	2	-	-	-	0.5	113.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Физические основы полупроводниковой электроники

1.1. Физические основы полупроводниковой электроники

Концентрация свободных носителей заряда в полупроводниках.. Энергетические диаграммы, влияние температуры.. Уравнение электронейтральности.. Дрейф и диффузия. Подвижность, коэффициент диффузии. Уравнения для токов дрейфа и диффузии.. Удельная проводимость полупроводника, зависимость от температуры.. Неравновесные носители заряда..

2. Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы

2.1. Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы

Электронно-дырочный переход, область пространственного заряда, энергетическая диаграмма, контактная разность потенциалов. Транспортные потоки носителей заряда через p-n переход. Влияние приложенного напряжения. Инжекция и экстракция.. Вольт-амперная характеристика перехода, тепловой ток, зависимость от температуры и степени легирования областей.. Пробой перехода, виды пробоев.. Барьерная и диффузионная емкости.. Модели диодов для использования в компьютерных технологиях..

3. Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.

3.1. Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.

Разновидности диодов. Диоды для выпрямления токов низкой и высокой частоты, стабилитроны, импульсные, варикапы, туннельные, смесительные, преобразовательные, генераторные.. Конструктивные особенности, основные характеристики и параметры. Схемы включения..

4. Биполярные транзисторы

4.1. Биполярные транзисторы

Структура и принцип работы биполярного транзистора, основные режимы работы, схемы включения. Инжекция. Транспортные потоки носителей заряда, основные параметры.. Предельно допустимые режимы работы, особенности работы на высоких частотах и в импульсном режиме.. Модели для использования в компьютерных технологиях..

5. Полевые транзисторы

5.1. Полевые транзисторы

Классификация транзисторов. Полевой транзистор с управляющим p-n переходом. Структура и принцип работы. Статические характеристики, влияние температуры.. Разновидности транзисторов: со встроенным каналом, с МОП – структурой.. Области использования, дифференциальные параметры, предельно-допустимые электрические режимы.. Статическая и динамические модели транзисторов для компьютерных технологий..

6. Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры

6.1. Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры

Фотопроводимость полупроводников. Фотогальванический эффект в электронно-дырочном переходе. Основные виды фотоприемников – фоторезисторы, фотодиоды и фототранзисторы. Солнечные батареи. Излучающие диоды, оптроны, оптопары..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Измерение параметров малосигнальной схемы биполярного транзистора;
2. Исследование полевого транзистора;
3. Исследование биполярного транзистора;
4. Исследование ВАХ полупроводниковых диодов.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физические основы полупроводниковой электроники"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Биполярные транзисторы"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Полевые транзисторы"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации проводятся по разделу "Физические основы полупроводниковой электроники"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода."
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Биполярные транзисторы"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Полевые транзисторы"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
методы математического моделирования основных характеристик полупроводниковых приборов и описания принципов их работы с использованием типовых моделей и стандартных прикладных программ	ИД-2 _{ОПК-2}	+	+	+	+	+	+	Контрольная работа/КР №1.2. Принцип действия биполярных транзисторов Контрольная работа/КР №1.3. Принцип действия полевых транзисторов
физические основы электропроводности	ИД-1 _{ОПК-4}	+						Контрольная работа/КР №1.1. Физические основы электропроводности п/п.
основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	ИД-1 _{ОПК-4}			+	+	+		Лабораторная работа/ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов Лабораторная работа/ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов Лабораторная работа/ЛР №1.3. Параметры модели биполярного транзистора Лабораторная работа/ЛР №1.4. Статические характеристики полевого транзистора
типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах	ИД-2 _{ОПК-4}			+	+	+		Контрольная работа/КР №1.3. Принцип действия полевых транзисторов

							Лабораторная работа/ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов Лабораторная работа/ЛР №1.3. Параметры модели биполярного транзистора
Уметь:							
проводить расчет вольт-амперных характеристик активных приборов с помощью соответствующего физико-математического аппарата	ИД-2ОПК-4			+	+	+	Контрольная работа/КР №1.2. Принцип действия биполярных транзисторов Контрольная работа/КР №1.3. Принцип действия полевых транзисторов Лабораторная работа/ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов Лабораторная работа/ЛР №1.3. Параметры модели биполярного транзистора Лабораторная работа/ЛР №1.4. Статические характеристики полевого транзистора

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

4 семестр

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов (Лабораторная работа)
2. ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов (Лабораторная работа)
3. ЛР №1.3. Параметры модели биполярного транзистора (Лабораторная работа)
4. ЛР №1.4. Статические характеристики полевого транзистора (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КР №1.1. Физическое основы электропроводности п/п. (Контрольная работа)
2. КР №1.2. Принцип действия биполярных транзисторов (Контрольная работа)
3. КР №1.3. Принцип действия полевых транзисторов (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №4)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Кулешов, В. Н. Базовые ячейки функциональных узлов радиоэлектронных устройств на биполярных транзисторах. Конспект лекций : учебное пособие по курсу "Физические процессы в электронных цепях" по направлению "Радиотехника" / В. Н. Кулешов, Т. И. Болдырева, М. В. Васильев ; Ред. В. Н. Кулешов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 180 с. - ISBN 978-5-383-00430-2 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=3139;
2. Кулешов, В. Н. Базовые ячейки функциональных узлов радиоэлектронных устройств на полевых транзисторах: конспект лекций : учебное пособие по курсу "Физические процессы в электронных цепях" по направлениям "Радиотехника" / В. Н. Кулешов, Т. И. Болдырева, М. В. Томашевская, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 104 с. - ISBN 5-7046-1257-1 .;
3. Коптев, Г. И. Характеристики и основы применения полупроводниковых диодов и транзисторов: : лабораторный практикум по курсам "Электроника", "Физические процессы в электронных цепях" и др. / Г. И. Коптев, Т. И. Болдырева, Е. М. Дроздова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 48 с.

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9186;

4. Болдырева, Т. И. Основы схемотехники устройств на полевых транзисторах : учебное пособие по курсам "Электроника", "Электроника и электротехника, часть II" и "Физические процессы в электронных цепях" по направлениям 11.03.01 "Радиотехника", 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Т. И. Болдырева, В. Н. Кулешов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 108 с. - ISBN 978-5-7046-2185-0 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11099;

5. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. - "Физические основы электроники", (2-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (560 с.)

<https://e.lanbook.com/book/168522>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";

2. Office / Российский пакет офисных программ;

3. Windows / Операционная система семейства Linux;

4. Майнд Видеоконференции;

5. Acrobat Reader;

6. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" -

http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-703/2, Лаборатория каф. "ФОРС"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование специализированное
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-704/11, Учебная лаборатория РПУ каф. "Форс"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование специализированное, телевизор, учебно-наглядное пособие
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер

Помещения для консультирования	Е-703/5, Кабинет сотрудников	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-703/10, Помещение для хранения оборудования, наглядных пособий	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер, холодильник, кондиционер, книги, учебники, пособия

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электроника

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов (Лабораторная работа)
- КМ-2 КР №1.1. Физические основы электропроводности п/п. (Контрольная работа)
- КМ-3 ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов (Лабораторная работа)
- КМ-4 ЛР №1.3. Параметры модели биполярного транзистора (Лабораторная работа)
- КМ-5 ЛР №1.4. Статические характеристики полевого транзистора (Лабораторная работа)
- КМ-6 КР №1.2. Принцип действия биполярных транзисторов (Контрольная работа)
- КМ-7 КР №1.3. Принцип действия полевых транзисторов (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	8	8	12	14	15	16
1	Физические основы полупроводниковой электроники								
1.1	Физические основы полупроводниковой электроники			+				+	+
2	Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы								
2.1	Контактные явления. Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы							+	+
3	Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.								
3.1	Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.		+		+	+	+	+	+
4	Биполярные транзисторы								
4.1	Биполярные транзисторы		+		+	+	+	+	+
5	Полевые транзисторы								
5.1	Полевые транзисторы		+		+	+	+	+	+
6	Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры								
6.1	Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры							+	+

Bec KM, %:	4	12	20	20	20	12	12
------------	---	----	----	----	----	----	----