

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 28 » апреля 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Физические основы электроники** _____
(наименование)

Форма обучения: _____ **очная** _____
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ **бакалавриат** _____
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ **144 (4)** _____
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника** _____
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)** _____

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование базовых знаний в области физики для объяснения устройства и принципов работы приборов современной электроники их параметров, характеристик, включая твердотельную, квантовую и оптическую электронику, а также технику сверхпроводников. Изучение принципов построения и функционирования типовых электронных устройств.

Задачи учебной дисциплины

- формирование знаний
 - изучение основных физических законов и явлений, лежащих в основе принципов работы элементов современных электронных устройств;
- формирование умения
 - чтения принципиальных электрических схем и анализа работы отдельных узлов электронных устройств;
- формирование навыков
 - экспериментального исследования параметров и характеристик электронных приборов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- материалы и компоненты электронной техники;
- электронные приборы, устройства;
- электрические, магнитные и оптические свойства твердых тел, механизмы протекания тока;
- физические эффекты в вакууме, плазме и твердом теле в приборах и устройствах вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой и оптической электроники;
- методы экспериментального исследования параметров и характеристик материалов, приборов и устройств твердотельной, плазменной и оптической электроники.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Студент знает классификацию твердых тел на металлы, полупроводники, диэлектрики, с точки зрения зонной теории; основные электрические, магнитные и оптические свойства твердых тел, включая сверхпроводники; механизмы протекания тока, особенности электронных свойств аморфных материалов. Основы физики твердого тела, принципы использования физических эффектов в твердом теле в приборах и устройствах твердотельной электроники, их конструкции, параметры и характеристики.	Знает основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения	Дифференцированный зачет
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Студент умеет оценивать пределы применимости классического подхода, роль и важность квантовых эффектов при описании физических процессов в элементах электроники; объяснять явления, лежащие в основе принципов работы элементов современных электронных устройств; читать принципиальные электрические схемы и анализировать работу отдельных узлов электронных устройств.	Умеет проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки	Защита лабораторной работы
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Студент владеет методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств полупроводниковой и газоразрядной	Владеет навыками расчета схем и режимов работы электронных и электротехнических установок	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		электроники.		

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	32	32	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
5-й семестр				
Основные понятия зонной теории твердого тела	2	0	0	6
Тема 1. Структура электронных оболочек атомов, квантовые числа. Основные понятия и определения квантовой теории. Гипотеза М.Планка. Гипотеза де Бройля. Главное квантовое число. Орбитальное квантовое число. Магнитное квантовое число. Спиновое квантовое число. Химическая связь между атомами. Тема 2. Основные понятия зонной теории твердого тела. Механизм образования энергетических зон. Построение энергетических диаграмм химических соединений. Физическая сущность разделения веществ на проводники, диэлектрики и полупроводники.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Электрический ток в металлах	2	0	0	14
Тема 3. Классическая и квантовая теории тока в металлах Противоречия классической теории электропроводности металлов. Основные понятия квантовой теории электропроводности металлов. Статистика Ферми – Дирака. Уровень Ферми. Идеальная кристаллическая решетка. Зависимость проводимости металлов от температуры. Термоэлектрические явления в проводниках. Тема 4. Явление сверхпроводимости. Теория сверхпроводимости. Электрические и магнитные свойства сверхпроводников. Виды сверхпроводников, высокотемпературная сверхпроводимость. Электрический ток в сверхпроводниках. Макроскопический квантовый эффект в кольце с током. Применение сверхпроводников.				
Собственная и примесная проводимость полупроводников	2	4	0	10
Тема 5. Проводимость собственных полупроводников. Механизмы электронной и дырочной проводимости в полупроводниках. Понятия генерации и рекомбинации носителей заряда. Подвижность носителей заряда. Зависимость проводимости собственных полупроводников от температуры. Тема 6. Проводимость примесных полупроводников. Механизм образования донорных и акцепторных энергетических уровней. Зависимость проводимости примесных полупроводников от температуры.				
Контактные явления в полупроводниках	4	8	0	14
Тема 7. Электронно-дырочный переход. Механизм образования p-n перехода. Понятия основных и неосновных носителей заряда. Энергетическая диаграмма p-n перехода. Потенциальный барьер в электронно-дырочном переходе. Тема 8. Прямое и обратное включение p-n перехода. Энергетическая диаграмма p-n перехода и потенциальный барьер в прямом и обратном включении. Плотности тока электронов и дырок в полупроводниках различной проводимости, находящихся в металлургическом контакте. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) p-n перехода. Емкость p-n перехода. Контакт вырожденных ПП				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
(туннельный эффект). Гетеропереходы.				
Контакт полупроводника с металлом	2	6	0	11
Тема 9. Контакт полупроводника с металлом. Контакт полупроводника с металлом. Контакт Шоттки. Энергетическая диаграмма. Потенциальный барьер контакта Шоттки. Понятие выпрямляющего и невыпрямляющего контакта. Тема 10. Термоэлектрические явления в полупроводниках Эффект Пельтье. Полупроводниковые элементы Пельтье. Конструкция и принцип действия. Обратимость термоэлектрического эффекта.				
Полупроводниковые приборы и устройства на их основе	6	14	0	35
Тема 11. Полупроводниковые резисторы Термисторы. Позисторы. Варисторы. Фоторезисторы. Параметры, ВАХ и примеры практического использования. Тема 12. Полупроводниковые диоды Диоды. Стабилитроны. ВАХ диодов и стабилитронов. Разновидности диодов. Выпрямители напряжения. Схемы стабилизаторов напряжения с использованием стабилитронов. Светодиоды и полупроводниковые лазеры, принцип действия, характеристики. Тема 13. Транзисторы Биполярные транзисторы, принцип работы и характеристики. Динамический режим работы транзистора. Схемы усилителей на транзисторах. Дифференциальный усилитель. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом и изолированным затвором, принцип работы и характеристики. Импульсные преобразователи постоянного тока и инверторы. Тема 14. Четырехслойные полупроводниковые приборы. Динисторы. Тринисторы. Симисторы. Принцип работы, характеристики. Тема 15. Оптоэлектронные приборы Фотоэлементы и фотоэлектронные умножители. Фотодиоды. Принцип работы, параметры, схемы включения. Диодные, транзисторные и тиристорные оптопары. Понятие гальванической развязки. Тема 16. Газоразрядные приборы Классификация по видам разряда в газе. ВАХ. Применение.				
ИТОГО по 5-му семестру	18	32	0	90
ИТОГО по дисциплине	18	32	0	90

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование характеристик полупроводниковых резисторов.
2	Исследование характеристик полупроводниковых диодов и стабилитронов.
3	Исследование характеристик элемента Пельтье.
4	Исследование характеристик полупроводниковых транзисторов.
5	Исследование характеристик динисторов и тринисторов.
6	Исследование параметров фоторезисторов и фотодиодов
7	Исследование ВАХ газоразрядных приборов.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Бобров И. И. Физические основы электроники : учебное пособие для вузов / И.И.Бобров. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	323
2	Смирнов Ю. А. Физические основы электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013.	2
3	Умрихин В. В. Физические основы электроники : учебное пособие для вузов / В. В. Умрихин. - Москва: Альфа-М, ИНФРА-М, Уником Сервис, 2012.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Заневский Э. С. Общая электротехника и электроника. Физические основы и элементная база электроники : конспект лекций / Э. С. Заневский. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2004.	71
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Общая электротехника и электроника. Физические основы и элементная база электроники	http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2651	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Физические основы электроники	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2268	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

Вид ПО	Наименование ПО
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	ПК	15
Лекция	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Физические основы электроники»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Конструирование и технологии в электротехнике
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Конструирование и технологии в электротехнике
Форма обучения:	Очная

Курс: 3 **Семестр:** 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч

Форма промежуточной аттестации:

Дифференцированный зачёт: 5 семестр.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении лабораторных работ и сдаче дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный		Итоговый	
	ТТ	ОЛР		РКР	Диф.зачет
Усвоенные знания					
3.1. классификацию твердых тел на металлы, полупроводники, диэлектрики, с точки зрения зонной теории.	ТТ1				ТВ
3.2. основные электрические, магнитные и оптические свойства твердых тел, включая сверхпроводники; механизмы протекания тока, особенности электронных свойств аморфных материалов	ТТ2				ТВ
3.3. основы физики твердого тела, принципы использования физических эффектов в твердом теле в приборах и устройствах твердотельной электроники, их конструкции, параметры и характеристики.	ТТ3				ТВ
Освоенные умения					
У.1. оценивать пределы применимости классического подхода, роль и важность квантовых эффектов при описании физических процессов в элементах электроники		ОЛР1-3,6,7		РКР1	ПЗ
У.2. объяснять явления, лежащие в основе принципов работы элементов современных электронных устройств; читать принципиальные электрические схемы и анализировать работу отдельных узлов электронных устройств.		ОЛР2,3,5,6		РКР2	ПЗ
У.3. читать принципиальные электрические схемы и анализировать работу отдельных узлов электронных устройств		ОЛР1-7			ПЗ
Приобретенные владения					
В.1. методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств полупроводниковой и газоразрядной электроники.		ОЛР1-7		РКР3	КЗ

ТТ – текущее тестирование на лекционных занятиях; ОЛР – отчет о лабораторной работе; РКР – рубежная контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета с оценкой, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме тестирования студентов проводится по мере изучения тем. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов к лабораторным работам и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита отчетов к лабораторным работам

Всего запланировано 7 лабораторных работ. Типовые темы работ приведены в РПД.

Защита отчета к лабораторной работе проводится индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Критерии и шкала оценивания уровня освоения компетенций на лабораторной работе

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного материала
знания	умения		
5	5	Максимальный уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	4	Средний уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>

2	2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</i>
---	---	----------------------------------	---

Результаты защиты отчетов к лабораторным работам по 4-балльной шкале оценивания знаний и умений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая РКР1 по модулю 1 «Общие сведения о строении вещества», вторая РКР2 – по модулю 2 «Электропроводность полупроводников», третья РКР3 – по модулю 3 «Применение полупроводниковых приборов».

Типовые задания РКР1:

1. Основные понятия зонной теории твердого тела.
2. Механизм образования энергетических зон. Построение энергетических диаграмм химических соединений
3. Основные понятия квантовой теории электропроводности металлов
Статистика Ферми – Дирака. Уровень Ферми.
4. Термоэлектрические явления в проводниках.
5. Электрические и магнитные свойства сверхпроводников.

Типовые задания РКР2:

1. Механизмы электронной и дырочной проводимости в полупроводниках
2. Понятия генерации и рекомбинации носителей заряда. Подвижность носителей заряда. Зависимость проводимости собственных полупроводников от температуры.
3. Механизм образования донорных и акцепторных энергетических уровней.
Зависимость проводимости примесных полупроводников от температуры.

Типовые задания РКР3:

1. Механизм образования $p-n$ перехода. Энергетическая диаграмма $p-n$ перехода. Потенциальный барьер в электронно-дырочном переходе.
2. Энергетическая диаграмма $p-n$ перехода и потенциальный барьер в прямом и обратном включении
3. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) $p-n$ перехода.
4. Контакт полупроводника с металлом. Контакт Шоттки. Энергетическая диаграмма.
5. Эффект Пельтье. Полупроводниковые элементы Пельтье.
6. Биполярные транзисторы, принцип работы и характеристики.
7. Полевые транзисторы с управляющим $p-n$ переходом и изолированным затвором, принцип работы и характеристики.

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Критерии и шкала оценивания уровня освоения компетенций на контрольной работе

Балл за	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного
---------	------------------	---

знания	умения		
5	5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.</i>
3	3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.</i>
2	2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Дифференцированный зачет по дисциплине основывается на результатах текущего и рубежного контроля выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета:

- интегральная оценка за знание по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля;
- интегральная оценка за умение по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля;
- интегральная оценка за владение по 4-х балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля.

Полученные интегральные оценки за образовательные результаты заносятся в оценочный лист, форма которого приведена в виде табл. 2.4.

Таблица 2.4. Форма и примеры заполнения оценочного листа

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)			Средняя оценка уровня сформированности компетенций	Итоговая оценка уровня сформированности компетенций (итоговая оценка по дисциплине)
знания	умения	владения		
5	4	5	4.75	Отлично

3	3	3	3.25	Удовлетворительно
5	4	3	3.75	Хорошо
3	3	2	2.75	неудовлетворительно
3	4	2	3.0	неудовлетворительно

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» – средняя оценка $> 4,5$.

«Хорошо» – средняя оценка $> 3,7$ и $\leq 4,5$.

«Удовлетворительно» – средняя оценка $\geq 3,0$ и $\leq 3,7$ при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка $< 3,0$ или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Пример билета для дифференцированного зачета представлен в приложении 1.

2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Противоречия классической теории электропроводности металлов. Основные понятия квантовой теории электропроводности металлов.
2. Теория сверхпроводимости. Электрические и магнитные свойства сверхпроводников. Электрический ток в сверхпроводниках.
3. Механизмы электронной и дырочной проводимости в полупроводниках. Понятия генерации и рекомбинации носителей заряда.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Объяснить Вольт-амперную характеристику стабилитрона.
2. Изобразить схему включения биполярного транзистора в динамическом режиме. Назвать и объяснить основные характеристики приведенной схемы.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Привести схемы измерения вольтамперных характеристик полупроводниковых резисторов и диодов.

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения при дифференцированном зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время дифференцированного зачета.

Шкала и критерии оценки результатов обучения при дифференцированном

зачете для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.5 - 2.7

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.6. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.7. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание билета. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при дифференцированном зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Форма и примеры заполнения оценочного листа

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)	Оценка за дифференцированный зачет для каждого результата обучения			Средняя оценка уровня сформированности компетенций	Итоговая оценка за промежуточную аттестацию
	знания	умения	владения		
5	5	4	5	4.75	<i>Отлично</i>
4	3	3	3	3.25	<i>Удовлетворительно</i>
3	5	4	3	3.75	<i>Хорошо</i>
3	3	3	2	2.75	<i>неудовлетворительно</i>
3	3	4	2	3.0	<i>неудовлетворительно</i>

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» – средняя оценка $> 4,5$.

«Хорошо» – средняя оценка $> 3,7$ и $\leq 4,5$.

«Удовлетворительно» – средняя оценка $\geq 3,0$ и $\leq 3,7$ при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка $< 3,0$ или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

Приложение 1. Пример билета для диф.зачета



13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Конструирование и технологии в электротехнике
Кафедра «*Конструирование и технологии в электротехнике*»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Дисциплина «Физические основы электроники»

БИЛЕТ № 1

1. Теория сверхпроводимости. Электрические и магнитные свойства сверхпроводников. Электрический ток в сверхпроводниках.
2. Объяснить Вольт-амперную характеристику стабилитрона.
3. Привести схемы измерения вольтамперных характеристик полупроводниковых резисторов и диодов.

Составитель

А.Е.Терлыч

(подпись)

Заведующий кафедрой

Н.М.Труфанова

(подпись)

« ____ » _____ 2020 г.